Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN | Ley Chile

Decreto 382 EXENTO

DESTINA AL MINISTERIO DE BIENES NACIONALES TERRENO FISCAL DENOMINADO QUEBRADA LEONES, COMUNA DE CALDERA, PROVINCIA DE COPIAPO, III REGION DE ATACAMA

MINISTERIO DE BIENES NACIONALES

Fecha Publicación: 27-ENE-2007 | Fecha Promulgación: 15-NOV-2006
Tipo Versión: Única De : 27-ENE-2007
Url Corta: https://bcn.cl/2ilv6

DESTINA AL MINISTERIO DE BIENES NACIONALES TERRENO FISCAL DENOMINADO QUEBRADA LEONES, COMUNA DE CALDERA, PROVINCIA DE COPIAPO, III REGION DE ATACAMA

Núm. 382 exento.- Santiago, 15 de noviembre de 2006.-Considerando:

1.- Que, la Constitución Política de la República de Chile garantiza a todas las personas el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, siendo deber del Estado velar para que este derecho no se vea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza, por lo que las áreas o terrenos fiscales que por sus características ecológicas, por sus formaciones geológicas, por su flora y/o fauna, por sus riquezas naturales o escénicas, por su valor científico o patrimonial o que por cualquier otra cualidad tengan una influencia significativa sobre el medio ambiente, requieren una especial atención del Estado y sus organismos;

2.- Que, el Ministerio de Bienes Nacionales, en el ejercicio de sus funciones propias, requiere reforzar y realizar una gestión especial de administración en el predio fiscal que más adelante se singulariza, cuya vocación principal y finalidad es la conservación ambiental, protección del patrimonio y/o planificación, gestión y manejo sustentable de sus recursos.

3.- Que, el Ministerio de Bienes Nacionales debe cumplir con lo preceptuado en el D.S. Nº 1.963, de 1994, Ministerio de Relaciones Exteriores, "Convenio sobre Biodiversidad Biológica" y con la "Estrategia Nacional de la Biodiversidad", aprobada en el año 2003,

Decreto:

1.- Destínase al Ministerio de Bienes Nacionales, para la conservación del patrimonio de biodiversidad contenido en él, el inmueble fiscal signado como Quebrada Leones, ubicado en la comuna de Caldera, Provincia de Copiapó, III Región de Atacama, inscrita a nombre del Fisco en mayor cabida a fojas 527 vuelta Nº 500 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Copiapó del año 1964 y reinscrita en mayor cabida a fojas 207 Nº 180 Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Caldera del año 1996, de una superficie total de 2.971,57 hás e individualizado en Plano Nº III-2-4989-C.R., con los siguientes deslindes:

Norte: Con terrenos en línea quebrada de 15 parcialidades, que unen los vértices V1-V2, V2-V3, V3-V4, V4-V5, V5-V6, V6-V7, V7-V8, V8-V9, V9-V10, V10-V11, V11-V12, V12-V13, V13-V14, V14-V15 y V15-V16, en 1460,38 metros, 1225,77 metros, 353,55 metros, 984,89 metros,

140 años Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN | Ley Chile

820,06 metros, 743,30 metros, 499,78 metros, 1040,43 metros, 254,95 metros, 250,00 metros, 353,55, 626,50 metros, 297,32 metros, 300,67 metros y 886,45 metros, respectivamente.

Este: Con terrenos fiscales, en línea quebrada de 11 parcialidades que une los vértices V16-V17, V17-V18, V18-V19, V19-V20, V20-V21, V21-V22. - V22-V23, V23-V24, V24-V25, V25-V26, V26-V27, en 1073,55 metros, 318,28 metros, 234,09 metros, 602,08 metros, 170,92 metros, 186,82 metros, 680,07 metros, 894,93 metros, 438,63 metros, 820,06 metros y 782,62 metros, respectivamente.

Sur: Con terrenos fiscales en línea quebrada de 19 parcialidades que une los vértices V27-V28, V28-V29, V29-V30, V30-V31, V31-V32, V32-V33, V33-V34, V34-V35, V35-V36, V36-V37, V37-V38, V38-V39, V39-V40, V40-V41, V41-V42-V42-V43, V43-V44, V44-V45, V45-V46, en 452,77 metros, 694,62 metros, 650,00 metros, 504,55 metros, 416,22 metros, 1528,20 metros, 330,00 metros, 430,12 metros, 529,53 metros, 250,80 metros, 304,14 metros, 943,40 metros, 901,39 metros, 316,23 metros, 540,83 metros, 353,55 metros, 680,07 metros, 1167,26 metros y 2958,45 metros, respectivamente.

Oeste: Con faja fiscal, que lo separa de la Ruta 5 norte, en línea recta que une los vértices V46-V1, en 841,99 metros.

2.- El Ministerio de Bienes Nacionales destinará el inmueble para sus fines propios, procurando su conservación ambiental y la protección del patrimonio y/o planificación, gestión y manejo sustentable de sus recursos, para lograr su desarrollo sustentable y el de los proyectos de inversión que en él se ejecuten, dentro de las facultades de administración y gestión que le confiere la ley.

3.- Más aun, esta destinación tendrá como objetivo específico la conservación y protección del Desierto Florido, constituido por 2 formaciones vegetacionales contenidos en él, como son el Desierto Costero de Taltal y Desierto Estepario de las Sierras Costeras, las que a su vez están integradas por los pisos vegetacionales matorral desértico tropical costero de Euphorbia lactiflua y Eulychnia saint.pieana y de Euphorbia lactiflua y Oxyphyllum Ulicinum.

Anótese, regístrese en el Ministerio de Bienes Nacionales, publíquese en extracto en el Diario Oficial, comuníquese y archívese.- Por orden de la Presidenta de la República, Romy Schmidt Crnosija, Ministra de Bienes Nacionales.

Lo que transcribo a Ud. para su conocimiento.- Saluda a Ud., Lorraine de Laire Peirano, Subsecretaria de Bienes Nacionales.

Evaluación sector Quebrada el León

Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó.



Elaborado por	*Analytica chañar.*
Solicitado por	*Acciona agua*
Titular	*Aguas CAP.*

Analytica Chañar	Medidas sector Quebrada el León	Fecha	12-12-2016
		Código interno	AM-ID-02
		Revisión	01
		Versión	01

Contenido

1. Introducción 2
   1.1. Objetivo 2
2. Metodología 3
   2.1. Análisis de datos 5
3. Resultados y discusión 5
   3.1. Similitud 5
   3.2. Especies encontradas, categoría de conservación, singularidades y datos de cubierta vegetal. 7
4. Analisis de los impactos y sus medidas asociadas 9
   4.1. Especies presentes en la zona, cobertura e I.I. 9
   4.2. Cactáceas 10
   4.3. Especies arbustivas, efímeras y/o bulbosas 11
5. Resumen de actividades y fechas de ejecucion 12
6. Bibliografía 13

1. Introducción

La RCA 192/2010 del proyecto Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó en el numeral 7.2.1 de la RCA se establece que es necesario evaluar los impactos de la tubería del proyecto en el sitio prioritario de la conservación de la diversidad Quebrada el León y proponer medidas adicionales a las ya contempladas por el proyecto, que contribuyan a la protección de la biodiversidad biológica del sitio. El presente estudio fue ejecutado por el Ing. Agrónomo candidato a Magister en Ciencias Ambientales y Agropecuarias Javier Pardo Baeza.

El concepto de biodiversidad apunta a toda la diversidad biológica de especies que puede concentrarse en un ecosistema. Dentro de esta diversidad existe la diversidad intra e inter especifica que aumenta la complejidad del concepto. La relevancia de la biodiversidad radica en el gran número de interacciones que establecen los ecosistemas y las funciones y servicios ecosistémicos que esto pueda implicar. Es por ello, que con el fin de preservar la diversidad Chile cuenta desde el 2003 con una Estrategia Nacional de la Biodiversidad, que busca la protección y uso sustentable de los ecosistemas.

1.1. Objetivo

Describir y recomendar las medidas que serán ejecutadas por el proyecto de la mano del paso de la tubería por la zona.

2. Metodología

El área de estudio zona donde pasa la tubería por el límite del sitio prioritario Quebrada del León. Esta zona se encuentra cercana a la Ruta 5 entre las ciudades de Caldera y Chañaral.

Para realizar mediciones a la zona en estudio se procedió a realizar una visita al área en estudio el día 21 de junio del 2016. Durante la visita se procedió a caracterizar la flora presente en la zona mediante el levantamiento de parcelas de 100 metros cuadrados. En estas parcelas se identificaron las especies activas vegetativa y/o reproductivamente y se registraron sus densidades. Para las parcelas ubicadas cercanas al área de mayor diversidad de la Quebrada el León no se realizaron mediciones de cobertura solo de densidad. En el caso de las parcelas ubicadas en la zona de intervención de la tubería fue analizada la densidad y la cobertura.

De manera adicional se analizó de manera visual la vegetación presente en la zona mediante el recorrido a pie de la zona de instalación de la tubería y parte de la Quebrada el León.

Tabla 1: Coordenadas geográficas en Datum WGS 84 Huso 19 de las parcelas de análisis.

Parcela	Coordenada Este	Coordenada Norte
1	327.527	7.016.702
2	327.537	7.016.657
3	324.164	7.015.440
4	324.093	7.015.516
5	324.138	7.015.432
6	324.157	7.015.297

Se determinó la cobertura relativa según la siguiente expresión:

$$Cr = \frac{ci}{N} * 100$$

Dónde:

Cr: Cobertura relativa.
ci: cobertura de la i – ésima especie en el sector de estudio.
N: Cobertura total de todos los individuos, de todas las especies en el sector.

Se determinó la densidad relativa utilizando la siguiente expresión:

$$Dr = \frac{di}{D} * 100$$

Dónde:

Dr: Densidad relativa.
di: Densidad de la i – ésima especie en el sector.
D: Densidad de todas las especies en el sector.

A partir del índice de Valor de Importancia formulado por Curtis y Mc Intosh (1951), Fariñas (1996) obtuvo el índice de importancia (I.I. en adelante), mediante la simplificación del Índice de valor de importancia que considera la frecuencia, densidad y coberturas relativas. Este índice revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal sin considerar la frecuencia relativa de ellas.

La dominancia como concepto, indica que son dominantes las especies que: son más numerosas; poseen mayor biomasa; acaparan la mayoría del espacio; realizan la mayor contribución al flujo de energía del ecosistema o son las que de una u otra manera controlan o influyen sobre el resto de la comunidad (Vega, 2010). Además, Gajardo (1994) señala que el concepto de dominancia se refiere principalmente al máximo biológico de una o más especies en una comunidad tipo o de una forma biológica en una formación vegetal. Se manifiesta en el aporte relativo a la biomasa de la comunidad o puede expresarse por una combinación de caracteres, como la entidad que manifiesta una mayor participación a la fisionomía de la comunidad.

Integrando los criterios de Gajardo (1994) y Vega (2010), se deduce que la dominancia es un máximo biológico, que puede estimarse por la densidad, cobertura o frecuencia de las especies, pero lo medular del concepto apunta a que sean las especies más importantes del ecosistema. En base a esto, se utilizó el I.I. para integrar las principales variables que pueden hacer dominante a una especie, mediante la siguiente expresión:

$$I.I. = \sum (Dr + Cr)$$

Dónde:

I.I.: Índice de Importancia.
Dr: Densidad relativa.
Cr: Cobertura relativa.

2.1. Análisis de datos

Para análisis de diversidad y similitud la información fue procesada con el Software Biodiversity Pro.

El estado de conservación de las especies fue según procesos de clasificación de especies (DS 13/2013) y el libro rojo de Atacama.

La determinación de la densidad posible de las especies en la zona de la tubería fue calculada con los siguientes variables:

Cobertura del individuo: Se procedió a analizar la cobertura promedio del individuo medido en las 6 parcelas. Esta variable hace referencia a las dimensiones del individuo.

Cobertura de superficie: Se procedió a analizar la cobertura de superficie promedio del individuo en las 6 parcelas. Esta variable se refiere a la cobertura de suelo que genera la especie.

Intervalo de confianza: Se utilizó el 95% para determinar cómo podría ser posible que se moviera la cobertura de superficie del individuo y posteriormente se analizó la cantidad de individuos a lo que podría corresponder esto mediante el uso de la cobertura de cada individuo. La fórmula utilizada es:

$$\text{Límite inferior: } \mu - t_{\alpha/2}*(S^2/n)^{-2}$$

$$\text{Límite superior: } \mu + t_{\alpha/2}*(S^2/n)^{-2}$$

Se adiciono un factor de corrección basado en la probabilidad de encontrar individuos de una especie calculado como una probabilidad básica basada en la muestra tomada. Esto se realizó de la siguiente forma:

Factor de corrección: Cobertura de suelos de la especie/ superficie total prospectada.

3. Resultados y discusión

3.1. Similitud

Al analizar las parcelas 1 y 2 ubicadas en el interior de la Quebrada el León, posiblemente en la zona de mayor diversidad del sitio se encuentra que su similitud con el área de intervención de la tubería es muy baja (Fig. 2). La similitud de las parcelas 1 y 2 entre si es de un 58,2 %, mientras que la similitud de estas con el grupo de parcelas que fue evaluado cercano a la zona de intervención de la tubería es de un 9,6 %. Por otra parte, las parcelas evaluadas cercanas a la tubería (3,4 y 5) son similares entre sí en un 40%,

mientras que al contrastarlas con la 6 que se encuentra en la zona de intervención de la tubería son similares en un 32,6 %. Por tanto, la zona de intervención de la tubería y su área de influencia son similares entre sí, pero fuertemente distintas con el interior de la Quebrada el León.

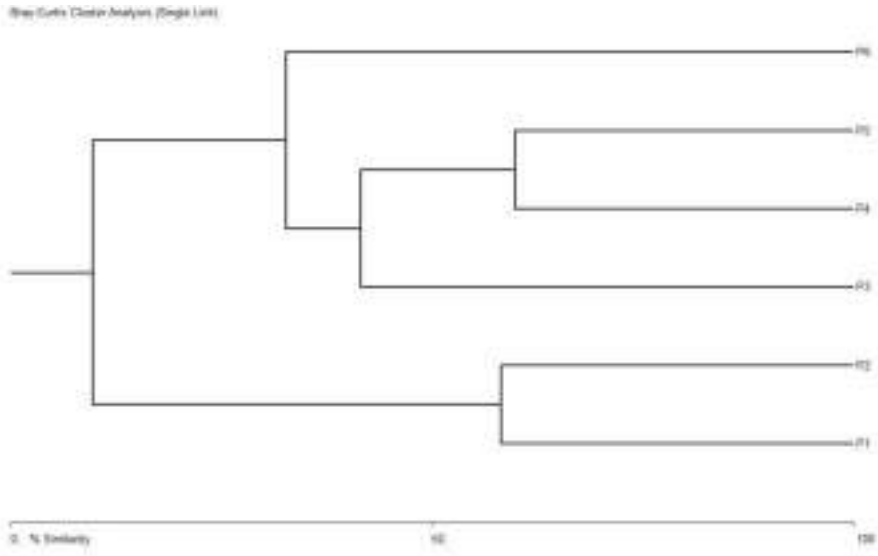


Figura 1: Dendrograma de similitud. Fuente: Biodiversity Pro.

La baja similitud es un indicador posible de cómo se distribuye la biodiversidad de la zona. En las partes bajas de la Quebrada el León se encuentra un matorral abierto dominado por *Heliotropium floridium, Frankenia chilensis y Tetragonia ovata*. Sin embargo, al interior de la Quebrada el León se vuelven frecuentes especies como *Euphorbia lactiflua, Nolana sp. Eulychnia sp* y *Eriosyce sp.*. Estas especies de alta singularidad generan diferencias importantes en cuanto a la dinámica de la zona. Por otra parte, la zona interior de la Quebrada el León tiene afloramientos de agua, posiblemente salina, debido a la presencia de la halófita *Distichlis spicata*, estos afloramientos de agua permiten un suministro de agua importante para la vegetación de la zona creándose una zona de alta cobertura vegetal y biodiversidad. Por tanto, la biodiversidad de la zona asciende de manera importante al acercarse a la Quebrada interior de la zona (Tabla 2).

3.2. Especies encontradas, categoría de conservación, singularidades y datos de cubierta vegetal.

Tabla 2: Especies encontradas por parcela.

Especie	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Tetragonia ovata	X	X		X		
Eulychnia acida	X	X				
Euphorbia lactiflua	X					
Dinemandra ericoides	X					
Cumulopuntia sphaerica	X	X	X			
Perityle emoryi	X		X	X	X	
Poliachirus poepigil	X	X				
Eriosyce sp	X					
Argylia radiata		X				
Encelia canescens		X	X			
Heliotropium floridum			X	X		X
Skytanthus acutus			X	X	X	
Cistanthe longiscapa			X	X		X
Bulbosa sp.			X	X		
Crystaria aspera			X			
Frankenia chilensis				X	X	
Chuquiraga ulicina				X		
Tiquilia litoralis						X

Tabla 3: Especies y categoría de conservación.

N°	Especie	Categoría de conservación	Origen	Fuente
1	*Tetragonia ovata*	Fuera de peligro	Endémica	LRA
2	*Eulychnia acida*	Preocupación menor	Endémica	PCE
3	*Euphorbia lactiflua*	Fuera de peligro	Endémica	LRA
4	*Dinemandra ericoides*	Fuera de peligro	Endémica	LRA
5	*Cumulopuntia sphaerica*	Preocupación menor	Endémica	PCE
6	*Perityle emoryi*	Fuera de peligro	Endémica	LRA
7	*Poliachirus poepigil*	Fuera de peligro	Endémica	LRA
8	*Eriosyce sp.*	*	Endémica	LRA
9	*Argylia radiata*	Fuera de peligro	Nativa	LRA
10	*Encelia canescens*	Fuera de peligro	Nativa	LRA
11	*Heliotropium floridum*	Fuera de peligro	Endémica	LRA
12	*Skytanthus acutus*	Fuera de peligro	Endémica	LRA
13	*Cistanthe longiscapa*	Fuera de peligro	Endémica	LRA
14	*Bulbosa sp.*	*	Endémica	*
15	*Crystaria aspera*	Fuera de peligro	Endémica	LRA
16	*Frankenia chilensis*	Fuera de peligro	Nativa	LRA
17	*Chuquiraga ulicina*	Fuera de peligro	Endémica	LRA
18	*Tiquilia litoralis*	Fuera de peligro	Endémica	LRA

Para la tabla 3: LRA: Libro Rojo de Atacama, PCE: Estado de conservacion de especies. * La especie de Eriosyce no fue posible de identificar debido a falta de caracteres representativos, mientras que la especie bulbosa no presentaba ningun tipo de desarrollo visible y no se opto por intervenir el terreno para analizar el bulbo.

De las 18 especies encontradas no existen especies en categorias complejas de conservacion como vulnerable, amenazada o en peligro (Tabla 3). Un 88% de las especies se encuentra en la categoria de conservacion fuera de peligro, mientras que para las categorias casi amenazada y preocupacion menor su frecuencia es de solo un 6%. Sin embargo, como es común en el desierto de Atacama, el 100% de las especies son endemicas o nativas, distribuyendose puntualmente el 83% como endémicas y el 17% como nativas. Por tanto, a pesar de la ausencia de categorias complejas de conservacion la zona presenta una alta importancia biológica.

4. Analisis de los impactos y sus medidas asociadas

4.1. Especies presentes en la zona, cobertura e I.I.

De las especies detectadas y evaluadas en la zona no se presenta dominancia de ninguna especie listada en el decreto supremo 68 del Ministerio de Agricultura (Tabla 4). Un requisito importante para la aplicabilidad de un PTFX es la dominancia de una especie del decreto supremo 68, esto implicaria que, preliminarmente, no era necesaria la aplicación de un PTFX en la zona.

Tabla 4: Especies y su cobertura y densidades relativas

Parcela	Especie	Densidad	Dr.	Cobertura (m2)	Cr.	I.I
3	*Heliotropium floridium*	7	12,28%	2,44	26,45%	38,73%
3	*Skytanthus acutus*	5	8,77%	2,13	23,10%	31,88%
3	*Cistanthe longiscapa*	19	33,33%	3,63	39,35%	72,68%
3	*Cumulopuntia sphaerica*	3	5,26%	0,22	2,36%	7,62%
3	*Bulbosa sp.*	8	14,04%	0,00	0,01%	14,04%
3	*Crystaria sp.*	1	1,75%	0,00	0,01%	1,77%
3	*Perityle emoryi*	10	17,54%	0,09	0,99%	18,53%
3	*Encelia canescens*	4	7,02%	0,71	7,73%	14,75%
4	*Heliotropium floridium*	5	7,35%	2,02	13,87%	21,22%
4	*Skytanthus acutus*	2	2,94%	2,23	15,33%	18,27%
4	*Frankenia chilensis*	3	4,41%	0,02	0,14%	4,56%
4	*Cistanthe longiscapa*	1	1,47%	0,03	0,22%	1,69%
4	*Tetragonia ovata*	2	2,94%	0,17	1,16%	4,10%
4	*Bulbosa sp.*	12	17,65%	0,00	0,01%	17,66%
4	*Chuquiraga ulicina*	1	1,47%	0,00	0,03%	1,50%
4	*Perityle emoryi*	42	61,76%	10,06	69,24%	131,01%
5	*Perityle emoryi*	82	92,13%	0,86	39,27%	131,40%
5	*Cistanthe longiscapa*	3	3,37%	0,57	26,03%	29,40%
5	*Frankenia chilensis*	4	4,49%	0,76	34,70%	39,20%
6	*Tiquilia litoralis*	34	64,15%	0,28	7,14%	71,30%
6	*Cistanthe longiscapa*	11	20,75%	2,10	53,79%	74,55%
6	*Heliotropium floridium*	8	15,09%	1,52	39,06%	54,16%

4.2. Cactáceas

La especie *Cumulopuntia sphaerica* fue detectada en la zona (Tabla 4). La determinación de la posible densidad de individuos en la zona indica, con un 95% de confianza que la cobertura de suelo se mueve entre el -1.26 % y el 2.63%. Al analizar esto encontramos que un 95% de las veces es posible encontrar entre cero y 2,63% del suelo cubierto por la especie. Al extender el análisis al número de individuos un individuo adulto en la zona promedia los 0.07 metros cuadrados. La tubería pasa por la zona de la quebrada del León por aproximadamente 26.000 metros cuadrados, de ellos como máximo un 2,63% estaría cubierto por cactáceas sin embargo al agregar el factor de corrección (0.000367) se obtiene una cobertura máxima posible de 9.53 metros, por tanto 136 individuos.

Se propone que estos 136 individuos sean generados en vivero. El material base para ellos serán puntos de crecimiento de individuos de la especie que estén presentes en la zona. El material que se utilice para propagar solo serán artejos que estén desprendidos de la planta madre. La rizogénesis será estimula con Ácido indolacético y mezclas de aminoácidos. En particular, cuando se generen varios puntos de crecimiento, se estiman 2 o 3, la especie estará lista para su plantación en el sitio prioritario.

Tabla 5: Planificación de propagación y plantación de cactáceas

Etapas de la propagación y plantación	Planificación por mes													
	Año 2017									Año 2018				
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Colecta de material														
Inicio de propagación														
Potenciación del desarrollo														
Trasplante a contenedor														
Adaptación y bioestimulación														
Trasplante a terreno														

4.3. Especies arbustivas, efímeras y/o bulbosas

La detección de escapos florales senescentes implica la presencia de especies bulbosas en la zona. La ausencia de caracteres representativos como flores o frutos no permitió que se determinara el género o especie. Sin embargo, la excavación de roedores en zonas con frecuentes escapos senescentes es una evidencia clara de la presencia de bulbosas. Por otra parte, las especies herbáceas de la zona no se encuentran en categorías de conservación delicadas (Tabla 3) Es importante mencionar que las parcelas 1 y 2 se encuentran en zonas cercanas al sitio de mayor biodiversidad de la Quebrada y no en las zonas de intervención de la tubería. Por ello, se proponen dos medidas indagatorias de cómo se comportan las especies de la zona lo cual permitirá conocer sus posibilidades de regeneración.

a) Ensayo de repoblación espontanea: Serán seleccionados 9 parcelas de 24 metros cuadrados (4 x 4 m) para tres tipos de tratamientos con tres repeticiones por tratamiento: Control (parcelas sin tratamiento), aplicación de 75 litros de agua por parcela y aplicación de 7 litros de agua por parcela más incorporación de compost. La aplicación de agua y compost será en junio del 2017 para asimilar las lluvias. Al momento del inicio del tratamiento serán medidas la cobertura de suelo de las parcelas, mediante el uso de un marco de PVC de 1 metro cuadrado, con interceptos cada 10 cm (metodología adaptada de Goldsmith et al 1986). También será evaluada la riqueza específica por parcela, identificando todas las especies de cada parcela. Posteriormente, a la aplicación de los tratamientos se realizaran mediciones de las mismas variables a los 3, 6 y 9 meses. Los antecedentes permitirán determinar mejores formas de establecer coberturas vegetales en zonas áridas.

b) Protocolos de propagación de especies del sector de la Quebrada el León: Motivo de que la zona interior de la Quebrada el León presenta especies de alto endemismo y valor ecológico se propone profundizar en sus protocolos de propagación para aumentar el conocimiento de sus especies: Las especies objetivo de este análisis son: *Eulychnia acida, Tiquilia litoralis, Euphorbia lactiflua* y la especie bulbosa presente en la zona que podría corresponder al género Leucocoryne. Para cada especie siempre y cuando logren ser colectadas semillas y/o estacas, ya que las condiciones climáticas del periodo podrían determinar ausencia de floración y/o fructificación de algunas especies, se colectaran semillas y se procederá a realizar una prueba de propagación por este medio. En particular, el ensayo se realizara con tres repeticiones donde cada una llevara 25 semillas, se probaran temperatura y ácido giberélico. Por otra parte, para determinar las posibilidades de propagación vegetativa de las especies se procederá a realizar un ensayo de propagación vegetativa donde se evaluaran dos concentraciones de ácido indolacético, preliminarmente se proponen 250 y 500 ppm.

5. Resumen de actividades y fechas de ejecucion

Tabla 6: Propagación de Cumulopuntia sphaerica

Etapas de la propagación y plantación	Planificación por mes													
	Año 2017									Año 2018				
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Colecta de material														
Inicio de propagación														
Potenciación del desarrollo														
Trasplante a contenedor														
Adaptación y bioestimulación														
Trasplante a terreno														

Tabla 7: Resumen de actividades con otras especies vegetales

Actividad	Fecha de ejecución
Repoblación espontanea	Inicio en junio del 2017 evaluación a los 3,6 y 9 meses.
Ensayos de germinación y propagación vegetativa de *Eulychnia acida, Euphorbia lactiflua, Tiquilia litoralis* y *Leucocoryne*.	Inicio de la colecta de semillas, estacas y análisis desde abril del 2017 resultados cercanos a seis meses desde la colecta

La calendarizacion puede estar sujeta a cambios y/o modifciaciones debido a falta de semillas, necesidades del contrato y/o realidades climaticas de la zona.

6. Bibliografía

Alvarez M., S. Cordoba, F. Escobar, G. Fagua, H. Mendoza, M. Ospina, A. Umaña y H.Villarreal. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Segunda Edición. Colombia. 236 p.

Eggli Urs.2004. Illustrated handbook of succulent plants Illustrated Handbook of SucculentPlants: Dicotyledons. Springer edition. Germany. Berlin.

Gajardo R., 1994. La vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria S.A. Santiago, Chile. 165 p.

Goldsmith, F.B., Harrison, C.M., Morton, A.J., 1986. Description and analysis of vegetation. In: Moore, P.D., Chapman, S.B. (Eds.), Methods in plant ecology. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 437–524.

Hoffmann A, Walter H., 2004. Cactáceas en la flora silvestre de Chile. Ediciones fundación Claudio Gay. Chile.307 p.

Luebert, F. y Pliscoff, P. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 2006

Señoret F, Acost J., 2013. Cactáceas Nativas de Chile. Guía de campo. Corma Bio-Bio. Primera edición. Chile.248 p.

Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (2008) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. xvi + 456 pp.

Vega A. Ecología de comunidades. Ecología de poblaciones. Universidad Católica del Norte. Abril 2010.

	Informe de resultado ensayo de revegetación espontanea sector Quebrada el León. Marzo 2018.	Fecha	25-03-2019
		Código interno	AM-IREQL-01
		Revisión	01
		Versión	01

Informe de resultado ensayo de revegetación espontanea sector Quebrada el León.

Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó.

Elaborado por	*Biorestauración Consultores.*
Solicitado por	*Acciona aguas*
Titular	*Aguas CAP.*

	Informe de resultado ensayo de revegetación espontanea sector Quebrada el León. Marzo 2018.	Fecha	25-03-2019
		Código interno	AM-IREQL-01
		Revisión	01
		Versión	01

INDICE

1. Resumen ejecutivo 2
2. Introducción 3
   2.1. Objetivo 3
3. Materiales y Métodos 4
   3.1. Descripción del sitio 4
   3.2. Diseño del ensayo 4
   3.3. Materiales 5
4. Resultados y discusión 5
5. Imágenes del proceso 7
6. Conclusiones 10
7. Bibliografía 10
8. Referencias 11
9. Anexo 1 12

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Suelos de la zona. 4
Figura 2: Imagen inicial de los suelos de la zona. 6
Figura 3: Compost aplicado sobre el suelo. 7
Figura 4: Imagen inicial de los suelos de la zona. 7
Figura 5: Suelo con aplicación de compost. 8
Figura 6: Riego de la zona. 8
Figura 7: Ensayo. 9
Figura 8: Zona de ensayo. 9

1. Resumen ejecutivo

Para dar cumplimiento al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 del Proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó en la viñeta número 2 de la página 55, se procedió a realizar un estudio de revegetación espontanea. Dicho estudio fue implementado el 01 junio del año 2018 en el sector de influencia de la tubería en la Quebrada el León. Este ensayo consistió en la aplicación de compost y agua en distintas dosis para lograr que las semillas de las especies presentes en la zona generaran una nueva cubierta vegetal.

Los resultados del estudio son:

El ensayo establecido durante junio del año 2018 no generó un aumento en la cobertura vegetal de la zona.

La dosis de 156 toneladas por hectárea de compost se encuentra en un rango adecuado. A pesar de esto, sería necesaria la aplicación de dosis de agua cercanas a los 15 litros por metro cuadrado para lograr la revegetación espontanea.

La alteración de los suelos podría generar efectos en el banco de semillas complicando su germinación. Lo anterior se debería a los requisitos específicos de germinación de cada especie, los cuales pueden verse alterados debido a los movimientos del suelo.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 viñeta número 2 de la página 55.

2. Introducción

El desierto de Atacama es el desierto más árido del mundo. Lo anterior, implica que las posibilidades de que la vida se establezca en la zona son bajas. Aun así, en el desierto costero de Atacama encontramos variadas especies vegetales. Estas especies vegetales están profundamente adaptadas a la aridez mediante adaptaciones en sus semillas, tejidos y otros.

En ecosistemas áridos existe un gran banco de semillas en el suelo (Sotomayor et al., 2015). Estas semillas permanecen viables en el suelo por largos periodos gracias a una serie de adaptaciones físicas y fisiológicas (Cabrera et al., 2015; El-Keblawy, 2013). Estas adaptaciones, permiten que las semillas puedan germinar de manera masiva cuando existen condiciones adecuadas. Es por lo anterior, que si se lograran simular condiciones adecuadas, se podría lograr la revegetación de zonas a bajo costo y con menor intervención.

El proyecto de Abastecimiento de Agua para La Minería del Valle de Copiapó intervino suelos en el sector de la Quebrada el León. Es por lo anterior, que la RCA 192/2010 en su numeral 7.2.1 considera medidas adicionales de protección a la biodiversidad. Es por ello, que en base a la presencia de semillas remanentes en la zona, se procedió a realizar un ensayo para determinar si la aplicación de agua y materia orgánica en distintas cantidades es suficiente para gatillar la germinación de las semillas durmientes. El presente documento corresponde al informe de resultado de la actividad, elaborado por el Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agropecuarias, Javier Pardo Baeza.

2.1. Objetivo

Informar sobre el resultado del ensayo de revegetación espontanea realizado en la Quebrada el León.

3. Materiales y Métodos

3.1. Descripción del sitio

El área donde se realizó el ensayo es la zona cercana a la tubería del proyecto (Fig. 1). Es una zona con suelos arenosos y poco compactados. En cuanto a su composición vegetal la zona no tiene vegetación y en las áreas aledañas destaca un matorral abierto donde es frecuente la presencia de *Tetragonia sp, Skytanthus acutus* y varias especies del genero Nolana. En particular la zona seleccionada tiene coordenadas este 324.151 y norte 7.015.380 Datum 84 Huso 19.



Figura 1: Suelos de la zona.

3.2. Diseño del ensayo

Fueron seleccionadas 9 parcelas de 16 metros cuadrados (4 x 4 m) para tres tipos de tratamientos con tres repeticiones por tratamiento: Control (parcelas sin tratamiento), aplicación de 75 litros de agua por parcela y aplicación de 7 litros de agua por parcela más incorporación de compost a una dosis de 25 kg por parcela (156 ton/hectárea). Al momento del inicio del tratamiento fue medida la cobertura vegetal de suelo de las parcelas la cual era cero. Durante las visitas será evaluada la riqueza específica por parcela, identificando todas las especies presentes. Posteriormente, a la aplicación de los tratamientos se realizaron mediciones de las mismas variables a los 3, 6 y 9 meses. Los

antecedentes permitirán determinar mejores formas de establecer coberturas vegetales en zonas áridas.

El ensayo fue implementado durante el 01 de junio del año 2018. Posteriormente se realizaron visitas de monitoreo durante agosto y noviembre del año 2018 y el monitoreo final en febrero del año 2019.

3.3. Materiales

En cuanto a materiales, las labores fueron apoyadas por el uso de:

Reglas, cámaras fotográficas, GPS Garmin Oregón 650, Camioneta 4x4, humus de lombriz, palas, estanque de 630 litros, mangueras de riego.

4. Resultados y discusión

Ninguno de los tratamientos produjo un aumento en la cobertura vegetal de la zona. En ninguna de las visitas realizadas a la zona de ensayo se encontraron especies vegetales en la zona. A continuación se describen los principales motivos posibles.

La dosis de agua aplicada no logra generar germinación de las especies de la zona. Lo anterior podría deberse a que solo lluvias sobre 15 mm, que equivalen a 15 litros de agua por metro cuadrado son reportadas como detonadoras del desierto florido (CONYCIT,2017). Por tanto, aunque se mejore el suelo para aumentar la retención de agua se necesitaría una dosis alta de agua para lograr el establecimiento de las especies vegetales.

La zona de ensayo presenta suelos alterados donde las semillas podrían no encontrarse aptas para germinar. Las semillas de especies anuales podrían ser las más abundantes en ecosistemas áridos (Sotomayor et al., 2015). Estas semillas podrían tener requisitos de luz, entre otros, para iniciar su proceso germinativo (Flores et al., 2011; Lai et al., 2016). Es por lo anterior, que el movimiento de suelo de la zona pudo generar que las semillas estén a profundidades excesivas lo cual impide su germinación (Fig.2).



Figura 2: Imagen inicial de los suelos de la zona.

Para zonas áridas se ha descrito el banco de semillas del suelo presenta una alta cantidad de estas (Cabrera et al., 2015; Li, 2008; Sotomayor et al., 2015; Ulriksen et al., 2012). Estas lograrían germinar si las condiciones del suelo y ambientales son propicias (Bleeker et al., 2002; Córdova et al., 2011; Ulriksen et al., 2012). Sin embargo, son variados los ensayos para determinar cuál es el método adecuado para restaurar zonas contaminadas o intervenidas (Wang et al., 2017). Es por lo anterior, que no puede considerarse la falta de respuesta un fracaso, sino un antecedente que nos acerque a lograr cual sería la forma adecuada de ejecutar estas actividades.

La dosis de compost utilizada podría ser adecuada (Fig.3), pero para establecer una cubierta vegetal se necesitaría una mayor cantidad de agua. La dosis de compost utilizada (156 ton/ha) se encuentra en el rango utilizado en la rehabilitación de suelos contaminados. A modo de ejemplo, (Córdova et al., 2011) utilizó 133 ton/ha, mientras que (Sastre-Conde et al., 2007) utilizó 85 ton/ha lográndose en ambos casos la revegetación del suelo. Sin embargo, (Córdova et al., 2011) aplicó 70 litros de agua por metro cuadrado logrando así repoblación espontanea. Por tanto, son necesarias aplicaciones más intensas de agua en las primeras etapas para lograr la revegetación.



Figura 3: Compost aplicado sobre el suelo.

5. Imágenes del proceso



Figura 4: Imagen inicial de los suelos de la zona.



Figura 5: Suelo con aplicación de compost.



Figura 6: Riego de la zona.



Figura 7: Ensayo.



Figura 8: Zona de ensayo.

6. Conclusiones

El ensayo establecido durante junio del año 2018 no generó un aumento en la cobertura vegetal de la zona.

La dosis de 156 toneladas por hectárea de compost se encuentra en un rango adecuado. A pesar de esto, sería necesaria la aplicación de dosis de agua cercanas a los 15 litros por metro cuadrado para lograr la revegetación espontanea.

La alteración de los suelos podría generar efectos en el banco de semillas complicando su germinación. Lo anterior se debería a los requisitos específicos de germinación de cada especie, los cuales pueden verse alteradas debido a los movimientos del suelo.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 viñeta número 2 de la página 55.

7. Bibliografía

Bleeker, P.M., Assunção, A.G.L., Teiga, P.M., de Koe, T., Verkleij, J.A.C., 2002. Revegetation of the acidic, As contaminated Jales mine spoil tips using a combination of spoil amendments and tolerant grasses. Science of The Total Environment 300(1-3), 1-13.

Cabrera, E., Hepp, J., Gómez, M., Contreras, S., 2015. Seed dormancy of Nolana jaffuelii I.M.Johnst. (Solanaceae) in the coastal Atacama Desert. Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants 214, 17-23.

Córdova, S., Neaman, A., González, I., Ginocchio, R., Fine, P., 2011. The effect of lime and compost amendments on the potential for the revegetation of metal-polluted, acidic soils. Geoderma 166(1), 135-144.

El-Keblawy, A., 2013. Effects of seed storage on germination of two succulent desert halophytes with little dormancy and transient seed bank. Acta Ecologica Sinica 33(6), 338-343.

Flores, J., Jurado, E., Chapa-Vargas, L., Ceroni-Stuva, A., Dávila-Aranda, P., Galíndez, G., Gurvich, D., León-Lobos, P., Ordóñez, C., Ortega-Baes, P., Ramírez-Bullón, N., Sandoval, A., Seal, C.E., Ullian, T., Pritchard, H.W., 2011. Seeds photoblastism and its relationship with some plant traits in 136 cacti taxa. Environmental and Experimental Botany 71(1), 79-88.

Lai, L., Chen, L., Jiang, L., Zhou, J., Zheng, Y., Shimizu, H., 2016. Seed germination of seven desert plants and implications for vegetation restoration. AoB Plants 8.

Li, F.-R., 2008. Presence of shrubs influences the spatial pattern of soil seed banks in desert herbaceous vegetation. Journal of Vegetation Science 19(4), 537-548.

Sastre-Conde, I., Cabezas, J.G., Guerrero, A., Vicente, M.A., Lobo Mdel, C., 2007. Evaluation of the soil biological activity in a remediation soil assay using organic amendments and vegetal cover. Sci Total Environ 378(1-2), 205-208.

Sotomayor, D.A., Gutiérrez, J.R., Morgan, J., 2015. Seed bank of desert annual plants along an aridity gradient in the southern Atacama coastal desert. Journal of Vegetation Science 26(6), 1148-1158.

Ulriksen, C., Ginocchio, R., Mench, M., Neaman, A., 2012. Lime and compost promote plant re-colonization of metal-polluted, acidic soils. Int J Phytoremediation 14(8), 820-833.

Wang, L., Ji, B., Hu, Y., Liu, R., Sun, W., 2017. A review on in situ phytoremediation of mine tailings. Chemosphere 184, 594-600.

8. Referencias

Numeral 7.2.1 de RCA 192/2010 del proyecto “Abastecimiento de agua para la minería del valle de Copiapó.

Carta respuesta Resolución exenta N°004, ingresada a superintendencia de medio ambiente el 21 de abril del 2017.

9. Anexo 1

Equipo profesional que ejecutó las labores:

Javier Pardo Baeza: Ing. Agrónomo candidato a Magister en Ciencias Ambientales y Agronómicas. Recolección de datos, elaboración de informe, análisis estadísticos.



Carnet Nº

Nº 111/2010 TG

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATOLICA
DE VALPARAISO
CHILE

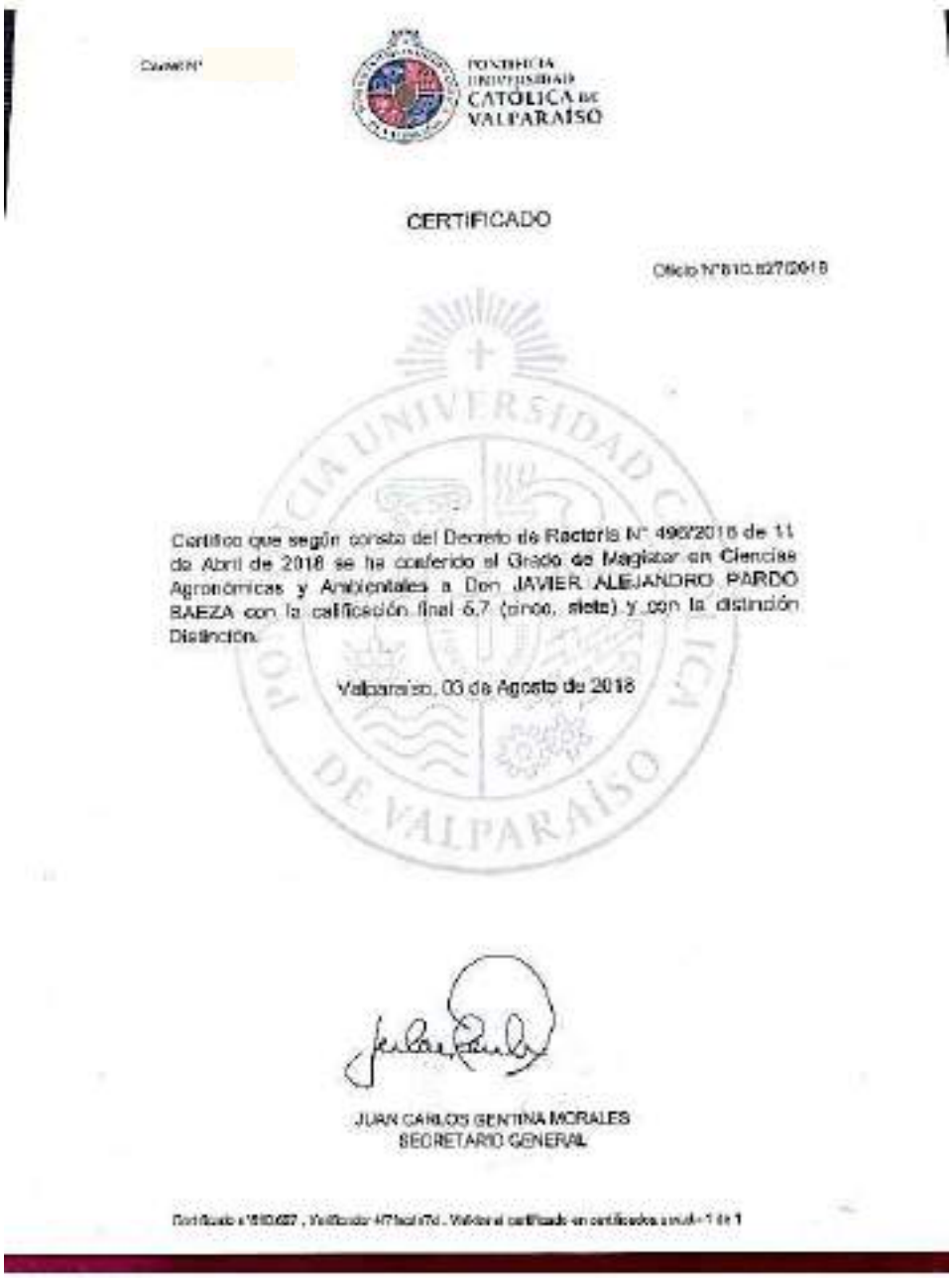
CERTIFICADO

Certifico que según consta del Decreto de Rectoria Nº 37/2010 de 6 de enero de 2010 se ha conferido el título de Ingeniero Agrónomo a don **JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA.**

Valparaiso, 23 de febrero de 2010

Alan Bronfman Vargas
Secretario General

	Informe de resultado ensayo de revegetación espontanea sector Quebrada el León. Marzo 2018.	Fecha	25-03-2019
		Código interno	AM-IREQL-01
		Revisión	01
		Versión	01



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

CERTIFICADO

Oficio N°810.827/2018

Certifico que según consta del Decreto de Rectoría N° 490/2018 de 11 de Abril de 2018 se ha conferido el Grado de Magíster en Ciencias Agronómicas y Ambientales a Don JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA con la calificación final 6,7 (cinco, siete) y con la distinción Distinción.

Valparaíso, 03 de Agosto de 2018

JUAN CARLOS GENTINA MORALES
SECRETARIO GENERAL

Scanned by CamScanner

Estudio de propagación especies de la Quebrada el León.

Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó.

Elaborado por	*Biorestauración Consultores*
Solicitado por	*Acciona aguas*
Titular	*Aguas CAP.*

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
Javier Pardo Baeza	Javier Pardo Baeza	Javier Pardo Baeza

	Estudio de propagación de especies sector Quebrada el León.	Fecha	21-01-2020
		Código interno	AM-REQL-01
		Revisión	01
		Versión	01

Contenidos

1. Resumen ejecutivo 3
2. Introducción 4
   2.1. Objetivo 4
3. Metodología 5
   3.1. Descripción del sitio 5
   3.2. Tratamientos y especies utilizadas 5
   3.3. Materiales utilizados 7
4. Resultados 7
   4.1. Eulychnia breviflora 7
   4.2. Alstroemeria violacea 8
   4.3. Euphorbia lactiflua 9
   4.4. Tiquilia litoralis 10
5. Discusión 10
6. Conclusión 11
7. Bibliografia 12
8. Referencias 13

Anexo 1: Imágenes del proceso 14

Anexo 2: Profesional responsable. 17

Anexo 3: Certificado de inscripción vivero 19

Figura 1: Respuesta a los tratamientos de la especie *Eulychnia breviflora*. 7
Figura 2: Raíces nuevas de *Eulychnia breviflora* 8
Figura 3: Esquejes apicales de *Euphorbia lactiflua*. 9
Figura 4: *Euphorbia lactiflua* con brotación y abundante crecimiento. 10
Figura 5: Configuración de cámara de germinación Kenton. 14
Figura 6: Germinación de Eulychnia breviflora en placa Petri. 15
Figura 7: Germinación masiva de *Eulychnia breviflora* en almácigo. 16

Tabla 1: Tratamientos utilizados para cada especie 6

Tabla 2: Tratamientos aplicados y su porcentaje de éxito. 8

1. Resumen ejecutivo

El numeral 7.2.1 de la RCA 192 del 2010 define que el proyecto de Abastecimiento para La Minería del Valle de Copiapó debe realizar medidas adicionales de protección a la biodiversidad del sector de la Quebrada el León. Es por lo anterior, que durante los años 2017 al 2019 se procedieron a realizar estudios de propagación de algunas especies presentes en la zona, particularmente de E*ulychnia breviflora, Alstroemeria violacea, Tiquilia litoralis* y *Euphorbia lactiflua*.

Los resultados de este estudio son los siguientes:

Las especies en ensayo tienen distintas niveles de complejidad para su propagación. La especie de mayor facilidad es *Eulychnia breviflora* mientras que las especies *Euphorbia lactiflua*, *Alstroemeria violacea* y *Tiquilia litoralis* son especies de propagación bastante más compleja.

Las especies de ecosistemas desérticos se encuentran fuertemente adaptadas a las realidades de las zonas. Lo anterior, vuelve compleja su propagación ya que los factores que determinan la germinación son complejos y multifactoriales. Es así, como en caso de no lograrse la combinación adecuada de factores climáticos y fisiológicos es alta la probabilidad de no obtenerse respuesta alguna.

Las alternativas de propagación viables para las especies estudiadas son sexuales (semillas) y asexuales (vegetativa). Las especies *Eulychnia breviflora* y *Alstroemeria violacea* son viables de propagar por semillas mientras que las especies *Eulychnia breviflora* y *Euphorbia lactiflua* son factibles de ser propagadas vegetativamente. La posibilidad de propagación vegetativa es altamente relevante para la conservación genética de las especies y para obtener plantas de gran tamaño en poco tiempo, lo cual es difícil desde semillas en especies como *Euphorbia lactiflua* y *Eulychnia breviflora*.

Existe escasa información sobre la propagación de especies nativas chilenas. Es por lo anterior, que es esencial la experimentación de métodos de propagación y la difusión de estos.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010.

2. Introducción

El concepto de biodiversidad apunta a toda la diversidad biológica de especies que puede concentrarse en un ecosistema. Dentro de esta diversidad, existe la diversidad intra e inter específica, aumentando así la complejidad del concepto. La relevancia de la biodiversidad radica en el gran número de interacciones que se establecen en los ecosistemas y las funciones y servicios ecosistémicos que esto pueda implicar. Es por ello que con el fin de preservar la diversidad, Chile cuenta desde el año 2003 con la Estrategia Nacional de Biodiversidad, la que dirige esfuerzos mancomunados en busca de la protección y uso sustentable de los ecosistemas.

Dentro de zonas de importancia para la Biodiversidad se ubica a tan solo 10 km al norte de Caldera, la Quebrada el León con una superficie de aproximadamente 29.7km² y un alto valor en biodiversidad, hecho que generado que la parte alta de la misma sea declarada Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad de la región de Atacama.

La zona una quebrada con orientación Este-Oeste, abierta hacia el mar. Se llega a ella atravesando una planicie litoral amplia que se va encajonando hasta dejar un fondo de quebrada estrecho entre serranías altas. Ambas serranías son rocosas, empinadas y con vegetación permanente. Lo más llamativo es la presencia de un escurrimiento de agua que genera un angosto humedal por algunos metros, pero que es totalmente inesperado dada la aridez circundante.

La tubería del proyecto de Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó pasa por un sector del Sitio Prioritario Quebrada el León. Es por lo anterior que en la RCA 192/2010 numeral 7.2.1 determino que se necesitaban medidas adicionales para la protección de la biodiversidad por lo cual se procedió a realizar un estudio de propagación de especies representativas de la Quebrada el León. El presente informe corresponde al resultado de los estudios de propagación de estas especies ejecutado los años 2018 y 2019 por la empresa Biorestauración Consultores.

2.1. Objetivo

Informar sobre el resultado de los estudios de propagación de especies nativas de la Quebrada el León.

3. Metodología

3.1. Descripción del sitio

La zona de colecta de material corresponde a la Quebrada el León, un sitio prioritario ubicado a 10 km al norte de Caldera. Esta zona es un sitio Prioritario para la conservación de la Biodiversidad, debido a que es rico en especies endémicas como *Eulychnia breviflora, Eulychnia acida, Copiapoa leonensis, Copiapoa calderana, Eriosyce taltalensis, Euphorbia lactiflua*, *Alstroemeria violacea* y muchas otras especies anuales. La flora y fauna de la zona parece subsistir gracias a la neblina que es frecuente en la zona y que hidrata a las especies del lugar. Las coordenadas de referencia de la zona son: este 324.151 y norte 7.015.380 Datum 84 Huso 19.

3.2. Tratamientos y especies utilizadas

En cuanto a las especies en un principio fueron seleccionados *Tiquilia litoralis, Eulychnia acida, Alstroemeria philiphi* y *Euphorbia lactiflua*. Sin embargo, durante el análisis de especies se detectó que dos de las especies inicialmente propuestas correspondían a *Eulychnia breviflora* y *Alstroemeria violacea*. Por tanto, en este informe se presentan las especies con que se trabajó lo cual no modifica el tipo de material colectado, sino que solamente es una aclaración taxonómica.

En síntesis, Tiquilia litoralis es un arbusto rastrero frecuente en la zona costera de Atacama, pertenece a la familia Boraginaceae y parece preferir sustratos arenosos. *Eulychnia breviflora* es una cactácea columnar que da un fruto comestible su rasgo distintito son sus largas y densas espinas además de las pilosidades que cubren sus estructuras reproductivas. Por su parte, *Alstroemeria violacea* es una especie geófita que se desarrolla por rizomas, posee flores moradas de intenso color y su fruto es una capsula dehiscente que “arroja sus semillas” al estar madura. Finalmente *Euphorbia lactiflua* es una de las pocas especies del genero Euphorbia que presenta un hábito arbustivo en el país, posee flores amarillas y es llamada lechero debido al latex que exuda al sufrir daño mecánico. *Euphorbia lactiflua* es considerada por algunos suculenta aunque podría tener vías metabólicas distintas a las comunes en especies suculentas.

Los ensayos de propagación se realizaron en el vivero Biorestauración ubicado en la localidad de Nantoco.

Para cada especie en estudio se establecieron una serie de pruebas de propagación que buscaron encontrar la temperatura y tratamiento de germinación. En particular, los tratamientos utilizados fueron:

Tabla 1: Tratamientos utilizados para cada especie

Tratamientos	Especies			
	Tiquilia litoralis	*Eulychnia breviflora*	*Alstroemeria violacea*	*Euphorbia lactiflua*
25 °C/15 °C	X	X	X	
20 °C/10°C	X		X	X
7°C/25°C	X		X	
H2SO4 5 minutos	X		X	
H2SO4 10 minutos	X			
GA3 250 ppm	X	X		
GA3 500 ppm	X			
H2O 24 horas	X		X	
H2O 48 horas	X			
H2O 72 horas	X			
H2O 96 horas	X			
H2O 120 horas	X			
Propagación vegetativa		X		X

En cada ensayo se procedió a utilizar un número de 25 semillas. Sin embargo, cuando existió alta incerteza del método de propagación se procedió a utilizar dosis de semillas mayores (100 a 400 semillas) para aumentar la probabilidad de éxito. Los ensayos se ejecutaron en placas Petri y/o almácigos con sustrato. En cuanto al tiempo de ensayo, debido a posibilidades de respuesta los almácigos se mantuvieron durante largos periodos con los tejidos (entre 6 a 12 meses) por si existía una respuesta tardía potencial.

Para ensayos de propagación vegetativa se utilizaron fragmentos apicales de las especies seleccionadas. Se realizó la corta de segmentos de largo variable se permitió su cricatrización por un periodo de entre 7 a 30 días y posteriormente se les aplico enraizante en la forma de ácido indol acético en una concentración de 4000 ppm y se colocaron en una cama en invernadero

3.3. Materiales utilizados

Cámaras Petri, Cámara de germinación Kenton 250, arena, perlita, turba, vermiculita, vivero Biorestauración, almacigueras y cajas plásticas.

4. Resultados

En una primera instancia se definieron algunas especies como potenciales de estudio pero al ser colectadas las semillas e identificados algunos rasgos característicos de las especies se detectó que las especies correspondían botánicamente a: *Eulychnia breviflora, Euphorbia lactiflua, Alstroemeria violacea* y *Tiquilia litoralis*.

4.1. Eulychnia breviflora

La propagación de *Eulychnia breviflora* tiene una significativa mejora si se aplica una solución de ácido giberélico a una concentración de 250 ppm. Las diferencias son notorias y generan aumentos en la germinación cercanos al 20% (Fig. 1).

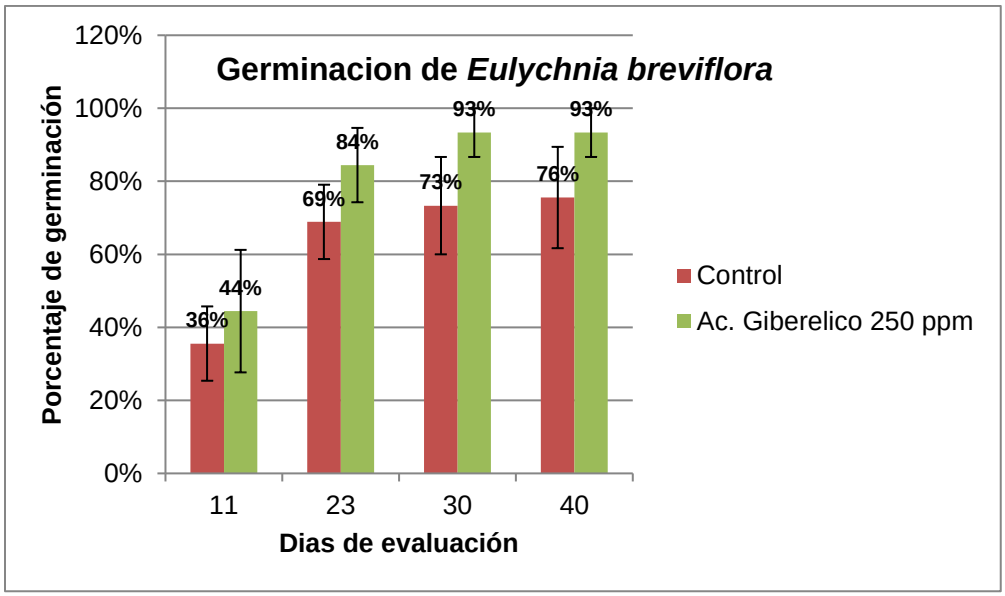


Figura 1: Respuesta a los tratamientos de la especie *Eulychnia breviflora*.

La propagación vegetativa de *Eulychnia breviflora* también es posible (Fig. 2). La especie se propaga desde brazos con un corte en diagonal o vertical a los cuales se les aplica AIA en dosis de 4000 ppm. No se debe regar hasta la aparición de raíces lo cual ocurre desde los 10 meses. Es conveniente evitar la exposición al sol de la zona cortada y el éxito de propagación es cercano al 80%.



Figura 2: Raíces nuevas de *Eulychnia breviflora*

4.2. Alstroemeria violacea

Los resultados de esta especie son bajos y no permitieron realizar estadísticas más complejas. En general el único tratamiento con resultados positivos fue la aplicación de agua por 24 horas a una temperatura alternante de 25°C/15°C.

Tabla 2: Tratamientos aplicados y su porcentaje de éxito.

Tratamiento	Porcentaje de germinación
25 °C/15 °C	4%
20 °C/10°C	0
7°C/25°C	0
H_2SO_4 5 minutos	0
H_2O 24 horas	4%

4.3. Euphorbia lactiflua

Esta especie logro ser propagada mediante propagación vegetativa. La especie responde a la aplicación de enraizantes comerciales con AIA a 4000 ppm y los tejidos que presentaron respuesta fueron apicales (Fig. 3 y 4). El éxito del tratamiento es bajo y solo alcanza un 2% no existiendo dispersión de datos que permita un análisis estadístico complejo.



Figura 3: Esquejes apicales de *Euphorbia lactiflua*.



Figura 4: *Euphorbia lactiflua* con brotación y abundante crecimiento.

4.4. Tiquilia litoralis

Esta especie no logró ser propagada con ninguno de los tratamientos aplicados.

5. Discusión

La propagación de especies nativas de ambientes áridos es compleja debido a muchas de las adaptaciones de las especies. En particular, se definen especies que responden a temperaturas medias (cercanas a los 15 °C) y otras a altas (cercanas a los 25°C) (Withford 2002). En caso de no aplicarse la temperatura adecuada la germinación puede ser baja o nula. Además, las semillas de ambientes áridos presentan una compleja dormancia en algunos casos combinada entre físicas y biológicas, es por lo mismo que es común que ciertos ensayos no logren generar respuesta. A modo de ejemplo (Cabrera et al 2015) encontró que la especie *Nolana jaffueli* no germina en ausencia del tratamiento adecuado el cual resulta ser escarificación química y estimulación hormonal. Además, (Jara et al 2006) encontró que seis especies de la zona árida de Chile solo germinan en condiciones particulares de temperatura y tratamientos pregerminativos obteniéndose porcentajes muy bajos si no se aplica el tratamiento

adecuado. En particular, los tratamientos aplicados para germinar semillas son variados encontrándose que periodos de hidratación prolongados e incluso la profundidad en la que se siembran las semillas son decisivas para la germinación de especies (Chambers 2000, Merino-Martín et al 2017).

En cuanto a la respuesta cada especie presenta condiciones particulares que producen que su forma de propagación sea compleja. En el caso particular de *Eulychnia breviflora* esta especie responde muy bien a la alta temperatura (25°C) y a la aplicación de giberelinas. Lo anterior, coincide con la propagación de algunas cactáceas que germinan bien a varios rangos de temperatura (Flores et al 2011, Guerrero et al 2011, Guerrero et al 2016, Mascot-Gómez et al 2019, Rojas-Aréchiga et al 2008).

En cuanto a la propagación vegetativa de *Eulychnia breviflora* esta es altamente exitosa. Sin embargo, lo esencial del proceso es conocer el tiempo de aparición de las raíces para iniciar los cuidados, como el riego, el cual se registró altamente variable teniéndose aparición entre los 10 meses hasta los 24. Lo anterior, es coincidente con lo reportado por (CORFO 2014) que trabajo con la especie Eulychnia acida.

Para el caso de *Alstroemeria violacea* la respuesta a los tratamientos es muy baja, lo anterior es común en las plantas de su género ya que se han encontrado ensayos donde la máxima respuesta es de alrededor de un 36% existiendo una serie de tratamientos que no generan respuesta alguna (Aros et al 2017, Vargas et al 2018). Lo anterior, sugiere que el resultado obtenido de todas formas da un indicio de la vía de propagación de la especie.

En cuanto a la especie *Tiquilia litoralis* no se logró generar germinación. Lo anterior puede deberse a algún tipo de dormancia compleja. Por ejemplo, en especies del genero Nolana se han detectado dormancias muy difíciles de romper y por ende son especies de compleja propagación (Cabrera et al 2015, Douglas 2007).

Finalmente para la especie *Euphorbia lactiflua* se detectó un éxito bastante aceptable para su propagación vegetativa. Es importante destacar que esta especie es un arbusto de gran tamaño por lo que desde un individuo es posible obtener una gran cantidad de material lo cual podría generar cientos de plantas.

6. Conclusión

Las especies en ensayo tienen distintas niveles de complejidad para su propagación. La especie de mayor facilidad es *Eulychnia breviflora* mientras que las especies *Euphorbia lactiflua*, *Alstroemeria violacea* y *Tiquilia litoralis* son especies de propagación bastante más compleja.

Las especies de ecosistemas desérticos se encuentran fuertemente adaptadas a las realidades de las zonas. Lo anterior, vuelve compleja su propagación ya que los factores que determinan la germinación son complejos y multifactoriales. Es así, como en caso de no lograrse la combinación adecuada de factores climáticos y fisiológicos es alta la chance de no obtenerse respuesta alguna.

Las alternativas de propagación viables para las especies estudiadas son sexuales (semillas) y asexuales (vegetativa). Las especies *Eulychnia breviflora* y *Alstroemeria violacea* son viables de propagar por semillas mientras que las especies *Eulychnia breviflora* y *Euphorbia lactiflua* son factibles de ser propagadas vegetativamente. La posibilidad de propagación vegetativa es altamente relevante para la conservación genética de las especies y para obtener plantas de gran tamaño en poco tiempo, lo cual es difícil desde semillas en especies como *Euphorbia lactiflua* y *Eulychnia breviflora*.

Existe escasa información sobre la propagación de especies nativas chilenas. Es por lo anterior, que es esencial la experimentación de métodos de propagación y la difusión de estos.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010.

7. Bibliografía

Aros D, Rivas C, Toledo M, Céspedes C, Cortés C, et al. 2017. Chilean native species from the Andes Mountains: an attractive source of germplasm for ornamental plant breeding. *Acta Horticulturae*: 375-80

Cabrera E, Hepp J, Gómez M, Contreras S. 2015. Seed dormancy of Nolana jaffuelii I.M.Johnst. (Solanaceae) in the coastal Atacama Desert. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 214: 17-23

Chambers JC. 2000. Seed movements and seedling fates in disturbed sagebrush steppe ecosystems: implications for restoration. *Ecological Applications,* 10: 1400-13

CORFO. 2014. Informe Tecnico Final Copao. *Repertorio Digital CORFO*

Douglas E. 2007. Sexual compatibility and seed germination in Nolana species. *University of New Hampshire Thesis for Master of Science*: 295

Flores J, Jurado E, Chapa-Vargas L, Ceroni-Stuva A, Dávila-Aranda P, et al. 2011. Seeds photoblastism and its relationship with some plant traits in 136 cacti taxa. *Environmental and Experimental Botany* 71: 79-88

Guerrero PC, Alves-Burgos L, Peña-Gómez FT, Bustamante RO. 2011. Positive photoblastic response of seed germination in Eriosyce subgen: Neoporteria (Britton & Rose) Helmut Walter (Cactaceae). *Gayana. Botánica* 68: 110-13

Guerrero PC, Mardones D, Viveros N, Peña-Gómez FT, Bustamante RO. 2016. Evolutionary change in the germination niche between related species within Neoporteria clade (Cactaceae) is idiosyncratic to habitat type. *Gayana. Botánica* 73: 177-82

Jara PA, Arancio G, Moreno R, Carmona MR. 2006. Factores abióticos que influencian la germinación de seis especies herbáceas de la zona árida de Chile. *Revista chilena de historia natural* 79: 309-19

Mascot-Gómez E, Flores J, López-Lozano NE, Yáñez-Espinosa L. 2019. Seed germination of Southern Chihuahuan Desert cacti: Effect of mucilage, light and phytohormones. *Flora*: 151528

Merino-Martín L, Courtauld C, Commander L, Turner S, Lewandrowski W, Stevens J. 2017. Interactions between seed functional traits and burial depth regulate germination and seedling emergence under water stress in species from semi-arid environments. *Journal of Arid Environments* 147: 25-33

Rojas-Aréchiga M, Golubov J, Romero O, Mandujano MC. 2008. Efecto de la luz y la temperatura en la germinación de dos especies de cactáceas en CITES 1. *Cact. Suc. Mex. 53, 51–57.*

Vargas M, Jofré E, Navarrete C, Bravo J, Jamett F, et al. 2018. Sexual and asexual reproductive aspects of Leontochir ovallei, a rare and endangered geophyte of the Atacama Desert. *Revista Chilena de Historia Natural* 91

Withford W. 2002. Ecology of Desert System. *Academic Press*: 343

8. Referencias

Numeral 7.2.1 de RCA 192/2010 del proyecto “Abastecimiento de agua para la minería del valle de Copiapó.

Carta respuesta Resolución exenta N°004, ingresada a superintendencia de medio ambiente el 21 de abril del 2017.

Anexo 1: Imágenes del proceso



Figura 5: Configuración de cámara de germinación Kenton.



Figura 6: Germinación de Eulychnia breviflora en placa Petri.



Figura 7: Germinación masiva de *Eulychnia breviflora* en almácigo.

Anexo 2: Profesional responsable.

Javier Pardo Baeza: Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agronómicas. Recolección de datos, elaboración de informe, análisis estadísticos.



Carnet Nº

Nº 111/2010 TG

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATOLICA
DE VALPARAISO
CHILE

CERTIFICADO

Certifico que según consta del Decreto de Rectoría Nº 37/2010 de 6 de enero de 2010 se ha conferido el título de Ingeniero Agrónomo a don **JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA.**

Valparaíso, 23 de febrero de 2010

Alan Bronfman Vargas
Secretario General



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

CERTIFICADO

Oficio N°810.627/2018

Certifico que según consta del Decreto de Rectoría N° 490/2018 de 11 de Abril de 2018 se ha conferido el Grado de Magíster en Ciencias Agronómicas y Ambientales a Don JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA con la calificación final 6,7 (cinco, siete) y con la distinción Distinción.

Valparaíso, 03 de Agosto de 2018

JUAN CARLOS GENTINA MORALES
SECRETARIO GENERAL

Scanned by CamScanner

Anexo 3: Certificado de inscripción vivero

Nº documento: 12

Fecha de emisión: 23.11.2015

El Director Regional del Servicio Agrícola y Ganadero, de la Región de Atacama, informa que se ha incluido el Vivero/Depósito de plantas en la "Nómina de Viveros y Depósitos de plantas inscritos en el SAG", con los siguientes datos:

Código de inscripción:	V/O/03-36
Fecha de inscripción:	23.11.2015
Nombre Fantasía del vivero/depósito:	BIORESTAURACIÓN
Nombre del Propietario/a:	Javier Pardo Baeza EIRL Consultores
RUT del propietario/a:	
Nombre del representante legal:	Javier Pardo Baeza
RUT del representante legal:	
Dirección del Vivero/depósito:	
Localidad/comuna:	Tierra Amarilla
Superficie (ha):	0,15 há
Coordenadas (UTM-datum WGS 84)*:	
Oficina SAG sectorial que le atiende:	Sector Copiapó

La fuente de información del cuadro corresponde a lo informado en la solicitud de inscripción presentada por los interesados. Este documento no constituye respaldo de la situación fitosanitaria de las plantas.
*: dato no obligatorio, se informa sólo si se cuenta con éste al momento de gestionar la Solicitud de inscripción.

Se extiende el presente documento en conformidad a lo establecido en la Ley de Protección Agrícola (Decreto Ley Nº 3.557 de 1980) y en la Resolución del SAG Nº 981 del 2011.

JUAN CARLOS VALENCIA BUSTOS
NOMBRE, FIRMA Y TIMBRE
DIRECTOR REGIONAL

Informe de plantación de cactáceas sector Quebrada el León.

Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó.

Elaborado por	*Biorestauración Consultores.*
Solicitado por	*Acciona aguas*
Titular	*Aguas CAP.*

	Informe de rescate y relocalización de cactáceas. Junio 2018.	Fecha	06-06-2018
		Código interno	AM-MC-3
		Revisión	01
		Versión	01

INDICE

1. Resumen ejecutivo 2
2. Introducción 3
2.1. Objetivo 3
3. Materiales y Métodos 4
3.1. Descripción del sitio 4
3.2. Producción, plantación y monitoreo de individuos. 4
3.3. Materiales 7
4. Resultados 7
5. Discusión 8
6. Conclusiones 8
7. Bibliografía 9
8. Referencias 9
Anexo 1 10

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zona de plantación de cactáceas. 4
Figura 2: Individuos colectados y puestos en cama a enraizar. 5
Figura 3: Individuos adaptados y en crecimiento en la cama meses después. 5
Figura 4: Hoyos de plantación. 6
Figura 5: Riego de individuos plantados. 6
Figura 6: Individuos plantados en la zona. 7
Figura 7: Individuos regados abundantemente. 8

1. Resumen ejecutivo

En el marco de la conservación de la biodiversidad existen los sitios prioritarios entre ellos la Quebrada el León. En particular el sitio prioritario Quebrada el León se encuentra a 10 km al norte de la ciudad de Caldera y tiene una extensión de aproximadamente 53 km^2 (Squeo et al 2008). En esta zona se encuentran variadas especies de cactáceas de los géneros Eulychnia, Copiapoa, Neoporteria y Cumulopuntia. El paso de la tubería del proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó por la zona de la Quebrada el León generó que existiera la necesidad de realizar medidas para conservar las especies de alto endemismo que se desarrollan en la zona, según lo descrito en el numeral 7.2.1. Es por ello que se procedió a plantar durante mayo del 2018 individuos de la especie *Cumulopuntia sphaerica*.

El día 01 de junio del 2018 se plantaron 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* en el sector de la Quebrada el León. Los individuos fueron producidos desde genotipos locales y se están adaptando a la zona.

Se espera que este punto permita la multiplicación y dispersión de individuos de la cactácea ayudando así a la repoblación de la zona cercana.

2. Introducción

Las cactáceas son especies altamente adaptadas a la aridez y una parte importante de la biodiversidad de Atacama. En particular, son especies con una presencia restringida y muy importante en el Desierto de Atacama. Las cactáceas son especiales debido a sus fuertes adaptaciones fisiológicas y físicas para sobrevivir a condiciones de extrema aridez (Señoret y Acosta, 2013). Entre las adaptaciones físicas se cuentan la ausencia de hojas, generación de raíces reservantes y cuerpos adaptados para acumular agua y nutrientes. Por otro lado, las fisiológicas son avanzadas e implican procesos como separar la fotosíntesis en dos etapas minimizando así la perdida de agua del proceso al máximo. Por tanto, las cactáceas son especies altamente exitosas en ecosistemas áridos e importantes en la biodiversidad del país.

El concepto de biodiversidad apunta a toda la diversidad biológica de especies que puede concentrarse en un ecosistema. Dentro de esta diversidad, existe la diversidad intra e inter específica, aumentando así, la complejidad del concepto. La relevancia de la biodiversidad radica en el gran número de interacciones que se establecen en los ecosistemas y las funciones y servicios ecosistémicos que esto pueda implicar. Es por ello que con el fin de preservar la diversidad, Chile cuenta desde el año 2003 con la Estrategia Nacional de la Biodiversidad, la que dirige esfuerzos mancomunados en busca de la protección y uso sustentable de los ecosistemas.

En el marco de la conservación de la biodiversidad existen los sitios prioritarios entre ellos la Quebrada el León. En particular el sitio prioritario Quebrada el León se encuentra a 10 km al norte de la ciudad de Caldera y tiene una extensión de aproximadamente 53 km^2 (Squeo et al 2008). En esta zona se encuentran variadas especies de cactáceas de los géneros Eulychnia, Copiapoa , Neoporteria y Cumulopuntia. El paso de la tubería del proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó por la zona de la Quebrada el León generó que existiera la necesidad de realizar medidas para conservar las especies de alto endemismo según lo descrito en el numeral 7.2.1. Es por ello que se procedió a plantar durante mayo del 2018 individuos de la especie *Cumulopuntia sphaerica*.

El presente documento corresponde al informe de plantación y primer monitoreo, ejecutado por el Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agropecuarias, Javier Pardo Baeza.

2.1. Objetivo

Informar y evaluar el estado de la plantación de cactáceas plantadas en el marco del Proyecto en la zona de la Quebrada el León.

3. Materiales y Métodos

3.1. Descripción del sitio

La zona donde se realizó la plantación de las cactáceas se encuentra cercana a la zona de instalación de la tubería del proyecto (Fig. 1). Es una zona con suelos arenosos y poco compactados. En cuanto a su composición vegetal la zona de plantación no presenta vegetación y en las áreas aledañas destaca un matorral abierto donde es frecuente la presencia de *Tetragonia sp, Skytanthus acutus* y varias especies del genero Nolana. En particular la zona seleccionada tiene coordenadas este 324.151 y norte 7.015.380 Datum 84 Huso 19.



Figura 1: Zona de plantación de cactáceas.

3.2. Producción, plantación y monitoreo de individuos.

Los individuos fueron producidos en el vivero Biorestauración inscrito en la nomina de viveros y depósitos de plantas del SAG con el número 12 del 23 de noviembre del 2015. Para producirlos se procedió a colectar artejos desde la zona de la Quebrada el León se colectaron solo artejos desprendidos naturalmente de la planta y en condiciones deficitarias para rehabilitarlos y fomentar su desarrollo (Fig.2). Los individuos permanecieron en vivero aproximadamente 12 meses (Fig. 3) y posteriormente fueron plantados en terreno.



Figura 2: Individuos colectados y puestos en cama a enraizar.



Figura 3: Individuos adaptados y en crecimiento en la cama meses después.

Para realizar la plantación, el día 01 de junio del 2018, se procedió a realizar hoyos de plantación cercanos entre sí (Fig. 5), la distancia fue de aproximadamente 50 cm esto se

debe a que la especie forma cúmulos de alta densidad desde donde se propaga. Dentro de estos hoyos se procedió a aplicar 300 gramos de humus de lombriz y posteriormente se plantó la cactácea. Finalmente se procedió a aplicar un abundante riego de establecimiento (Fig. 6).



Figura 4: Hoyos de plantación.



Figura 5: Riego de individuos plantados.

En cuanto a la metodología de monitoreo en los próximos monitoreos se procederá a evaluar si los individuos se presentan con buen crecimiento para esto se evaluará el número de puntos de crecimiento por individuo y si se encuentra vivo o no.

3.3. Materiales

En cuanto a materiales, las labores fueron apoyadas por el uso de:

Reglas, cámaras fotográficas, GPS Garmin Oregón 650, Camioneta 4x4, humus de lombriz, palas, estanques de 1000 litros, mangueras de riego.

4. Resultados

Se plantaron 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* en la zona se regaron y se encuentran en buenas condiciones (Fig. 6). Los individuos procedían del vivero y se cuidaran periódicamente.



Figura 6: Individuos plantados en la zona.

Los individuos plantados fueron regados abundantemente (Fig. 7). Lo anterior se debe a que la especie no es sensible a las pudriciones de raíz y en condiciones de adecuada temperatura y humedad crece abundantemente.



Figura 7: Individuos regados abundantemente.

5. Discusión

Si bien se plantaron 136 individuos la zona de plantación debería volverse un punto de dispersión de la especie. Esto sumado a los cuidados que se realizaran deberían permitir que los individuos se multipliquen por lo que se espera que en futuros monitoreos aparecieran nuevos individuos.

6. Conclusiones

Se plantaron 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* en el sector de la Quebrada el León. Los individuos fueron producidos desde genotipos locales y se están adaptando a la zona.

Se espera que este punto permita la multiplicación y dispersión de individuos de la cactácea ayudando así a la repoblación de la zona cercana.

Los individuos plantados serán monitoreados trimestralmente según lo especificado en el numeral 8.2 letra b de la RCA 192/2010.

7. Bibliografía

Alvarez M., S. Cordoba, F. Escobar, G. Fagua, H. Mendoza, M. Ospina, A. Umaña y H.Villarreal. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt .Segunda Edición. Colombia. 236 p.

Eggli Urs.2004. Illustrated handbook of succulent plants Illustrated Handbook of SucculentPlants: Dicotyledons. Springer edition. Germany. Berlin.

Gajardo R., 1994. La vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria S.A. Santiago, Chile. 165 p.

Hoffmann A, Walter H., 2004. Cactáceas en la flora silvestre de Chile. Ediciones fundación Claudio Gay. Chile.307 p

Ministerio de Medio Ambiente. 2012. Fichas de especie *Opuntia atacamensis*. Santiago. Chile. 4 p.

Señoret F, Acosta J., 2013. Cactáceas Nativas de Chile. Guía de campo. Corma Bio-Bio. Primera edición. Chile.248 p.

Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (2008) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. xvi + 456 pp.

Vega A. Ecología de comunidades. Ecología de poblaciones. Universidad Católica del Norte. Abril 2010.

8. Referencias

Numeral 7.2.1 de RCA 192/2010 del proyecto “Abastecimiento de agua para la minería del valle de Copiapó.

Carta respuesta Resolución exenta N°004, ingresada a superintendencia de medio ambiente el 21 de abril del 2017.

Anexo 1

Equipo profesional que ejecutó las labores:

Javier Pardo Baeza: Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agronómicas. Recolección de datos, elaboración de informe, análisis estadísticos.



Carnet Nº

Nº 111/2010 TG

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATOLICA
DE VALPARAISO
CHILE

CERTIFICADO

Certifico que según consta del Decreto de Rectoria Nº 37/2010 de 6 de enero de 2010 se ha conferido el titulo de Ingeniero Agrónomo a don **JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA.**

Valparaiso, 23 de febrero de 2010

Alan Bronfman Vargas
Secretario General

	Informe de rescate y relocalización de cactáceas. Junio 2018.	Fecha	06-06-2018
		Código interno	AM-MC-3
		Revisión	01
		Versión	01



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

CERTIFICADO

Oficio N°810.827/2018

Certifico que según consta del Decreto de Rectoría N° 490/2018 de 11 de Abril de 2018 se ha conferido el Grado de Magíster en Ciencias Agronómicas y Ambientales a Don JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA con la calificación final 6,7 (cinco, siete) y con la distinción Distinción.

Valparaíso, 03 de Agosto de 2018

JUAN CARLOS GENTINA MORALES
SECRETARIO GENERAL

Scanned by CamScanner

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Septiembre 2018.	Fecha	06-09-2018
		Código interno	AM-MCQL-01
		Revisión	01
		Versión	01

Primer Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León.

Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó.

Elaborado por	*Biorestauración Consultores.*
Solicitado por	*Acciona aguas*
Titular	*Aguas CAP.*

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Septiembre 2018.	Fecha	06-09-2018
		Código interno	AM-MCQL-01
		Revisión	01
		Versión	01

INDICE

1. Resumen ejecutivo 2
2. Introducción 3
   2.1. Objetivo 3
3. Materiales y Métodos 4
   3.1. Descripción del sitio 4
   3.2. Producción, plantación y monitoreo de individuos. 4
   3.3. Materiales 6
4. Resultados 6
5. Discusión 6
6. Conclusiones 8
7. Bibliografía 9
8. Referencias 9

Anexo 1: Profesional responsable 10

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zona de plantación de cactáceas. 4
Figura 2: Individuos colectados y puestos en cama a enraizar. 5
Figura 3: Individuos adaptados y en crecimiento en la cama meses después. 5
Figura 4: Cumulopuntia con tonos violetas debido a la radiación solar. 7
Figura 5: Cumulopuntia viva con actividad apical. 7
Figura 6: Cumulopuntia viva sin signos de nuevos puntos de crecimiento. 8

1. Resumen ejecutivo

Para dar cumplimiento al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 del Proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó en la viñeta número 2 de la página 55, se procedieron a plantar en junio del año 2018 136 individuos de la especie *Cumulopuntia sphaerica* en el sector de influencia de la tubería en la Quebrada el León. Esta plantación está siendo monitoreada trimestralmente por lo que el presente informe es el primer monitoreo posterior a la plantación ejecutado el primero de septiembre del 2018.

De los 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* plantados en el sector de la Quebrada el León 130 equivalente al 96% se encuentran vivos.

Las plantas presentan signos de estrés y no presentan nuevos puntos de crecimiento por lo que el periodo de adaptación continua.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 viñeta número 2 de la página 55.

2. Introducción

Las cactáceas son especies altamente adaptadas a la aridez y una parte importante de la biodiversidad de Atacama. En particular, son especies con una presencia restringida y muy importante en el Desierto de Atacama. Las cactáceas son especiales debido a sus fuertes adaptaciones fisiológicas y físicas para sobrevivir a condiciones de extrema aridez (Señoret y Acosta, 2013). Entre las adaptaciones físicas se cuentan la ausencia de hojas, generación de raíces reservantes y cuerpos adaptados para acumular agua y nutrientes. En cuanto, a las fisiológicas estas son avanzadas e implican procesos como separar la fotosíntesis en dos etapas minimizando así la perdida de agua del proceso al máximo. Por tanto, las cactáceas son especies altamente exitosas en ecosistemas áridos e importantes en la biodiversidad del país.

El concepto de biodiversidad apunta a toda la diversidad biológica de especies que puede concentrarse en un ecosistema. Dentro de esta diversidad, existe la diversidad intra e inter específica, aumentando así, la complejidad del concepto. La relevancia de la biodiversidad radica en el gran número de interacciones que se establecen en los ecosistemas y las funciones y servicios ecosistémicos que esto pueda implicar. Es por ello que con el fin de preservar la diversidad, Chile cuenta desde el año 2003 con la Estrategia Nacional de la Biodiversidad, la que dirige esfuerzos mancomunados en busca de la protección y uso sustentable de los ecosistemas.

En el marco de la conservación de la biodiversidad existen los sitios prioritarios entre ellos la Quebrada el León. En particular el sitio prioritario Quebrada el León se encuentra a 10 km al norte de la ciudad de Caldera y tiene una extensión de aproximadamente 53 km^2 (Squeo et al 2008). En esta zona se encuentran variadas especies de cactáceas de los géneros Eulychnia, Copiapoa, Eriosyce y Cumulopuntia. El paso de la tubería del proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó por la zona de la Quebrada el León generó que existiera la necesidad de realizar medidas para conservar las especies de alto endemismo según lo descrito en el numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 en la viñeta número 2 de la página 55. Es por ello que se procedió a plantar durante junio del 2018 un total de 136 individuos de la especie *Cumulopuntia sphaerica* en el sector de influencia indirecta de la tubería.

El presente documento corresponde al primer monitoreo de la plantación, ejecutado por el Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agropecuarias, Javier Pardo Baeza.

2.1. Objetivo

Informar y evaluar el estado de la plantación de cactáceas plantadas en el marco del Proyecto en la zona de la Quebrada el León.

3. Materiales y Métodos

3.1. Descripción del sitio

La zona donde se realizó la plantación de las cactáceas se encuentra cercana a la zona de instalación de la tubería del proyecto (Fig. 1). Es una zona con suelos arenosos y poco compactados. En cuanto a su composición vegetal la zona de plantación no presenta vegetación y en las áreas aledañas destaca un matorral abierto donde es frecuente la presencia de *Tetragonia sp, Skytanthus acutus* y varias especies del genero Nolana. En particular la zona seleccionada tiene coordenadas este 324.151 y norte 7.015.380 Datum 84 Huso 19.



Figura 1: Zona de plantación de cactáceas.

3.2. Producción, plantación y monitoreo de individuos.

Los individuos fueron producidos en el vivero Biorestauración inscrito en la nómina de viveros y depósitos de plantas del SAG con el número 12 del 23 de noviembre del 2015. Para producirlos se procedió a colectar artejos desde la zona de la Quebrada el León se colectaron solo artejos desprendidos naturalmente de la planta y en condiciones deficitarias para rehabilitarlos y fomentar su desarrollo (Fig.2). Los individuos permanecieron en vivero aproximadamente 12 meses (Fig. 3) y posteriormente fueron plantados en terreno.

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Septiembre 2018.	Fecha	06-09-2018
		Código interno	AM-MCQL-01
		Revisión	01
		Versión	01



Figura 2: Individuos colectados y puestos en cama a enraizar.



Figura 3: Individuos adaptados y en crecimiento en la cama meses después.

Para evaluar el éxito de la plantación se procedió a ejecutar una visita el día tres de septiembre del año 2018. En esta visita se evaluó la presencia o ausencia de puntos de crecimiento y el estado general de los individuos.

3.3. Materiales

En cuanto a materiales, las labores fueron apoyadas por el uso de:

Reglas, cámaras fotográficas, GPS Garmin Oregón 650, Camioneta 4x4, humus de lombriz, palas, estanque de 630 litros, mangueras de riego.

4. Resultados

De los 136 individuos plantados en mayo 130 se encontraron activos. Lo anterior implica que un 96% de los individuos presenta actividad.

5. Discusión

Las plantas presentan un grado de estrés notorio producto del tipo de zona donde fueron plantadas (Fig.4). Esto debería tender a estabilizarse una vez se adapten mejor a la zona. Además, debido a que el periodo de adaptación se encuentra aún en proceso no se registran nuevos puntos de crecimiento (Fig,5,6) y podrían ocurrir perdidas de algunos individuos



Figura 4: Cumulopuntia con tonos violetas debido a la radiación solar.



Figura 5: Cumulopuntia viva con actividad apical.



Figura 6: Cumulopuntia viva sin signos de nuevos puntos de crecimiento.

6. Conclusiones

De los 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* plantados en el sector de la Quebrada el León 130 equivalente al 96% se encuentran vivos.

Las plantas presentan signos de estrés y no presentan nuevos puntos de crecimiento por lo que el periodo de adaptación continua.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 viñeta número 2 de la página 55.

7. Bibliografía

Alvarez M., S. Cordoba, F. Escobar, G. Fagua, H. Mendoza, M. Ospina, A. Umaña y H.Villarreal. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt .Segunda Edición. Colombia. 236 p.

Eggli Urs.2004. Illustrated handbook of succulent plants Illustrated Handbook of SucculentPlants: Dicotyledons. Springer edition. Germany. Berlin.

Gajardo R., 1994. La vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria S.A. Santiago, Chile. 165 p.

Hoffmann A, Walter H., 2004. Cactáceas en la flora silvestre de Chile. Ediciones fundación Claudio Gay. Chile.307 p

Ministerio de Medio Ambiente. 2012. Fichas de especie *Opuntia atacamensis*. Santiago. Chile. 4 p.

Señoret F, Acosta J., 2013. Cactáceas Nativas de Chile. Guía de campo. Corma Bio-Bio. Primera edición. Chile.248 p.

Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (2008) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. xvi + 456 pp.

Vega A. Ecología de comunidades. Ecología de poblaciones. Universidad Católica del Norte. Abril 2010.

8. Referencias

Numeral 7.2.1 de RCA 192/2010 del proyecto “Abastecimiento de agua para la minería del valle de Copiapó.

Carta respuesta Resolución exenta N°004, ingresada a superintendencia de medio ambiente el 21 de abril del 2017.

Anexo 1: Profesional responsable

Javier Pardo Baeza: Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agronómicas. Recolección de datos, elaboración de informe, análisis estadísticos.



Carnet Nº

Nº 111/2010 TG

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATOLICA
DE VALPARAISO
CHILE

CERTIFICADO

Certifico que según consta del Decreto de Rectoria Nº 37/2010 de 6 de enero de 2010 se ha conferido el título de Ingeniero Agrónomo a don **JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA.**

Valparaiso, 23 de febrero de 2010

Alan Bronfman Vargas
Secretario General

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Septiembre 2018.	Fecha	06-09-2018
		Código interno	AM-MCQL-01
		Revisión	01
		Versión	01



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

CERTIFICADO

Oficio N°610.827/2018

Certifico que según consta del Decreto de Rectoría N° 490/2018 de 11 de Abril de 2018 se ha conferido el Grado de Magíster en Ciencias Agronómicas y Ambientales a Don JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA con la calificación final 6,7 (cinco, siete) y con la distinción Distinción.

Valparaíso, 03 de Agosto de 2018

JUAN CARLOS GENTINA MORALES
SECRETARIO GENERAL

Scanned by CamScanner

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Noviembre 2018.	Fecha	30-11-2018
		Código interno	AM-MCQL-02
		Revisión	01
		Versión	01

Segundo Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León.

Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó.

Elaborado por	*Biorestauración Consultores.*
Solicitado por	*Acciona aguas*
Titular	*Aguas CAP.*

Elaborado por Javier Pardo Baeza.

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Noviembre 2018.	Fecha	30-11-2018
		Código interno	AM-MCQL-02
		Revisión	01
		Versión	01

INDICE

1. Resumen ejecutivo 2
2. Introducción 3
2.1. Objetivo 4
3. Materiales y Métodos 4
3.1. Descripción del sitio 4
3.2. Producción, plantación y monitoreo de individuos. 5
3.3. Materiales 6
4. Resultados 7
5. Discusión 7
6. Conclusiones 9
7. Bibliografía 9
8. Referencias 10
Anexo 1 10

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zona de plantación de cactáceas. 4
Figura 2: Individuos colectados y puestos en cama a enraizar. 5
Figura 3: Individuos adaptados y en crecimiento en la cama meses después. 6
Figura 4: Cumulopuntia con nuevo punto de crecimiento. 7
Figura 5: Cumulopuntias con buen desarrollo. 8
Figura 6: Cumulopuntia con múltiples puntos de crecimiento nuevos. 8

Autor: Javier Pardo Baeza.

1. Resumen ejecutivo

Para dar cumplimiento al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 del Proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó en la viñeta número 2 de la página 55, se procedieron a plantar el 01 junio del año 2018 136 individuos de la especie *Cumulopuntia sphaerica* en el sector de influencia de la tubería en la Quebrada el León. Esta plantación está siendo monitoreada trimestralmente por lo que el presente informe es el segundo monitoreo posterior a la plantación, ejecutado el 28 de noviembre del 2018.

Los resultados del monitoreo de noviembre del 2018 son:

De los 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* plantados en el sector de la Quebrada el León 120 equivalente al 88% se encuentran vivos. Lo anterior muestra una disminución en un 5% desde el monitoreo anterior.

El 60% de las plantas presenta nuevos puntos de crecimiento lo cual muestra adaptación que implicaría que las pérdidas no deberían aumentar de manera significativa.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 viñeta número 2 de la página 55.

2. Introducción

Las cactáceas son especies altamente adaptadas a la aridez y una parte importante de la biodiversidad de Atacama. En particular, son especies con una presencia restringida y muy importante en el Desierto de Atacama. Las cactáceas son especiales debido a sus fuertes adaptaciones fisiológicas y físicas para sobrevivir a condiciones de extrema aridez (Señoret y Acosta, 2013). Entre las adaptaciones físicas se cuentan la ausencia de hojas, generación de raíces reservantes y cuerpos adaptados para acumular agua y nutrientes. En cuanto, a las fisiológicas estas son avanzadas e implican procesos como separar la fotosíntesis en dos etapas minimizando así la perdida de agua del proceso al máximo. Por tanto, las cactáceas son especies altamente exitosas en ecosistemas áridos e importantes en la biodiversidad del país.

El concepto de biodiversidad apunta a toda la diversidad biológica de especies que puede concentrarse en un ecosistema. Dentro de esta diversidad, existe la diversidad intra e inter específica, aumentando así, la complejidad del concepto. La relevancia de la biodiversidad radica en el gran número de interacciones que se establecen en los ecosistemas y las funciones y servicios ecosistémicos que esto pueda implicar. Es por ello que con el fin de preservar la diversidad, Chile cuenta desde el año 2003 con la Estrategia Nacional de la Biodiversidad, la que dirige esfuerzos mancomunados en busca de la protección y uso sustentable de los ecosistemas.

En el marco de la conservación de la biodiversidad existen los sitios prioritarios entre ellos la Quebrada el León. En particular el sitio prioritario Quebrada el León se encuentra a 10 km al norte de la ciudad de Caldera y tiene una extensión de aproximadamente 53 km^2 (Squeo et al 2008). En esta zona se encuentran variadas especies de cactáceas de los géneros Eulychnia, Copiapoa , Neoporteria y Cumulopuntia. El paso de la tubería del proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó por la zona de la Quebrada el León generó que existiera la necesidad de realizar medidas para conservar las especies de alto endemismo según lo descrito en el numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 en la viñeta número 2 de la página 55. Es por ello que se procedió a plantar el primero de junio del 2018 136 individuos de la especie *Cumulopuntia sphaerica* en el sector de influencia indirecta de la tubería.

El presente documento corresponde al segundo monitoreo de la plantación, ejecutado el 28 de noviembre del 2018 por el Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agropecuarias, Javier Pardo Baeza.

2.1. Objetivo

Informar y evaluar el estado de la plantación de cactáceas plantadas en el marco del Proyecto en la zona de la Quebrada el León.

3. Materiales y Métodos

3.1. Descripción del sitio

La zona donde se realizó la plantación de las cactáceas se encuentra cercana a la zona de instalación de la tubería del proyecto (Fig. 1). Es una zona con suelos arenosos y poco compactados. En cuanto a su composición vegetal la zona de plantación no presenta vegetación y en las áreas aledañas destaca un matorral abierto donde es frecuente la presencia de *Tetragonia sp, Skytanthus acutus* y varias especies del genero Nolana. En particular la zona seleccionada tiene coordenadas este 324.151 y norte 7.015.380 Datum 84 Huso 19.



Figura 1: Zona de plantación de cactáceas.

3.2. Producción, plantación y monitoreo de individuos.

Los individuos fueron producidos en el vivero Biorestauración inscrito en la nómina de viveros y depósitos de plantas del SAG con el número 12 del 23 de noviembre del 2015. Para producirlos se procedió a colectar artejos desde la zona de la Quebrada el León se colectaron solo artejos desprendidos naturalmente de la planta y en condiciones deficitarias para rehabilitarlos y fomentar su desarrollo (Fig. 2). Los individuos permanecieron en vivero aproximadamente 12 meses (Fig. 3) y posteriormente fueron plantados en terreno.



Figura 2: Individuos colectados y puestos en cama a enraizar.



Figura 3: Individuos adaptados y en crecimiento en la cama meses después.

Para evaluar el éxito de la plantación se procedió a ejecutar una visita el día 28 de noviembre del año 2018. En esta visita se evaluó la presencia o ausencia de puntos de crecimiento y el estado general de los individuos.

3.3. Materiales

En cuanto a materiales, las labores fueron apoyadas por el uso de:

Reglas, cámaras fotográficas, GPS Garmin Oregón 650, Camioneta 4x4, humus de lombriz, palas, estanque de 630 litros, mangueras de riego.

4. Resultados

De los 136 individuos plantados el primero de junio del año 2018 120 se encontraron activos. Lo anterior implica que un 88% de los individuos presenta actividad. Si bien el porcentaje de supervivencia ha disminuido un 5% desde el ultimo monitoreo este descenso es menor y se debería a las dificultades que presenta el suelo ya que carece de estructura y el proceso de colonización de un suelo de estas características es lento.

5. Discusión

La especie presenta signos de adaptación positivos un 60% de los individuos presenta nuevos puntos de crecimiento (Fig. 4) lo cual indica que ya comienzan a adaptarse adecuadamente al terreno por lo cual la perdida de individuos no debería aumentar.



Figura 4: Cumulopuntia con nuevo punto de crecimiento.

Cumulopuntia sphaerica reacciona de manera adecuada al trasplante entre más puntos de crecimiento presente la planta (Fig.5 y 6). Los individuos con mayor cantidad de artejos logran una mejor adaptación y generan crecimientos nuevos con rapidez.



Figura 5: Cumulopuntias con buen desarrollo.



Figura 6: Cumulopuntia con múltiples puntos de crecimiento nuevos.

6. Conclusiones

De los 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* plantados en el sector de la Quebrada el León 120 equivalente al 88% se encuentran vivos. Lo anterior muestra una disminución en un 5% desde el monitoreo anterior.

El 60% de las plantas presenta nuevos puntos de crecimiento lo cual muestra adaptación que implicaría que las pérdidas no deberían aumentar de manera significativa.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 viñeta número 2 de la página 55.

7. Bibliografía

Alvarez M., S. Cordoba, F. Escobar, G. Fagua, H. Mendoza, M. Ospina, A. Umaña y H.Villarreal. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt .Segunda Edición. Colombia. 236 p.

Eggli Urs.2004. Illustrated handbook of succulent plants Illustrated Handbook of SucculentPlants: Dicotyledons. Springer edition. Germany. Berlin.

Gajardo R., 1994. La vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria S.A. Santiago, Chile. 165 p.

Hoffmann A, Walter H., 2004. Cactáceas en la flora silvestre de Chile. Ediciones fundación Claudio Gay. Chile.307 p

Ministerio de Medio Ambiente. 2012. Fichas de especie *Opuntia atacamensis*. Santiago. Chile. 4 p.

Señoret F, Acosta J., 2013. Cactáceas Nativas de Chile. Guía de campo. Corma Bio-Bio. Primera edición. Chile.248 p.

Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (2008) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. xvi + 456 pp.

Vega A. Ecología de comunidades. Ecología de poblaciones. Universidad Católica del Norte. Abril 2010.

8. Referencias

Numeral 7.2.1 de RCA 192/2010 del proyecto “Abastecimiento de agua para la minería del valle de Copiapó.

Carta respuesta Resolución exenta N°004, ingresada a superintendencia de medio ambiente el 21 de abril del 2017.

Anexo 1

Equipo profesional que ejecutó las labores:

Javier Pardo Baeza: Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agronómicas. Recolección de datos, elaboración de informe, análisis estadísticos.



Carnet Nº

Nº 111/2010 TG

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATOLICA
DE VALPARAISO
CHILE

CERTIFICADO

Certifico que según consta del Decreto de Rectoría Nº 37/2010 de 6 de enero de 2010 se ha conferido el título de Ingeniero Agrónomo a don **JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA.**

Valparaíso, 23 de febrero de 2010

Alan Bronfman Vargas
Secretario General



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

CERTIFICADO

Oficio N°610.827/2018

Certifico que según consta del Decreto de Rectoría N° 490/2018 de 11 de Abril de 2018 se ha conferido el Grado de Magíster en Ciencias Agronómicas y Ambientales a Don JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA con la calificación final 6,7 (cinco, siete) y con la distinción Distinción.

Valparaíso, 03 de Agosto de 2018

JUAN CARLOS GENTINA MORALES
SECRETARIO GENERAL

Scanned by CamScanner

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Marzo 2018.	Fecha	07-03-2019
		Código interno	AM-MCQL-03
		Revisión	01
		Versión	01

Tercer Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León.

Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó.

Elaborado por	*Biorestauración Consultores.*
Solicitado por	*Acciona aguas*
Titular	*Aguas CAP.*

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Marzo 2018.	Fecha	07-03-2019
		Código interno	AM-MCQL-03
		Revisión	01
		Versión	01

INDICE

1. Resumen ejecutivo 3
2. Introducción 4
2.1. Objetivo 4
3. Materiales y Métodos 5
3.1. Descripción del sitio 5
3.2. Producción, plantación y monitoreo de individuos 5
3.3. Materiales 7
4. Resultados 7
5. Discusión 7
6. Conclusiones 11
7. Bibliografía 12
8. Referencias 12
Anexo 1: Profesional responsable 13
Anexo 2: Planilla de visita de la zona. 15

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zona de plantación de cactáceas. 5
Figura 2: Individuos colectados y puestos en cama a enraizar. 6
Figura 3: Individuos adaptados y en crecimiento en la cama meses después. 6
Figura 4: Cumulopuntia con nuevo punto de crecimiento. 8
Figura 5: Cumulopuntias con buen desarrollo. 8
Figura 6: Individuo con nuevos crecimientos y con regado. 9
Figura 7: Riego de individuos. 10
Figura 8: Individuo con nuevos puntos de crecimiento. 10
Figura 9: Individuo regado y con crecimiento. 11

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Marzo 2018.	Fecha	07-03-2019
		Código interno	AM-MCQL-03
		Revisión	01
		Versión	01

1. Resumen ejecutivo

Para dar cumplimiento al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 del Proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó en la viñeta número 2 de la página 55, se procedieron a plantar el 01 junio del año 2018 136 individuos de la especie *Cumulopuntia sphaerica* en el sector de influencia de la tubería en la Quebrada el León. Esta plantación está siendo monitoreada trimestralmente por lo que el presente informe es el tercer monitoreo posterior a la plantación, ejecutado el 26 de febrero del 2018.

Los resultados del monitoreo de febrero del 2019 son:

De los 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* plantados en el sector de la Quebrada el León en junio del año 2018, 118 individuos equivalentes al 87% se encuentran vivos. Lo anterior es una disminución en un 1% desde el monitoreo anterior dando señales claras de adaptación.

Las plantas presentan nuevos puntos de crecimiento. Un 53% de los individuos ha generado nuevos puntos de crecimiento lo cual aumentará el vigor de los individuos plantados.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 viñeta número 2 de la página 55.

2. Introducción

Las cactáceas son especies altamente adaptadas a la aridez y una parte importante de la biodiversidad de Atacama. En particular, son especies con una presencia restringida y muy importante en el Desierto de Atacama. Las cactáceas son especiales debido a sus fuertes adaptaciones fisiológicas y físicas para sobrevivir a condiciones de extrema aridez (Señoret y Acosta, 2013). Entre las adaptaciones físicas se cuentan la ausencia de hojas, generación de raíces reservantes y cuerpos adaptados para acumular agua y nutrientes. En cuanto, a las fisiológicas estas son avanzadas e implican procesos como separar la fotosíntesis en dos etapas minimizando así la perdida de agua del proceso al máximo. Por tanto, las cactáceas son especies altamente exitosas en ecosistemas áridos e importantes en la biodiversidad del país.

El concepto de biodiversidad apunta a toda la diversidad biológica de especies que puede concentrarse en un ecosistema. Dentro de esta diversidad, existe la diversidad intra e inter específica, aumentando así, la complejidad del concepto. La relevancia de la biodiversidad radica en el gran número de interacciones que se establecen en los ecosistemas y las funciones y servicios ecosistémicos que esto pueda implicar. Es por ello que con el fin de preservar la diversidad, Chile cuenta desde el año 2003 con la Estrategia Nacional de la Biodiversidad, la que dirige esfuerzos mancomunados en busca de la protección y uso sustentable de los ecosistemas.

En el marco de la conservación de la biodiversidad existen los sitios prioritarios entre ellos la Quebrada el León. En particular, el sitio prioritario Quebrada el León se encuentra a 10 km al norte de la ciudad de Caldera y tiene una extensión de aproximadamente 53 km^2 (Squeo et al 2008). En esta zona se encuentran variadas especies de cactáceas de los géneros Eulychnia, Copiapoa , Neoporteria y Cumulopuntia. El paso de la tubería del proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó por la zona de la Quebrada el León generó que existiera la necesidad de realizar medidas para conservar las especies de alto endemismo según lo descrito en el numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 en la viñeta número 2 de la página 55. Es por ello que se procedió a plantar el primero de junio del 2018 136 individuos de la especie *Cumulopuntia sphaerica* en el sector de influencia indirecta de la tubería.

El presente documento corresponde al tercer monitoreo de la plantación, ejecutado el veintiséis de febrero del 2019 por el Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agropecuarias, Javier Pardo Baeza.

2.1. Objetivo

Informar y evaluar el estado de la plantación de cactáceas plantadas en el marco del Proyecto en la zona de la Quebrada el León.

3. Materiales y Métodos

3.1. Descripción del sitio

La zona donde se realizó la plantación de las cactáceas se encuentra cercana a la zona de instalación de la tubería del proyecto (Fig. 1). Es una zona con suelos arenosos y poco compactados. En cuanto a su composición vegetal la zona de plantación no presenta vegetación y en las áreas aledañas destaca un matorral abierto donde es frecuente la presencia de *Tetragonia sp, Skytanthus acutus* y varias especies del genero Nolana. En particular la zona seleccionada tiene coordenadas este 324.151 y norte 7.015.380 Datum 84 Huso 19.



Figura 1: Zona de plantación de cactáceas.

3.2. Producción, plantación y monitoreo de individuos.

Los individuos fueron producidos en el vivero Biorestauración inscrito en la nómina de viveros y depósitos de plantas del SAG con el número 12 del 23 de noviembre del 2015. Para producirlos se procedió a colectar artejos desde la zona de la Quebrada el León, se colectaron solo artejos desprendidos naturalmente de la planta y en condiciones deficitarias para rehabilitarlos y fomentar su desarrollo (Fig. 2). Los individuos permanecieron en vivero aproximadamente 12 meses (Fig. 3) y posteriormente fueron plantados en terreno.



Figura 2: Individuos colectados y puestos en cama a enraizar.



Figura 3: Individuos adaptados y en crecimiento en la cama meses después.

Para evaluar el éxito de la plantación se procedió a ejecutar una visita el día veintiséis de febrero del año 2019. En esta visita se evaluó la presencia o ausencia de puntos de crecimiento y el estado general de los individuos.

3.3. Materiales

En cuanto a materiales, las labores fueron apoyadas por el uso de:

Reglas, cámaras fotográficas, GPS Garmin Oregón 650, Camioneta 4x4, humus de lombriz, palas, estanque de 630 litros, mangueras de riego.

4. Resultados

De los 136 individuos plantados el primero de junio del año 2018 118 se encontraron activos. Lo anterior implica que un 87% de los individuos presenta actividad.

5. Discusión

Si bien el porcentaje de supervivencia ha disminuido un 1% desde el ultimo monitoreo este descenso es menor y se debería a las dificultades que presenta el suelo ya que carece de estructura y el proceso de colonización de un suelo de estas características es lento.

La especie presenta signos de adaptación positivos un 63% de los individuos presenta nuevos puntos de crecimiento (Fig.4) lo cual indica adaptación de los individuos a las condiciones de terreno.



Figura 4: Cumulopuntia con nuevo punto de crecimiento.

Cumulopuntia sphaerica reacciona de manera adecuada al trasplante entre más puntos de crecimiento presente la planta (Fig.5 y 6). Los individuos con mayor cantidad de artejos logran una mejor adaptación y generan crecimientos nuevos con rapidez.



Figura 5: Cumulopuntias con buen desarrollo.

En cuanto a la evolución en el tiempo la supervivencia de individuos ha disminuido en solo un 13% en aproximadamente 9 meses (Tabla: 1). Además, un porcentaje importante de

individuos presenta actividad apical. Todo lo anterior indica que existe una adecuada supervivencia de la especie.

Tabla 1: Evolución del estado de los individuos plantados en junio del año 2018.

N° de monitoreo	N° de individuos vivos	Supervivencia (%)	Individuos con actividad	Actividad apical (%)
Monitoreo 1	130	96%	0	0%
Monitoreo 2	120	88%	72	60%
Monitoreo 3	118	87%	63	53%



Figura 6: Individuo con nuevos crecimientos y con regado.



Figura 7: Riego de individuos.



Figura 8: Individuo con nuevos puntos de crecimiento.



Figura 9: Individuo regado y con crecimiento.

6. Conclusiones

De los 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* plantados en el sector de la Quebrada el León en junio del año 2018, 118 individuos equivalentes al 87% se encuentran vivos. Lo anterior es una disminución en un 1% desde el monitoreo anterior dando señales claras de adaptación.

Las plantas presentan nuevos puntos de crecimiento. Un 53% de los individuos ha generado nuevos puntos de crecimiento lo cual aumentará el vigor de los individuos plantados.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 viñeta número 2 de la página 55.

7. Bibliografía

Alvarez M., S. Cordoba, F. Escobar, G. Fagua, H. Mendoza, M. Ospina, A. Umaña y H.Villarreal. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt .Segunda Edición. Colombia. 236 p.

Eggli Urs.2004. Illustrated handbook of succulent plants Illustrated Handbook of SucculentPlants: Dicotyledons. Springer edition. Germany. Berlin.

Gajardo R., 1994. La vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria S.A. Santiago, Chile. 165 p.

Hoffmann A, Walter H., 2004. Cactáceas en la flora silvestre de Chile. Ediciones fundación Claudio Gay. Chile.307 p

Ministerio de Medio Ambiente. 2012. Fichas de especie *Opuntia atacamensis*. Santiago. Chile. 4 p.

Señoret F, Acosta J., 2013. Cactáceas Nativas de Chile. Guía de campo. Corma Bio-Bio. Primera edición. Chile.248 p.

Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (2008) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. xvi + 456 pp.

Vega A. Ecología de comunidades. Ecología de poblaciones. Universidad Católica del Norte. Abril 2010.

8. Referencias

Numeral 7.2.1 de RCA 192/2010 del proyecto “Abastecimiento de agua para la minería del valle de Copiapó.

Carta respuesta Resolución exenta N°004, ingresada a superintendencia de medio ambiente el 21 de abril del 2017.

Anexo 1: Profesional responsable.

Javier Pardo Baeza: Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agronómicas. Recolección de datos, elaboración de informe, análisis estadísticos.



Carnet Nº

Nº 111/2010 TG

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATOLICA
DE VALPARAISO
CHILE

CERTIFICADO

Certifico que según consta del Decreto de Rectoria Nº 37/2010 de 6 de enero de 2010 se ha conferido el titulo de Ingeniero Agrónomo a don **JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA.**

Valparaiso, 23 de febrero de 2010

Alan Bronfman Vargas
Secretario General

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Marzo 2018.	Fecha	07-03-2019
		Código interno	AM-MCQL-03
		Revisión	01
		Versión	01



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

CERTIFICADO

Oficio N°610.827/2018

Certifico que según consta del Decreto de Rectoría N° 490/2018 de 11 de Abril de 2018 se ha conferido el Grado de Magíster en Ciencias Agronómicas y Ambientales a Don JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA con la calificación final 6,7 (cinco, siete) y con la distinción Distinción.

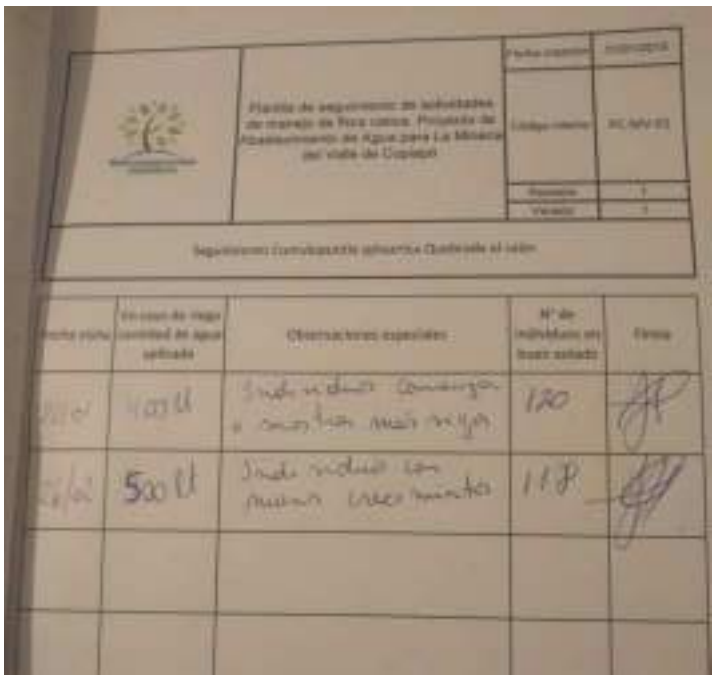
Valparaíso, 03 de Agosto de 2018

JUAN CARLOS GENTINA MORALES
SECRETARIO GENERAL

Scanned by CamScanner

Anexo 2: Planilla de visita de la zona.

Durante el año 2019 se procederá a implementar planillas de visita de las plantación de *Cumulopuntia sphaerica*. Estas visitas son al menos mensuales y contemplan el riego de individuos.



	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Junio 2019.	Fecha	03-06-2019
		Código interno	AM-MCQL-04
		Revisión	01
		Versión	01

Cuarto Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León.

Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó.

Elaborado por	*Biorestauración Consultores.*
Solicitado por	*Acciona aguas*
Titular	*Aguas CAP.*

Elaborado por Javier Pardo Baeza.

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Junio 2019.	Fecha	03-06-2019
		Código interno	AM-MCQL-04
		Revisión	01
		Versión	01

INDICE

1. Resumen ejecutivo 2
2. Introducción 3
   2.1. Objetivo 3
3. Materiales y Métodos 4
   3.1. Descripción del sitio 4
   3.2. Producción, plantación y monitoreo de individuos. 4
   3.3. Materiales 6
4. Resultados 6
5. Discusión 6
6. Conclusiones 9
7. Bibliografía 9
8. Referencias 10

Anexo 1: Profesional responsable. 11

Anexo 2: Planilla de visita de la zona. 13

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zona de plantación de cactáceas. 4
Figura 2: Individuos colectados y puestos en cama a enraizar. 5
Figura 3: Individuos adaptados y en crecimiento en la cama meses después. 5
Figura 4: Cumulopuntia con nuevo punto de crecimiento. 7
Figura 5: Cumulopuntias con buen desarrollo. 7
Figura 6: Individuo con nuevos crecimientos y con regado. 8
Figura 7: Riego de individuos. 9

1. Resumen ejecutivo

Para dar cumplimiento al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 del Proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó en la viñeta número 2 de la página 55, se procedieron a plantar el 01 junio del año 2018 136 individuos de la especie *Cumulopuntia sphaerica* en el sector de influencia de la tubería en la Quebrada el León. Esta plantación está siendo monitoreada trimestralmente por lo que el presente informe es el cuarto monitoreo posterior a la plantación, ejecutado el veintitrés de mayo del 2018.

Los resultados del monitoreo de mayo del 2019 son:

De los 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* plantados en el sector de la Quebrada el León en junio del año 2018, 118 individuos equivalentes al 87% se encuentran vivos. Además, el número de individuos vivos se mantiene constante desde el monitoreo anterior mostrando una clara adaptación de la especie.

Las plantas presentan nuevos puntos de crecimiento. Un 76% de los individuos ha generado nuevos puntos de crecimiento lo cual aumentará el vigor de los individuos plantados.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 viñeta número 2 de la página 55.

2. Introducción

Las cactáceas son especies altamente adaptadas a la aridez y una parte importante de la biodiversidad de Atacama. En particular, son especies con una presencia restringida y muy importante en el Desierto de Atacama. Las cactáceas son especiales debido a sus fuertes adaptaciones fisiológicas y físicas para sobrevivir a condiciones de extrema aridez (Señoret y Acosta, 2013). Entre las adaptaciones físicas se cuentan la ausencia de hojas, generación de raíces reservantes y cuerpos adaptados para acumular agua y nutrientes. En cuanto, a las fisiológicas estas son avanzadas e implican procesos como separar la fotosíntesis en dos etapas minimizando así la perdida de agua del proceso al máximo. Por tanto, las cactáceas son especies altamente exitosas en ecosistemas áridos e importantes en la biodiversidad del país.

El concepto de biodiversidad apunta a toda la diversidad biológica de especies que puede concentrarse en un ecosistema. Dentro de esta diversidad, existe la diversidad intra e inter específica, aumentando así, la complejidad del concepto. La relevancia de la biodiversidad radica en el gran número de interacciones que se establecen en los ecosistemas y las funciones y servicios ecosistémicos que esto pueda implicar. Es por ello que con el fin de preservar la diversidad, Chile cuenta desde el año 2003 con la Estrategia Nacional de la Biodiversidad, la que dirige esfuerzos mancomunados en busca de la protección y uso sustentable de los ecosistemas.

En el marco de la conservación de la biodiversidad existen los sitios prioritarios entre ellos la Quebrada el León. En particular, el sitio prioritario Quebrada el León se encuentra a 10 km al norte de la ciudad de Caldera y tiene una extensión de aproximadamente 53 km^2 (Squeo et al 2008). En esta zona se encuentran variadas especies de cactáceas de los géneros Eulychnia, Copiapoa , Neoporteria y Cumulopuntia. El paso de la tubería del proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó por la zona de la Quebrada el León generó que existiera la necesidad de realizar medidas para conservar las especies de alto endemismo según lo descrito en el numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 en la viñeta número 2 de la página 55. Es por ello que se procedió a plantar el primero de junio del 2018 136 individuos de la especie *Cumulopuntia sphaerica* en el sector de influencia indirecta de la tubería.

El presente documento corresponde al cuarto monitoreo de la plantación, ejecutado el veintitrés de mayo del 2019 por el Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agropecuarias, Javier Pardo Baeza.

2.1. Objetivo

Informar y evaluar el estado de la plantación de cactáceas plantadas en el marco del Proyecto en la zona de la Quebrada el León.

3. Materiales y Métodos

3.1. Descripción del sitio

La zona donde se realizó la plantación de las cactáceas se encuentra cercana a la zona de instalación de la tubería del proyecto (Fig. 1). Es una zona con suelos arenosos y poco compactados. En cuanto a su composición vegetal la zona de plantación no presenta vegetación y en las áreas aledañas destaca un matorral abierto donde es frecuente la presencia de *Tetragonia sp, Skytanthus acutus* y varias especies del genero Nolana. En particular la zona seleccionada tiene coordenadas este 324.151 y norte 7.015.380 Datum 84 Huso 19.



Figura 1: Zona de plantación de cactáceas.

3.2. Producción, plantación y monitoreo de individuos.

Los individuos fueron producidos en el vivero Biorestauración inscrito en la nomina de viveros y depósitos de plantas del SAG con el número 12 del 23 de noviembre del 2015. Para producirlos se procedió a colectar artejos desde la zona de la Quebrada el León se colectaron solo artejos desprendidos naturalmente de la planta y en condiciones deficitarias para rehabilitarlos y fomentar su desarrollo (Fig.2). Los individuos permanecieron en vivero aproximadamente 12 meses (Fig. 3) y posteriormente fueron plantados en terreno.



Figura 2: Individuos colectados y puestos en cama a enraizar.



Figura 3: Individuos adaptados y en crecimiento en la cama meses después.

Para evaluar el éxito de la plantación se procedió a ejecutar una visita el día veintitrés de mayo del año 2019. En esta visita se evaluó la presencia o ausencia de puntos de crecimiento y el estado general de los individuos.

3.3. Materiales

En cuanto a materiales, las labores fueron apoyadas por el uso de:

Reglas, cámaras fotográficas, GPS Garmin Oregón 650, Camioneta 4x4, humus de lombriz, palas, estanque de 630 litros, mangueras de riego.

4. Resultados

De los 136 individuos plantados el primero de junio del año 2018 118 individuos se encontraron activos. Lo anterior implica que un 87% de los individuos presenta actividad, cumpliéndose por tanto sobre un 75% de éxito de la partida a casi un año de ejecutada.

5. Discusión

La especie presenta signos de adaptación positivos, un 76% de los individuos presenta nuevos puntos de crecimiento (Fig.4) lo cual indica adaptación de los individuos a las condiciones de terreno.



Figura 4: Cumulopuntia con nuevo punto de crecimiento.

Cumulopuntia sphaerica se adapta de buena forma a la zona formando rápidamente nuevos puntos de crecimiento (Fig.5). Al aumentar el número de artejos la planta asegura reservas de nutrientes y agua para periodos difíciles.



Figura 5: Cumulopuntias con buen desarrollo.

En cuanto a la evolución en el tiempo la supervivencia de individuos ha disminuido en solo un 13% en aproximadamente 12 meses (Tabla: 1). Además, un porcentaje importante de

individuos presenta actividad apical. Todo lo anterior indica que existe una adecuada supervivencia de la especie.

Tabla 1: Evolución del estado de los individuos plantados en junio del año 2018.

N° de monitoreo	N° de individuos vivos	Supervivencia (%)	Individuos con actividad	Actividad apical (%)
Monitoreo 1	130	96%	0	0%
Monitoreo 2	120	88%	72	60%
Monitoreo 3	118	87%	63	53%
Monitoreo 4	118	87%	90	76%

Los individuos reciben cuidados periódicos, estos son regados de manera mensual. A continuación algunas imágenes de las labores (Fig. 6 y 7). Además, las visitas son registradas periódicamente. La planilla de visita se adjunta en los anexos del presente monitoreo.



Figura 6: Individuo con nuevos crecimientos y con regado.



Figura 7: Riego de individuos

6. Conclusiones

De los 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* plantados en el sector de la Quebrada el León en junio del año 2018, 118 individuos equivalentes al 87% se encuentran vivos. Además, el número de individuos vivos se mantiene constante desde el monitoreo anterior mostrando una clara adaptación de la especie.

Las plantas presentan nuevos puntos de crecimiento. Un 76% de los individuos ha generado nuevos puntos de crecimiento lo cual aumentará el vigor de los individuos plantados.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 viñeta número 2 de la página 55.

7. Bibliografía

Alvarez M., S. Cordoba, F. Escobar, G. Fagua, H. Mendoza, M. Ospina, A. Umaña y H.Villarreal. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt .Segunda Edición. Colombia. 236 p.

Eggli Urs.2004. Illustrated handbook of succulent plants Illustrated Handbook of SucculentPlants: Dicotyledons. Springer edition. Germany. Berlin.

Gajardo R., 1994. La vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria S.A. Santiago, Chile. 165 p.

Hoffmann A, Walter H., 2004. Cactáceas en la flora silvestre de Chile. Ediciones fundación Claudio Gay. Chile.307 p

Ministerio de Medio Ambiente. 2012. Fichas de especie *Opuntia atacamensis*. Santiago. Chile. 4 p.

Señoret F, Acosta J., 2013. Cactáceas Nativas de Chile. Guía de campo. Corma Bio-Bio. Primera edición. Chile.248 p.

Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (2008) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. xvi + 456 pp.

Vega A. Ecología de comunidades. Ecología de poblaciones. Universidad Católica del Norte. Abril 2010.

8. Referencias

Numeral 7.2.1 de RCA 192/2010 del proyecto “Abastecimiento de agua para la minería del valle de Copiapó.

Carta respuesta Resolución exenta N°004, ingresada a superintendencia de medio ambiente el 21 de abril del 2017.

Anexo 1: Profesional responsable.

Javier Pardo Baeza: Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agronómicas. Recolección de datos, elaboración de informe, análisis estadísticos.



Carnet Nº

Nº 111/2010 TG

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATOLICA
DE VALPARAISO
CHILE

CERTIFICADO

Certifico que según consta del Decreto de Rectoria Nº 37/2010 de 6 de enero de 2010 se ha conferido el titulo de Ingeniero Agrónomo a don **JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA.**

Valparaiso, 23 de febrero de 2010

Alan Bronfman Vargas
Secretario General



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

CERTIFICADO

Oficio N°610.827/2018

Certifico que según consta del Decreto de Rectoría N° 490/2018 de 11 de Abril de 2018 se ha conferido el Grado de Magíster en Ciencias Agronómicas y Ambientales a Don JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA con la calificación final 6,7 (cinco, siete) y con la distinción Distinción.

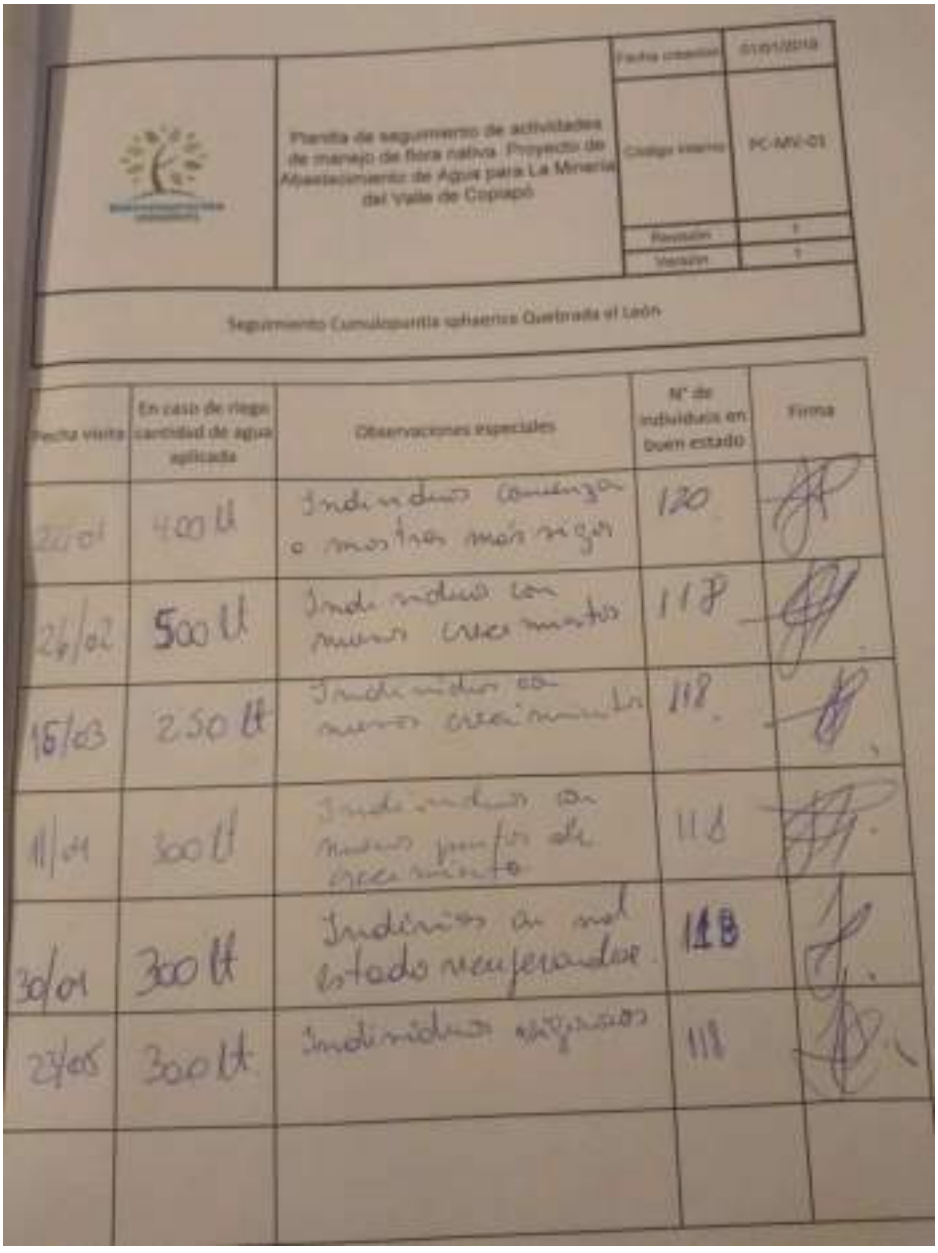
Valparaíso, 03 de Agosto de 2018

JUAN CARLOS GENTINA MORALES
SECRETARIO GENERAL

Scanned by CamScanner

Anexo 2: Planilla de visita de la zona.

Durante el año 2019 se procederá a implementar planillas de visita de las plantación de *Cumulopuntia sphaerica*. Estas visitas son al menos mensuales y contemplan el riego de individuos.



Planilla de seguimiento de actividades de manejo de flora nativa. Proyecto de Abastecimiento de Agua para La Minería del Valle de Copiapó

Fecha creación: 01/01/2019
Código interno: PC-MV-01
Revisión: 1
Versión: 1

Seguimiento Cumulopuntia sphaerica Quebrada el León

Fecha visita	En caso de riego cantidad de agua aplicada	Observaciones especiales	N° de individuos en buen estado	Firma
22/01	400 lt	Individuos comienzan a mostrar más vigor	120	
26/02	500 lt	Individuos con nuevos crecimientos	118	
15/03	250 lt	Individuos en nuevo crecimiento	118	
11/04	300 lt	Individuos en nuevo punto de crecimiento	118	
30/04	300 lt	Individuos en mal estado recuperados	118	
23/05	300 lt	Individuos vigorosos	118	

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Agosto 2019.	Fecha	04-09-2019
		Código interno	AM-MCQL-05
		Revisión	01
		Versión	01

Quinto informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León.

Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó.

Elaborado por	*Biorestauración Consultores.*
Solicitado por	*Acciona aguas*
Titular	*Aguas CAP.*

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Agosto 2019.	Fecha	04-09-2019
		Código interno	AM-MCQL-05
		Revisión	01
		Versión	01

INDICE

1. Resumen ejecutivo 2
2. Introducción 3
   2.1. Objetivo 3
3. Materiales y Métodos 4
   3.1. Descripción del sitio 4
   3.2. Producción, plantación y monitoreo de individuos. 4
   3.3. Materiales 6
4. Resultados 6
5. Discusión 6
6. Conclusiones 9
7. Bibliografía 9
8. Referencias 10

Anexo 1: Profesional responsable. 11

Anexo 2: Planilla de visita de la zona. 13

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zona de plantación de cactáceas. 4
Figura 2: Individuos colectados y puestos en cama a enraizar. 5
Figura 3: Individuos adaptados y en crecimiento en la cama meses después. 5
Figura 4: Cumulopuntia con nuevo punto de crecimiento. 7
Figura 5: Cumulopuntias con buen desarrollo. 7
Figura 6: Especie desarrollándose junto a una cactácea. 8
Figura 7: Helenium sp. en la zona. 9

1. Resumen ejecutivo

Para dar cumplimiento al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 del Proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó en la viñeta número 2 de la página 55, se procedieron a plantar el 01 junio del año 2018 136 individuos de la especie *Cumulopuntia sphaerica* en el sector de influencia de la tubería en la Quebrada el León. Esta plantación está siendo monitoreada trimestralmente por lo que el presente informe es el cuarto monitoreo posterior a la plantación, ejecutado el veintitrés de mayo del 2018.

Los resultados del quinto monitoreo realizado en agosto del 2019 son:

De los 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* plantados en el sector de la Quebrada el León en junio del año 2018, 118 individuos equivalentes al 87% se encuentran vivos. Además, el número de individuos vivos se mantiene constante desde el tercer monitoreo ejecutado mostrando una clara adaptación de la especie.

Las plantas presentan nuevos puntos de crecimiento. Un 81% de los individuos ha generado nuevos puntos de crecimiento los cuales se encuentran vigorosos al momento del monitoreo.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 viñeta número 2 de la página 55.

2. Introducción

Las cactáceas son especies altamente adaptadas a la aridez y una parte importante de la biodiversidad de Atacama. En particular, son especies con una presencia restringida y muy importante en el Desierto de Atacama. Las cactáceas son especiales debido a sus fuertes adaptaciones fisiológicas y físicas para sobrevivir a condiciones de extrema aridez (Señoret y Acosta, 2013). Entre las adaptaciones físicas se cuentan la ausencia de hojas, generación de raíces reservantes y cuerpos adaptados para acumular agua y nutrientes. En cuanto, a las fisiológicas estas son avanzadas e implican procesos como separar la fotosíntesis en dos etapas minimizando así la perdida de agua del proceso al máximo. Por tanto, las cactáceas son especies altamente exitosas en ecosistemas áridos e importantes en la biodiversidad del país.

El concepto de biodiversidad apunta a toda la diversidad biológica de especies que puede concentrarse en un ecosistema. Dentro de esta diversidad, existe la diversidad intra e inter específica, aumentando así, la complejidad del concepto. La relevancia de la biodiversidad radica en el gran número de interacciones que se establecen en los ecosistemas y las funciones y servicios ecosistémicos que esto pueda implicar. Es por ello que con el fin de preservar la diversidad, Chile cuenta desde el año 2003 con la Estrategia Nacional de la Biodiversidad, la que dirige esfuerzos mancomunados en busca de la protección y uso sustentable de los ecosistemas.

En el marco de la conservación de la biodiversidad existen los sitios prioritarios entre ellos la Quebrada el León. En particular, el sitio prioritario Quebrada el León se encuentra a 10 km al norte de la ciudad de Caldera y tiene una extensión de aproximadamente 53 km^2 (Squeo et al 2008). En esta zona se encuentran variadas especies de cactáceas de los géneros Eulychnia, Copiapoa , Neoporteria y Cumulopuntia. El paso de la tubería del proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó por la zona de la Quebrada el León generó que existiera la necesidad de realizar medidas para conservar las especies de alto endemismo según lo descrito en el numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 en la viñeta número 2 de la página 55. Es por ello que se procedió a plantar el primero de junio del 2018 136 individuos de la especie *Cumulopuntia sphaerica* en el sector de influencia indirecta de la tubería.

El presente documento corresponde al quinto monitoreo de la plantación, ejecutado el treinta de agosto del 2019 por el Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agropecuarias, Javier Pardo Baeza.

2.1. Objetivo

Informar y evaluar el estado de la plantación de cactáceas plantadas en el marco del Proyecto en la zona de la Quebrada el León.

3. Materiales y Métodos

3.1. Descripción del sitio

La zona donde se realizó la plantación de las cactáceas se encuentra cercana a la zona de instalación de la tubería del proyecto (Fig. 1). Es una zona con suelos arenosos y poco compactados. En cuanto a su composición vegetal la zona de plantación no presenta vegetación y en las áreas aledañas destaca un matorral abierto donde es frecuente la presencia de *Tetragonia sp, Skytanthus acutus* y varias especies del genero Nolana. En particular la zona seleccionada tiene coordenadas este 324.151 y norte 7.015.380 Datum 84 Huso 19.



Figura 1: Zona de plantación de cactáceas.

3.2. Producción, plantación y monitoreo de individuos.

Los individuos fueron producidos en el vivero Biorestauración inscrito en la nomina de viveros y depósitos de plantas del SAG con el número 12 del 23 de noviembre del 2015. Para producirlos se procedió a colectar artejos desde la zona de la Quebrada el León se colectaron solo artejos desprendidos naturalmente de la planta y en condiciones deficitarias para rehabilitarlos y fomentar su desarrollo (Fig.2). Los individuos permanecieron en vivero aproximadamente 12 meses (Fig. 3) y posteriormente fueron plantados en terreno.



Figura 2: Individuos colectados y puestos en cama a enraizar.



Figura 3: Individuos adaptados y en crecimiento en la cama meses después.

Para evaluar el éxito de la plantación se procedió a ejecutar una visita el día veintitrés de mayo del año 2019. En esta visita se evaluó la presencia o ausencia de puntos de crecimiento y el estado general de los individuos.

3.3. Materiales

En cuanto a materiales, las labores fueron apoyadas por el uso de:

Reglas, cámaras fotográficas, GPS Garmin Oregón 650, Camioneta 4x4, humus de lombriz, palas, estanque de 630 litros, mangueras de riego.

4. Resultados

De los 136 individuos plantados el primero de junio del año 2018 118 individuos se encontraron activos. Lo anterior implica que un 87% de los individuos presenta actividad, cumpliéndose por tanto sobre un 75% de éxito de la partida a casi un año de ejecutada.

5. Discusión

La especie presenta signos de adaptación positivos, un 81% de los individuos presenta nuevos puntos de crecimiento de buen vigor (Fig.4) lo cual indica adaptación de los individuos a las condiciones de terreno.



Figura 4: Cumulopuntia con nuevo punto de crecimiento.

Cumulopuntia sphaerica se adapta de buena forma a la zona formando rápidamente nuevos puntos de crecimiento. Este aumento en el número de artejos y tamaño de estos se observa de manera masiva en la plantación (Fig. 5) Al aumentar el número de artejos la planta asegura reservas de nutrientes y agua para periodos difíciles.



Figura 5: Cumulopuntias con buen desarrollo.

En cuanto a la evolución en el tiempo la supervivencia de individuos ha disminuido en solo un 13% en aproximadamente 15 meses (Tabla: 1). Además, un porcentaje importante de individuos presenta actividad apical. Todo lo anterior indica que existe una adecuada supervivencia de la especie.

Tabla 1: Evolución del estado de los individuos plantados en junio del año 2018.

N° de monitoreo	N° de individuos vivos	Supervivencia (%)	Individuos con actividad	Actividad apical (%)
Monitoreo 1	130	96%	0	0%
Monitoreo 2	120	88%	72	60%
Monitoreo 3	118	87%	63	53%
Monitoreo 4	118	87%	90	76%
Monitoreo 5	118	87%	96	81%

Los individuos reciben cuidados periódicos, estos son regados de manera mensual. Estos cuidados han generado la aparición de otras especies nativas como pequeños Helenium sp. Las visitas son registradas en una planilla disponible en la portería de la Planta Desalinizadora. La planilla de visita se adjunta en los anexos del presente monitoreo.



Figura 6: Especie desarrollándose junto a una cactácea.



Figura 7: Helenium sp. en la zona.

6. Conclusiones

De los 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* plantados en el sector de la Quebrada el León en junio del año 2018, 118 individuos equivalentes al 87% se encuentran vivos. Además, el número de individuos vivos se mantiene constante desde el tercer monitoreo ejecutado mostrando una clara adaptación de la especie.

Las plantas presentan nuevos puntos de crecimiento. Un 81% de los individuos ha generado nuevos puntos de crecimiento los cuales se encuentran vigorosos al momento del monitoreo.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 viñeta número 2 de la página 55.

7. Bibliografía

Alvarez M., S. Cordoba, F. Escobar, G. Fagua, H. Mendoza, M. Ospina, A. Umaña y H.Villarreal. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt .Segunda Edición. Colombia. 236 p.

Eggli Urs.2004. Illustrated handbook of succulent plants Illustrated Handbook of SucculentPlants: Dicotyledons. Springer edition. Germany. Berlin.

Gajardo R., 1994. La vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria S.A. Santiago, Chile. 165 p.

Hoffmann A, Walter H., 2004. Cactáceas en la flora silvestre de Chile. Ediciones fundación Claudio Gay. Chile.307 p

Ministerio de Medio Ambiente. 2012. Fichas de especie *Opuntia atacamensis*. Santiago. Chile. 4 p.

Señoret F, Acosta J., 2013. Cactáceas Nativas de Chile. Guía de campo. Corma Bio-Bio. Primera edición. Chile.248 p.

Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (2008) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. xvi + 456 pp.

Vega A. Ecología de comunidades. Ecología de poblaciones. Universidad Católica del Norte. Abril 2010.

8. Referencias

Numeral 7.2.1 de RCA 192/2010 del proyecto “Abastecimiento de agua para la minería del valle de Copiapó.

Carta respuesta Resolución exenta N°004, ingresada a superintendencia de medio ambiente el 21 de abril del 2017.

Anexo 1: Profesional responsable.

Javier Pardo Baeza: Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agronómicas. Recolección de datos, elaboración de informe, análisis estadísticos.



Carnet Nº

Nº 111/2010 TG

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATOLICA
DE VALPARAISO
CHILE

CERTIFICADO

Certifico que según consta del Decreto de Rectoria Nº 37/2010 de 6 de enero de 2010 se ha conferido el título de Ingeniero Agrónomo a don **JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA.**

Valparaiso, 23 de febrero de 2010

Alan Bronfman Vargas
Secretario General

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Agosto 2019.	Fecha	04-09-2019
		Código interno	AM-MCQL-05
		Revisión	01
		Versión	01



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

CERTIFICADO

Oficio N°610.827/2018

Certifico que según consta del Decreto de Rectoría N° 490/2018 de 11 de Abril de 2018 se ha conferido el Grado de Magíster en Ciencias Agronómicas y Ambientales a Don JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA con la calificación final 6,7 (cinco, siete) y con la distinción Distinción.

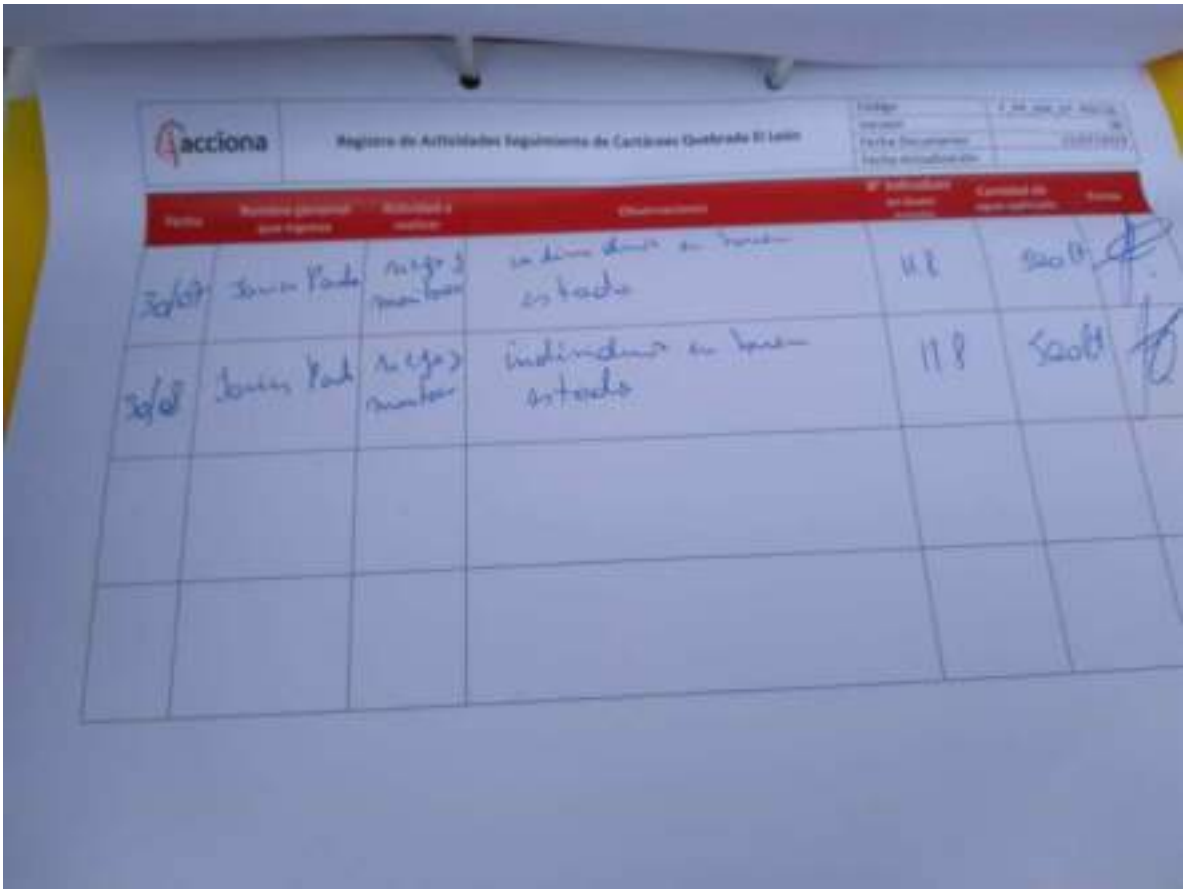
Valparaíso, 03 de Agosto de 2018

JUAN CARLOS GENTINA MORALES
SECRETARIO GENERAL

Scanned by CamScanner

Anexo 2: Planilla de visita de la zona.

Durante el año 2019 se procederá a implementar planillas de visita de las plantación de *Cumulopuntia sphaerica*. Estas visitas son al menos mensuales y contemplan el riego de individuos.



	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Noviembre 2019.	Fecha	09-12-2019
		Código interno	AM-MCQL-06
		Revisión	01
		Versión	01

Sexto informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León.

Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó.

Elaborado por	*Biorestauración Consultores.*
Solicitado por	*Acciona aguas*
Titular	*Aguas CAP.*

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
Javier Pardo Baeza	Javier Pardo Baeza	Javier Pardo Baeza

	Informe de monitoreo de cactáceas sector Quebrada el León. Noviembre 2019.	Fecha	09-12-2019
		Código interno	AM-MCQL-06
		Revisión	01
		Versión	01

INDICE

1. Resumen ejecutivo 2
2. Introducción 3
2.1. Objetivo 3
3. Materiales y Métodos 4
3.1. Descripción del sitio 4
3.2. Producción, plantación y monitoreo de individuos. 4
3.3. Materiales 6
4. Resultados 6
5. Discusión 6
6. Conclusiones 9
7. Bibliografía 9
8. Referencias 10
Anexo 1: Profesional responsable. 11
Anexo 2: Planilla de visita de la zona. 13

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zona de plantación de cactáceas. 4
Figura 2: Individuos colectados y puestos en cama a enraizar. 5
Figura 3: Individuos adaptados y en crecimiento en la cama meses después. 5
Figura 4: Cumulopuntia con nuevo punto de crecimiento. 7
Figura 5: Cumulopuntias con buen desarrollo. 7
Figura 6: Helenium sp. en la zona. 8

1. Resumen ejecutivo

Para dar cumplimiento al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 del Proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó en la viñeta número dos de la página 55, se procedieron a plantar el primero de junio del año 2018 136 individuos de la especie *Cumulopuntia sphaerica* en el sector de influencia de la tubería en la Quebrada el León. Esta plantación está siendo monitoreada trimestralmente por lo que el presente informe es el sexto monitoreo posterior a la plantación, ejecutado el veinte de noviembre del 2019.

Los resultados del quinto monitoreo realizado en noviembre del 2019 son:

De los 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* plantados en el sector de la Quebrada el León en junio del año 2018, 109 individuos equivalentes al 80% se encuentran vivos.

Las plantas presentan nuevos puntos de crecimiento. Un 81% de los individuos ha generado nuevos puntos de crecimiento los cuales se encuentran vigorosos al momento del monitoreo.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 viñeta número 2 de la página 55.

2. Introducción

Las cactáceas son especies altamente adaptadas a la aridez y una parte importante de la biodiversidad de Atacama. En particular, son especies con una presencia restringida y muy importante en el Desierto de Atacama. Las cactáceas son especiales debido a sus fuertes adaptaciones fisiológicas y físicas para sobrevivir a condiciones de extrema aridez (Señoret y Acosta, 2013). Entre las adaptaciones físicas se cuentan la ausencia de hojas, generación de raíces reservantes y cuerpos adaptados para acumular agua y nutrientes. En cuanto, a las fisiológicas estas son avanzadas e implican procesos como separar la fotosíntesis en dos etapas minimizando así la perdida de agua del proceso al máximo. Por tanto, las cactáceas son especies altamente exitosas en ecosistemas áridos e importantes en la biodiversidad del país.

El concepto de biodiversidad apunta a toda la diversidad biológica de especies que puede concentrarse en un ecosistema. Dentro de esta diversidad, existe la diversidad intra e inter específica, aumentando así, la complejidad del concepto. La relevancia de la biodiversidad radica en el gran número de interacciones que se establecen en los ecosistemas y las funciones y servicios ecosistémicos que esto pueda implicar. Es por ello que con el fin de preservar la diversidad, Chile cuenta desde el año 2003 con la Estrategia Nacional de la Biodiversidad, la que dirige esfuerzos mancomunados en busca de la protección y uso sustentable de los ecosistemas.

En el marco de la conservación de la biodiversidad existen los sitios prioritarios entre ellos la Quebrada el León. En particular, el sitio prioritario Quebrada el León se encuentra a 10 km al norte de la ciudad de Caldera y tiene una extensión de aproximadamente 53 km^2 (Squeo et al 2008). En esta zona se encuentran variadas especies de cactáceas de los géneros Eulychnia, Copiapoa , Neoporteria y Cumulopuntia. El paso de la tubería del proyecto de Abastecimiento de Agua Para La Minería del Valle de Copiapó por la zona de la Quebrada el León generó que existiera la necesidad de realizar medidas para conservar las especies de alto endemismo según lo descrito en el numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 en la viñeta número 2 de la página 55. Es por ello que se procedió a plantar el primero de junio del 2018 136 individuos de la especie *Cumulopuntia sphaerica* en el sector de influencia indirecta de la tubería.

El presente documento corresponde al sexto monitoreo de la plantación, ejecutado el veinte de noviembre del 2019 por el Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agropecuarias, Javier Pardo Baeza.

2.1. Objetivo

Informar y evaluar el estado de la plantación de cactáceas plantadas en el marco del Proyecto en la zona de la Quebrada el León.

3. Materiales y Métodos

3.1. Descripción del sitio

La zona donde se realizó la plantación de las cactáceas se encuentra cercana a la zona de instalación de la tubería del proyecto (Fig. 1). Es una zona con suelos arenosos y poco compactados. En cuanto a su composición vegetal la zona de plantación no presenta vegetación y en las áreas aledañas destaca un matorral abierto donde es frecuente la presencia de *Tetragonia sp, Skytanthus acutus* y varias especies del genero Nolana. En particular la zona seleccionada tiene coordenadas este 324.151 y norte 7.015.380 Datum 84 Huso 19. La visita al sitio fue realizada el 20 de noviembre del 2019.



Figura 1: Zona de plantación de cactáceas.

3.2. Producción, plantación y monitoreo de individuos.

Los individuos fueron producidos en el vivero Biorestauración inscrito en la nomina de viveros y depósitos de plantas del SAG con el número 12 del 23 de noviembre del 2015. Para producirlos se procedió a colectar artejos desde la zona de la Quebrada el León se colectaron solo artejos desprendidos naturalmente de la planta y en condiciones deficitarias para rehabilitarlos y fomentar su desarrollo (Fig.2). Los individuos permanecieron en vivero aproximadamente 12 meses (Fig. 3) y posteriormente fueron plantados en terreno.



Figura 2: Individuos colectados y puestos en cama a enraizar.



Figura 3: Individuos adaptados y en crecimiento en la cama meses después.

Para evaluar el éxito de la plantación se procedió a ejecutar una visita el día veintitrés de mayo del año 2019. En esta visita se evaluó la presencia o ausencia de puntos de crecimiento y el estado general de los individuos.

3.3. Materiales

En cuanto a materiales, las labores fueron apoyadas por el uso de:

Reglas, cámaras fotográficas, GPS Garmin Oregón 650, Camioneta 4x4, humus de lombriz, palas, estanque de 630 litros, mangueras de riego.

4. Resultados

De los 136 individuos plantados el primero de junio del año 2018 109 individuos se encontraron activos. Lo anterior implica que un 80% de los individuos presenta actividad, cumpliéndose por tanto sobre un 75% de éxito de la partida a casi un año de ejecutada. Es importante destacar que no se descarta que se generen nuevos individuos debido a desprendimiento y enraizamiento de artejos en la zona.

5. Discusión

La especie presenta signos de adaptación positivos, un 91% de los individuos presenta nuevos puntos de crecimiento de buen vigor (Fig.4) lo cual indica adaptación de los individuos a las condiciones de terreno.



Figura 4: Cumulopuntia con nuevo punto de crecimiento.

Cumulopuntia sphaerica se adapta de buena forma a la zona formando rápidamente nuevos puntos de crecimiento. Este aumento en el número de artejos y tamaño de estos se observa de manera masiva en la plantación (Fig. 5) Al aumentar el número de artejos la planta asegura reservas de nutrientes y agua para periodos difíciles.



Figura 5: Cumulopuntias con buen desarrollo.

En cuanto a la evolución en el tiempo la supervivencia de individuos ha disminuido en solo un 20% en aproximadamente 18 meses (Tabla: 1). Además, un porcentaje importante de

individuos presenta actividad apical. Todo lo anterior indica que existe una adecuada supervivencia de la especie.

Tabla 1: Evolución del estado de los individuos plantados en junio del año 2018.

N° de monitoreo	N° de individuos vivos	Supervivencia (%)	Individuos con actividad	Actividad apical (%)
Monitoreo 1	130	96%	0	0%
Monitoreo 2	120	88%	72	60%
Monitoreo 3	118	87%	63	53%
Monitoreo 4	118	87%	90	76%
Monitoreo 5	118	87%	96	81%
Monitoreo 6	109	80%	102	93%

Los individuos reciben cuidados periódicos, estos son regados de manera mensual. Estos cuidados han generado la aparición de otras especies nativas como pequeños Helenium sp. (Fig. 7) Las visitas son registradas en una planilla disponible en la portería de la Planta Desalinizadora. La planilla de visita se adjunta en los anexos del presente monitoreo.



Figura 6: Helenium sp. en la zona.

6. Conclusiones

De los 136 individuos de *Cumulopuntia sphaerica* plantados en el sector de la Quebrada el León en junio del año 2018, 109 individuos equivalentes al 80% se encuentran vivos.

Las plantas presentan nuevos puntos de crecimiento. Un 81% de los individuos ha generado nuevos puntos de crecimiento los cuales se encuentran vigorosos al momento del monitoreo.

Con el presente informe se da cumplimiento parcial al numeral 7.2.1 de la RCA 192/2010 viñeta número 2 de la página 55.

7. Bibliografía

Alvarez M., S. Cordoba, F. Escobar, G. Fagua, H. Mendoza, M. Ospina, A. Umaña y H.Villarreal. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt .Segunda Edición. Colombia. 236 p.

Eggli Urs.2004. Illustrated handbook of succulent plants Illustrated Handbook of SucculentPlants: Dicotyledons. Springer edition. Germany. Berlin.

Gajardo R., 1994. La vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria S.A. Santiago, Chile. 165 p.

Hoffmann A, Walter H., 2004. Cactáceas en la flora silvestre de Chile. Ediciones fundación Claudio Gay. Chile.307 p

Ministerio de Medio Ambiente. 2012. Fichas de especie *Opuntia atacamensis*. Santiago. Chile. 4 p.

Señoret F, Acosta J., 2013. Cactáceas Nativas de Chile. Guía de campo. Corma Bio-Bio. Primera edición. Chile.248 p.

Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (2008) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. xvi + 456 pp.

Vega A. Ecología de comunidades. Ecología de poblaciones. Universidad Católica del Norte. Abril 2010.

8. Referencias

Numeral 7.2.1 de RCA 192/2010 del proyecto “Abastecimiento de agua para la minería del valle de Copiapó.

Carta respuesta Resolución exenta N°004, ingresada a superintendencia de medio ambiente el 21 de abril del 2017.

Anexo 1: Profesional responsable.

Javier Pardo Baeza: Ing. Agrónomo Magister en Ciencias Ambientales y Agronómicas. Recolección de datos, elaboración de informe, análisis estadísticos.



Carnet Nº

Nº 111/2010 TG

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATOLICA
DE VALPARAISO
CHILE

CERTIFICADO

Certifico que según consta del Decreto de Rectoria Nº 37/2010 de 6 de enero de 2010 se ha conferido el título de Ingeniero Agrónomo a don **JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA.**

Valparaiso, 23 de febrero de 2010

Alan Bronfman Vargas
Secretario General



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

CERTIFICADO

Oficio N°810.827/2018

Certifico que según consta del Decreto de Rectoría N° 490/2018 de 11 de Abril de 2018 se ha conferido el Grado de Magíster en Ciencias Agronómicas y Ambientales a Don JAVIER ALEJANDRO PARDO BAEZA con la calificación final 6,7 (cinco, siete) y con la distinción Distinción.

Valparaíso, 03 de Agosto de 2018

JUAN CARLOS GENTINA MORALES
SECRETARIO GENERAL

Scanned by CamScanner

Anexo 2: Planilla de visita de la zona.

Durante el año 2019 se procederá a implementar planillas de visita de las plantación de *Cumulopuntia sphaerica*. Estas visitas son al menos mensuales y contemplan el riego de individuos.

acciona — Registro de Actividades Rescate y Relocalización de Cactáceas ZPA

Código	F_PR_MA_07-RR&RC
Versión	00
Fecha documento	11/07/2019
Fecha actualización	

Fecha	Nombre personal que ingresa	Actividad a realizar	Observaciones	N° individuos en buen estado	Cantidad de agua aplicada	Firma
30/07	Javier Pardo	Monitoreo		288	-	
16/08	Javier Pardo	Monitoreo	Riego parcializado por porcata. (50 individuos)	288	150 lt.	
17/09	Javier Pardo	Monitoreo	Riego parcializado	288	150 lt	
21/10	Javier Pardo	Monitoreo	Riego Parcial	285	300	

Tierra del Sol Investigacion & Desarrollo	Informe Técnico	COD: TS-EA-IT- 369
		Revisión: 01
	Avance Nº3 Ecosistémico	Fecha: 22-11-2014
		Versión: 01

INFORME DE AVANCE

ESTUDIO ECOSISTEMICO SITIO PRIORITARIO QUEBRADA GUAMANGA CAMAPAÑA DE INVIERNO

Revisión del Documento		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Equipo Tierra del Sol Consultores	Pablo Bruna P.	Flavio Olivares Zuleta
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Equipo Tierra del Sol Consultores	Encargado Dpto. Estudio Ambientales	Gerente Tierra del Sol Consultores

INDICE

1 OBJETIVOS DEL INFORME 3

2 METODOLOGIA 3

2.1.1 Área de Estudio 4

2.2 Flora 5

2.2.1 Trabajo de gabinete 5

2.2.2 Trabajo en terreno 5

2.2.3 Distribución de especies en categoría de conservación 7

2.2.4 Listado de especies en categoría de conservación 8

2.3 Fauna 8

2.3.1 Trabajo de gabinete 8

2.3.2 Trabajo en terreno 9

3 AVANCES DE RESULTADOS 15

3.1 Flora 15

3.1.1 Unidades vegetacionales 15

3.1.2 Flora potencial 16

3.1.5 Listado de especies en categoría de conservación 20

3.2 FAUNA 24

3.2.1 Muestreo de aves 24

3.2.2 Muestreo de mamíferos 27

3.2.3 Muestreo de reptiles 30

3.2.4 Muestreo de anfibios 33

3.2.5 Entomofauna 33

4 BIBLIOGRAFIA 40

1 OBJETIVOS DEL INFORME

Entregar los reportes de la Campaña Nº 3 de terreno al Sitio Prioritario Quebrada de Guamanga, Invierno 2014

2 METODOLOGIA

La campaña de invierno se llevó a cabo durante los días 8 y 15 de septiembre, con una totalidad de 8 profesionales en terreno.
Esta campaña contempló la toma de datos de todas las unidades muestreales definidas anteriormente, donde se hizo un recorrido exhaustivo de cada una de ellas, levantando datos estacionales de flora y fauna específicamente.

Cabe mencionar que con anterioridad, se realizó una revisión metodológica de los puntos muestreados en las temporadas pasadas, a lo cual se le añadió un análisis de interpretación geomorfológica espacial, con el objetivo de contar con una grilla de muestreo en donde estuviesen representadas estadísticamente todas las geoformas que componen el Sitio Prioritario, lo que se buscó con esta metodología fue que todos los grupos faunísticos y la composición de la flora tengan la misma probabilidad de ser encontrados en los muestreos.

Los resultados de este ajuste metodológico sugirió 64 puntos dentro del área de estudio, representando, fondos de quebrada, laderas con exposición , norte , sur , este y oeste, planicies y cumbres.

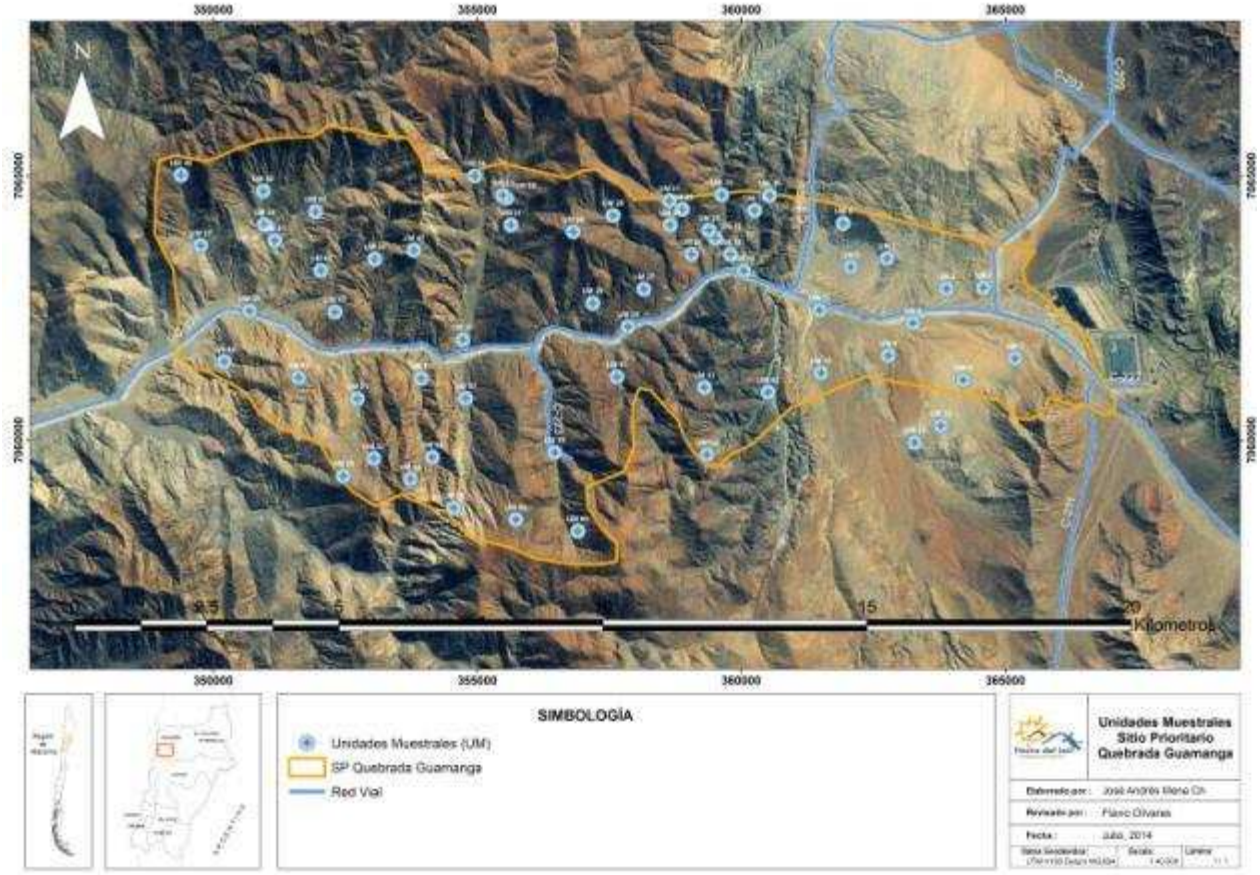
A estos 64 puntos se le ha asignado el nombre de Unidades Muestreales (UM), las que tienen como particularidad que en cada UM se realiza una batería de muestreos de fauna y de flora, tal como lo indican las metodologías que se presentan más adelante.

Una de las ventajas de trabajar con estas Unidades Muestreales es que permitirá trabajar con modelos de distribución de especies, herramienta clave en la actualidad en la conservación y manejo de áreas silvestres.

2.1.1 Área de Estudio

Son 64 unidades muestréales distribuidas en el Sitio Prioritario de Guamanga, tal como se muestra a continuación:

Imagen 1: Unidades Muestreales en el Sitio Prioritario Quebrada Guamanga



2.2 Flora

2.2.1 Trabajo de gabinete

2.2.1.1 Unidades vegetacionales

Para la definición de unidades vegetacionales se utilizó como fuente bibliográfica las publicaciones realizadas por Luebert y Pliscoff (2006), Gajardo (1994), CONAF, CONAMA y BRIF (1999). En cada una de ellas se definen comunidades vegetacionales que se extienden por el área de estudio. Al cruzar la información de todos los estudios se obtienen unidades vegetacionales potenciales con características específicas, las cuales son utilizadas para realizar la caracterización en detalle de la vegetación.

Cada formación vegetal potencial es georeferenciada a través de sistema de coordenadas UTM, datum WGS 1984, huso 19 sur.

Dado que estos estudios fueron realizados a una escala muy superior a la del presente análisis, las formaciones vegetales resultantes son solo potenciales formaciones reales del área.

2.2.1.2 Flora Potencial del área de estudio

Para la elaboración del listado de especies potenciales se consultó como referencia el Libro Rojo de Atacama (Squeo, 2008), en el cual se identificaron todas las especies que se encuentran listadas para la Comuna de Chañaral. Este listado es utilizado como base general para todas las especies que potencialmente pudiesen estar ubicadas dentro del sitio Prioritario Quebrada Guamanga. Por otro parte se consultaron las Líneas de Base de flora ingresadas al Sistema de Evaluación Ambiental que se han realizado en las cercanías del área de estudio.

2.2.2 Trabajo en terreno

La identificación de las formaciones vegetacionales, se realizó por medio de la aproximación cartográfica fitofisionómica de COT, desarrollada por el CEPE/CNRS2 de Montpellier, Francia, y

adaptada a las condiciones del país por Etienne y Contreras (1981), la cual es descrita en detalle por Etienne y Prado (1982). El método está orientado a la descripción cartográfica de la vegetación presente en un área determinada, cuyo nivel de detalle dependerá de la escala de trabajo.

La descripción de la vegetación mediante este método involucra la evaluación de dos variables:

- Formación vegetal en términos estructurales.
- Especies dominantes, definidas como aquellas especies que presentan el mayor porcentaje de cobertura en cada unidad.

De esta manera, el uso de la metodología de la COT permitirá:

- Determinar unidades de vegetación en el área de estudio.
- Conocer la composición florística de las unidades descritas.

El método establece que la denominación de la formación vegetal está dada por la importancia relativa de los distintos tipos biológicos en la comunidad. El método establece coberturas mínimas de los tipos biológicos para ser considerados dominantes (mayor o igual a 1% en zonas desérticas, mayor o igual a 10% en zonas áridas, y mayor o igual a 25% en zonas semiáridas, subhúmedas, húmedas y templadas).

Se utilizaron los criterios descritos en Etienne y Prado (1982), para clasificar la densidad relativa de una formación vegetal en zonas áridas lo que se muestra en la siguiente tabla (Tabla 1).

Tabla 1. Criterios para clasificar una formación vegetal compleja en zonas áridas

Herbáceas (H)	Leñosas Bajas (Lb)	10 – 25	25 – 50	50 – 75	75 – 100
	Índice	3	4	5	6
10 – 25	3	Mc	C	Pd	Pd
25 – 50	4	C	Pd	Pd	D
50 – 75	5	Pd	Pd	D	D
75 – 100	6	Pd	D	d	Md

MC: Muy clara; C: Clara; Pd: Poco densa; D: Densa; Md: Muy densa.

Para abarcar la extensión del polígono (Unidad vegetacional), cada unidad de muestreo se realizaron parcelas de muestreo circulares de radio 15 m (707 m^2).

Para complementar los datos de la composición florística de cada unidad de estudio, se realizaron colectas y muestreos intensivos de todas las plantas vasculares a lo largo de cada transecta, aún cuando estas no se encuentren en las parcelas muestreadas.

En cada sector se procedió a inventariar la flora presente, registrando el nombre científico de la especie, la abundancia por medio de la metodología Braun-Blanquet (Tabla 2).

Tabla 2: Codificación "abundancia relativa de flora" según criterio de Braun-Blanquet.

Código	Abundancia
R	1 individuo
+	2 – 4 individuos
1	5 – 20%
2	20 – 40%
3	40 – 60%
4	60 – 80%
5	80 – 100%

Cada especie registrada es colectada y fotografiada para su posterior verificación taxonómica en gabinete.

2.2.3 Distribución de especies en categoría de conservación

Para determinar la distribución de las especies en categoría de conservación presentes en el Sitio Prioritario Quebrada Guamanga, se trabajó en las 64 unidades muéstrales (UM) definidas anteriormente en donde se realizaron parcelas circulares de 15 m de radio (707 m^2) en las cuales se cuantificó la estructura de la formación vegetacional en términos de dominancia, abundancia y cobertura.

2.2.4 Listado de especies en categoría de conservación

El estado de conservación de las especies se determinó según las categorías establecidas en el Decreto 29 del 2011 que aprueba el reglamento de clasificación de especies silvestres. Las categorías reconocidas son: “Extinta”, “En Peligro de Extinción”, “Vulnerable”, “Insuficientemente Conocida”, “Casi Amenazada”, “Fuera de Peligro”, y “Rara”.

Se verificó la lista de especies contenidas en los Decretos Supremos números 151/ 2007, 50/2008, 51/2008, 23/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 33/2012, 41/2012, 42/2012, 19/2013, 13/2013 y 52/2014 del Ministerio del Medio Ambiente que oficializan el estado de conservación de las especies vegetales.

En el entendimiento que los listados oficiales se encuentran en desarrollo, se revisó además las especies catalogadas en otros listados nacionales, incluyendo el “Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile” (Benoit, 1989) y el Boletín del Museo Nacional de Historia Natural Nº 47 (1998), Cactaceas de Chile (Hoffmann, 2001)

Para complementar, se consultará el Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios de la Región de Atacama (Squeo, 2008), el que si bien no es un documento válido legalmente, se considera como instrumento de consulta de las especies regionales que se encuentran en algún estado de conservación.

Por otra parte se analizó el Decreto 68 del año 2009 que establece, aprueba y oficializa nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país, para dar cumplimiento a lo que establece la Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

2.3 Fauna

2.3.1 Trabajo de gabinete

El trabajo en gabinete se realizó antes de la campaña de verano, lo que consistió en la elaboración de tablas con especies potenciales a encontrar en el área de estudio, presentando la información por cada grupo faunístico, donde se describe siguiente:

- Especies potenciales: Agrupadas taxonómicamente por Orden, Familia y Especies
- Nombre común: Según bibliografía

- Origen geográfico: Según Bibliografía por grupo faunístico

Estado de Conservación: Según (LDC) Ley de Caza, D.S. N°5/ 1998 y su Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) (D.S. Nº 29/ 2011; con los cinco (5) procesos de clasificación: D.S. 151/2007, DS 51/2008, 23/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 33/2012, 41/2012, 42/2012, 19/2013, 13/2013 y 52/2014 del Ministerio del Medio Ambiente que oficializan el estado de conservación de la fauna.

- Por lo demás, se prepararon las tablas para sistematizar la información de trabajo de terreno, para lo que fue importante precisar:
- Unidades Muestreales donde se avistaron las especies.

Se cuantifica la presencia y abundancia de vertebrados, registrando en forma directa avistamiento y audiciones.

Cabe mencionar que para entomología, se realiza una exhaustiva revisión de publicaciones científicas que hacen referencia a insectos presentes en la región estudiada en una primera instancia, esta involucra a las especies pertenecientes al orden Coleóptera.

2.3.2 Trabajo en terreno

En esta campaña se recorrieron todas las unidades muestreales definidas en los terrenos anteriores, utilizando las mismas metodologías de estudio por grupo faunístico, donde fue importante el registro de datos y el monitoreo a las tramas cámara instaladas anteriormente.

En este sentido, cabe volver a describir las metodologías usadas, donde el trabajo en terreno se realizó sistemáticamente en las 64 UM (Unidades Muestreales) realizando una batería de muestreos de acuerdo al grupo faunístico analizado, como se describe a continuación:

Muestreo de aves

Para el registro de la avifauna, se utilizó una metodología mixta, la que consistió en:

- Transectas de ancho variable: la que consiste en realizar recorridos a pie y en vehículo por el área del sitio prioritario.

- Observación en puntos fijos: donde se dispuso de un observador en un punto determinado por 15 minutos en un radio variable.

Las observaciones se llevaron a cabo con la ayuda de binoculares, además se realizó el reconocimiento de vocalizaciones como cantos y/o gritos y la identificación de la localización e identificación de plumas, nidos, etc. A modo de apoyo para el reconocimiento en terreno de las especies se utilizaron las guías de campo de Araya y Millie (1995), González y Martínez (2004) y Jaramillo (2005).

Muestreo de mamíferos

a) Macromamiferos

Las observaciones se realizaron a través de avistamientos directos e indirectos, en el primero se definieron rutas de observación de macromamíferos, donde se georefenció la presencia de cada especie detectada. Para el avistamiento indirecto se consideró el empleo de técnicas indirectas como la localización e identificación de huellas, madrigueras, restos óseos y de fecas, especialmente se recolectaron fecas de zorro para su posterior análisis.

b) Micromamiferos

- Trampas Sherman y Thomahawk para la captura de micromamíferos, el esfuerzo de captura fue de 100 trampas noche en los lugares seleccionados.

- Trampas balde: se instalaron 64 trampas balde distribuidas en las unidades muestreales.

c) Trampas cámara

En la campaña de otoño se instalaron 25 trampas cámaras, 14 de ellas quedaron permanentes y las restantes 11 se movilizaron durante los días de terreno con el objetivo de buscar lugares y especies claves. El mapa solo señala el lugar de las trampas fijas que quedaron en la campaña de otoño.

Mientras en la campaña de invierno, se revisaron las mismas trampas instaladas en los puntos definidos anteriormente, donde se descargaron las fotografías y se cambiaron las pilas de cada equipo.

Imagen 2: Trampas cámara





Fotografía 1: Trampa balde



Fotografía 2: Trampas Sherman

Muestreo de Reptiles

Para el reconocimiento de reptiles se realizaron recorridos por las distintas UM del área de estudio, donde se definieron transectas de muestreo de 32 metros de ancho por 300 metros de largo, estas fueron recorridas por 3 profesionales a la vez.

Se realizó observación directa de ejemplares y se detectaron también a través de evidencias indirectas (restos de pieles, fecas, huellas, madrigueras, etc.). En casos necesarios se capturaron individuos con técnicas de manejo adecuadas[1] para su identificación, registro y fotografía. Para la identificación de las especies se utilizarán libros como los de Donoso-Barros (1963), la guía de reconocimiento de Mella (2005), Pincheira-Donoso y Nuñez (2005).

Muestreo de Anfibios

Para la prospección de anfibios los esfuerzos se orientaron a la observación y escucha en los sectores de aguada ubicados dentro del área donde se emplaza el sitio prioritario. En caso de ser necesario, esta información podrá ser complementada con visitas nocturnas, ello con la finalidad de observar y localizar individuos adultos utilizando la técnica de desafíos a través de vocalizaciones. Para la identificación de las especies se utilizaron libros como los de Donoso-Barros (1963), la guía de reconocimiento de Mella (2005), y Vidal (2005).

Muestreo de entomofauna

En terreno se realizaron colectas manuales. Éstas consisten en recorrer el sitio de muestreo observando insectos voladores, en plantas y bajo piedras y de follaje de 4 especies de plantas, con tres réplicas para las especies *Nolana crassulifolia, Nolana leptophylla, Eremocharis*

[1] Por técnicas de manejo adecuadas se entiende la captura de ejemplares a los cuales no se les genera daño físico o la muerte. Las técnicas utilizadas por el equipo en terreno son: 1.- captura manual con guantes quirúrgicos (durante las primeras horas del día, donde los reptiles tienen una reacción lenta); y 2.- utilizando el método de vara lazo o nudo corredizo (nudo corredizo ubicado en el extremo de una vara de largo variable). Ambos métodos son muy eficientes para la captura de reptiles.

fruticosa y *Nolana.sp,* este muestreo consistió en sacudir las plantas sobre una tela, posteriormente se guardó lo colectado en bolsas con alcohol.

Los puntos de muestreo manuales consisten en zonas aleatorias realizadas en caminatas en cerros, quebradas, aguadas y sitios de influencia humana (construcciones, plantaciones, basura etc.).

Los puntos de muestreo con trampas Barber consistieron en tres réplicas por punto. Un muestreo a lo largo de la quebrada en dirección Este-Oeste, con un punto cada dos kilómetros (18 trampas).Tres cumbres, que abarcan la zona más extrema hacia el Oeste del sitio prioritario, y dos laderas con exposición Este y Oeste en su zona media, estos se colocaron hasta los 980 metros de altura, cada 100 metros (33 trampas). Tres puntos se colocaron en una quebrada con dirección Norte-Sur (9 Trampas). Dos aguadas con un punto cada aguada (6 trampas).

Imagen 3: Puntos de muestreo entomología



En la campaña de invierno, se realizaron colectas manuales. Estas consisten en recorrer el sitio de muestreo observando insectos voladores, en plantas, bajo piedras y de follaje, por ser periodo de invierno se procedió a revisar flora leñosa en busca de invertebrados parásitos. Se precedió a retirar y reemplazar las trampas Pitfall para su análisis.

Así también, hubo un trabajo en gabinete, donde se hizo una revisión bibliográfica, la que se refirió a los morfos encontrados en las trampas Pitfall, esta búsqueda consistió en claves para identificar los morfos al taxón más bajo posible, muchos de estos seguirán siendo estudiados para lograr más detalle en el transcurso del proyecto.

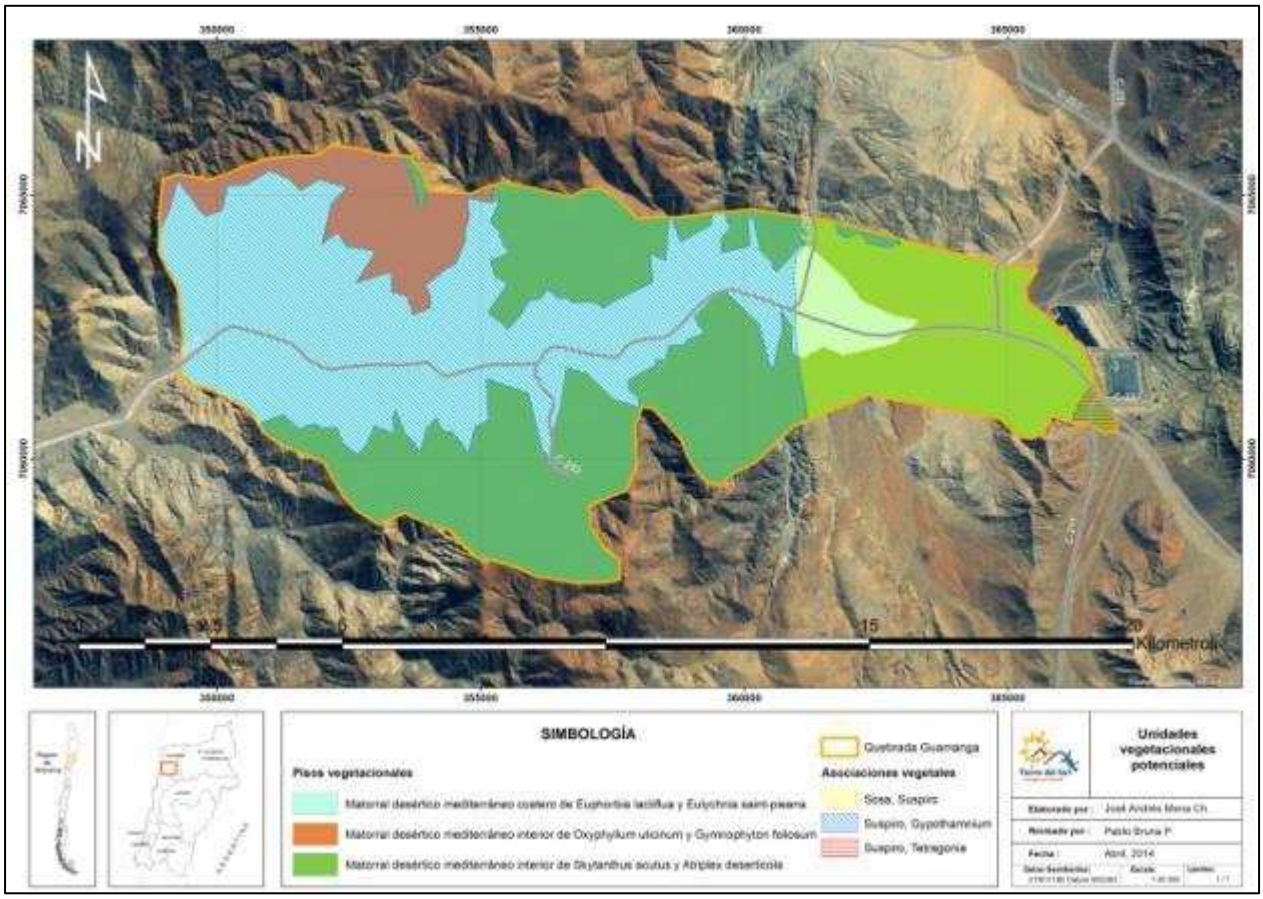
3 AVANCES DE RESULTADOS

3.1 Flora

3.1.1 Unidades vegetacionales

Gajardo (1996) define dos unidades vegetacionales para toda el área de estudio, Luebert y Pliscoff (2006) definen para el área de estudio tres pisos vegetacionales y CONAF, CONAMA, BRIF (1999) define 3 asociaciones vegetacionales diferentes para el área de estudio. Al cruzar las formaciones vegetales de los distintos estudios se definen 6 macro unidades vegetacionales potenciales.

Imagen 4: Unidades vegetacionales potenciales



3.1.2 Flora potencial

En base a lo expuesto en el Libro Rojo de Atacama se detectaron 286 especies de plantas vasculares, para la comuna de Chañaral lo que representa el 26% de la flora descrita para la Región de Atacama (excel, flora potencial comuna de Chañaral).

Para el Análisis de las Líneas de Base de Flora presentadas en el Sistema de Evaluación Ambiental, se revisaron 6 proyectos encontrándose en ellos todas las especies descritas como potenciales en el Libro Rojo de Atacama, por lo que se mantiene el mismo listado de flora potencial para el área de estudio.

3.1.3 Caracterización de la Vegetación

El trabajo en terreno se realizó entre los días 8 y 15 de Septiembre del 2014 con equipo de dos profesionales para el componente florístico. Para ver el cambio estacional de la vegetación, se revisaron las 64 parcelas de muestreo distribuidas aleatoriamente en las distintas unidades muestrales, siguiendo metodología expuesta anteriormente.

Cada parcela cubre una superficie de 707 m^2, cubriendo una superficie total de 4,75 ha, lo que equivale al 0,15% de la superficie del Sitio Prioritario.

Estas parcelas de muestreo permanecerán fijas a lo largo de todo el periodo de estudio (2 años), para evidenciar y cuantificar los cambios en composición, densidad y cobertura a través de las estaciones del año.

Además de la gran unidad Vegetacional denominada "Matorral Leñoso Muy Claro de *Nolana leptophylla y Tetragonia angustifolia",* se logró detectar la presencia de algunas asociaciones de pequeñas dimensiones donde las especies dominante cambian. Estas asociaciones serán analizadas a través de las imágenes satelitales para determinar su real extensión y cobertura.

Se logró detectar 53 especies de plantas vasculares de las cuales solo 7 especies se encuentran identificadas solo a nivel de género (Anexo. listado florístico). Estas especies pertenecen a 26 familias, representadas por 41 géneros. La familia con mayor representación es la Asteraceae con 9 especies, le sigue la familia Nolanaceae con 6 especies.
En comparación a la campaña de otoño no se registraron nuevas especies.
Gracias a las precipitaciones del mes de Mayo, se esperaba un notable cambio en la vegetación, lo cual no se produjo, manteniéndose la misma estructura analizada en la anterior campaña.
La mayor riqueza florística se encuentra ubicada en la quebrada principal, así como en las quebradas tributarias a esta.

Imagen 5: Asociaciones vegetales presentes en el área de estudio

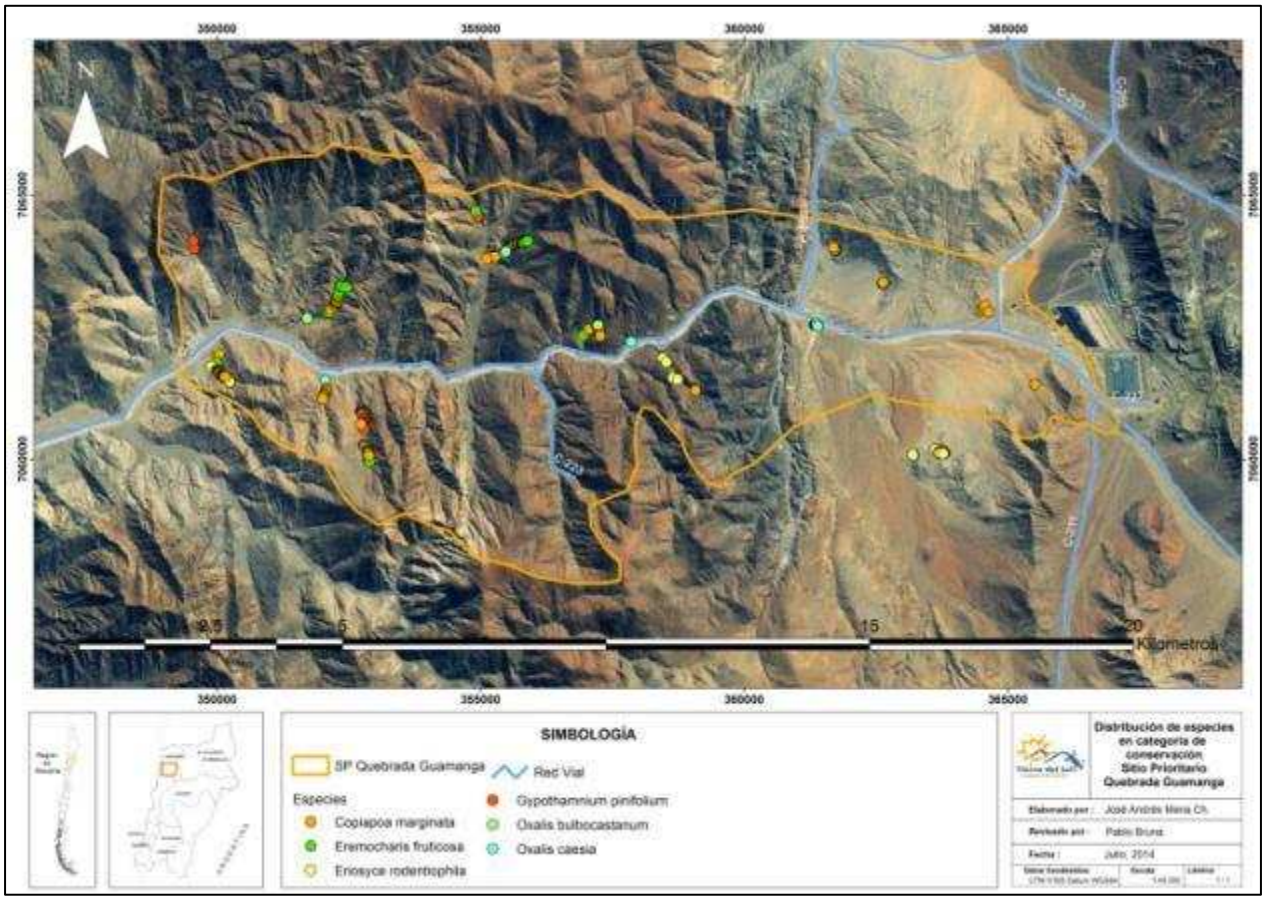


3.1.4 Distribución de especies en categoría de conservación

En la campaña de otoño se prospectaron las 64 UM de las cuales la mayor riqueza florística se encuentra en las UM ubicadas en la quebrada principal, así como en las quebradas tributarias a esta.

Las especies en categoría de conservación se distribuyen a lo largo de toda la quebrada y dependiendo de su hábito de crecimiento se puede apreciar su ubicación. Las especies suculentas se distribuyen habitualmente en laderas de quebradas independiente se su exposición, encontrándose también algunos individuos en los fondos de quebradas. Las especies arbustivas y herbáceas se concentran siempre en los fondos de quebrada.

Imagen 6: Distribución de las especies en categoría de conservación



3.1.5 Listado de especies en categoría de conservación

De los recorridos realizados se detectaron 2 nuevas especies en especies en categoría de conservación las que se sumas a las 5 ya existentes:

Tabla 3: Especies en categoría de conservación

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación				
			RCE	Bol 47	L_Rojo_Atacama	L_Rojo_Flora	Cactáceas_Chile
Apiaceae	*Eremocharis fruticosa*	Ruda silvestre			V		
Cactaceae	*Eriosyce rodentiophila*	Sandillón		V	EP		
Cactaceae	*Copiapoa marginata*	Copiapoa	V; D.S 19/2012	R	FP		
Oxalidaceae	*Oxalis caesia*	Oxalis	V; D.S. 42/2011		EP		
Asteraceae	*Gypothamnium pinifolium*		CA; DS 42/2011		FP		
Oxalidaceae	*Oxalis bulbocastanum*	Oxalis			IC (FP?)		
Cactaceae	*Copiapoa hypogaea*	Copiapoa	EN-R; D.S. 50/2008		IC (FP?)		



Fotografía 3 : *Oxalis caesia*



Fotografía 4: *Eriosyce rodentiophila*



Fotografía 5: ***Copiapoa marginata***



Fotografía 6: ***Eremocharis fruticosa***



Fotografía 7: *Gypothamnium pinifolium*

3.2 FAUNA

En este componente se ha identificado la presencia de 19 especies de vertebrados en la campaña de verano, 17 en la campaña de otoño y 17 en la campaña de invierno del 2014.

Tabla 4: riqueza de especies en Sitio Prioritario Guamanga

Grupo faunístico	Presencia de especies		
	Verano 2014	Otoño 2014	Invierno 2014
Aves	7	7	7
reptiles	6	5	4
macromamíferos	4	4	4
micromamífero	2	1	1
Total	**19**	**17**	**17**

3.2.1 Muestreo de aves

El catastro de avifauna potencial en el sector arroja la presencia de 64 especies, representadas por 23 órdenes y 23 familias. De este listado potencial 3 especies se encuentran en alguna categoría de conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), hasta su noveno proceso, estas son: *Ardea cocoi* (Garza cuca), *Theristicus caudatus* (Bandurria) y *Falco peregrinus* (Halcón peregrino),

La abundancia en relación al área de estudio arroja un total de 54 individuos en la primera campaña, de los cuales el mayor números de avistamientos corresponde a *Geositta cunicularia* (Minero) y *Diuca diuca* (Diuca) y 81 individuos en la campaña de otoño, con un importante aporte en la abundancia de avistamiento de una bandada de *Sicalis olivaceus* (Chirihue verdoso) en la UM 57 y 60, que permitió disparar la abundancia en este periodo.
En cuanto a la campaña de invierno, la abundancia se observó en 40 individuos, la mitad de la campaña anterior, donde 15 de ellos fueron *Diuca diuca* (Diuca) y 13 *Sicalis olivaceus* (Chirihue verdoso)

Tabla 5: registro de aves

			Estados de Conservación		PRESENCIA/ AUSENCIA			Nº de individuos por campaña		
Familia	Nombre científico	Nombre Común	Ley de Caza 2012	RCE	Verano	Otoño	Invierno	Verano	Otoño	Invierno
CATHARTIDAE	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada			1	1	1	3	6	4
FALCONIDAE	*Phalcoboenus megalopterus*	Carancho cordillerano			1	0	0	1	0	0
FALCONIDAE	*Falco sparverius*	Cernícalo			0	1	0	0	0	0
FURNARIIDAE	*Geositta cunicularia*	Minero			1	0	1	24	0	1
FURNARIIDAE	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral			1	1	0	3	11	0
FURNARIINAE	*Asthenes modesta*	Canastero chico			0	0	1	0	0	4
TYRANNIDAE	*Muscisaxicola rufivertex*	Dormilona de nuca rojiza			1	1	1	4	10	2
TROGLODYTIDAE	*Troglodytes musculus*	Chercán			1	0	0	9	0	0
THRAUPIDAE	*Sicalis olivaceus*	Chirihue verdoso			0	1	1	0	14	13
THRAUPIDAE	*Sicalis auriventris*	Chirihue dorado			0	1	1	0	1	1
THRAUPIDAE	*Diuca diuca*	Diuca			1	1	1	10	39	15
				Totales	7	7	7	54	81	40

LDC: Ley de Caza; **RCE**: Reglamento de Clasificación de Especies; **LC:** Preocupación menor; VU: Vulnerable; NT: Casi amenazada; EN: En Peligro



Fotografía 8: *Sicalis olivaceus* (Chirihue verdoso)



Fotografía 9: *Diuca diuca* (Diuca)

3.2.2 Muestreo de mamíferos

La revisión bibliográfica realizada en la literatura nacional especializada, arroja la presencia de 19 especies de mamíferos potenciales, pertenecientes a 6 órdenes y 12 familias. De ellas 10 presentan alguna categoría de conservación de acuerdo a la Ley de Caza y su Reglamento, y el Reglamento de Clasificación de Especies, 8 especies en la primera y 10 en la segunda.

En las prospecciones en terreno se observó la presencia de 6 especies de mamíferos en la campaña de verano. De estas especies 3 están en alguna categoría de conservación: *Lama guanicoe* (guanaco), *Lycalopex griseus* (zorro chilla) y *Chinchilla laniger* (Chinchilla costina). En esta campaña hubo avistamiento directo de 9 individuos, donde 3 es estos son *Lycalopex griseus.*

En la campaña de otoño se identificó la presencia de 5 especies, corroborando la presencia de *Chinchilla laniger* (Chinchilla costina). Hubo sólo un avistamiento directo de *Abrothrix olivaceus* (Ratón oliváceo) que está sin categoría de conservación.

En tanto, en invierno se observó únicamente la presencia de 4 macromamífero y un micromamífero, con sólo un avistamiento directo de *Abrothrix olivaceus* (Ratón oliváceo), las otras especies se identificaron por medio de signos indirectos y por fotografías en las trampas cámara.

Tabla 6: registro de mamíferos

			Estados de Conservación		PRESENCIA/ AUSENCIA			Nº de individuos por campaña		
Familia	Nombre científico	Nombre Común	Ley de Caza 2012	RCE	Verano	Otoño	Invierno	Verano	Otoño	Invierno
Chinchillidae	*Chinchilla laniger*	Chinchilla costina	P	EN	1	1	1	0	0	0
Camelidae	*Lama guanicoe*	Guanaco	P	VU	1	1	1	2	0	0
Canidae	*Pseudalopex griseus*	Zorro chilla	I	LC	1	1	1	3	0	0
Leporidae	*Lepus europaeus*	Liebre europea			1	1	1	1	0	0
Cricetidae	*Abrothrix olivaceus*	Ratón oliváceo			1	1	1	1	1	1
Cricetidae	*Phyllotis darwini*	Ratón orejudo de Darwin			1	0	0	2	0	0
				Totales	6	5	5	9	1	1

LDC: Ley de Caza; **RCE**: Reglamento de Clasificación de Especies; **LC:** Preocupación menor; VU: Vulnerable; NT: Casi amenazada; EN: En Peligro.



Fotografía 10: Trampa cámara *Lama guanicoe* (guanaco)



Fotografía 11: Trampa Sherman *Abrothrix olivaceus* (Ratón oliváceo)



Fotografía 12: Trampa cámara *Chinchilla laniger* (Chinchilla Costina)



Fotografía 13: Trampa cámara: *Pseudalopex griseus* (Zorro Chilla)

3.2.3 Muestreo de reptiles

La revisión bibliográfica de literatura especializada, y la experiencia del consultor en el área de estudio, arrojan la presencia de 9 especies potenciales de registrar en este sector. Todas estas especies se encuentran en alguna categoría de conservación, 8 de ellas de acuerdo a la Ley de Caza y su Reglamento edición 2012 del SAG, y 9 de acuerdo a lo señalado por el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), hasta su noveno proceso.

Según el terreno realizado en verano se observó la presencia de 6 especies de reptiles en el área de estudio, 5 de ellas categorizadas bajo lo señalado en la Ley de Caza y su Reglamento, y 6 según el Reglamento de Clasificación de Especies. En esta oportunidad, la abundancia en relación al área de estudio arrojó un total de 20 individuos, de los cuales los mayores avistamientos corresponden a individuos de *Liolaemus atacamensis* y *Liolaemus platei.*

En la campaña de otoño se identificó la presencia de 3 especies, con el avistamiento directo de 46 especies, de las cuales 41 correspondieron a *Liolaemus platei* (Lagartija de Plate), se

destaca la presencia de un individuo de *Homonota gaudichaudi* (Salamanqueja del norte chico).

En tanto, en la campaña de invierno, se observó la presencia de 4 especies, de las cuales se vio la presencia de 26 individuos en terreno, donde destaca en número *Liolaemus platei* (Lagartija de Plate) con el avistamiento directo de 12 individuos.

Tabla 7: registro de reptiles

					PRESENCIA/ AUSENCIA			Nº de individuos por campaña		
Nombre científico	**Nombre Común**	**Origen**	**Ley de caza 2012**	**RCE**	**Verano**	**Otoño**	**Invierno**	**Verano**	**Otoño**	**Inviern**
Philodryas chamissonis	Culebra de cola larga	E	R	R	1	0	0	1	0	0
Homonota gaudichaudi	Salamanqueja del norte chico	E	R	R	0	1	0	0	1	0
Liolaemus atacamensis	Lagarto de Atacama	E	R	R	1	1	1	6	3	7
Liolaemus bisignatus	Lagarto de dos manchas	E	R	R	1	0	1	3	0	4
Liolaemus nitidus	Lagarto nítido	N		NT	1	0	1	1	0	1
Liolaemus platei	Lagartija de plate	N	R	R	1	1	1	5	41	12
Callopistes maculatus	Iguana chilena	E	V	VU	1	0	1	4	1	2
				Totales	6	3	5	20	46	26

LDC: Ley de Caza; **RCE**: Reglamento de Clasificación de Especies; **LC:** Preocupación menor; VU: Vulnerable; NT: Casi amenazada; EN: En Peligro.



Fotografía 14: *Liolaemus platei* (Lagartija de Plate)



Fotografía 15: *Liolaemus atacamensis* (Lagarto de Atacama)

3.2.4 Muestreo de anfibios

La revisión bibliográfica de literatura especializada, arroja la presencia de 2 especies de anfibios en el área de estudio: *Rhinella atacamensis* (Sapo de Atacama) y *Pleurodema thaul* (Sapo de cuatro ojos) ambas en categoría de conservación en "Peligro de Extinción" de acuerdo a lo señalado por la Ley de Caza y su Reglamento, edición 2012 del SAG, y de acuerdo a lo señalado por el RCE, el Sapo de Atacama estaría Vulnerable y el Sapo de Cuatro Ojos "Casi Amenazado". Durante los terrenos realizadas no se observó la presencia de ninguna de las dos especies.

3.2.5 Entomofauna

En cuanto a la entomofauna del Sitio Prioritario, en la revisión bibliográfica se observó como resultado una diversidad de 16 familias, 57 géneros y 136 especies para la región de Atacama. Lo que indica que estas especies son potencialmente factibles de encontrar en las colectas realizadas en el sitio de estudio.

Las colectas realizadas en el muestreo de verano del 2014, pertenecen al grupo más adaptado a la falta de agua. Este grupo utiliza como estrategia refugiarse en la vegetación más resistente, como es el caso del género *Nolana,* que en el sitio prioritario presentó la mayor diversidad de especies en su follaje. Las especies *Nolana crassulifolia* con 10 morfoespecies *y Nolana eptophylla*, con 14 morfoespecies. *Nolana.sp* presentó 6 especies, finalmente el *Eremocharis fruticosa* presento 3 especies. La especie *Eremocharis fruticosa*, por su conformación más desprotegida, presentó la menor diversidad, mientras que las otras 3 especies son en forma de cojín, lo que es un buen refugio, a lo que se agrega su capacidad de colectar agua de la neblina.

Si bien no es posible saber la identificación de los invertebrados colectados, es posible conocer su función ecológica, como en el caso de las especies parásitas, compuestas por algunos Diptera, Psocoptera, Coccoidea, Lepidoptera, Thysanoptera y buena parte de los Hemiptera, en cambio la totalidad de las especies pertenecientes a Araneae, son cazadoras y predan sobre los organismos que visitan a la flora, por otra parte las especies de Himenoptera encontrados pertenecen a la superfamilia Chalcidoidea, esta familia es conocida por su eficiencia como parásitos.

En esta oportunidad, dentro de las colectas manuales se encontraron especies de la familia Tenebrionidae, la familia más adaptada a ecosistemas áridos, este carácter de preferencia es debido a su adaptación fisiológica, etológica y ecológica, esto los hace la familia más numerosa en estos ecosistemas, en la campaña de verano se colectaron las especies: *Entomochilus hirtipes*, *Nycterinus Paranycterinus quadricollis, Psammetichus pilipes y* la especie perteneciente a la familia Buprestidae *Atacamita chlelensis* la que comparte las flores de *Nolana* junto a la abeja *Chilemelisa sp.,* otro insecto común es la *Mepraia spinolai* muy frecuente entre las rocas. Finalmente se colectó arañas *Sicarius terrosus, Ariadna máxima* bajo piedras y una especie perteneciente a la familia Thomisidae en flores.

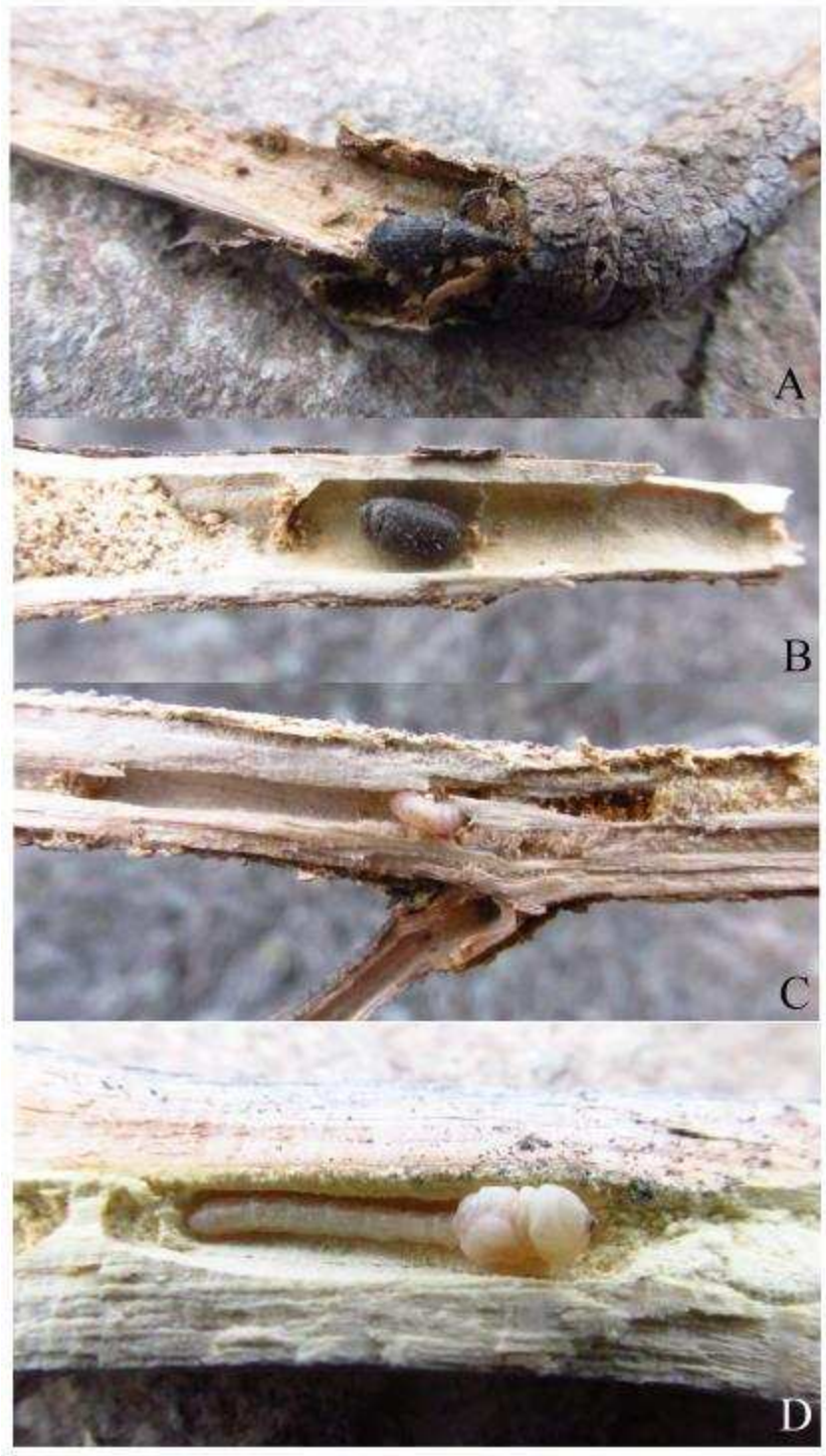
Así también, las colectas realizadas en la campaña de otoño del 2014, se centraron en la ampliación del muestreo con trampas PItfall, de esta manera se muestreó la quebrada principal desde las instalaciones mineras hasta la desembocadura en Caleta Flamenco, este muestreo incluye dos cumbres en el extremo Oeste que está representado por una zona árida, con muy escasa vegetación, donde la cumbre máxima es de 1.035 msnm. Otras dos cumbres se encuentran en la zona media de la quebrada con influencia de la neblina y vegetación más abundante, donde la cumbre máxima es de 1.400 msnm.

En esta campaña de invierno, los resultados arrojan una diversidad de 4 órdenes (Arachnida Insecta, Collembola e Isopoda) las que están compuestas por 29 familias conocidas y 88 morfos acumulados hasta este muestreo donde se identificó la presencia de 84, de los cuales solamente 10 especies se han reconocido en este análisis.

En este periodo que se caracterizó por ser más húmedo que otoño se observa un cambio en la diversidad siendo la Quebrada principal la más diversa con 56 especies cada una, de estas destaca la estación 3 en Ladera Oeste con 29 especies y la estación 2 en ladera Sur con 28 especies y la estación 3 de la ladera norte con 27 especies registradas. En este muestreo se observan novedades en términos de diversidad, destaca que tres trampas con cebo acumulan 31 especies, de las cuales se observan especies que no se registraron en el muestreo Pitfall normal, debido a que son invertebrados que llegan exclusivamente a materia en descomposición, como es el caso de cadáveres, materia orgánica en descomposición y fecas.

En las colectas y observaciones manuales se encontró especies parásitas de la familia Curculionidae, Anobiidae, y su respectivo estado larval y larvas de Buprestidae (fotografía 16. A; B, C; D).

Otros ataques observados son los producidos por dípteros, de los cuales no se ha obtenido observación de individuos en estado larval, ninfas o adultos, estos ataques se han observados en incienso y *Ephedra* (Fotografía 17. E, F).



Fotografía 16: Donde se muestra los Coleoptera taladradores de madera encontrados en la Quebrada: A, Curculionidae; B, C, Anobiidae; D, Larva de Buprestidae.

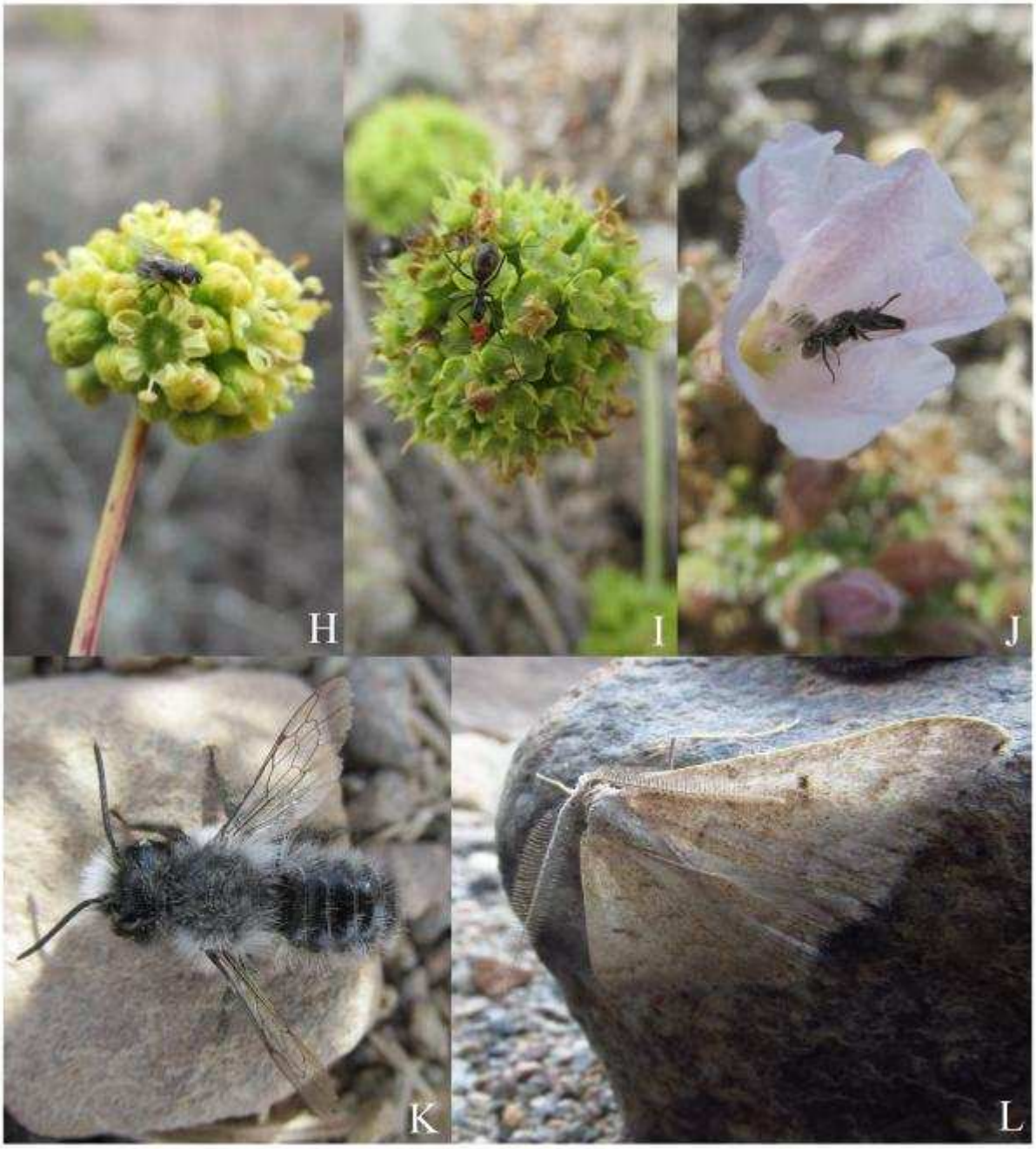


Fotografía 17: Parasitismo de dípteros (Cecidias) en Incienso y *Ephedra* sp.

Otras especies observadas en terreno corresponden a especies pertenecientes a los insectos de la familia Tenebrionidae, los que presentan una gran diversidad en el sitio de estudio, en esta ocasión se muestra la especie *Psammetichus pilipes* (Fotografía 18), también podemos observar especies de mariposas nocturnas de la familia Geometridae (Fotografía 19) Tachinidae sp. a la familia Himenoptera entre los cuales se encuentran los géneros *Dorymyrmex* sp. 1, las abejas de los géneros *Chilemelisa* sp., y *Alloscirtetica* y finalmente el Arachnidae de la familia *Salticidae* (Fotografía 20).



Fotografía 18: Coleoptera de la familia Tenebrionidae, *Psammetichus pilipes Guérin*, 1834.



Fotografía 19: Insectos observados en Terreno. H, Tachinidae, I, Himenoptera: Formicidae: Dorymyrmex sp. 1; J, Colletidae Chilemelissa sp.; K, Himenoptera Alloscirtetica sp.; L, Lepidoptera: Geometridae.



Fotografía 20: Arachnidae perteneciente a la familia Saticidae

4 BIBLIOGRAFIA

- **ACOSTA, G. y J.A. SIMONETTI, 1999.**Guía de huellas de once especies de mamíferos del bosque templado chileno. Bol. Museo Nacional Historia Natural Chile. 48, 19-27 pp.
- **ARAYA, B. & G. MILLIE. 1997.** Guía de campo de las aves de Chile. Octava edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 406 pp.
- **ARAYA, B., M. BERNAL, R. SCHLATTER y M. SALABERRY. 1995**. Lista Patrón de las aves Chilenas. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 35 pp.
- **BÖRGEL,** R. (1983) Geografía de Chile, Geomorfología Tomo III, Instituto Geográfico Militar, Santiago.
- **CAMPOS, 1996**. Mamíferos Terrestres de Chile. Guía de Reconocimiento. Marisa Cúneo Ediciones, Valdivia, Chile. 221 pp.
- **CHAPMAN, A & WIECZOREK, J.** (2005). Uses of Primary Species-Occurrence Data, version 1.0. Global Biodiversity Information Facility
- **CONAF-CONAMA-BIRF. 1999.** Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Universidad Austral de Chile. 89 p.
- **D.S. N° 5/1998.** Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero (Edición 2012).
- **DONOSO-BARROS, R. 1966**. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago de Chile. 458 pp.
- **ETIENNE, M. & PRADO, C., 1982.** Descripción de la vegetación mediante la Carta de
- **FERNÁNDEZ, F**. (2000). Introducción a la fotointerpretación. Editorial Ariel: Barcelona.
- **GAJARDO, R. 1994.** La Vegetación Natural de Chile, clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. 165 pp.

- **GONZÁLEZ, A**. (2007). Fundamentos de fotointerpretación. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería: Bogotá.
- **GRAHAM, R. & ROGER, R.** (1990). Manual de fotografía aérea. Omega: Barcelona.Phillips SJ., Anderson, RP., & Schapire, RP. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190: 231-259
- **IRIARTE, A. 2008**. Mamíferos de Chile. Lynx ediciones. Barcelona, España.
- **JARAMILLO, A. 2005.** Aves de Chile. Lynx Edicions. Barcelona. 240 pp.
- **LUEBERT, F. & P. PLISCOFF. 2006**. Sinopsis Bioclimática y Vegetacional De Chile. 1ª Ed. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 318 p.
- **MELLA, J. 2005**. Guía de campo: reptiles de Chile. Zona Central. Ediciones del centro de ecología aplicada.
- Ocupación de Tierras. Publicaciones Misceláneas N° 9. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.
- ***PINCHEIRA-DONOSO*** **D.&*NÚÑEZ*, H.*2005***. Las especies chilenas del género Liolaemus Wiegmann, 1834 (*Iguania Tropiduridae: Liolaeminae*). Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile.
- **PLISCOFF, P., & FUENTES-CASTILLO, T.** (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte grande*, 61 - 79.
- **SQUEO. 2008.** Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Region de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena. 466 p.
-
- **TORANZA, C.** (2011). Riqueza de anfibios de Uruguay: Determinantes ambientales y posibles efectos de cambio climático. Montevideo: Universidad de la República.

- **URBINA, N., LOYOLA, R. (2008**). Applying niche-based models to predict endangered-hylid potential distributions: are neotropical protected areas effective enough? Tropical Conservation Science, vol. 4, p. 417 - 445.

- **WISZ, M., HIJMANS, R., LI, R., PETERSON, A., GRAHAM, C., GUISAN, A.** (2008). Predicting Specie Distributions Working Group. Effects of sample size on the performance of species distribution models. Diversity and Distributions, vol. 14, p. 763-773.

MANTOS COPPER
MANTOVERDE

Copiapó, 15 de Marzo de 2016.
S-MC-MV202-0316-029

Señor
Cristián Franz Thorud
Superintendente de Medio Ambiente
Región Metropolitana
Presente

Ref: Entrega Plan de Seguimiento Ambiental.

Junto con saludarle cordialmente y por medio de la presente carta, le hacemos entrega del Informe de Seguimiento Ambiental "Estudio Ecosistémico Sitio Prioritario Quebrada Guamanga correspondiente a la sexta campaña, Otoño 2015". Lo anterior en cumplimiento al compromiso **RCA 088/209** del proyecto "**Abastecimiento de Agua Desalada Mantoverde**" que en el considerando 3.2.8 compromete "*Adicionalmente, el titular se comprometió a realizar un estudio ecosistémico del sitio prioritario Quebrada Guamanga. La propuesta metodológica del estudio y su posterior monitoreo serán presentados para visación de los servicios competentes, en un plazo no mayor a 6 meses luego de obtenida la RCA. Los resultados de esto monitoreos serán enviados a la autoridad ambiental en 4 copias.*"

Sin otro particular, se despide atentamente

Rafael Cisternas Aranda.
Gerente de Seguridad,Salud Ocupacional y Desarrollo Sustentable
Mantos Copper S.A.
Operación Mantoverde

	Informe Técnico	COD: TS-EA-IT- 442
		Revisión: 01
	Avance Nº6 Ecosistémico	Fecha: 11-09-2015
		Versión: 01

INFORME DE AVANCE
ESTUDIO ECOSISTEMICO SITIO PRIORITARIO QUEBRADA GUAMANGA CAMPAÑA DE OTOÑO 2015

Revisión del Documento		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Equipo Tierra del Sol Consultores	Pablo Bruna P.	Flavio Olivares Zuleta
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Equipo Tierra del Sol Consultores	Encargado Dpto. Estudio Ambientales	Gerente Tierra del Sol Consultores

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE **2**

1 OBJETIVOS DEL INFORME **4**

2 METODOLOGIA **4**

2.1.1 Área de Estudio *4*

2.2 FLORA Y VEGETACIÓN 6

2.2.1 Trabajo de gabinete *6*

2.2.2 Trabajo en terreno *7*

2.2.3 Distribución de especies en categoría de conservación *9*

2.2.4 Listado de especies en categoría de conservación *9*

2.3 FAUNA 11

2.3.1 Trabajo de gabinete *11*

2.3.2 Trabajo en terreno *12*

AVANCES DE RESULTADOS **18**

2.4 FLORA Y VEGETACIÓN 18

2.4.1 Unidades vegetacionales *18*

2.4.2 Flora potencial *19*

2.4.3 Caracterización de la Vegetación *19*

2.4.4 Distribución de especies en categoría de conservación *20*

2.4.5 Listado de especies en categoría de conservación *22*

2.5 RECOLECCIÓN DE SEMILLAS 26

2.6 FAUNA 26

2.6.1 Muestreo de aves *27*

2.6.2 Muestreo de mamíferos *32*

2.6.3 Muestreo de reptiles *37*

2.6.4 Muestreo de anfibios *41*

3 BIBLIOGRAFIA **42**

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Unidades Muestréales en el Sitio Prioritario Quebrada Guamanga 5
Imagen 2: Trampas cámaras.....14
Imagen 3: Unidades Vegetacionales Potenciales.....18
Imagen 4: Distribución de las especies en categoría de conservación 21

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios para clasificar una formación vegetal compleja en zonas áridas..... 8
Tabla 2: Codificación “abundancia relativa de flora” según criterio de Braun-Blanquet..... 8
Tabla 3: Especies en categoría de conservación.....22
Tabla 4: riqueza de especies de fauna en Sitio Prioritario Guamanga.....26
Tabla 5: registro de aves año 2015 28
Tabla 6: registro de mamíferos.....34
Tabla 7: registro de reptiles 39

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

1 OBJETIVOS DEL INFORME

Entregar los reportes de la Campaña Nº 6 de terreno del Sitio Prioritario Quebrada de Guamanga, otoño 2015.

2 METODOLOGIA

Esta segunda campaña de otoño, se llevó a cabo desde el 20 al 26 de junio del 2015 y desde el 04 al 07 de julio del mismo año, con una totalidad de 8 profesionales en terreno.
Esta campaña cumplió con la toma de datos en los 75 puntos definidos para el área de estudio, donde se hizo un recorrido exhaustivo de cada uno de ellos, levantando datos estacionales de flora y fauna específicamente.
A estos 75 puntos se le ha asignado el nombre de Unidades Muestréales (UM), las que tienen como particularidad que en cada UM se realiza una batería de muestreos de fauna y de flora, tal como lo indican las metodologías que se presentan más adelante.
Una de las ventajas de trabajar con estas Unidades Muestréales es que permitirá trabajar con modelos de distribución de especies, herramienta clave en la actualidad en la conservación y manejo de áreas silvestres.

2.1.1 Área de Estudio

Son 75 unidades muestréales distribuidas en el Sitio Prioritario de Guamanga, tal como se muestra a continuación:

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

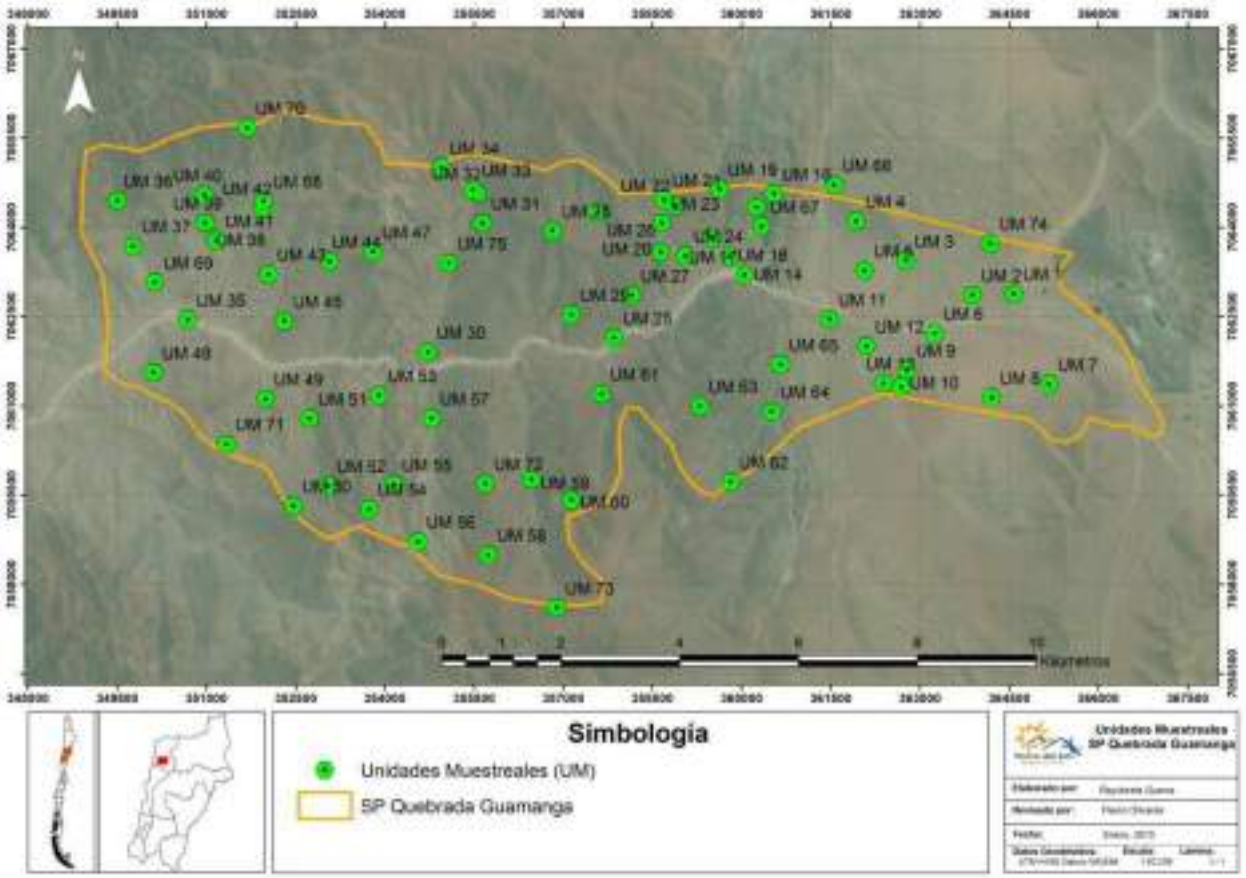


Imagen 1: Unidades Muestréales en el Sitio Prioritario Quebrada Guamanga

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.2 Flora y vegetación

2.2.1 Trabajo de gabinete

2.2.1.1 Unidades vegetacionales

Para la definición de unidades vegetacionales se utilizó como fuente bibliográfica las publicaciones realizadas por Luebert y Pliscoff (2006), Gajardo (1994), CONAF, CONAMA y BRIF (1999). En cada una de ellas se definen comunidades vegetacionales que se extienden por el área de estudio. Al cruzar la información de todos los estudios se obtienen unidades vegetacionales potenciales con características específicas, las cuales son utilizadas para realizar la caracterización en detalle de la vegetación.

Cada formación vegetal potencial es georeferenciada a través de sistema de coordenadas UTM, datumWGS 1984, huso 19 sur.

Dado que estos estudios fueron realizados a una escala muy superior a la del presente análisis, las formaciones vegetales resultantes son solo potenciales formaciones reales del área.

2.2.1.2 Flora Potencial del área de estudio

Para la elaboración del listado de especies potenciales se consultó como referencia el Libro Rojo de Atacama (Squeo, 2008), en el cual se identificaron todas las especies que se encuentran listadas para la Comuna de Chañaral. Este listado es utilizado como base general para todas las especies que potencialmente pudiesen estar ubicadas dentro del Sitio Prioritario Quebrada Guamanga. Por otra parte se consultaron las Líneas de Base de flora ingresadas al Sistema de Evaluación Ambiental que se han realizado en las cercanías del área de estudio.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.2.2 Trabajo en terreno

La identificación de las formaciones vegetacionales, se realizó por medio de la aproximación cartográfica fitofisionómica de COT, desarrollada por el CEPE/CNRS2 de Montpellier, Francia, y adaptada a las condiciones del país por Etienne y Contreras (1981), la cual es descrita en detalle por Etienne y Prado (1982). El método está orientado a la descripción cartográfica de la vegetación presente en un área determinada, cuyo nivel de detalle dependerá de la escala de trabajo.

La descripción de la vegetación mediante este método involucra la evaluación de dos variables:

- Formación vegetal en términos estructurales.
- Especies dominantes, definidas como aquellas especies que presentan el mayor porcentaje de cobertura en cada unidad.

De esta manera, el uso de la metodología de la COT permitirá:

- Determinar unidades de vegetación en el área de estudio.
- Conocer la composición florística de las unidades descritas.

El método establece que la denominación de la formación vegetal está dada por la importancia relativa de los distintos tipos biológicos en la comunidad. El método establece coberturas mínimas de los tipos biológicos para ser considerados dominantes (mayor o igual a 1% en zonas desérticas, mayor o igual a 10% en zonas áridas, y mayor o igual a 25% en zonas semiáridas, subhúmedas, húmedas y templadas).

Se utilizaron los criterios descritos en Etienne y Prado (1982), para clasificar la densidad relativa de una formación vegetal en zonas áridas lo que se muestra en la siguiente tabla (Tabla 1).

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

Tabla 1. Criterios para clasificar una formación vegetal compleja en zonas áridas

Herbáceas (H)	Leñosas Bajas (Lb)	10 – 25	25 – 50	50 – 75	75 – 100
	Índice	3	4	5	6
10 – 25	3	Mc	C	Pd	Pd
25 – 50	4	C	Pd	Pd	D
50 – 75	5	Pd	Pd	D	D
75 – 100	6	Pd	D	d	Md

MC: Muy clara; C: Clara; Pd: Poco densa; D: Densa; Md: Muy densa.

Para abarcar la extensión del polígono (Unidad vegetacional), en cada unidad de muestreo se realizaron parcelas de muestreo circulares de radio 15 m (707 m^2).

Para complementar los datos de la composición florística de cada unidad de estudio, se realizaron colectas y muestreos intensivos de todas las plantas vasculares a lo largo de cada transecta, aun cuando éstas no se encuentren en las parcelas muestreadas.

En cada sector se procedió a inventariar la flora presente, registrando el nombre científico de la especie, la abundancia por medio de la metodología Braun-Blanquet (Tabla 2).

Tabla 2: Codificación "abundancia relativa de flora" según criterio de Braun-Blanquet.

Código	Abundancia
R	1 individuo
+	2 – 4 individuos
1	5 – 20%
2	20 – 40%
3	40 – 60%
4	60 – 80%
5	80– 100%

Cada especie registrada es colectada y fotografiada para su posterior verificación taxonómica en gabinete.

2.2.3 Distribución de especies en categoría de conservación

Para determinar la distribución de las especies en categoría de conservación presentes en el Sitio Prioritario Quebrada Guamanga, se trabajó en las75 unidades muéstrales (UM) definidas anteriormente en donde se realizaron parcelas circulares de 15 m de radio (707 m^2) en las cuales se cuantificó la estructura de la formación vegetacional en términos de dominancia, abundancia y cobertura.

2.2.4 Listado de especies en categoría de conservación

El estado de conservación de las especies se determinó según las categorías establecidas en el Decreto 29 del 2011 que aprueba el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE). Las categorías reconocidas son: “Extinta”, “En Peligro de Extinción”, “Vulnerable”, “Insuficientemente Conocida”, “Casi Amenazada”, “Fuera de Peligro”, y “Rara”.
Se verificó la lista de especies contenidas en los Decretos Supremos números 151/ 2007, 50/2008, 51/2008, 23/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 33/2012, 41/2012, 42/2012, 19/2013, 13/2013 y 52/2014del Ministerio del Medio Ambiente que oficializan el estado de conservación de las especies vegetales.
En el entendimiento que los listados oficiales se encuentran en desarrollo, se revisó además las especies catalogadas en otros listados nacionales, incluyendo el “Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile” (Benoit, 1989) y el Boletín del Museo Nacional de Historia Natural Nº 47 (1998), Cactaceas de Chile (Hoffmann, 2001).
Para complementar, se consultará el Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios de la Región de Atacama (Squeo, 2008), el que si bien no es un documento válido legalmente, se considera como instrumento de consulta de las especies regionales que se encuentran en algún estado de conservación.
Por otra parte se analizó el Decreto 68 del año 2009 que establece, aprueba y oficializa nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país, para dar cumplimiento a lo que establece la Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 1: Trabajo en terreno, parcela de flora.



Fotografía 2: Estudio de flora en terreno

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.3 Fauna

2.3.1 Trabajo de gabinete

Parte de este trabajo de gabinete se realizó antes de la primera campaña de verano, en el primer año de este estudio,lo que consistió en la elaboración de tablas con las especies potenciales a encontrar en el área de estudio, presentando la información por cada grupo faunístico, donde se describelo siguiente:

- Especies potenciales: Agrupadas taxonómicamente por Orden, Familia y Especies.
- Nombre común: Según bibliografía.
- Origen geográfico: Según Bibliografía por grupo faunístico.

Estado de Conservación: Según (LDC) Ley de Caza, D.S. N°5/ 1998 y su Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) (D.S.Nº 29/ 2011; con los cinco (5) procesos de clasificación: D.S.151/2007, DS 51/2008, 23/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 33/2012, 41/2012, 42/2012, 19/2013, 13/2013 y 52/2014 del Ministerio del Medio Ambiente que oficializan el estado de conservación de la fauna.

- Por lo demás, se prepararon las tablas para sistematizar la información de trabajo de terreno, para lo que fue importante precisar:
- Unidades Muestréales donde se avistaron las especies.

Se cuantifica la presencia y abundancia de vertebrados, registrando en forma directa avistamiento y audiciones.

Cabe mencionar que para entomología, se realiza una exhaustiva revisión de publicaciones científicas que hacen referencia a insectos presentes en la región estudiadaen una primera instancia, esta involucra a las especies pertenecientes al orden Coleóptera.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.3.2 Trabajo en terreno

Tal como las otras campañas, en este otoño se recorrieron todas las unidades muestréales definidas en los terrenos anteriores, utilizando las mismas metodologías de estudio por grupo faunístico, donde fue importante el registro de datos y el monitoreo a las tramas cámara instaladas anteriormente.

Para ello, cabe volver a describir las metodologías usadas, donde el trabajo en terreno se realizó sistemáticamente en las 75 UM (Unidades Muestréales) realizando una batería de muestreos de acuerdo al grupo faunístico analizado, como se describe a continuación:

Muestreo de aves

Para el registro de la avifauna, se utilizó una metodología mixta, la que consistió en:

- Transectas de ancho variable: la que consiste en realizar recorridos a pie y en vehículo por el área del sitio prioritario.
- Observación en puntos fijos: donde se dispuso de un observador en un punto determinado por 15 minutos en un radio variable.

Las observaciones se llevaron a cabo con la ayuda de binoculares, además se realizó el reconocimiento de vocalizaciones como cantos y/o gritos y la identificación de la localización e identificación de plumas, nidos, etc. A modo de apoyo para el reconocimiento en terreno de las especies se utilizaron las guías de campo de Araya y Millie (1995), González y Martínez (2004) y Jaramillo (2005).

Muestreo de mamíferos

a) Macromamíferos

Las observaciones se realizaron a través de avistamientos directos e indirectos, en el primero se definieron rutas de observación de macromamíferos, donde se georefenció la presencia de cada especie detectada. Para el avistamiento indirecto se consideró el empleo de técnicas indirectas como la localización e identificación de huellas, madrigueras, restos óseos y de fecas, especialmente se recolectaron fecas de zorro para su posterior análisis.

b) Micromamíferos

- Trampas Sherman y Thomahawk para la captura de micromamíferos, el esfuerzo de captura fue de 100 trampas noche en los lugares seleccionados.

- Trampas balde: se instalaron 75 trampas balde distribuidas en las unidades muestreales.

c) Trampas cámara

En la campaña de otoño se instalaron 25 trampas cámaras, 15 de ellas quedaron permanentes y las restantes 11 se movilizaron durante los días de terreno con el objetivo de buscar lugares y especies claves. El mapa solo señala el lugar de las trampas fijas que quedaron en la campaña de primavera y que se monitorean constantemente.

En esta campaña, se revisaron las mismas trampas instaladas en los puntos definidos anteriormente, donde se descargaron las fotografías y se cambiaron las pilas de cada equipo.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

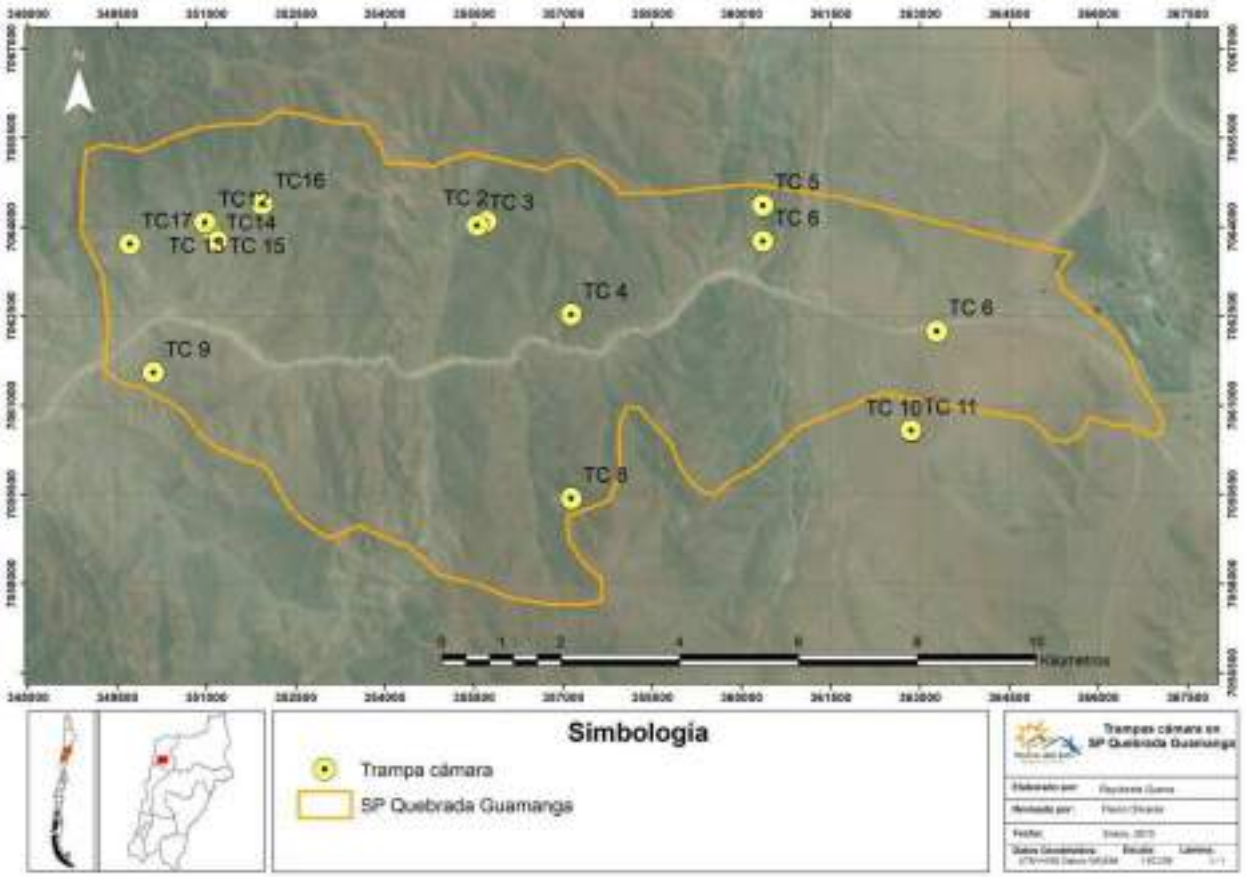


Imagen 2: Trampas cámaras

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 3: Trampa de Balde para micromamíferos



Fotografía 4: Trampa balde 2

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 5: Instalando trampa cámara

Muestreo de Reptiles

Para el reconocimiento de reptiles se realizaron recorridos por las distintas UM del área de estudio, donde se definieron transectas de muestreo de 32 metros de ancho por 300 metros de largo, estas fueron recorridas por 3 profesionales a la vez.

Se realizó observación directa de ejemplares y se detectaron también a través de evidencias indirectas (restos de pieles, fecas, huellas, madrigueras, etc.). En casos necesarios se capturaron individuos con técnicas de manejo adecuadas[1] para su identificación, registro y fotografía. Para la identificación de las especies se utilizarán libros como los de Donoso-Barros (1963), la guía de reconocimiento de Mella (2005), Pincheira-Donoso y Nuñez (2005).

[1]Por técnicas de manejo adecuadas se entiende la captura de ejemplares a los cuales no se les genera daño físico o la muerte. Las técnicas utilizadas por el equipo en terreno son: 1.- captura manual con guantes quirúrgicos (durante las primeras horas del día, donde los reptiles tienen una reacción lenta); y 2.- utilizando el método de vara lazo o nudo corredizo (nudo corredizo ubicado en el extremo de una vara de largo variable). Ambos métodos son muy eficientes para la captura de reptiles.



Fotografía 6: Recorridos en búsqueda de reptiles

Muestreo de Anfibios

Para la prospección de anfibios los esfuerzos se orientaron a la observación y escucha en los sectores de aguada ubicados dentro del área donde se emplaza el sitio prioritario. En caso de ser necesario, esta información podrá ser complementada con visitas nocturnas, ello con la finalidad de observar y localizar individuos adultos utilizando la técnica de desafíos a través de vocalizaciones. Para la identificación de las especies se utilizaron libros como los de Donoso-Barros (1963), la guía de reconocimiento de Mella (2005), y Vidal (2005).

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

AVANCES DE RESULTADOS

2.4 Flora y vegetación

2.4.1 Unidades vegetacionales

Gajardo (1996) define dos unidades vegetacionales para toda el área de estudio, Luebert y Pliscoff (2006) definen para el área de estudio tres pisos vegetacionales y CONAF, CONAMA y BRIF (1999) definen3 asociaciones vegetacionales diferentes para el área de estudio.Al cruzar las formaciones vegetales de los distintos estudios se definen6 macro unidades vegetacionales potenciales.

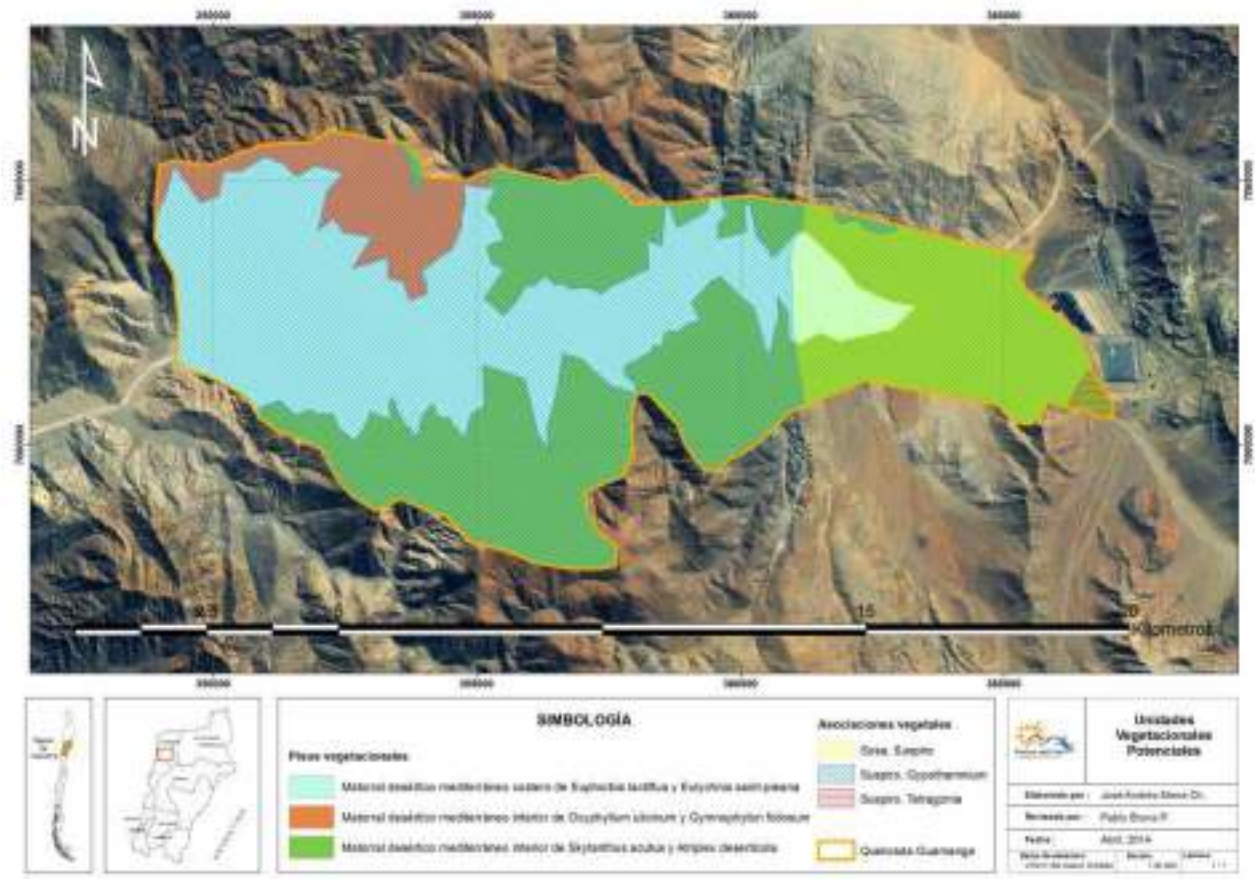


Imagen 3: Unidades Vegetacionales Potenciales

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.4.2 Flora potencial

En base a lo expuesto en el Libro Rojo de Atacama se detectaron 286 especies de plantas vasculares, para la comuna de Chañaral lo que representa el 26% de la flora descrita para la Región de Atacama (excel, flora potencial comuna de Chañaral).
Para el Análisis de las Líneas de Base de Flora presentadas en el Sistema de Evaluación Ambiental, se revisaron 6 proyectos encontrándose en ellos todas las especies descritas como potenciales en el Libro Rojo de Atacama, por lo que se mantiene el mismo listado de flora potencial para el área de estudio.

2.4.3 Caracterización de la Vegetación

El trabajo en terreno se realizó entre los días 20 al 26 de junio del 2015 y el 04 al 07 de julio del mismo año, con un equipo de dos profesionales para el componente florístico. Para ver el cambio estacional de la vegetación, se revisaron las 75 parcelas de muestreo distribuidas aleatoriamente en las distintas unidades muestréales, siguiendo metodología expuesta en el punto 3.1.2. La campaña de terreno se realizó en esta fecha para poder cuantificar el cambio en la vegetación producto de las precipitaciones de fines de marzo.

Además de la gran unidad Vegetacional denominada “Matorral Leñoso Muy Claro de *Nolanaleptophylla y Tetragonia angustifolia”,* se logró detectar la presencia de algunas asociaciones de pequeñas dimensiones donde las especies dominante cambian. Estas asociaciones serán analizadas a través de las imágenes satelitales para determinar su real extensión y cobertura.

Se logró detectar 97 especies de plantas vasculares de las cuales 17 especies se encuentran identificadas solo a nivel de género y 12 se encuentra en proceso de identificación con las muestras recolectadas en terreno (Anexo. listado florístico). El aumento considerable en el número de especies se debe a la explosiva aparición de hierbas anuales que producto de las lluvias del mes de marzo emergieron.
Estas especies pertenecen a 27 familias, representadas por 40 géneros. La familia con mayor representación es la Asteraceae con 11 especies, le sigue la familia Nolanaceae con 5 especies.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

En comparación a la campaña de verano y producto de las precipitaciones de fines de marzo 2015, se pudo apreciar un considerable aumento en la diversidad de especies en comparación a la campaña de verano tardío 2015. Se pudo evidenciar la aparición de por lo menos 17 hierbas anuales y 1 arbustos de los cuales no se tenían registro en la campaña de verano.

La mayor riqueza florística se encuentra ubicada en la quebrada principal, así como en las quebradas tributarias a esta.

2.4.4 Distribución de especies en categoría de conservación

En la campaña de primavera se prospectaron las 75 UM de las cuales la mayor riqueza florística se encuentra en las UM ubicadas en la quebrada principal, así como en las quebradas tributarias a esta.

Las especies en categoría de conservación se distribuyen a lo largo de toda la quebrada y dependiendo de su hábito de crecimiento se puede apreciar su ubicación. Las especies suculentas se distribuyen habitualmente en laderas de quebradas independiente se su exposición, encontrándose también algunos individuos en los fondos de quebradas. Las especies arbustivas y herbáceas se concentran siempre en los fondos de quebrada.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

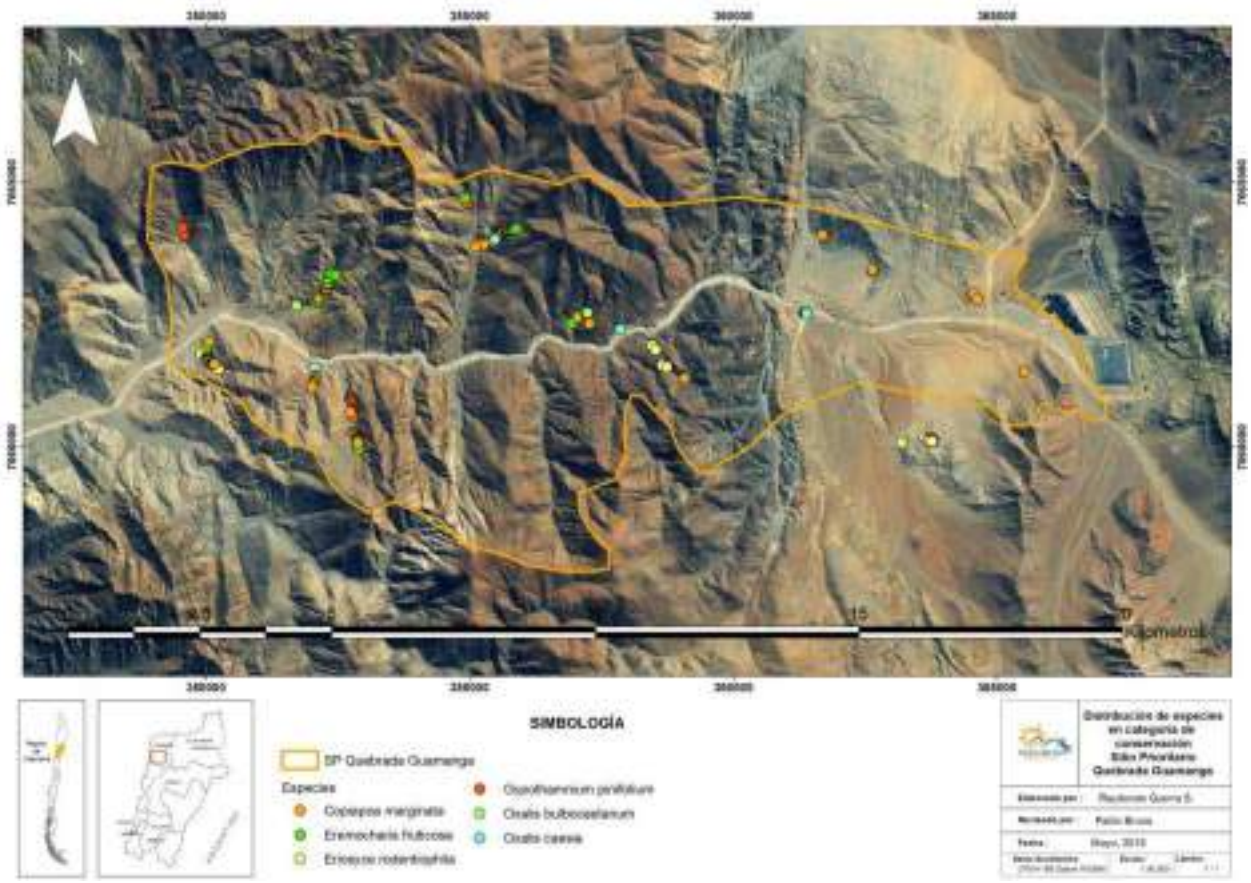


Imagen 4: Distribución de las especies en categoría de conservación

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.4.5 Listado de especies en categoría de conservación

Tabla 3: Especies en categoría de conservación

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación				
			RCE	Bol 47	L_Rojo_ Atacama	L_Rojo_Flora	Cactáceas _Chile
Apiaceae	*Eremocharis fruticosa*	Ruda silvestre			V		
Cactaceae	*Eriosycerode ntiophila*	Sandillón		V	EP		
Cactaceae	*Copiapoamar ginata*	Copiapoa	V; D.S 19/2012	R	FP		
Oxalidaceae	*Oxaliscaesia*	Oxalis	V; D.S. 42/2011		EP		
Asteraceae	*Gypothamniu mpinifolium*		CA; DS 42/2011		FP		
Oxalidaceae	*Oxalisbulboc astanum*	Oxalis			IC (FP?)		
Cactaceae	*Copiapoahyp ogaea*	Copiapoa	EN-R; D.S. 50/2008		IC (FP?)		
Alstroemeriace ae	*Alstroemeria graminea*	Lirio de Campo	VU; DS 41/2011		VU		
Violaceae	*Viola rhombifolia*				IC (EX?)		
Portulacaceae	*Cistantheam arantoides*				IC (VU?)		
Asteraceae	*Aphyllocladu sdenticulatus*		NT; DS 41/2011		FP		



Fotografía 7: *Oxalis caesia*



Fotografía 8: *Eriosycero dentiophila*

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 9: *Copiapoa marginata*



Fotografía 10: *Viola rhombifolia*



Fotografía 11: *Aphyllocladus denticulatus*



Fotografía 12: *Alstroemeria gramínea*

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.5 Recolección de semillas

En la presente campaña se evidenció un alto porcentaje de plantas en estado de floración por lo que se espera que se produzca una buena producción de semillas de las especies en categoría de conservación, esto basado en los criterios biológicos y ecológicos para priorizar especies con fines de conservación *ex situ* y restauración ecológica definidos en el manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica elaborado por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA; Gold et al, 2004). En la campaña de invierno tardío o primavera se realizará la primera colecta de semillas en la cual se realizarán los respectivos ensayos de corte, se determinará el número promedio de semillas por fruto o unidad de dispersión y los posibles daños por hongos o insectos.

2.6 Fauna

En este componente se ha identificado la presencia de 19 especies de vertebrados en la campaña de verano 2014, 17 en la campaña de otoño, 17 en la campaña de invierno, 12 especies en la campaña de primavera del 2014; 16 especies presentes en la campaña de verano 2015 y por último 23 especies en la campaña de otoño 2015.

Tabla 4: riqueza de especies de fauna en Sitio Prioritario Guamanga

Grupo faunístico	Presencia de especies					
	Verano 2014	Otoño 2014	Invierno 2014	Primavera 2014	Verano 2015	Otoño 2015
Aves	7	7	7	4	6	14
Reptiles	6	5	4	3	4	4
Macromamíferos	4	4	4	5	5	4
Micromamífero	2	1	1	0	1	1
Total	**19**	**17**	**17**	**12**	**16**	**23**

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.6.1 Muestreo de aves

El catastro de avifauna potencial en el sector arroja la presencia de 64 especies, representadas por 23 órdenes y 23 familias. De este listado potencial 3 especies se encuentran en alguna categoría de conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), hasta su noveno proceso, estas son: *Ardeacocoi* (Garza cuca), *Theristicus caudatus* (Bandurria) y *Falco peregrinus* (Halcón peregrino),

La abundancia en relación al área de estudio arroja un total de 54 individuos en la campaña de verano 2014, de los cuales el mayor números de avistamientos corresponde a *Geositta cunicularia* (Minero) y *Diuca diuca* (Diuca) y 81 individuos en la campaña de otoño, con un importante aporte en la abundancia de avistamiento de una bandada de *Sicalis olivaceus* (Chirihue verdoso) en la UM 57 y 60, que aumentó la abundancia en este periodo.
En cuanto a la campaña de invierno del mismo año, la abundancia se observó en 40 individuos, la mitad de la campaña anterior, donde 15 de ellos fueron *Diuca diuca* (Diuca) y 13 *Sicalis olivaceus* (Chirihue verdoso), mientras en la campaña de primavera, la abundancia disminuyó con un total de 20 individuos, con mayor número de individuos de *Cathartes aura* (Jote cabeza colorada), con 10 individuos y *Diuda diuca* (Diuca) con 5 individuos.

Para la campaña de verano 2015, se observaron 6 especies, con una abundancia de 16 individuos observados directamente, la especies con mayor presencia fue de *Geositta cunicularia* (Minero) y *Asthenes modesta* (Canastero) con 5 individuos de cada uno.

Mientras en otoño 2015, el número de especies observadas en terreno aumentó de acuerdo a las temporadas pasadas con un total de 14 especies, con una abundancia total de la temporada de 114 individuos, de estos la especies que destaca es la *Diuca diuca* (Diuca) con 20 individuos observados, luego *Leptasthenura aegithaloides* (Tijeral) con 17 individuos y *Sicalis olivaceus* (Chirigüe verdoso) con 16 individuos.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

Folio014436

Tabla 5: registro de aves año 2015

			Estados de Conservación		PRESENCIA/ AUSENCIA						Nº de individuos por campaña avistamiento directo					
Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Ley de Caza 2012	RCE	V	O	I	P	V2	O2	V	O	I	P	V2	O2
CATHARTIDAE	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada			1	1	1	1	1	1	3	6	4	10	1	15
CHARADRIIDAE	*Oreopholusruficollis*	Chorlo de Campo			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
THINOCORIDAE	*Thinocorusrumicivorus*	Perdicita			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
FALCONIDAE	*Phalcoboenusmegalopterus*	Carancho cordillerano			1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
TROCHILIDAE	*Rhodopisvesper*	Picaflor del norte			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
FALCONIDAE	*Falco sparverius*	Cernícalo			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FURNARIIDAE	*Geosittacuniculariia*	Minero			1	0	1	1	1	1	24	0	1	2	5	12
FURNARIIDAE	*Leptasthenuraaegithaloides*	Tijeral			1	1	0	0	0	1	3	11	0	0	0	17
FURNARIINAE	*Asthenes modesta*	Canastero chico			0	0	1	1	1	0	0	0	4	3	5	0

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

			Estados de Conservación		PRESENCIA/ AUSENCIA						N° de individuos por campaña avistamiento directo					
Familia	**Nombre Científico**	**Nombre Común**	**Ley de Caza 2012**	**RCE**	**V**	**O**	**I**	**P**	**V2**	**O2**	**V**	**O**	**I**	**P**	**V2**	**O2**
TYRANNIDAE	*Muscisaxicolarufivertex*	Dormilona de nuca rojiza			1	1	1	0	1	1	4	10	2	0	1	6
TYRANNIDAE	*Muscisaxicolamaculirostris*	Dormilona chica			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
TYRANNIDAE	*Agriornislivida*	Mero			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
TROGLODYTIDAE	*Troglodytesmusculus*	Chercán			1	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0
THRAUPIDAE	*Sicalisolivaceus*	Chirihue verdoso			0	1	1	0	1	1	0	14	13	0	1	16
THRAUPIDAE	*Sicalisauriventris*	Chirihue dorado			0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
THRAUPIDAE	*Phrygilusalaudinus*	Platero			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10
THRAUPIDAE	*Phrygilusfruticeti*	Yal			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
THRAUPIDAE	*Diuca diuca*	Diuca			1	1	1	1	1	1	10	39	15	5	3	20
EMBERIZIDAE	*Zonotrichiacapensis*	Chincol			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
				Totales	7	7	7	4	6	14	54	81	40	20	16	114

LDC: Ley de Caza; **RCE**: Reglamento de Clasificación de Especies; **LC:** Preocupación menor; VU: Vulnerable; NT: Casi amenazada; EN: En Peligro / **V**: verano; **O**: otoño; **I**: invierno; **P**: primavera

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo

Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama

Fono: (051) 2618486

www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 13: *Muscisaxicola rufivertex* (Dormilona de nuca rojiza)



Fotografía 14: *Thinocorus rumicivorus* (Perdicita)

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 15: Oreopholus ruficollis (Chorlo de campo)



***Fotografía 16: Diuca diuca* (Diuca)**

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo

Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama

Fono: (051) 2618486

www.tierradelsolconsultores.cl

2.6.2 Muestreo de mamíferos

La revisión bibliográfica realizada en la literatura nacional especializada, arroja la presencia de 19 especies de mamíferos potenciales, pertenecientes a 6 órdenes y 12 familias. De ellas 10 presentan alguna categoría de conservación de acuerdo a la Ley de Caza y su Reglamento, y el Reglamento de Clasificación de Especies, 8 especies en la primera y 10 en la segunda.

En las prospecciones en terreno se observó la presencia de 6 especies de mamíferos en la campaña de verano 2014. De estas especies 3 están en alguna categoría de conservación: *Lama guanicoe* (guanaco), *Lycalopex griseus* (zorro chilla) y *Chinchilla laniger* (Chinchilla costina). De estas especies, se avistaron directamente 9 individuos, de los cuales 3 fueron *Lycalopex griseus.*

En la campaña de otoño se identificó la presencia de 5 especies, corroborando la presencia de *Chinchilla laniger* (Chinchilla costina). Hubo sólo un avistamiento directo de *Abrothrix olivaceus* (Ratón oliváceo) que está sin categoría de conservación.

En tanto, en invierno se observó únicamente la presencia de 4 macromamíferos y un micromamíferos, con sólo un avistamiento directo de *Abrothrix olivaceus* (Ratón oliváceo), las otras especies se identificaron por medio de signos indirectos y por fotografías en las trampas cámara.

En la campaña de primavera, se observó la presencia de 5 macromamíferos y ningún micromamíferos. Estas 5 especies fueron detectadas solo por avistamiento indirecto, por identificación de fecas y en trampas cámara, cabe mencionar la identificación de *Chinchilla laniger* (Chinchilla costina) en otro punto del área de estudio y la presencia de *Canis familiaris* (Perro).

Cinco macromamíferos y un micromamíferos, fueron observados indirectamente en la segunda campaña de verano. Se reiteran los avistamientos por trampa cámara en los dos puntos donde se han observado *Chinchilla laniger* (Chinchilla costina).

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

En tanto en la campaña de otoño 2015, se registró la presencia de 5 especies, de las cuales dos fueron vistas directamente en terreno, éstas son el *Lama guanicoe* (Guanaco) con dos individuos y *Eligmodonti adunaris* (Ratoncito de las dunas), siendo un nuevo registro para el área, estos 3 individuos cayeron en las trampas balde instaladas.

Así también, se agrega un nuevo punto de avistamiento por trampa cámara de *Chinchilla laniger* (Chinchilla costina).

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

Folio014442

Tabla 6: registro de mamíferos

			Estados de Conservación		PRESENCIA/ AUSENCIA						Nº de individuos por campaña avistamiento directo					
Familia	**Nombre científico**	**Nombre Común**	**Ley de Caza 2012**	**RCE**	**V**	**O**	**I**	**P**	**V2**	**O2**	**V**	**O**	**I**	**P**	**V2**	**02**
Chinchillidae	*Chinchilla laniger*	Chinchilla costina	P	EN	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Camelidae	*Lama guanicoe*	Guanaco	P	VU	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2
Canidae	*Pseudalopexgriseus*	Zorro chilla	I	LC	1	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0
Leporidae	*Lepuseuropaeus*	Liebre europea			1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Cricetidae	*Abrothrixolivaceus*	Ratón oliváceo			1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Cricetidae	*Phyllotisdarwini*	Ratón orejudo de Darwin			1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Cricetidae	*Eligmodontiadunaris*	Ratoncito de las dunas			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
Canidae	*Canisfamiliaris*	Perro			0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
				Totales	6	5	5	5	5	5	9	1	1	0	0	5

LDC: Ley de Caza; **RCE**: Reglamento de Clasificación de Especies; **LC:** Preocupación menor; VU: Vulnerable; NT: Casi amenazada; EN: En Peligro. / **V**: verano; **O**: otoño: invierno; **P**: primavera

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 17: *Eligmodontia dunaris* (Ratoncito de las dunas)



Fotografía 18: *Chinchilla laniger* (Chinchilla)

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 19: Trampa cámara *Pseudalopex griseus* (Zorro Chilla)



Fotografía 20: Trampa cámara *Lama guanicoe* (Guanaco)



Fotografía 21: Defecadero de *Lama guanicoe* (Guanaco)

2.6.3 Muestreo de reptiles

La revisión bibliográfica de literatura especializada, y la experiencia del consultor en el área de estudio, arrojan la presencia de 9 especies potenciales de registrar en este sector. Todas estas especies se encuentran en alguna categoría de conservación, 8 de ellas de acuerdo a la Ley de Caza y su Reglamento edición 2012 del SAG, y 9 de acuerdo a lo señalado por el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), hasta su noveno proceso.

Según el terreno realizado en verano 2014 se observó la presencia de 6 especies de reptiles en el área de estudio, 5 de ellas categorizadas bajo lo señalado en la Ley de Caza y su Reglamento, y 6 según el Reglamento de Clasificación de Especies. En esta oportunidad, la abundancia en relación al área de estudio arrojó un total de 20 individuos, de los cuales los mayores avistamientos corresponden a individuos de *Liolaemus atacamensis* y *Liolaemus platei.*

En la campaña de otoño se identificó la presencia de 4 especies, con el avistamiento directo de 46 individuos, de las cuales 41 correspondieron a *Liolaemus platei* (Lagartija de Plate), se destaca la presencia de un individuo de *Homonota gaudichaudi* (Salamanqueja del norte chico).

En tanto, en la campaña de invierno, se observó la presencia de 5 especies, de las cuales se observó la presencia de 26 individuos en terreno, de ellos destaca en número *Liolaemus platei* (Lagartija de Plate) con el avistamiento directo de 12 individuos.

En primavera hay 3 especies de reptiles, con un total de 14 individuos observados directamente en esta campaña. Estas especies son de *Liolaemus atacamensis* (Lagarto de Atacama) con 5 individuos, *Liolaemus platei* (Lagarto de Plate) con 8 individuos y *Callopistes maculatus* (Iguana chilena) con un individuo.

En este terreno de verano 2015 se observaron 4 especies con una abundancia de 37 individuos observados directamente, donde se destaca la presencia de *Liolaemus platei* (Lagartija de Plate) con 26 individuos y un individuo *de Liolaemus nigromaculatus* (Lagartija de manchas).

En la campaña otoño 2015, son 4 las especies observadas directamente, con un total de 46 individuos, *Liolaemus platei* (Lagarto de Plate) presenta mayor abundancia con 21 individuos, así también *Liolaemus atacamensis* (Lagarto de Atacama) con 13 individuos.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

Folio014447

Tabla 7: registro de reptiles

					PRESENCIA/ AUSENCIA						Nº de individuos por campaña					
Nombre científico	**Nombre Común**	**Origen**	**Ley de caza 2012**	**RCE**	**V**	**O**	**I**	**P**	**V2**	**O2**	**V**	**O**	**I**	**P**	**V2**	**O2**
Philodryaschamissonis	Culebra de cola larga	E	R	R	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Homonotagaudichaudi	Salamanqueja del norte chico	E	R	R	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Liolaemusatacamensis	Lagarto de Atacama	E	R	R	1	1	1	1	1	1	6	3	7	5	5	13
Liolaemusbisignatus	Lagarto de dos manchas	E	R	R	1	0	1	0	0	0	3	0	4	0	0	0
Liolaemusnigromaculatus	Lagartija de mancha	N	V	VU	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	7
Liolaemusnitidus	Lagarto nítido	N		NT	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Liolaemusplatei	Lagartija de plate	N	R	R	1	1	1	1	1	1	5	41	12	8	26	21
Callopistesmaculatus	Iguana chilena	E	V	VU	1	1	1	1	1	1	4	1	2	1	5	5
				Totales	6	4	5	3	4	4	20	46	26	14	37	46

LDC: Ley de Caza; **RCE**: Reglamento de Clasificación de Especies; **LC:** Preocupación menor; VU: Vulnerable; NT: Casi amenazada; EN: En Peligro. / **V**: verano; **O**: otoño; **I**: invierno; **P**: primavera.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 22: ***Liolaemus nigromaculatus (Lagartija de manchas).***



Fotografía 23: ***Callopistes maculatus*** **(Iguana Chilena)**

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.6.4 Muestreo de anfibios

La revisión bibliográfica de literatura especializada, arroja la presencia de 2 especies de anfibios en el área de estudio: *Rhinella atacamensis* (Sapo de Atacama) y *Pleurodema thaul* (Sapo de cuatro ojos) ambas en categoría de conservación en “Peligro de Extinción” de acuerdo a lo señalado por la Ley de Caza y su Reglamento, edición 2012 del SAG, y de acuerdo a lo señalado por el RCE, el Sapo de Atacama estaría Vulnerable y el Sapo de Cuatro Ojos “Casi Amenazado”. Durante los terrenos realizados no se observó la presencia de ninguna de las dos especies.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

3 BIBLIOGRAFIA

- **ACOSTA, G. y J.A. SIMONETTI, 1999.**Guía de huellas de once especies de mamíferos del bosque templado chileno. Bol. Museo Nacional Historia Natural Chile. 48, 19-27 pp.
- **ARAYA, B. & G. MILLIE. 1997.** Guía de campo de las aves de Chile. Octava edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 406 pp.
- **ARAYA, B., M. BERNAL, R. SCHLATTER y M. SALABERRY. 1995**. Lista Patrón de las aves Chilenas. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 35 pp.
- **BÖRGEL,** R. (1983) Geografía de Chile, Geomorfología Tomo III, Instituto Geográfico Militar, Santiago.
- **CAMPOS, 1996**. Mamíferos Terrestres de Chile. Guía de Reconocimiento. Marisa Cúneo Ediciones, Valdivia, Chile. 221 pp.
- **CHAPMAN, A & WIECZOREK, J.** (2005). Uses of Primary Species-Occurrence Data, version 1.0. Global BiodiversityInformationFacility
- **CONAF-CONAMA-BIRF. 1999.** Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Universidad Austral de Chile. 89 p.
- **D.S. N° 5/1998.** Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero (Edición 2012).
- **DONOSO-BARROS, R. 1966**. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago de Chile. 458 pp.
- **ETIENNE, M. & PRADO, C., 1982.**Descripción de la vegetación mediante la Carta de
- **FERNÁNDEZ, F**. (2000). Introducción a la fotointerpretación. Editorial Ariel: Barcelona.
- **GAJARDO, R. 1994.** La Vegetación Natural de Chile, clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. 165 pp.

- **GONZÁLEZ, A**. (2007). Fundamentos de fotointerpretación. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería: Bogotá.
- **GRAHAM, R. & ROGER, R.** (1990). Manual de fotografía aérea. Omega: Barcelona.PhillipsSJ., Anderson, RP., &Schapire, RP. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190: 231-259
- **GOLD, K., LEÒN-LOBOS, P., & WAY, M**. (2004). Manual de recolección de semillas de plantas silvestres. Boletín INIA, 110.
- **IRIARTE, A. 2008**. Mamíferos de Chile. Lynx ediciones. Barcelona, España.
- **JARAMILLO, A. 2005.** Aves de Chile. LynxEdicions. Barcelona. 240 pp.
- **LUEBERT, F. & P. PLISCOFF. 2006**. Sinopsis Bioclimática y Vegetacional De Chile. 1ª Ed. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 318 p.
- **MELLA, J. 2005**. Guía de campo: reptiles de Chile. Zona Central. Ediciones del centro de ecología aplicada.
- Ocupación de Tierras. Publicaciones Misceláneas N° 9. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.
- ***PINCHEIRA-DONOSO*** **D.&*NÚÑEZ*, H.*2005***. Las especies chilenas del género LiolaemusWiegmann, 1834 (*IguaniaTropiduridae: Liolaeminae*). Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile.
- **PLISCOFF, P., & FUENTES-CASTILLO, T.** (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte grande*, 61 - 79.
- **SQUEO. 2008.** Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Region de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena. 466 p.
- **TORANZA, C.** (2011). Riqueza de anfibios de Uruguay: Determinantes ambientales y posibles efectos de cambio climático. Montevideo: Universidad de la República.

- **URBINA, N., LOYOLA, R. (2008**). Applying niche-based models to predict endangered-hylid potential distributions: are neotropical protected areas effective enough? Tropical Conservation Science, vol. 4, p. 417 - 445.

- **WISZ, M., HIJMANS, R., LI, R., PETERSON, A., GRAHAM, C., GUISAN, A.** (2008). Predicting Specie Distributions Working Group. Effects of sample size on the performance of species distribution models. Diversity and Distributions, vol. 14, p. 763-773.

Informe Otoño 2015

Presencia de Guanacos en Sitio Prioritario para la conservación de la Flora en Quebrada Guamanga 2015 - 2016, Región de Atacama



Informe preparado por:

Dr. Benito A. González, Ing. Agr.

Daniel Valencia, Méd. Vet.

Julio de 2015

Índice de contenidos

1. Introducción 3
1. Objetivo 3
2. Área de estudio 3
3. Metodología 7
3.1 Caracterización de signos directos e indirectos 7
4. Resultados 8
4.1 Avistamiento de animales y signos indirectos. 8
5. Conclusiones 10
6. Recomendaciones preliminares 10
7. Bibliografía 10
8. Anexo fotográfico 12

Índice de Tablas

Tabla 1. Guanacos avistados en el Sitio Prioritario y quebradas aledañas. 8
Tabla 2. Signos indirectos avistados en el Sitio Prioritario y quebradas aledañas..... 8

Índice de Figuras

Figura 1. Sitio Prioritario Quebrada de Guamanga. 4
Figura 2. Cuenca visual y caminos recorridos en el Sitio Prioritario y quebradas aledañas. 5
Figura 3. Cuenca visual dentro de Sitio Prioritario..... 6
Figura 4. Registro de signos indirectos y avistamiento de Guanacos en el área de estudio. 9
Figura 5. Huella de guanaco encontrada en el Sitio Prioritario. 12
Figura 6. Defecadero de guanaco encontrado en el Sitio Prioritario..... 12
Figura 7. Ejemplar de guanaco macho adulto observado durante el recorrido en vehículo en quebradas aledañas al Sitio Prioritario. 13

1. Introducción

El guanaco, *Lama guanicoe*, es el artiodáctilo más grande que habita Sudamérica con alrededor de un millón de individuos (Franklin, 1982; González et al.2006; González et al., en preparación). Su distribución se encuentra fragmentada, abarcando Perú, Bolivia, Paraguay, donde está clasificado en Peligro en cada uno de estos países; mientras que en Argentina se encuentra "potencialmente Vulnerable". En Chile está clasificado como "Vulnerable"en la zona norte y centro, y de "Preocupación Menor" en la zona Austral (Decreto 33 MMA, 2012), mientras que a menor escala, en la región de Atacama, se encuentra en Peligro de Extinción (Glade, 1993).

La flexibilidad social y sus hábitos alimenticios a nivel de especie, junto con una serie adaptaciones locales (González, 2013), lo hacen un animal apto para habitar tanto zonas desérticas, de alta montaña, estepáricas y de matorral, como también algunas zonas boscosas de Sudamérica. Pese a esta diversidad de ecosistemas donde el guanaco vive, su abundancia y distribución es heterogénea, siendo las poblaciones de ambientes áridos, los que presentan mayores problemas de conservación, debido principalmente a la baja productividad natural del ambiente, extracción de leña, caza ilegal, la competencia con ganado, el aislamiento y posible entrecruzamiento con la llama (Cunazza et al., 1995; Franklin et al., 1997; González et al., 2006; González 2010). Esta sería la situación en la cual estarían las poblaciones que habitan desde la región de Arica y Parinacota, hasta la región de Atacama.

El Sitio Prioritario para la conservación de la Flora Quebrada Guamanga se encuentra localizado en una zona donde habitan poblaciones costeras de guanaco de la región de Atacama. Esta es un área de bajos recursos para el guanaco, por lo que se espera una baja densidad natural (González et al., 2013).

1. Objetivo

El objetivo general del presente informe es reportar la presencia de guanacos (*Lama guanicoe*) en el Sitio Prioritario de conservación Quebrada Guamango y sus inmediaciones durante el monitoreo correspondiente a la estación de otoño.

2. Área de estudio

El área de estudio se localiza a 26 km al sur – este de la comuna de Chañaral, Provincia de Chañaral, Región de Atacama (Figura 1). De acuerdo a la clasificación de Gajardo el área se emplaza en la Subregión del desierto florido con una vegetación de tipo matorral desértico (Luebert y Pliscoff, 2006).

El sector de la cuenca donde se encuentra el Sitio Prioritario de conservación fue visitado los días 1 y 2 de Julio de 2015, correspondientes a la estación de otoño tardío, en busca de presencia de guanacos. El Sitio Prioritario corresponde a un área de 84,1 km^2 (Figura1).



Figura 1. Sitio Prioritario Quebrada de Guamanga.

El Sitio Prioritario y quebradas aledañas fueron recorridos en vehículo por caminos principales y secundarios, abarcando una longitud aproximada de 81,3 km (Figura 2). La distancia de observación de animales se definió en 1000 m a cada lado de la línea de marcha, lo que determina que la superficie de observación potencial sea de 104 km^2 en el total de la ruta

vehicular (**Error! Reference source not found.**). Para el Sitio Prioritario Quebrada Guamanga, la superficie potencial de observación es de 38,2 km^2 (Figura 3).

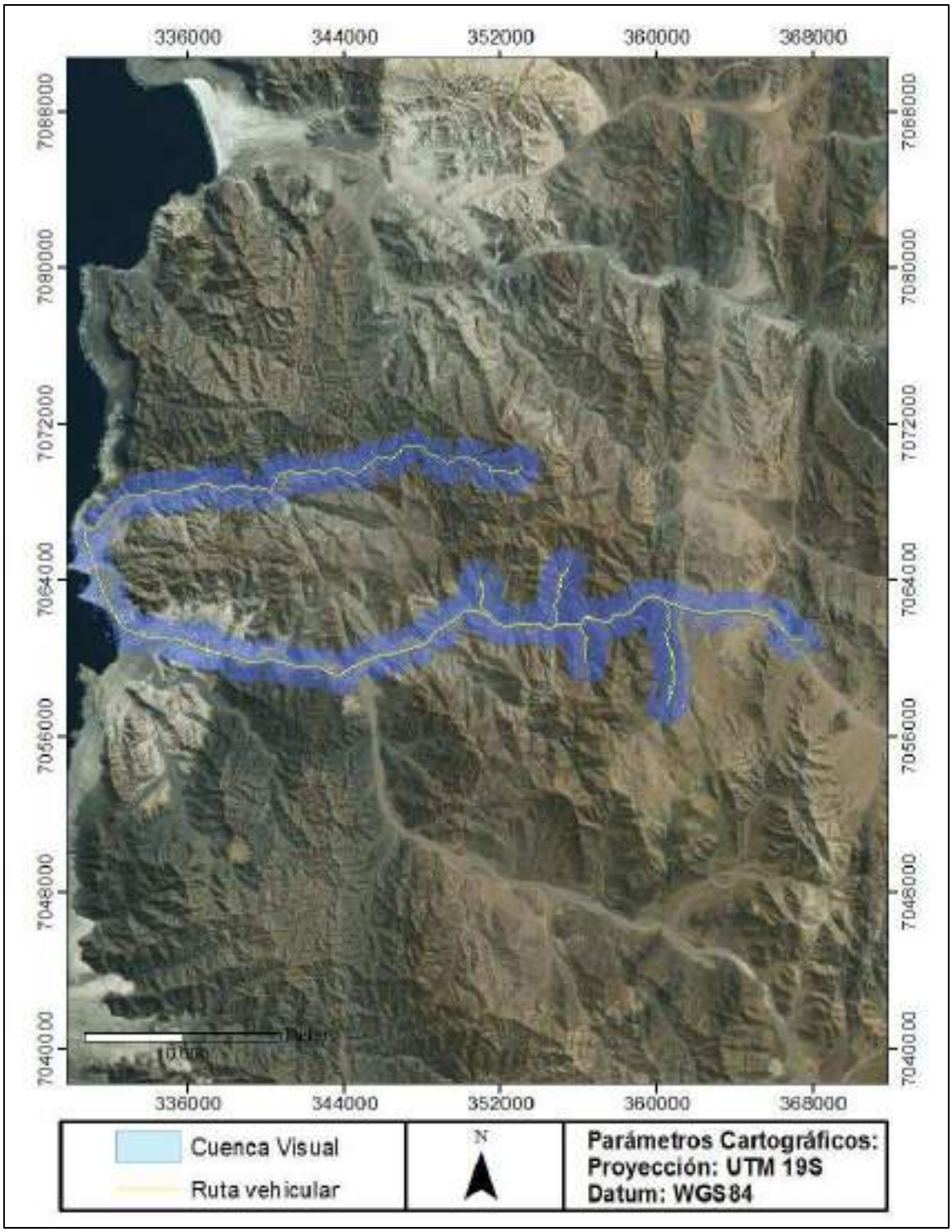


Figura 2. Cuenca visual y caminos recorridos en el Sitio Prioritario y quebradas aledañas.

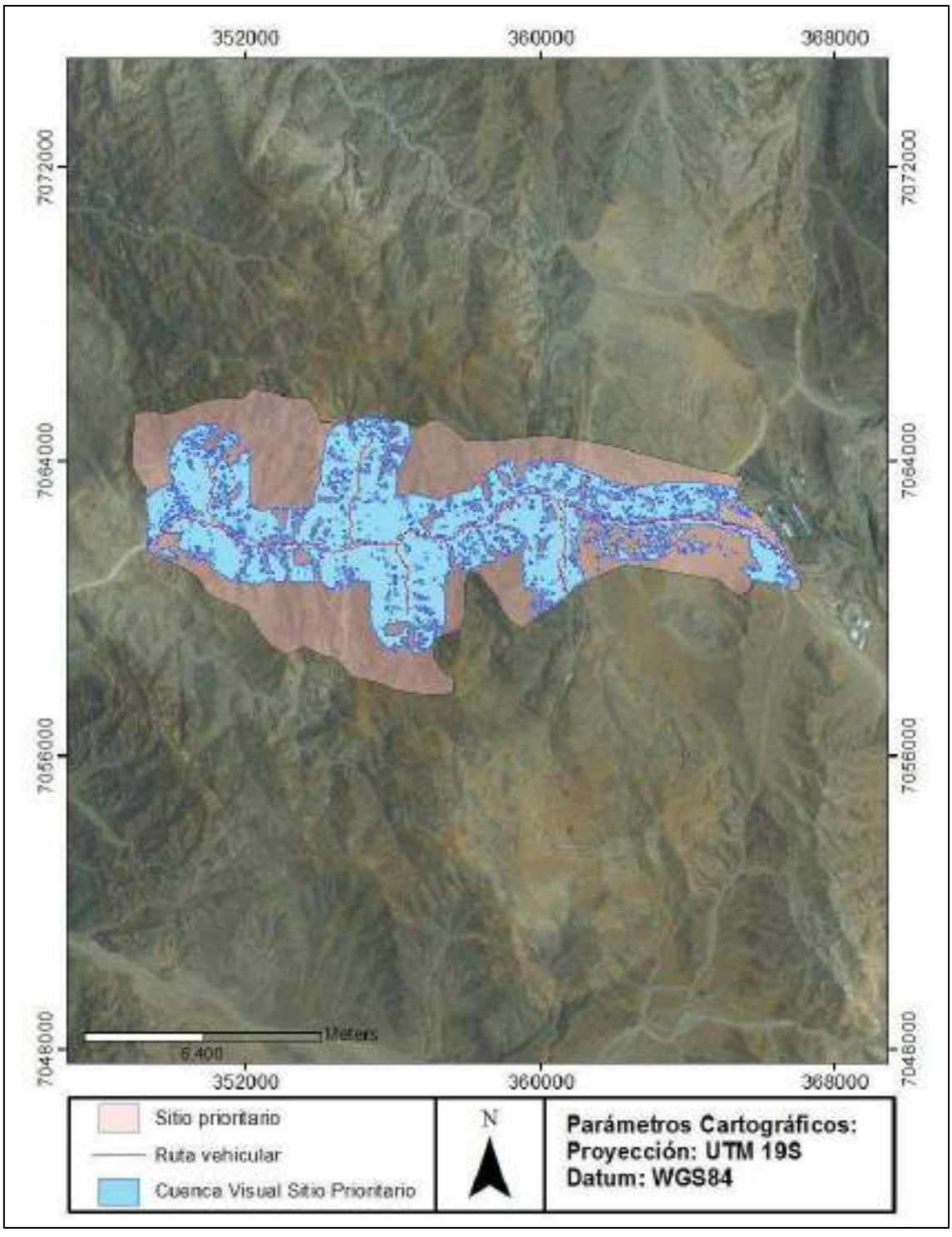


Figura 3. Cuenca visual dentro de Sitio Prioritario.

3. Metodología

3.1 Caracterización de signos directos e indirectos

Para detectar animales (signos directos) se realizaron avistamientos y búsqueda de animales con binoculares 10x45 y telescopio 18-60X60. Cada avistamiento fue caracterizado por:

- Ubicación: localización geográfica con GPS desde el camino, distancia desde el punto de observación en el camino con un distanciómetro laser (Bushnell, 1500 yds) y una brújula.
- Estructura del grupo: Número total de individuos por grupo: número de machos, número de hembras, número de juveniles, número de chulengos. En los adultos se diferenciará machos de hembras sólo cuando sea evidente por observación de atributos morfológicos (observación de testículos y prepucio en los machos, conformación y forma del cuerpo, presencia de crías asociadas a ejemplares adultos) o conductuales (Franklin, 1982; B. González, datos no publicados). La edad de los animales se determinó de acuerdo al tamaño relativo de los ejemplares, donde los adultos constituyen el tamaño máximo (González et al, 2000). Cuando los animales no pueden ser sexados o asignados a una categoría etaria, fueron registrados como indeterminados.
- Tipo de grupo o unidad social: se clasificará a los animales observados en las diferentes unidades sociales descritas para el guanaco (Raedeke, 1979; Franklin, 1982; Franklin, 1983; Franklin, 2011): Familia: Constituido por un macho territorial, hembras adultas con o sin sus crías de la temporada anterior (Sarno et al., 2003).; Grupos de Machos solteros: Constituidos por machos sin territorio, que se desplazan en conjunto y que agregan a individuos de diferentes edades (Wilson & Franklin, 1985); Macho solitario: Corresponde a aquellos machos que defienden un territorio, pero al cual no acceden hembras; y Otro tipo de grupos, como pares madre-cría, grupos de hembras e indeterminados.

Para la observación de huellas, senderos, fecas, defecaderos y carcazas (signos indirectos), se realizaron visitas a zonas con registros previos en busca de signos recientes.

4. Resultados

4.1 Avistamiento de animales y signos indirectos.

Se avistó un individuo durante el recorrido del área en una quebrada aledaña al Sitio Prioritario (Tabla 1). Paralelamente se registraron 6 huellas, 2 defecaderos y un cadáver (Tabla 2).

Tabla 1. Guanacos avistados en el Sitio Prioritario y quebradas aledañas.

Grupo	Fecha	Animales totales	Coordenada X	Coordenada Y	Ubicación
GG01	02-07-2015	1	350433	7070268	Quebrada aledaña

Tabla 2. Signos indirectos avistados en el Sitio Prioritario y quebradas aledañas.

ID	Fecha	Tipo de signo	Coordenada X	Coordenada Y	Ubicación
Signo 1	01-07-2015	Huellas	350995	7064081	Sitio Prioritario
Signo 2	01-07-2015	Huella	351142	7063803	Sitio Prioritario
Signo 3	01-07-2015	Huella	355207	7063851	Sitio Prioritario
Signo 4	01-07-2015	Huella	355524	7064627	Sitio Prioritario
Signo 5	01-07-2015	Huella	360503	7057661	Sub cuenca Sitio Prioritario
Signo 6	02-07-2015	Huella	344785	7069615	Quebrada aledaña
Signo 7	01-07-2015	Defecadero	350998	7064082	Sitio Prioritario
Signo 8	01-07-2015	Defecadero	355126	7063877	Sitio Prioritario
Signo 9	02-07-2015	Huesos	355082	7063704	Quebrada aledaña

La observación de huellas permite inferir que en el sector del Sitio Prioritario fue recorrido por un adulto y una cría, y por un adulto en los previos a nuestra visita. Estas huellas fueron registradas en áreas cercanas a aguadas donde han sido instaladas trampas-cámara.



Figura 4. Registro de signos indirectos y avistamiento de Guanacos en el área de estudio.

5. Conclusiones

- En el área de estudio registró presencia reciente de individuos de *Lama guanicoe* (huellas).

6. Recomendaciones preliminares

- Se recomienda aplicar el monitoreo sugerido (monitoreo estacional) para evidenciar una posible recolonización del sector por parte de la especie *Lama guanicoe*.

7. Bibliografía

Cunazza, C., Puig, S.,Villalba, L.1995 Situación del guanaco y su ambiente. En S PUIG (ed.) Técnicas para el manejo del guanaco: 27-50. Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, Comisión de Supervivencia de Especies, UICN.

Franklin, W. 1982. Biology, ecology and relationship to man of the South American camelids. En M.A. Mares & H.H.Genoways (eds) Mammalian biology in South America: 457-489. Vol. PymatuningSymp. Ecol. Spec. Publ. Vol 6. Lab. of Ecol. and Univ. of Pittsburg, Pittsburg.

Franklin, W. 1983.Constrastingsocioecologies of South America's wild camelids: the vicuña and the guanaco. En J.F. Eisenberg & D. Kleiman (eds) Advances in the Study of Animal Behaviour: 573-629. Shippensburg.

Franklin, W., Bas, F., Bonacic, C., Cunazza, C., Soto, N. 1997.Striving to manage Patagonia guanacos for sustained use in the grazing agroecosystems of southern Chile. Wildlife Society Bulletin 25: 65-73.

Franklin, W.L. 2011. Family Camelide (Camels). In Handbook of the Mammals of the World - Volume 2 - Hoofed Mammals. Wilson, D.E. & Mittermeier, R.A. (eds.). Lynx Edicions, Barcelona, Spain.

Glade, 1993. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal.

González, B.A., Palma, R.E., Zapata, B., Marín, J.C. 2006. Taxonomic and biogeographic status of guanaco *Lama guanicoe* (Artiodactyla, Camelidae). MammalReview 36 (2):157-178.

González, B.A. 2010. ¿Qué problemas de conservación tienen las poblaciones de guanaco en Chile? Ambiente Forestal 9: 26-36.

González, B.A. 2013. Definición de unidades de manejo de poblaciones silvestres de guanaco (*Lama guanicoe*) en Chile. Dissertation. Universidad de Chile.

González, B.A., Samaniego, H., Marín, J.C., Estades, C. 2013. Unveiling guanaco distribution in Chile based upon niche structure of phylogeographic lineages: Andean Puna to Subpolar Forests. PLoS ONE 8(11): e78894.

Luebert, F & P. Pliscoff. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 316 pp.

MMA, 2012. Quinto proceso de Clasificación de Especies según estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente. Diario Oficial 27 de febrero de 2012.

Raedeke, K. 1979 Population dynamics and socioecology of the guanaco (*Lama guanicoe*) of Magallanes, Chile. Doctoral Dissertation, College of Forest Resources University of Washington.

Sarno, R.J., M.S. Bank, H.S. Stern, Franklin, W.L. 2003. Forced dispersal of juvenile guanacos (*Lama guanicoe*): causes, variation, and fates of individuals dispersing at different times. BehavioralEcology and Sociobiology 54:22-29.

Valladares, P. 2012. Mamíferos terrestres de la Región de Atacama, Chile. Comentarios sobre su distribución y estado de conservación. Gayana 76: 22-37

Wilson, P., Franklin, W.L. 1985. Male group dynamics and inter-male aggression of guanacos in southern Chile. ZeitschriftFurTierpsychologie 69:305-328.

8. Anexo fotográfico



Figura 5. Huella de guanaco encontrada en el Sitio Prioritario.



Figura 6. Defecadero de guanaco encontrado en el Sitio Prioritario.



Figura 7. Ejemplar de guanaco macho adulto observado durante el recorrido en vehículo en quebradas aledañas al Sitio Prioritario.

1.- TOTALES

GUAMANGA

Totales Fauna terrestre 2015

	Presencia número de especies			
	Verano 2015	**Otoño 2015**	**Invierno**	**Primavera**
Aves	6	14	0	0
reptiles	4	4	0	0
macromamiferos	5	4	0	0
micromamifero	1	1	0	0
Total	**16**	**23**	**0**	**0**

2.- AVES

Listado potencial en Guamanga

Id	Orden	Familia	Sub. Familia		Nombre científico	Nombre Común	Origen	Estados Ley de Caza 2012
7	CATHARTIFORMES	CATHARTIDAE			*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada		
19	CHARADRIIFORMES	CHARADRIIDAE			*Oreopholus ruficollis*	Chorlo de campo		
22	CHARADRIIFORMES	THINOCORIDAE			*Thinocorus rumicivorus*	Perdicita		
33		TROCHILIDAE	TROCHILINAE		*Rhodopis vesper*	Picaflor del norte		
34	PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	SCLERURINAE		*Geositta cunicularia*	Minero		
40		FURNARIIDAE	FURNARIINAE		*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral		
44		TYRANNIDAE			*Agriornis livida*	Mero		
45		TYRANNIDAE			*Muscisaxicola rufivertex*	Dormilona de nuca rojiza		
47		TYRANNIDAE			*Muscisaxicola maculirostris*	Dormilona chica		
57		THRAUPIDAE			*Sicalis olivaceus*	Chirihue verdoso		
		THRAUPIDAE			*Phrygilus alaudinus*	platero		
58		THRAUPIDAE			*Phrygilus fruticeti*	Yal		
59		THRAUPIDAE			*Diuca diuca*	Diuca		
60		EMBERIZIDAE			*Zonotrichia capensis*	Chincol		

chirigue
dorado
14 um 57

de	PRESENCIA/				UM 1				UM 2				UM 3
RCE	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V
	1	1											
	0	1											
	0	1											
	0	1											
	1	1							2				
		1											
	0	1											
	1	1											
	0	1											
	1	1											
		1											
	0	1											
	1	1											
	0	1											
	6	14	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0

			UM 4				UM 5				UM 6	
O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
				2				3				
2												
											1	
				2								
								2				
				2								
								1				
2	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	1	0

		UM 7				UM 8				UM 9		
I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 10				UM 11				UM 12			
P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P
		1										
		1										
0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

UM 13				UM 14				UM 15				UM 16
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V
	1								3			
									3			
0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0

			UM 17				UM 18				UM 19	
O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
2				1								
											1	
				1								
				1								
2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0

		UM 20				UM 21				UM 22		
I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I
			1				1					
											1	
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0

	UM 23				UM 24				UM 25			
P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P
										1		
										1		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0

UM 26				UM 27				UM 28				UM 29
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V
					1							
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

			UM 30				UM 31				UM 32	
O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
1												
								2				2
								2				
								1				
								3				10
1												2
2							2	2				
4	0	0	0	0	0	0	4	10	0	0	0	14

		UM 33				UM 34				UM 35		
I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I
							1					
											1	
			2				1					
							1					
							1					
		1	5				1					
0	0	1	7	0	0	0	5	0	0	0	1	0

	UM 36				UM 37				UM 38			
P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P
		1										
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

UM 39				UM 40				UM 41				UM 42
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V
	1											
					1							
					1							
					1							
0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0

			UM 43				UM 44				UM 45	
O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
												1
1												
				1								
				1								
1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1

		UM 46				UM 47				UM 48		
I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I
											1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

	UM 49				UM 50				UM 51			
P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P
		1										
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

UM 52				UM 53				UM 54				UM 55
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V
				1								
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

			UM 56				UM 57				UM 58	
O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
								1				
1				1								
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0

		UM 59				UM 60				UM 61		
I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I
						1	1					
						2						
			1				1					
			1									
			1				1					
0	0	0	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0

	UM 62				UM 63				UM 64			
P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P
										3		
0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0

UM 65				UM 66				UM 67				UM 68
					1							
	1											
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

			UM 69				UM 70				UM 71	
1												
				1								
			1	1								
1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0

		UM 72				UM 73				UM 74		
											1	
											1	
											1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0

	UM 75				TOTALES				
	V	O	I	P	TOTALES	V	O	I	P
					16	1	15	0	0
					1	0	1	0	0
					3	0	3	0	0
					3	0	3	0	0
					15	5	12	0	0
		2			14	0	17	0	0
					2	0	2	0	0
					6	1	6	0	0
					1	0	2	0	0
					17	1	16	0	0
		2				0	10		
					4	0	5	0	0
		2			20	4	20	0	0
		2			0	0	2	0	0
0	0	8	0	0	107	17	114	0	0

3.- REPTILES

Id	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Sub famili	Nombre científico
1	REPTILIA	Squamata	Colubridae		*Philodryas chamissonis*
2	REPTILIA	Squamata	Colubridae		*Tachymenis chilensis*
3	REPTILIA	Squamata	Gekkonidae		*Homonota gaudichaudi*
4	REPTILIA	Squamata	Tropiduridae		*Liolaemus atacamensis*
5	REPTILIA	Squamata	Tropiduridae		*Liolaemus bisignatus*
6	REPTILIA	Squamata	Tropiduridae		*Liolaemus nigromaculatus*
7	REPTILIA	Squamata	Tropiduridae		*Liolaemus nitidus*
8	REPTILIA	Squamata	Tropiduridae		*Liolaemus platei*
9	REPTILIA	Squamata	Teiidae		*Callopistes maculatus*

Totales

verano	37
otoño	46
invierno	0
primavera	0

				Presencia/ ausencia				UM 1
Nombre Común	Origen	Ley de caza 2012	RCE	V	O	I	P	V
Culebra de cola larga	E	R	R	0	0	0	0	
Culebra de cola corta	E	V	VU	0	0	0	0	
Salamanqueja del norte chico	E	R	R	0		0	0	
Lagarto de Atacama	E	R	R	1	1			
Lagarto de dos manchas	E	R	R	0	0		0	
Lagartija de mancha	N	V	VU	1	1	0	0	
Lagarto nítido	N		NT	0	0		0	
Lagartija de plate	N	R	R	1	1			
Iguana chilena	E	V	VU	1	1			
				4	4	0	0	0

			UM 2				UM 3				UM 4		
O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P
								2				2	
												1	
0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0

	UM 5				UM 6				UM 7				UM 8
I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V
					1								
									1				
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0

			UM 9				UM 10				UM 11		
O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P
							1	2					
				2									
0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0

	UM 12				UM 13				UM 14				UM 15
I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V
					1								
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

			UM 16				UM 17				UM 18		
O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P
1				1									
				2									
1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 19				UM 20				UM 21				UM 22
I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V
										2			
									1				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0

			UM 23				UM 24				UM 25		
O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P
												2	
1												2	
			2									1	
1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0

	UM 26				UM 27				UM 28				UM 29
I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V
													2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

			UM 30				UM 31				UM 32		
O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P
							2						
							1	2					
								1					
0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0

	UM 33				UM 34				UM 35				UM 36
I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V
		1											
		1											
0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

			UM 37				UM 38				UM 39		
O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P
1				1									
			3										
			1										
1	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 40				UM 41				UM 42				UM 43
I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V
						1				1			
	1	1			10								
0	1	1	0	0	10	1	0	0	0	1	0	0	0

			UM 44				UM 45				UM 46		
O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P
3													
								1					
3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

	UM 47				UM 48				UM 49				UM 50
I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V
									1				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

			UM 51				UM 52				UM 53		
O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P
												1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

	UM 54				UM 55				UM 56				UM 57
I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

			UM 58				UM 59				UM 60		
O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P
											3		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0

	UM 61				UM 62				UM 63				UM 64
I	V	O	P	I	V	O	P	I	V	O	P	I	V
	2												
0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

			UM 65				UM 66				UM 67		
O	P	I											
											1		
								1					
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0

	UM 68				UM 69				UM 70				UM 71
					V	O							
						1							
		4											
0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

			UM 72				UM 73				UM 74		
											1		
											2	1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0

	UM 75					TOTALES				
			P		totale	V	O	I	P	
					0	0	0	0	0	
					0	0	0	0	0	
					0	0	0	0	0	
					18	5	13	0	0	
					0	0	0	0	0	
		3			8	1	7	0	0	
					0	0	0	0	0	
					47	26	21	0	0	
					10	5	5	0	0	
0	0	3	0	0	83	37	46	0	0	

5

4.- MACRO MAMIFEROS

Guamanga 2014

Id	Orden	Familia	Sub. Familia	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Estados de Ley de Caza 2012
1	DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae		*Thylamys pallidior*	Llaca del norte o Marmosa de		
2	CHIROPTERA	Phyllostomidae		*Desmodus rotundus*	Piuchén		R
3	CHIROPTERA	Molossidae		*Tadarida brasiliensis*	Murciélago común		
4	CHIROPTERA	Vespertilionidae		*Histiotus macrotus*	Murciélago orejudo Mayor		
5	CHIROPTERA	Vespertilionidae		*Histiotus montanus*	Murciélago orejudo menor		
6	CHIROPTERA	Vespertilionidae		*Myotis atacamensis*	Murciélago de Atacama		
7	RODENTIA	Chinchillidae		*Chinchilla laniger*	Chinchilla costina		P
8	RODENTIA	Chinchillidae		*Lagidium viscacia*	Vizcacha común		P
9	RODENTIA	Octodontidae		*Spalacopus cyanus*	Cururo		
10	RODENTIA	Abrocomidae		*Abrocoma bennetti*	Ratón Chinchilla común		
11	RODENTIA	Muridae		*Mus musculus*	Laucha común		
12	RODENTIA	Muridae		*Rattus norvegicus*	Guarén		
13	RODENTIA	Muridae		*Rattus rattus*	Rata negra		
14	ARTYODACTILA	Camelidae		*Lama guanicoe*	Guanaco		P
15	CARNIVORA	Felidae		*Lynchailurus colocolo*	Gato colo colo		P
16	CARNIVORA	Felidae		*Puma concolor*	Puma		P
17	CARNIVORA	Canidae		*Pseudalopex griseus*	Zorro chilla		I

18	CARNIVORA	Canidae		*Pseudalopex culpaeus*	Zorro culpeo		I
19	LAGOMORPHA	Leporidae		*Lepus europaeus*	Liebre europea		
	Carnivora	Canidae		*Canis familiaris*	Perro		

verano	0
otroño	2
invierno	0
primavera	0

	PRESENCIA/ AUSENCIA				UM 1		
RCE	V		I	P	V	O	I
	0						
R	0						
	0						
	0						
	0						
	0						
EN	1	1					
EN	0						
EN	0						
IC	0						
	0						
	0						
	0						
VU	1	1					
NT	0						
NT	0						
LC	1	1					

LC	0						
	1	1					
	1						
	5	4	0	0	0	0	0

Folio014520

	UM 2				UM 3		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 4				UM 5		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014524

	UM 6				UM 7		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 8				UM 9		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014528

	UM 10				UM 11		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 12				UM 13		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014532

	UM 14				UM 15		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014534

	UM 16				UM 17		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014536

	UM 18				UM 19		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 20				UM 21		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014540

	UM 22				UM 23		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014542

	UM 24				UM 25		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014544

	UM 26				UM 27		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014546

	UM 28				UM 29		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014548

	UM 30				UM 31		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014550

	UM 32				UM 33		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 34				UM 35		
P	V	O	I	P	V	O	I
		1					

0	0	1	0	0	0	0	0

Folio014554

	UM 36				UM 37		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014556

	UM 38				UM 39		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014558

	UM 40				UM 41		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 42				UM 43		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 44				UM 45		
P	V	O	I	P	V	O	I
						1	

0	0	0	0	0	0	1	0

Folio014564

	UM 46				UM 47		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014566

	UM 48				UM 49		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014568

	UM 50				UM 51		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014570

	UM 52				UM 53		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 54				UM 55		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 56				UM 57		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014576

	UM 58				UM 59		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 60				UM 61		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

Folio014580

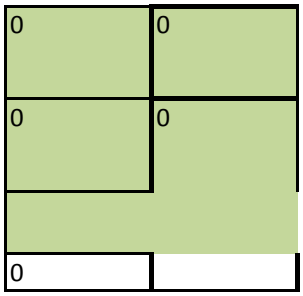
	UM 62				UM 63		
P	V	O	I	P	V	O	I

0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 64						
P	V	O	I	P	Totales	V	O
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					2	0	2
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0

					0	0	0
					0	0	0
0	0	0	0	0	2	0	2

I	P
0	0
	0
	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0


0
0
0
0
0

5.- **MICRO MAMIFEROS SHERMAN**

Id	Orden	Familia	Sub. Familia	Nombre científico	Nombre Común	Origen
	RODENTIA	Cricetidae		*Abrothrix olivaceus*	Ratón oliváceo	
	RODENTIA	Cricetidae		*Oligoryzomys longicaudatus*	Ratón de cola larga	
	RODENTIA	Cricetidae		*Phyllotis darwini*	Ratón orejudo de Darwin	
	RODENTIA	Cricetidae		*Phyllotis xanthopygus*	Ratón orejudo amarillento	

verano	1
otoño	0
invierno	0
primavera	0

Estados de Conservación		Presencia/ ausencia				UM 1				UM 2
Ley de Caza 2012	RCE	V	O	I	P	V	O	I	P	V
		0			0					
		0	0	0	0					
		1	0	0	0					
		0	0	0	0					
		1	0	0	0	0	0	0	0	0

			UM 3				UM 4				UM 5			
O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

UM 6				UM 7				UM 8				UM 9		
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 10				UM 11				UM 12				UM 13	
P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		UM 14				UM 15				UM 16				UM 1
I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

7			UM 18				UM 19				UM 20			
O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

UM 21				UM 22				UM 23				UM 24		
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 25				UM 26				UM 27				UM 28	
P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		UM 29				UM 30				UM 31				UM 3
I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2			UM 33				UM 34				UM 35			
O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

UM 36				UM 37				UM 38				UM 39		
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	UM 40				UM 41				UM 42				UM 43	
P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		UM 44				UM 45				UM 46				UM 4
I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

7			UM 48				UM 49				UM 50			

UM 51				UM 52				UM 53				UM 54		

	UM 55				UM 56				UM 57				UM 58	

		UM 59				UM 60				UM 61				UM 6

2			UM 63				UM 64					TOTALES		
											TOTALES	V	O	I
											0	0	0	0
											0	0	0	0
											0	0	0	0
											0	0	0	0
											0	0	0	0

P														
0														
0														
0														
0														
0														

6.- MAMIFEROS BALDE

Id	Orden	Familia	Sub. Familia	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Estados de Ley de Caza 2012
1	RODENTIA	Cricetidae		*Abrothrix olivaceus*	Ratón oliváceo		
2	RODENTIA	Cricetidae		*Oligoryzomys longicaudatus*	Ratón de cola larga		
3	RODENTIA	Cricetidae		*Phyllotis darwini*	Ratón orejudo de Darwin		
4	RODENTIA	Cricetidae		*Phyllotis xanthopygus*	Ratón orejudo amarillento		
5	RODENTIA	Cricetidae		*Eligmodontia dunaris*	Laucha de las dunas		
				totales			

	PRESENCIA/				UM 1				UM 2			
RCE	V	o	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P
		1										
		1										

3 indivi
duos

UM 3				UM 4				UM 5			
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P

UM 6				UM 7				UM 8			
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P

UM 9				UM 10				UM 11			
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P
									2		

UM 12				UM 13				UM 14			
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P

UM 15				UM 16				UM 17			
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P

UM 18				UM 19				UM 20			
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P

UM 21				UM 22				UM 23			
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P

UM 24				UM 25				UM 26			
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P

UM 27				UM 28				UM 29			
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P

UM 30				UM 31				UM 32			
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P

UM 33				UM 34				UM 35			
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P

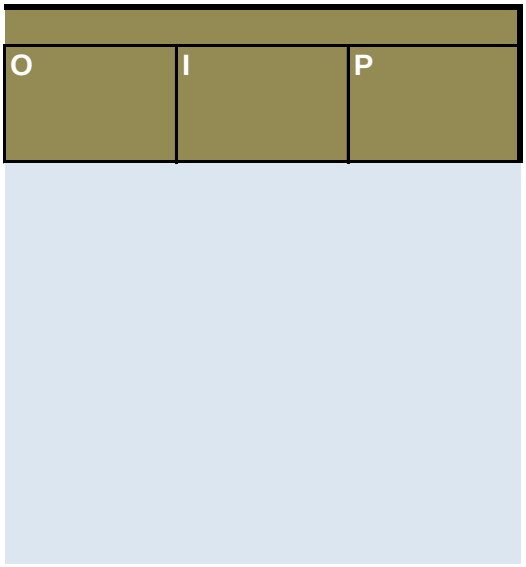
UM 36				UM 37				UM 38			
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P

UM 39				UM 40				UM 41			
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P

UM 42				UM 43				UM 44			
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P

UM 45				UM 46				UM 47	
V	O	I	P	V	O	I	P	V	O

		UM 48				UM 49
I	P	V	O	I	P	V


O
I
P

7.- ANFIBIOS

	CLASE	ORDEN	FAMILIA		Nombre científico
30	AMPHIBIA	Anura	Bufonidae		*Rhinella atacamensis*
31	AMPHIBIA	Anura	Leiuperidae		*Pleurodema thaul*

				Aguada 1				Aguada 2	
Nombre Común	Origen	Ley de Caza 2012	RCE	V	O	P	I	V	O
Sapo de rulo Atacama	N	P	VU						
Sapito de cuatro ojos	N	P	NT						

P	I

8.- ENTOMOFAUNA

Revisión bibliografica

ORDEN	FAMILIA	sp	autor	país
COLEOPTERA	BOSTRICHIDA	*Micrapate scabrata*	Erichson, 1847	CHILE
COLEOPTERA	BOSTRICHIDA	*Neoterius mystax*	(Blanchard, 185	CHILE
COLEOPTERA	BUPRESTIDA	*Atacamita chiliensis*	(Laporte & Gor	CHILE
COLEOPTERA	BUPRESTIDA	*Ectinogonia angulicollis*	(Fairmaire & G	CHILE
COLEOPTERA	CARABIDAE	*Calosoma (Castrida) vagans*	Dejean, 1831	CHILE
COLEOPTERA	CARABIDAE	*Cnemalobus convexus*	Germain, 1901	CHILE
COLEOPTERA	CARABIDAE	*Cnemalobus cylindricus*	Roig-Juñent, 19	CHILE
COLEOPTERA	CARABIDAE	*Cnemalobus hirsitus*	Lagos & Roig-J	CHILE
COLEOPTERA	CARABIDAE	*Cnemalobus nuria*	Roig-Juñent, 19	CHILE
COLEOPTERA	CARABIDAE	*Mimodromius (Gutierrezia) gracilis*	(Chaudoir, 187	CHILE
COLEOPTERA	CARABIDAE	*Mimodromius (Gutierrezia) lividus*	Mateu, 1955	CHILE
COLEOPTERA	CERAMBYCII	*Achryson lineolatum*	Erichson, 1847	CHILE
COLEOPTERA	CERAMBYCII	*Achryson philippi*	Germain 1899	CHILE
COLEOPTERA	CHRYSOMEL	*Acanthoscelides obteptus*	(Say, 1831)	CHILE
COLEOPTERA	CHRYSOMEL	*Scutobruchus ceratioborus*	(Philippi, 1859)	CHILE
COLEOPTERA	CHRYSOMEL	*Stator testudinarius*	Erichson, 1847	CHILE
COLEOPTERA	CHRYSOMEL	*Stator tigrensis*	(Pic, 1938)	CHILE
COLEOPTERA	CLERIDAE	*Necrobia ruficollis*	(Fabricius, 177	CHILE
COLEOPTERA	COCCINELLII	*Clitostethus arcuatus*	(Rossi, 1794)	CHILE
COLEOPTERA	COCCINELLII	*Cryptolaemus monstrouzieri*	Mulsant, 1853	CHILE
COLEOPTERA	COCCINELLII	*Cycloneda sanguinea*	(Linnaeus, 176	CHILE
COLEOPTERA	COCCINELLII	*Eriopis connexa chilensis*	Hofmann, 1970	CHILE
COLEOPTERA	COCCINELLII	*Heterodiomus brethesi*	González & Go	CHILE
COLEOPTERA	COCCINELLII	*Hippodamia convergens*	(Guerin-Menev	CHILE
COLEOPTERA	COCCINELLII	*Hippodamia variegata*	(Goeze, 1777)	CHILE
COLEOPTERA	CURCULIONI	*Amphideritus puberulus*	(Boheman, 185	CHILE
COLEOPTERA	CURCULIONI	*Asynonychus cervinus*	(Boheman, 184	CHILE
COLEOPTERA	CURCULIONI	*Listronotus sp.*	No Date	CHILE
COLEOPTERA	CURCULIONI	*Sphenophorus brutus*	Gyllenhal, 183	CHILE
COLEOPTERA	DERMESTIDA	*Dermestes (Dermestes) frischii*	(Kugelann, 179	CHILE
COLEOPTERA	DERMESTIDA	*Dermestes (Dermestes) maculatus*	Degeer 1774	CHILE
COLEOPTERA	DERMESTIDA	*Dermestes (Dermestes) peruvianus*	Laporté 1840	CHILE
COLEOPTERA	DERMESTIDA	*Trogoderma angustum*	(Solier, 1849)	CHILE
COLEOPTERA	HISTERIDAE	*Halacritus instabilis*	(Marseul, 1869	CHILE
COLEOPTERA	MELOIDAE	*Lyttomeloe saulcyi*	(Guérin-Ménev	CHILE
COLEOPTERA	MELOIDAE	*Pseudomeloe chiliensis*	(Guérin-Ménev	CHILE
COLEOPTERA	MELOIDAE	*Pseudomeloe sanguinolentus*	Solier, 1851	CHILE
COLEOPTERA	MELYRIDAE	*Arthrobrachus limbatus*	Solier, 1849	CHILE
COLEOPTERA	NITIDULIDAE	*Carpophilus dimidiatus*	(Fabricius, 179	CHILE
COLEOPTERA	NITIDULIDAE	*Carpophilus hemipterus*	Motschulsky, 1	CHILE
COLEOPTERA	NITIDULIDAE	*Carpophilus lugubris*	Murray, 1864	CHILE
COLEOPTERA	PTINIDAE	*Anobiinae* sp.	No Date	CHILE
COLEOPTERA	PTINIDAE	*Ascutotheca afin a unistriata*	White, 1974	CHILE
COLEOPTERA	PTINIDAE	*Ptinus sp.*	No Date	CHILE

COLEOPTERA	PTINIDAE	*Tricorynus chilensis*	White, 1974	CHILE
COLEOPTERA	PTINIDAE	*Trigonogenius globulus*	Solier, 1849	CHILE
COLEOPTERA	SCARABAEID	*Aphodius (Labarrus) pseudolividus*	Balthasar, 1933	CHILE
COLEOPTERA	SCARABAEID	*Tomarus villosus*	(Burmeister 184	CHILE
COLEOPTERA	STAPHYLINII	*Cafius bisulcatus*	(Solier, 1876)	CHILE
COLEOPTERA	STAPHYLINII	*Teropalpus luniger*	(Fauvel, 1867)	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Arthroconus fuscus*	(Solier, 1851)	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Aryenis tenuis*	Peña, 1994	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Conibius gondwanodilamus franzi*	Kaszab, 1969	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Diastoleus bicarinatus*	Solier, 1851	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Diastoleus giraudi*	Peña, 1980	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Entomochilus brendelli*	Peña, 1980	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Entomochilus ciliatus*	Peña, 1980	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Entomochilus freudei*	Peña, 1980	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Entomochilus grandis*	Peña, 1980	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Entomochilus hirtipes*	Kulzer, 1956	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Entomochilus laevipennis*	(Solier, 1851)	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Entomochilus minor*	Kulzer, 1956	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Entomochilus parvus*	(Solier, 1851)	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Entomochilus pilosus*	Solier, 1844	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Entomochilus quadratus*	Kulzer, 1956	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Entomochilus varius*	(Kulzer, 1956)	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Entomochilus viali*	Peña, 1980	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Geoborus lineatus*	(Guérin-Ménev	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Geoborus rugipennis*	(Solier, 1851)	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gonocephalum brevicolle*	Philippi, 1860	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus atacamensis*	Fairmaire, 187	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus batesi*	Fairmaire, 187	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus chango*	Mondaca, 2004	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus curtisi*	Fairmaire, 187	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus gebieni*	Kulzer, 1959	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus impressus*	Guérin, 1834	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus kingi*	Reed, 1873	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus kulzeri*	Peña, 1975	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus laevigatus*	Guérin, 1834	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus luczotii*	Chevrolat, 184	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus parvus*	Solier, 1851	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus peniciliger*	Gebien, 1944	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus planatus*	Solier, 1851	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus planicollis*	Gebien, 1944	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus subrugatus*	Fairmaire, 187	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Gyriosomus whitei*	Waterhouse, 18	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Hylithus humilis*	Erichson, 1847	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Hylithus tentyrioides*	(Lacordaire, 18	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Hypselops oblonga oblonga*	Solier, 1851	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Nycterinus Paranycterinus mannerheimi*	Solier, 1848	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Nycterinus Paranycterinus quadricollis*	Germain, 1903	CHILE

COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Nycterinus Paranycterinus rugiceps costulatus*	Philippi, 1864	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Nycterinus Paranycterinus rugiceps rugiceps*	Curtís, 1845	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Nyctopetus maculipennis var. lividipennis*	(Blanchard, 184	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Nyctopetus penai*	Freude, 1959	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Phaleria gayi*	Laporte, 1840	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Phaleria maculata*	(Kulzer, 1959)	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Phisogaster globulus*	Fairmaire & Ge	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Phisogaster kulzeri*	Peña, 1995	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Phisogaster oblongulus*	Fairmaire & Ge	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Phisogaster penai*	Kulzer, 1958	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Praocis (Filotarsus) forsteri*	Kulzer, 1958	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Praocis Mesopraocis calderana*	Kulzer, 1958	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Praocis Mesopraocis nitens*	Kulzer, 1959	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Praocis Mesopraocis pilula*	Laporte, 1840	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Praocis Orthogonoderus chilensis*	(Gray, 1832)	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Praocis Orthogonoderus insularis*	Kulzer, 1958	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Praocis Orthogonoderus subreticulata*	Solier, 1840	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Praocis Postpraocis curtisi*	Solier, 1851	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Praocis Praocis marginata*	Germain, 1856	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Praocis Praocis spinolai*	Solier, 1840	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psammetichus cekalovici*	peña, 1973	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psammetichus crassicornis*	Waterhouse, 18	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psammetichus pilipes*	Guérin, 1834	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psectrascelis carrizalensis*	Peña, 1974	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psectrascelis conjungens*	Fairmaire, 187	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psectrascelis crassiventris*	Kulzer, 1955	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psectrascelis elongata*	Solier, 1851	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psectrascelis hoffmanni*	Peña, 1985	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psectrascelis niemeyeri*	Peña, 1974	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psectrascelis pilipes pilipes*	Redtembacher,	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psectrascelis pilipes specularis*	Peña, 1974	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psectrascelis pilosa*	Solier, 1851	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psectrascelis specularis*	Peña, 1974	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psectrascelis subdepressa*	Solier, 1836	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Psectrascelis sublaevicollis*	Solier, 1851	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Scotobius brevipes brevipes*	Waterhouse, 18	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Scotobius curvipes*	Marcuzzi, 1976	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Scotobius inauditua*	Peña, 1974	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Scotobius penai*	Marcuzzi, 1976	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Scotobius pulcherrimus*	Marcuzzi, 1976	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Thinobatis calderana*	Kulzer, 1966	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Thinobatis confusa*	Peña, 1974	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Thinobatis ferruginea*	Eschscholtz, 18	CHILE
COLEOPTERA	TENEBRIONI	*Thinobatis Melcheri*	Freude, 1960	CHILE

Región	Provincia
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Chañanal
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapo
Atacama	Copiapo
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Chañanal
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Atacama
Atacama	Chañanal
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó
Atacama	Chañanal
Atacama	Chañanal
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco

Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Elqui
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Elqui
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Chañaral
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Chañanal
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Atacama
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó
Atacama	Chañaral
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Atacama
Atacama	Elqui
Atacama	Huasco
Atacama	Elqui
Atacama	Freirina
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó
Atacama	Elqui
Atacama	Atacama
Atacama	Atacama
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó

Atacama	Copiapó
Atacama	Elqui
Atacama	Elqui
Atacama	Huasco
Atacama	Chañanal
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Chañanal
Atacama	Caldera
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Huayco
Atacama	Copiapó
Atacama	Elqui
Atacama	Huasco
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Copiapó
Atacama	Chañaral
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Elqui
Atacama	Chañaral
Atacama	Copiapó
Atacama	Chañaral
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Atacama
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Copiapó
Atacama	Huasco
Atacama	Caldera
Atacama	Huasco
Atacama	Atacama
Atacama	Huasco

9.- DATOS INSECTOS

Datos de terreno

Muestreo de follaje					
Invertebrados encontrados			*Nolana crassulifolia*	*Nolana sphaerophylla*	*Eremocharis fruticosa*
Psocoptera	Trogiidae			12	28
Coccoidea		sp1	11	44	1
Lepidoptera		Larva		11	
Diptera		sp1	1	nolana leptophylla	
Diptera		sp2	1		
Diptera		sp3 pupas		2	
Himenoptera		*Chilemelisa*		1	
Himenoptera		Chalcididae	1	4	
Himenoptera		*Araucomyrme x sp.*	1		
Hemiptera		Pentatomidae	1	2	
Hemiptera		Cicalledidae		17	
Hemiptera		sp 1	2	2	
Hemiptera		sp			
Araneae	Thomisidae	sp	1	6	
Araneae	Salticidae	sp	1	3	
Araneae		sp			
Thysanoptera	Thripidae	*Drepanothrips reuteri* (Uzel, 1895)	7	1	
Coleoptera	Anobiidae			1	
	Languriidae			2	
	Lathridiidae				1
Total			10	14	3

Folio014640

Nolana.sp
13
1
4
1
5
18
6

	cambia por
Nolana sphaerophylla	*nolana leptophylla*
incienso	*Eremocharis fruticosa*
Malesherbia humilis	*Nolana.sp*

10.- resumen terreno otoño

		Nº	UM	fecha	hora	Observador
Avistamiento directo	Dormilona Nuca rojiza		1	10-06-2014	11:10	Jose-Ray
	liolaemus patei		4	10-06-2014	13:30	Jose-Ray
	Dormilona Nuca rojiza		4	10-06-2014	14:30	Jose-Ray
	tijeral		4	11-06-2014	11:05	Jose-Ray
	liolaemus patei		3	11-06-2014	11:30	Jose-Ray
	Dormilona Nuca rojiza		6	11-06-2014	12:00	Jose-Ray
	liolaemus platei		42	12-06-2014	12:50	Jose-Ray
	liolaemus platei		38	12-06-2014	13:30	Jose-Ray
	liolaemus atacamensis		39	12-06-2014	13:45	Jose-Ray
	liolaemus atacamensis		39	12-06-2014	13:45	Jose-Ray
	ratoncito olivaceo					
	liolaemus platei		64	13-06-2014	9:50	Jose-Ray
Avistamiento indirecto	feca guanaco		2	10-06-2014		Jose-Ray
	huella guanaco		4	10-06-2014		Jose-Ray
	huella guanaco		5	10-06-2014		Jose-Ray
	huella de zorro		3	11-06-2014		Jose-Ray
	huellas lagartijas y pajaros		3	11-06-2014		Jose-Ray
	feca guanaco		7	11-06-2014		Jose-Ray
	feca zorro		30	11-06-2014		Jose-Ray
		N				
directo	liolaemus patei	17	44	13-06-2014	12:30-14:30	Dorca- Pablo
	salamanquej a	1	44	13-06-2014	14:30	Dorca- Pablo
	diuca	5	44	13-06-2014	13:45	Dorca- Pablo

	liolaemus platei	2	10	14-06-2014	9:45	Dorca- Pablo
	diuca	2	25	11-06-2014	10:00	Dorca- Pablo
	diuca	1	29	11-06-2014	13:50	Dorca- Pablo
	liolaemus atacamensis	1	34	11-06-2014	15:00	Dorca- Pablo
avistamiento indirecto	feca de zorro		44	13-06-2014		Dorca- Pablo
	huella guanaco		10	14-06-2014		Dorca- Pablo
	feca de guanaco		13	10-06-2014		Dorca- Pablo
	feca de guanaco		12	10-06-2014		Dorca- Pablo
	feca roedor		29	11-06-2014		Dorca- Pablo
	nido rapaz		29	11-06-2014		Dorca- Pablo
	feca guanaco		34	11-06-2014		Dorca- Pablo
	feca de chinchilla		31	12-06-2014		Dorca- Pablo

directos	diuca	8	14	11-06-2014	8:30	Felipe- Fco
	diuca		14	10-06-2014	9:18	Felipe- Fco
	dormilona nuca rojiza	2	19	11-06-2014	10:50	Felipe- Fco
	liolaemus platei		17	11-06-2014	11:15	Felipe- Fco
	liolaemus platei		18	11-06-2014	12:18	Felipe- Fco
	liolaemus platei		20	11-06-2014	11:30	Felipe- Fco
	liolaemus platei		24	11-06-2014	13:10	Felipe- Fco
	liolaemus platei		53	14-06-2014	10:35	Felipe- Fco
	liolaemus platei		59	14-06-2014	11:00	Felipe- Fco
	c. maculatus		59	14-06-2014	11:00	Felipe- Fco
	tijeral		53	14-06-2014	11:15	Felipe- Fco
	tijeral		57	14-06-2014	11:40	Felipe- Fco
	jote		57	14-06-2014	11:40	Felipe- Fco

Nombre Científico	Nombre Común	Tipo Biológico	Origen Fitogeográfico	Unidades Muestrales				
				UM1		UM2		UM3
				Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
Ephedra glacilis	pingo pingo	Arbusto	Nativo	2	2	0	0	0
Juncus acutus	Junco	Hierba perenne	Nativo	0	0	0	0	0
Juncus sp				0	0	0	0	0
Arundo donax	Caña común	Hierba perenne	Introducido	0	0	0	0	0
Alstroemeria paupercula	Lirio de Campo	Hierba anual	Endémico	0	0	0	0	0
Jarava plumosa		Hierba perenne	Nativo	0	0	0	0	0
Bromus sp				3	0,2	0	0	0
Poa sp				0	0	0	0	0
Tetragonia angustifolia	Aguanosa	Arbusto	Endémico	74	20	0	0	53
Tetragonia maritima	Aguanosa	Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Tetragonia ovata				80	1	0	0	0
Schinus molle	Pimiento	Árbol	Nativo	0	0	0	0	0
Eremocharis fruticosa.	Ruda silvestre	Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Gymnophyton flexuosum		Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Cynanchum deserticola		Arbusto	Endémico	2	0,5	0	0	0
Aphylloclad us denticulatus		Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Chuquiraga ulicina		Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Encelia canescens	Coronilla del Fraile	Arbusto	Nativa	0	0	0	0	0
Haplopappus deserticola	Bailahuen	Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0

Hipochaeris scarzonerae		Hierba anual	Endémico	0	0	0	0	0
Gypothamnium pinifolium		Arbusto	Endémico	0	0	0	0	1
Ophryospporus triangularis	Oreja de Zorro	Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Polyachyrus poeppigii	Borlón de Alforja	Arbusto	Endémico	0	0	0	0	24
Senecio myriophyllus		Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Heliotropium floridium	Palito negro	Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Heliotropium sp1.				0	0	0	0	0
Heliotropium linearifolium				4	0,75	0	0	6
Mathewsia incana		Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Eriosyce rodentiophila	Sandillón	Suculenta	Endémico	0	0	0	0	1
Eriosyce sp								
Copiapoa hypogaea		Suculenta	Endémico	0	0	0	0	0
Copiapoa cf. marginata.	Copiapoa	Suculenta	Endémico	0	0	0	0	0
Atriplex clivicola	Cachiyuyo	Arbusto	Nativa	0	0	0	0	0
Sarcocornia fruticosa		Arbusto	Nativa	0	0	0	0	0
Suaeda foliosa		Arbusto	Nativa	0	0	0	0	0
Euphorbia copiapina	Lechero	Hierba anual	Endémico					
Adesmia argentea	Varilla	Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Adesmia eremophila		Hierba anual	Endémico	0	0	30	0,25	0
Frankenia chilensis	Hierba del salitre	Arbusto	Nativa	0	0	12	0,01	0

Huidobria chilensis		Hierba perenne	Endémico	0	0	0	0	0
Pleurophora pungens	Lengua de gallina	Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Dinemandra ericoides		Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Cristaria integerrima	Malvilla	Hierba anual	Endémico	0	0	0	0	0
Cristaria gracilis								
Cristaria sp				0	0	0	0	0
Cristaria sp2								
Nolana aplocaryoides(aromatica)								
Eucaliptus globulus	Eucalipto	Árbol	Introducido	0	0	0	0	0
Nolana cf. albescens		Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Nolana acuminata								
Nolana crassulifolia		Arbusto	Endémico	3	1,5	0	0	3
Nolana baccata		Hierba anual	Endémico	0	0	0	0	0
Nolana divaricata	Suspiro	Arbusto	Endémico	0	0	1	0,25	10
Nolana sedifolia	Suspiro	Arbusto	Endémico	4	0,75	0	0	10
Nolana leptophylla		Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Nolana peruviana		Arbusto	Endémico	0	0	0	0	0
Mirabilis elegans		Hierba anual	Nativo					
Oxalis caesia	Oxalis	Hierba perenne	Endémico	0	0	0	0	0
Oxalis bulbocastanum	Trebol	Hierba anual	Nativo	0	0	0	0	0
Bakerolimon plumosum		Hierba perenne	Endémico	0	0	0	0	0

Cistanthe cephalophora (lanceolata)								
Cistanthe celosioides		Hierba anual	Nativo	0	0	0	0	0
Cistanthe minuscula				90	1			
Cistanthe amaranthoides						100	1,5	
Cistanthe longiscapa				35	1	21	0,25	60
Cruckshanksia hymenodon	Chinita	Hierba anual	Nativo	0	0	0	0	0
Cruckshanksia pumila								
Perityle emoryi				20	0,1			30
Manzanilla 2 (petalos amarillos) UM 19ª Nª19								
Malesherbia humilis								
Lycium minutifolium				0	0	0	0	0
Fagonia	Hualputilla	Arbusto	Nativa					
Viola								
Viola								
Alstroemeria graminea								
Schizanthus integrifolius (Pajarito)								
Oziroe biflora (Cebolleta)								

Quinchamalium chilense (quinchamali)								
Erodium cicutarium								
Foto UM 10 Nº 11 Heliotropium sp								
Foto UM 17 Nº 11 (Herbacea circulos)								
Foto UM 19; Nª 24								
Foto UM 19 Nº25 Herbacea circulos								
Foto UM 19 Nº26 (Adesmia NN)								
Foto UM 21 Nº7 Heliotropium sp								
Foto:UM24 , Nº 12 herbacea corta								
Foto UM 34 Nº11 herbacea circulos								
Foto UM 34 Nº 23 herbacea corta								
Foto: UM 36 Nº22 herbacea vellosa								
Foto:UM 40 Nº12 herbacea desc CRIPTHANTHA								

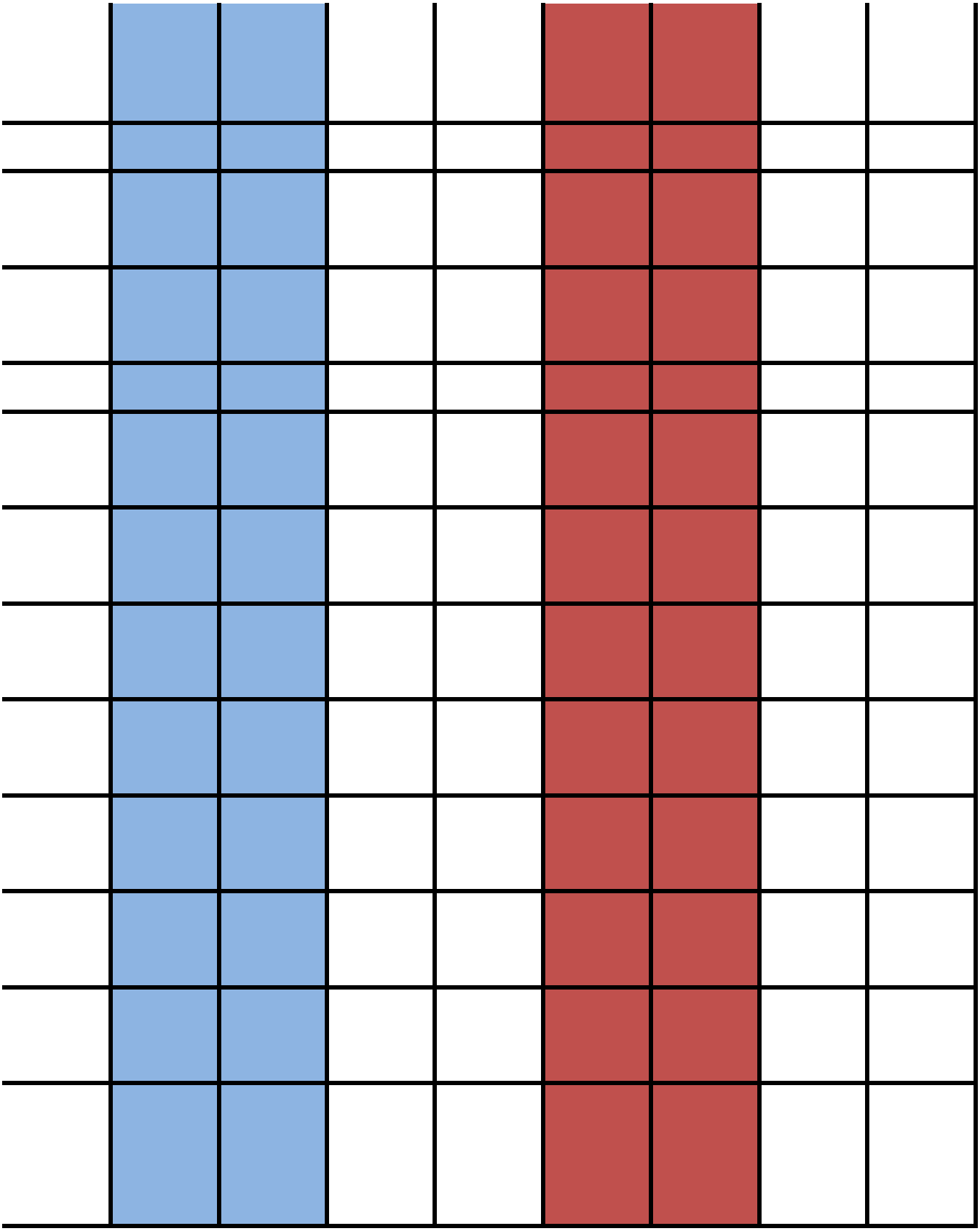
Foto:UM 40 Nº 16 herbacea corta								
Foto:UM 42 Nº 23 (Heliotropium sp)								
Foto UM 61 Nº11 Heliotropium sp								
Foto:UM 64 Nº10 Herbacea corta								
Foto:UM 68 Nº 11 NN ya conocida								
Foto:UM57 Nª17 herbacea circulos								
Foto UM 69 Nº22 hrbacea vellosa								
NN3								
NN4								
NN5								

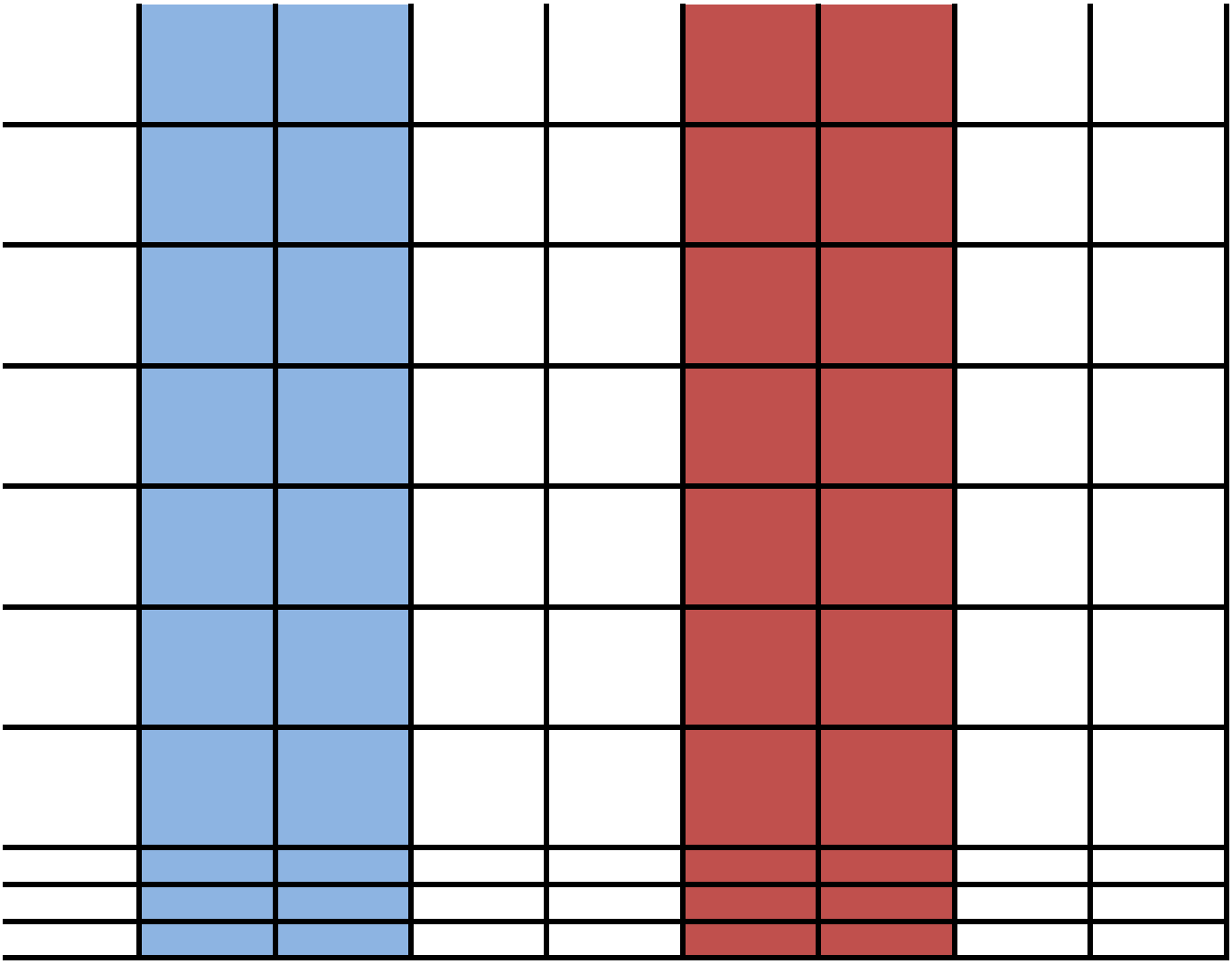
	UM4		UM5		UM6		UM7	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
0	0	0	0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	170	30	0	0	22	14	30	15
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	45	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2	1,5	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,75	30	2	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0,5	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	0	0	0	0	0	0	2	0,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2	2	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
							0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,5	6	0,75	0	0	12	9	0	0
0	0	0	0	0	30	1	100	1
1,2	0	0	0	0	22	16	0	0
2,5	24	2,5	0	0	0	0	0	0
0	1	0,3	0	0	8	4	0	0
0	1	0,1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	100	2
					30	2,5		
0,75	70	0,3	100	0,2	72	0,1	30	0,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,5								
0	0	0	0	0	1	0,1	0	0





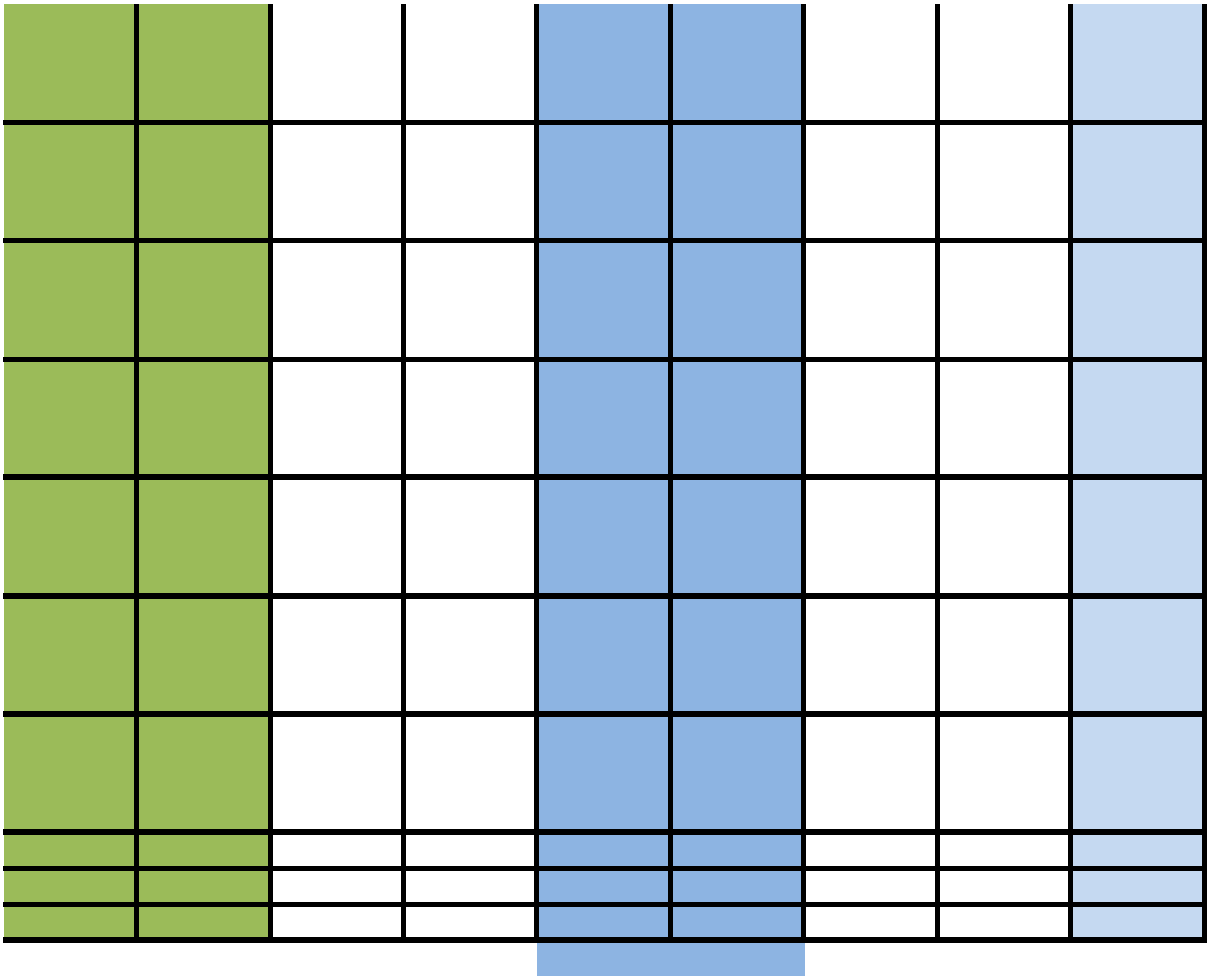
UM8		UM9		UM10		UM11		UM12
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
0	0	0	0	0	0	3	2	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	34	10	1	0,5	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	37	0,1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	3	2	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	0,25	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	2	2	1	0
0	0	0	0			0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	5	0,1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
				0	0	0	0	
0	0	0	0	2	6	3	5	1
0	0	7	0,17	70	3	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	0,1	0	0	0
0	0	0	0	1	0,75	3	2	0
0	0	0	0	12	5	1	0,25	0
0	0	0	0	2	0,1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	200
				200	3			
				24	0,5	28	1,5	
0	0	81	1	4	5	0	0	375
0	0	0	0	0	0	0	0	0
				55	0,25			
		50	1					
0	0	0	0	0	0	0	0	0
						1	0,1	

				14	3,5			

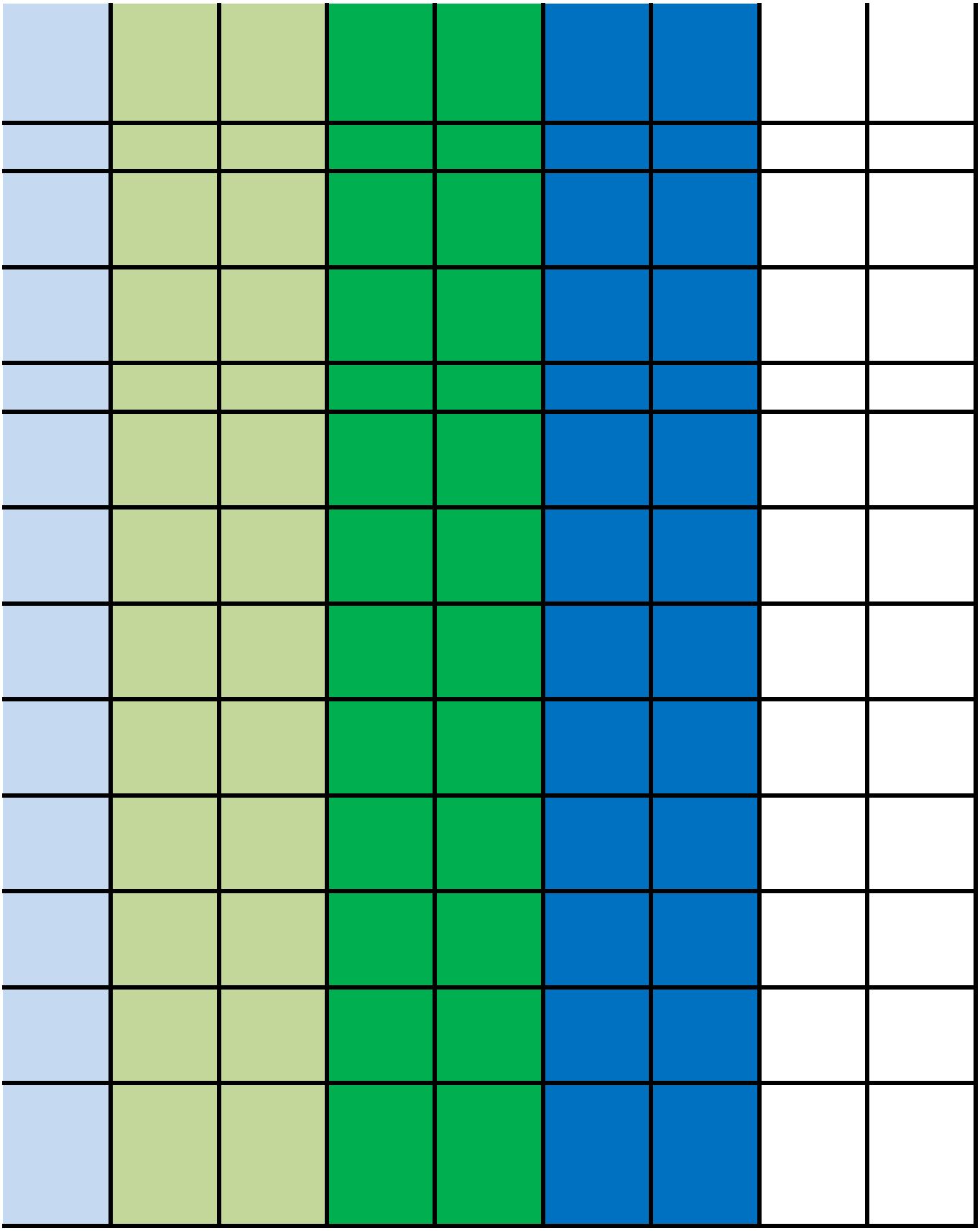


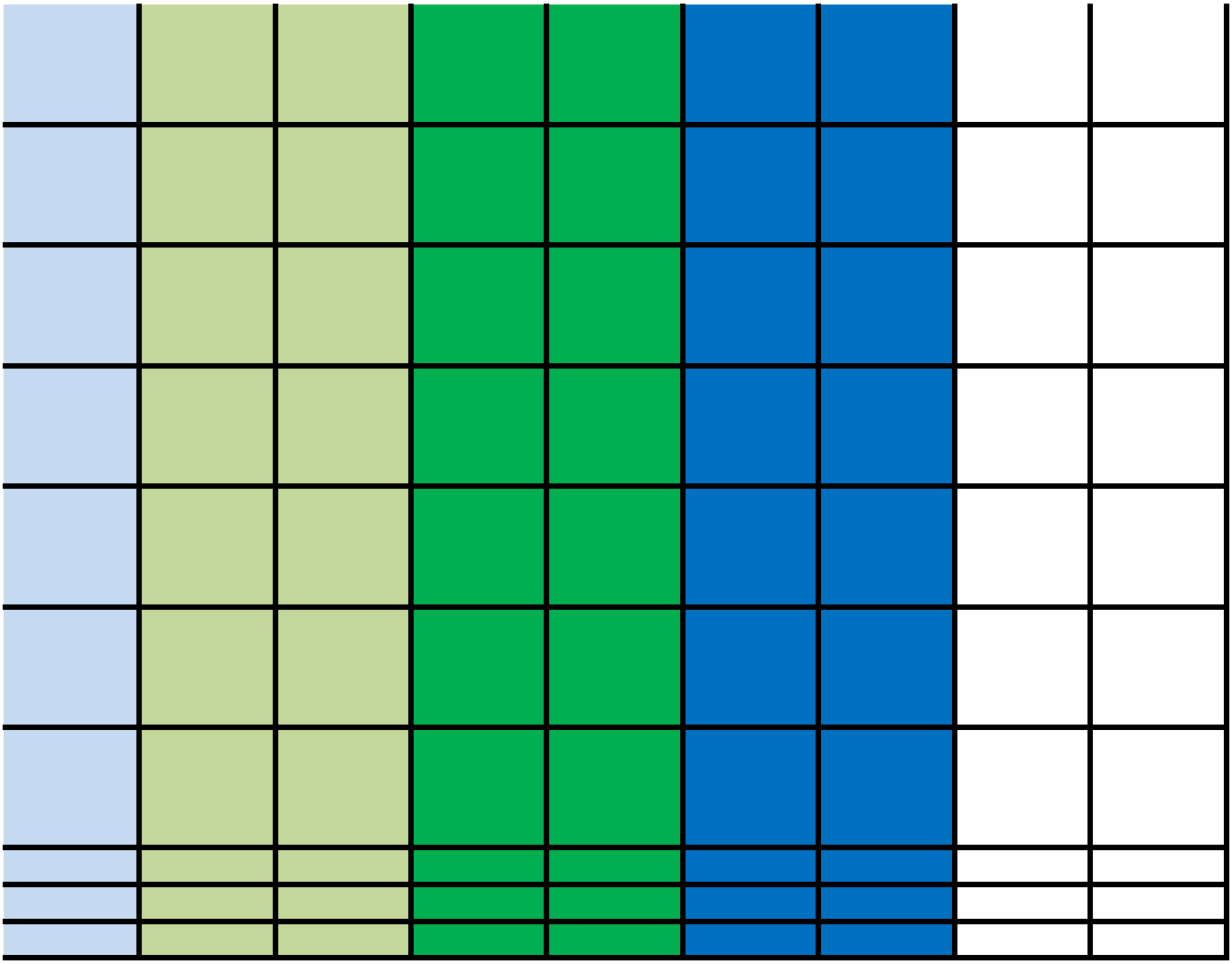
	UM13		UM14		UM15		UM16	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
0	0	0	3	3,5	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	80	15	3	3	50	28	36	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	50	1	2	0,1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	14	30
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	2	2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	4	0,25	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	3	2,5	0	0	0	0
0	0	0	12	1,5	9	0,5	11	0,25
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	2	0,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	17	3	2	0,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0						
0	0	0	0	0	1	0,25	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3	0,1	0	0	1	0,1	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	55	0,1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0				
0,1	0	0	8	5	3	1	1	1
0	0	0	50	3	0	0	35	1
0	0	0	0	0	0	0	9	9
0	0	0	2	2	8	2	1	0,25
0	0	0	5	4	0	0	14	9
0	21	5	0	0	0	0	0	0
	0	0						
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0,1	9	0,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0

2	55	0,75	28	1,5	0	0	0	0
	0	0						
	0	0						
1	90	10	35	1	0	0	200	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	150	0,25
					0	0	20	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0
					2	0,1	23	12
							50	0,25



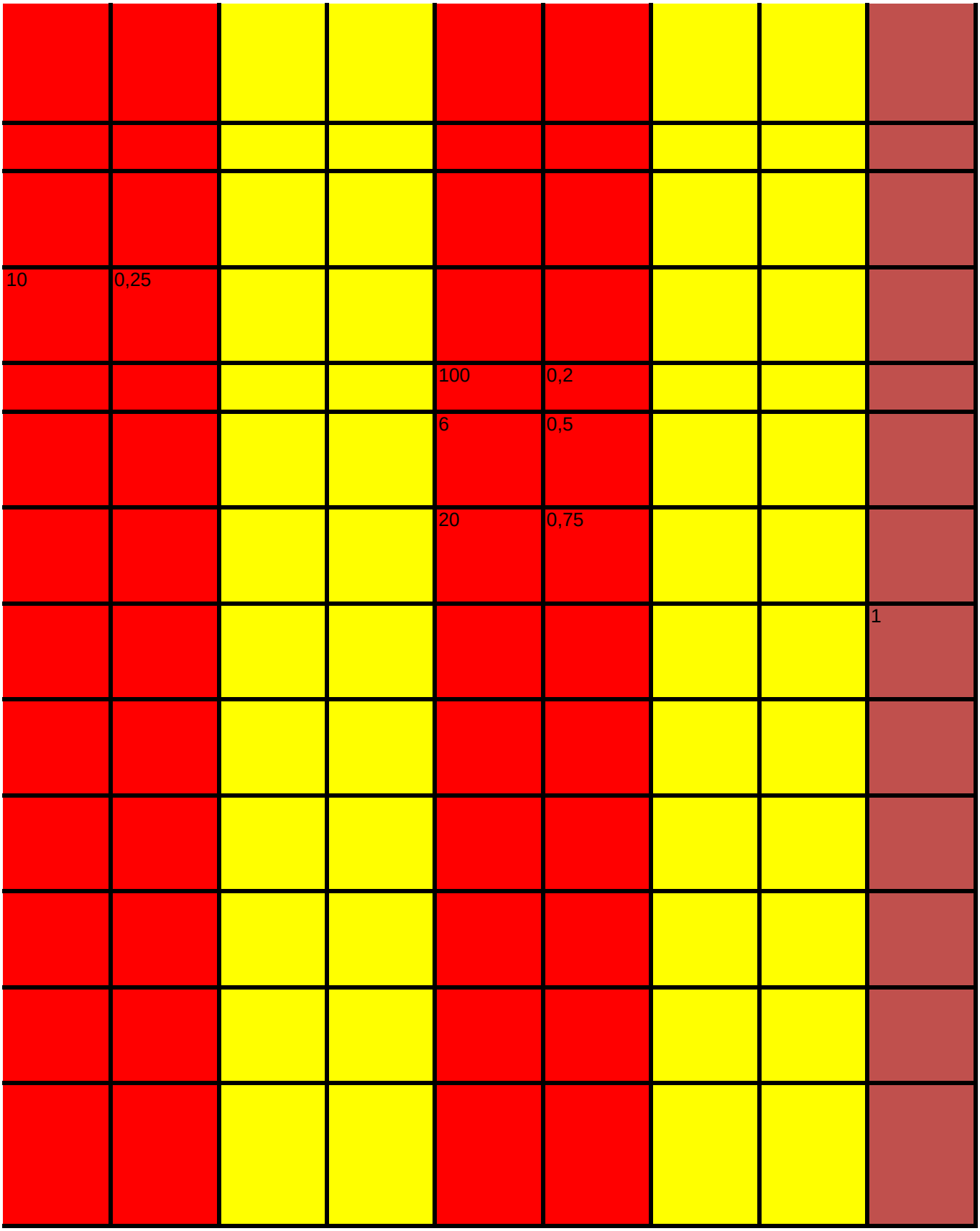


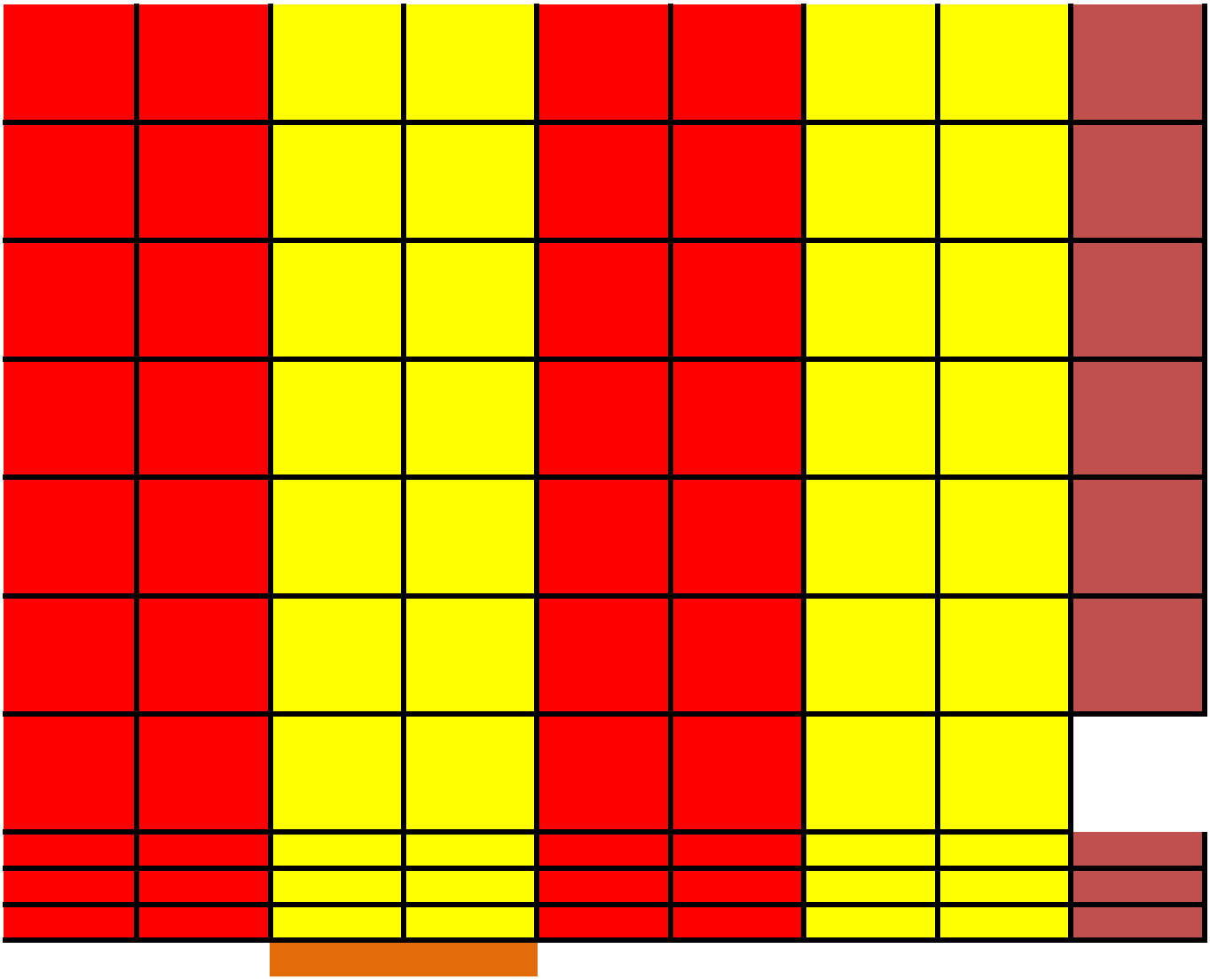
UM17		UM18		UM19		UM20		UM21
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
0	0	0	0	0	0	0	0	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	35	16	3	175	15	135	35	6
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	10	0	0	40	10	0	0	10
0	0	0	0	1	0,3	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0,2	3	0,5	12	1	0	0	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	5	1	0,25	13	30	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	3	0,1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	3	0,1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
								7
2	3	0	0	4	3,5	0	0	21
1	0,1	0	0	16	0,15	0	0	17
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	2	0	0	42	1,5	0	0	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
								0
1	0,25	0	0	4	3	1	0,1	0
60	2	100	2,5	27	1	50	2	18
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,5	2	0,3	15	4,5	0	0	2
36	15	0	0	15	10	0	0	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0
								30
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0,01	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

20	0,75	5	0,2					
0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1			200	0,2			80
3	0,25	2	0,1					
30	1	36	0,5	50	1,5	1	0,1	200
0	0	0	0	70	0,5	0	0	8
50	0,5			300	0,5			0
20	1	300	2	11	0,1	200	2	10
				3	0,1			
5	0,2			15	0,2	10	0,2	8
0	0	0	0	0	0	0	0	12
3	0,5			17	2,5			32
80	1			40	0,5			17
				12	0,2			
				200	1,5			


10
0,25
100
0,2
6
0,5
20
0,75
1

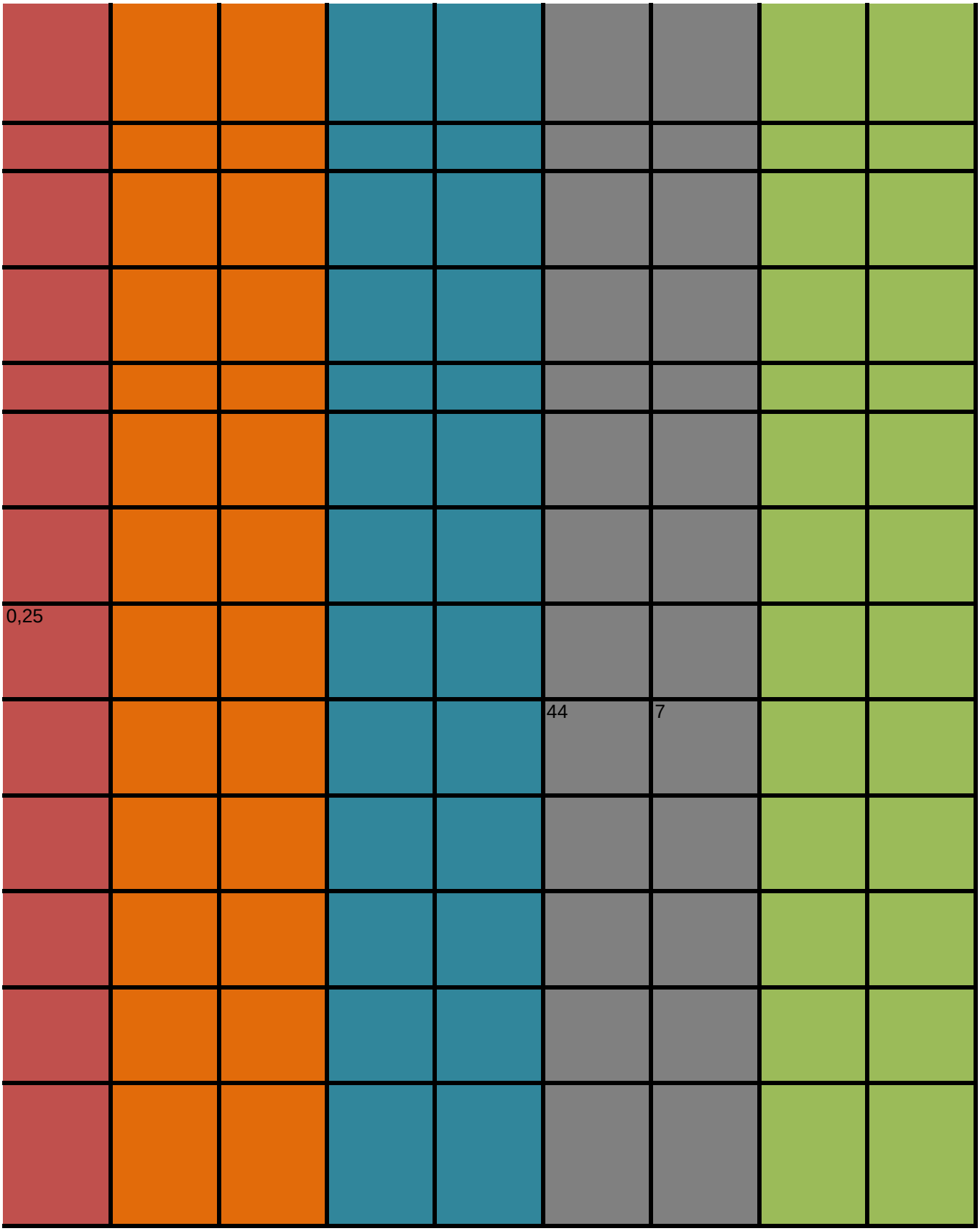


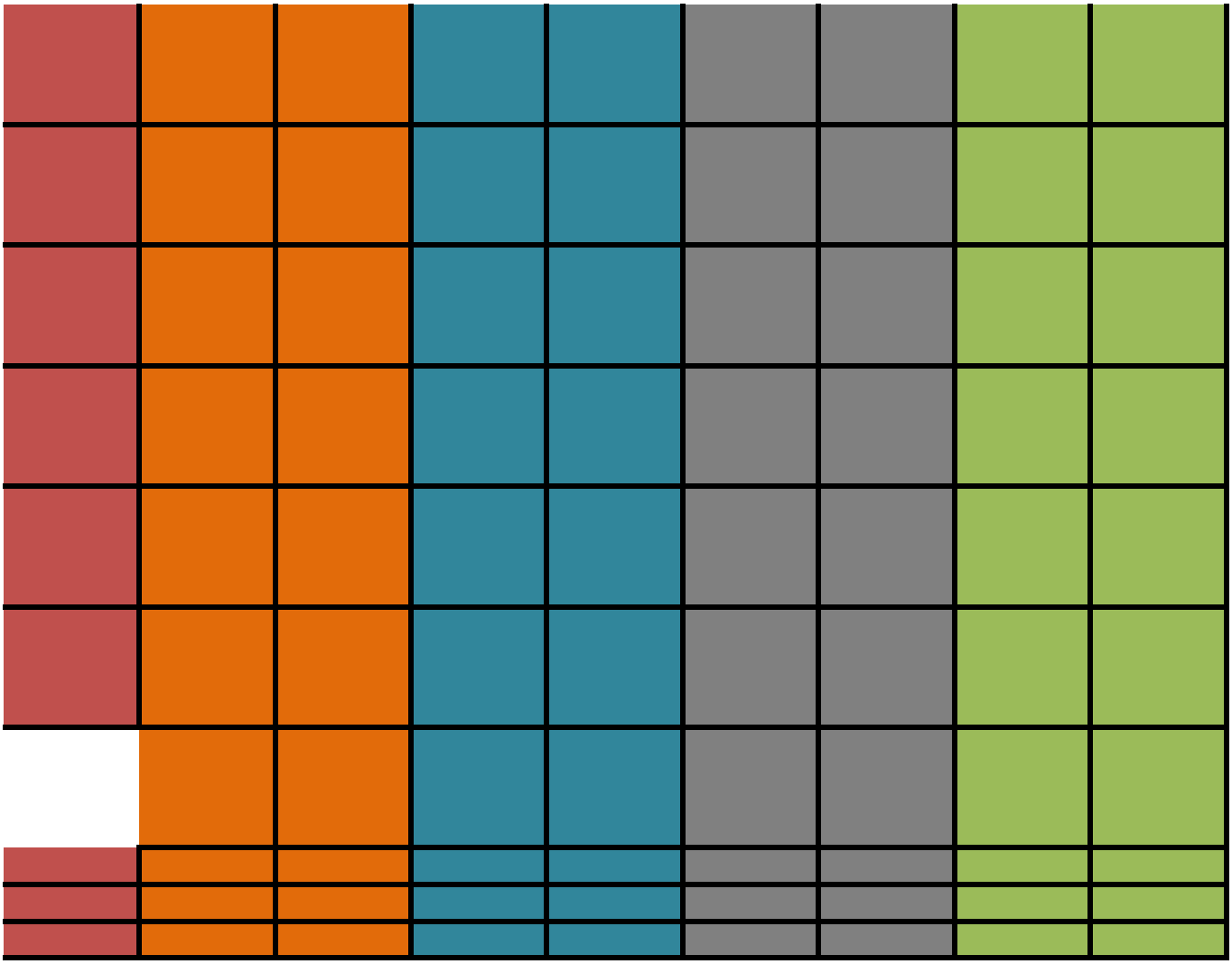
	UM22		UM23		UM24		UM25	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
1	2	0,3	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	8	0,1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,25	25	12	40	10	40	4	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	2	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	2	0,25	0	0	0	0
0,1	2	0,2	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	6	3	1	0,75	2	0,5	1	0,25
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1	0,1				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,25	0	0	6	0,2	0	0	0	0
25	1	0,2	1	0,75	1	2	0	0
1	0	0	12	0,2	10	0,1	3	0,1
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	0	0	0	0	1	0,1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0					0		0	0
0	10	1	5	3	0	0	0	0
0,25	0	0	0	0	50	2	9	0,25
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,5	6	1	1	0,25	37	3	0	0
20	0	0	3	2	18	12	3	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0
3								
0	0	0	0	0	0	0	8	0,3
0	0	0	1	0,1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

			15	0,5				
0	0	0	0	0	0	0	40	1,5
2					13	0,25		
							40	1,5
3	20	0,5	0	0	84	4	13	0,3
0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
0								
0,1					1	0,1	1	0,1
0,1								
20	0	0	0	0	0	0	0	0
3							5	0,5
0,25								
	5	0,2						


0,25
44
7

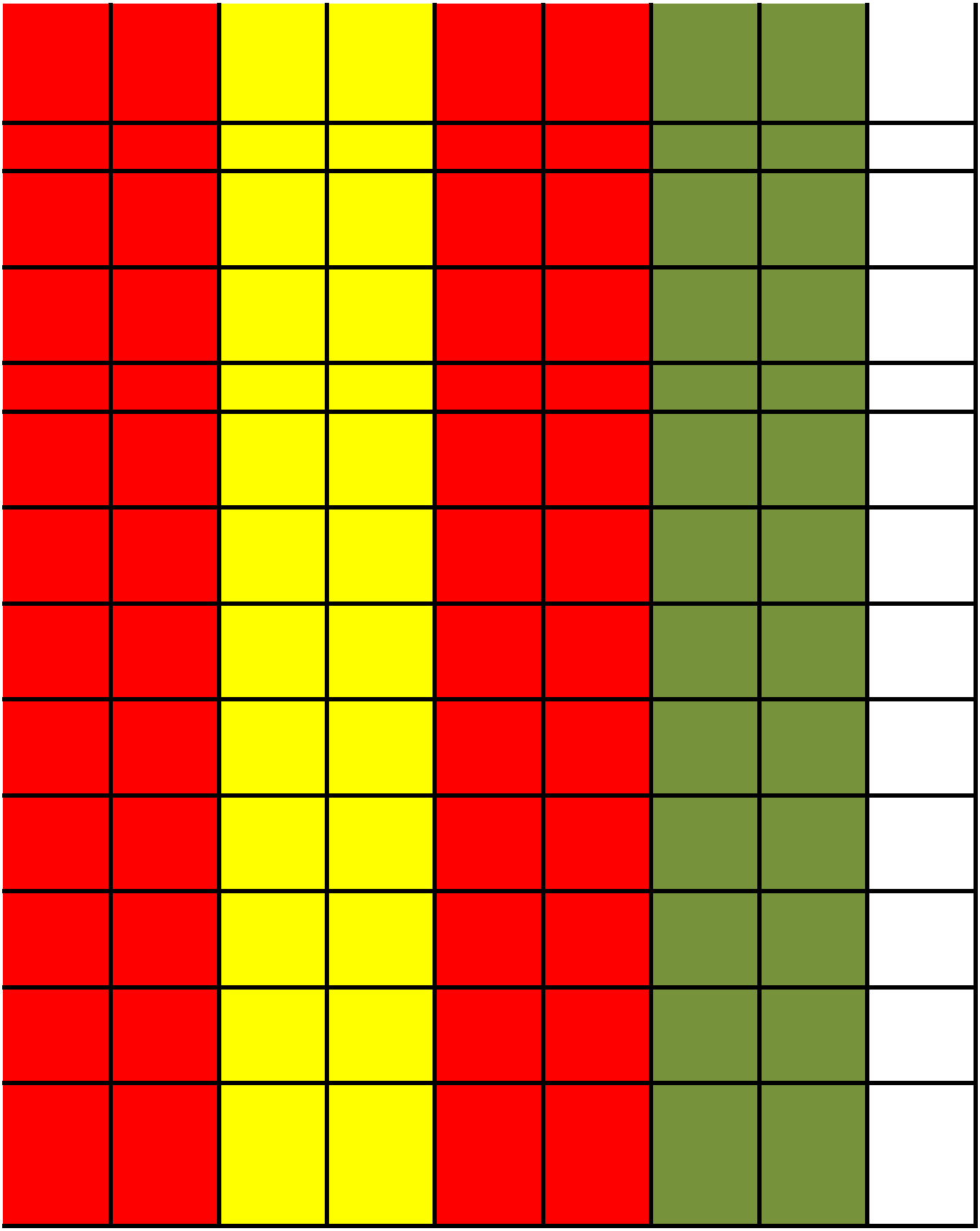


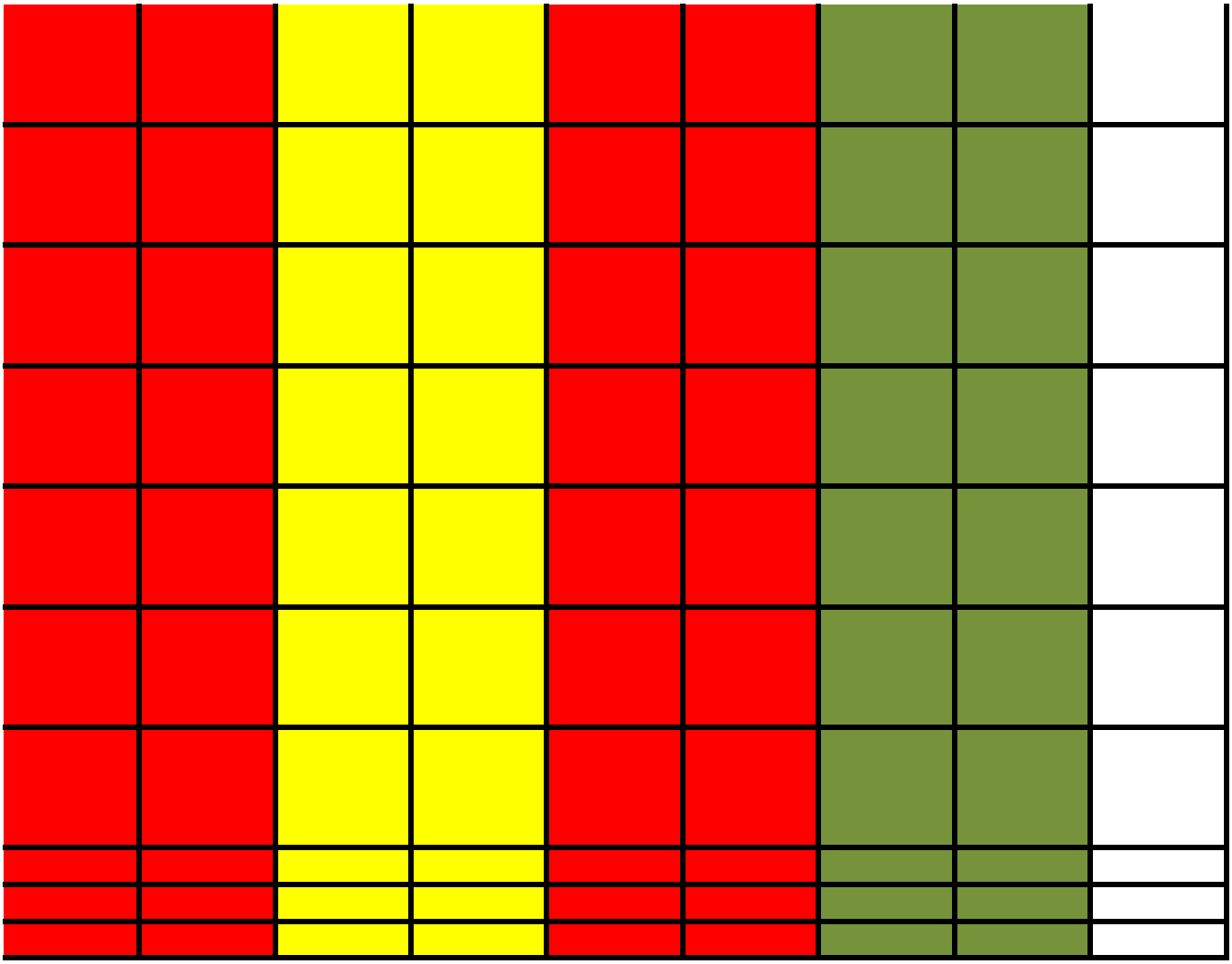
UM26		UM27		UM28		UM29		UM30
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	12	0,75	0
0	0	5	0,25	0	0	0	0	0
0	0	67	30	0	0	13	3	34
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	5	3	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	6
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	5	0,7	0	0	10	3	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	12	3	0
0	0	14	1	0	0	44	13	0
0	0	0	0	0	0	6	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	12	3	0	0	25	8	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0,3	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	2	0,5	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
								1
0	0	1	0,25	0	0	28	6	0
0	0	100	2,5	0	0	0	0	33
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	4	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	4
0	0	0	0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	480	6	0	0	10	0,25	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	0,1					
0	0	0	0	0	0	0	0	0
								85



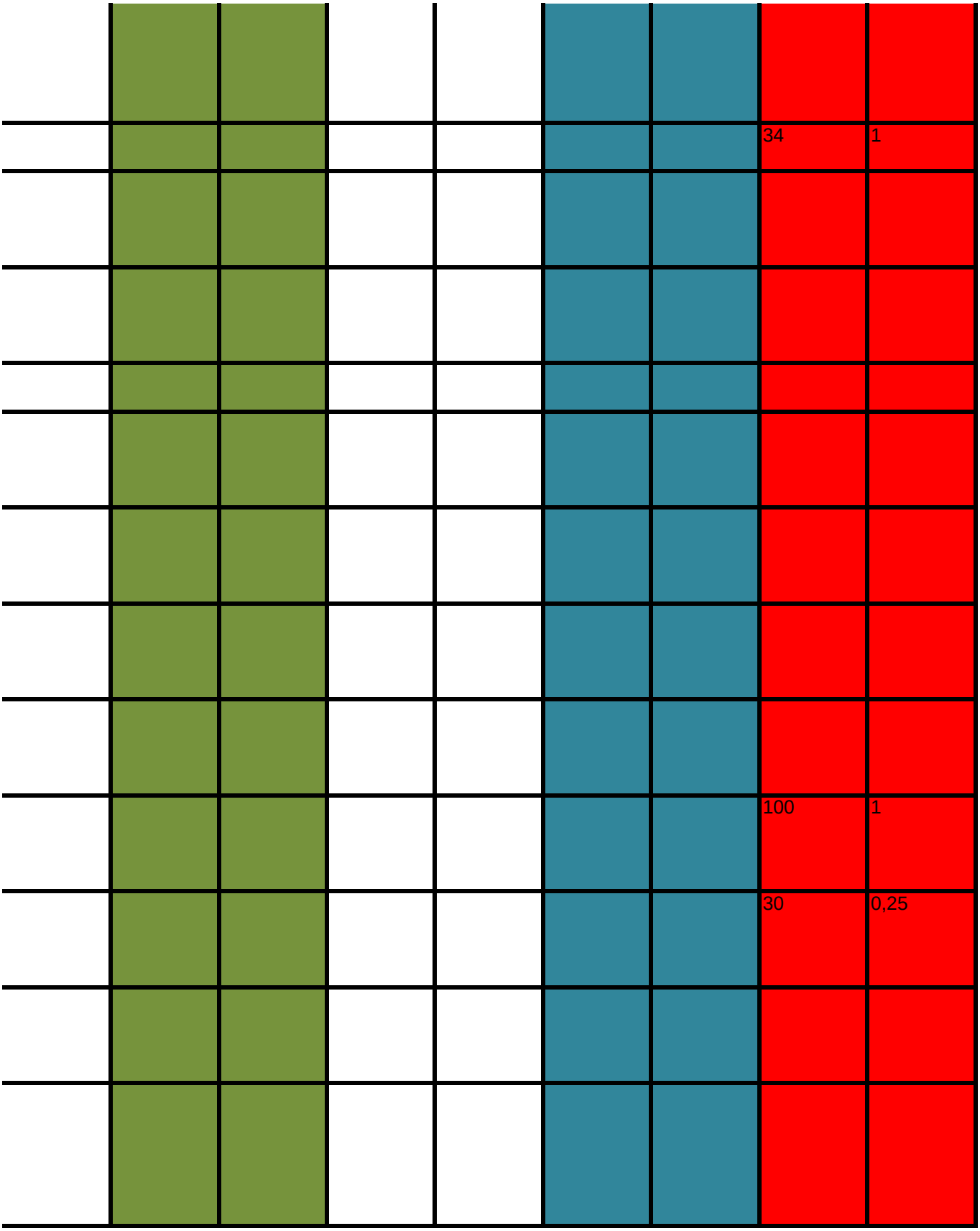


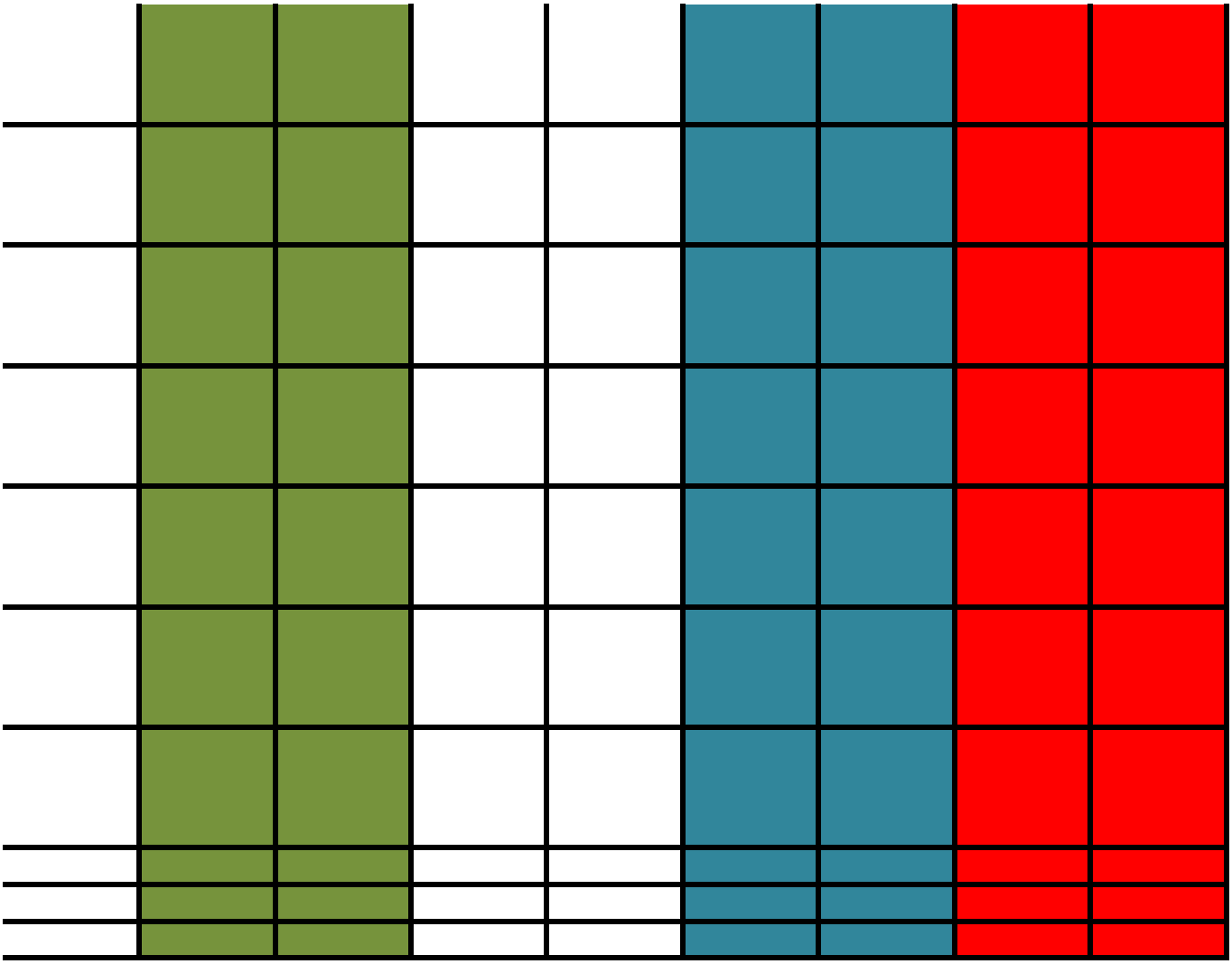
	UM31		UM32		UM33		UM34	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3	0,5	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	23	4	22	3	9	4	2	0,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	3	2	1	0,25
0	0	0	0	0	1	0,25	0	0
0,25	2	0,5	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	7	5
0	8	1,5	0	0	0	0	10	0,1
0	0	0	0	0	5	0,05	0	0
0	0	0	1	0,25	0	0	0	0
0	0	0	0	0	6	4	0	0
5	4	2	0	0	0	0	1	0,25
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0,2	2	0,1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	10	0,1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	12	17
0	0	0	0	0	40	1	30	0,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	6	0,7
0	0	0	0	0	1	0,01	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	0	0			0	0		
0	2	0,75	3	3	0	0	5	5
1,5	0	0	100	2	35	0,5	5	0,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	12	5	10	2	4	2	6	3
1	3	2	5	0,75	6	8	6	5
0,75	0	0	0	0	0	0	0	0
					10	2		
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

							5	0,1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
							30	0,1
0	50	2	10	1	145	3	400	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
	30	1	10	1				
							30	0,2
0	1	1	1	1	1	2	10	10
	7	2			7	1	22	5
0,5								
					40	0,25		
	30	1	100	5	100	2,5	200	5
					40	1	130	1


34
1
100
1
30
0,25

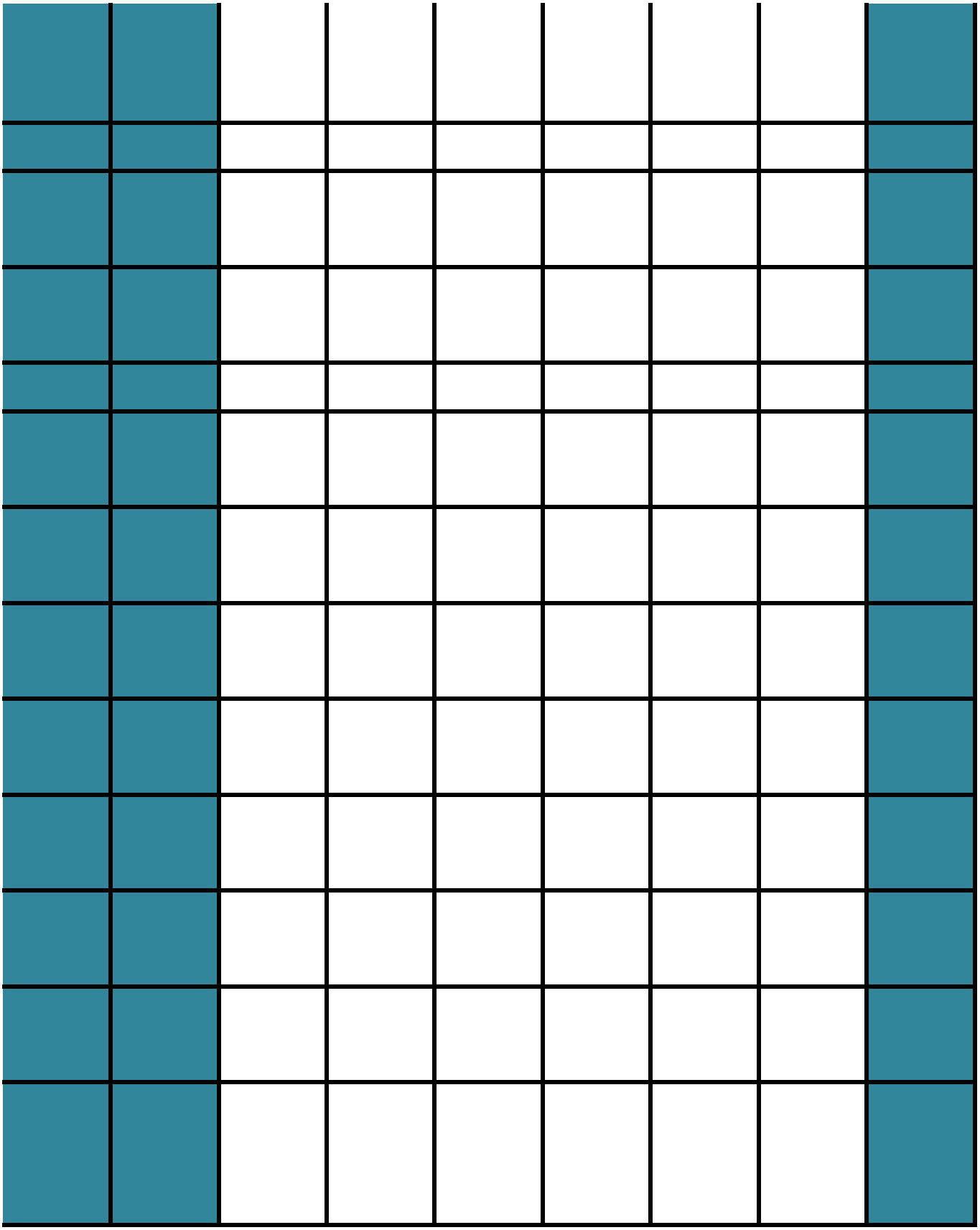


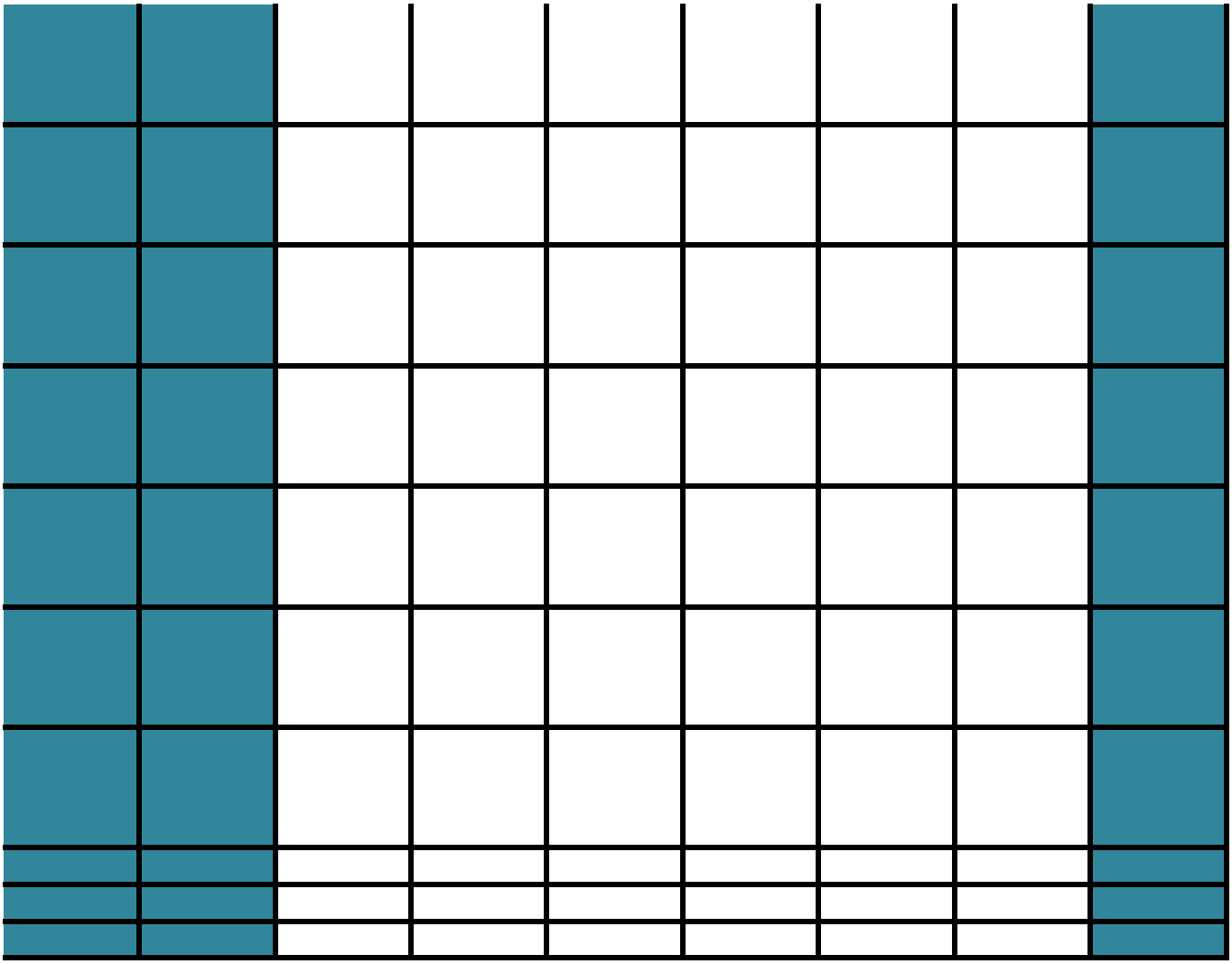
UM35		UM36		UM37		UM38		UM39
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	22
0	0					0	0	0
0	0	368	25	368	25	0	0	0
0	0					0	0	0
0	0	1	0,01	1	0,01	0	0	0
0	0					0	0	0
40	7	17	4	17	4	69	7	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0

1	0,1	1	0,01	1	0,01	0	0	0
0	0					5	3	0
0	0					0	0	0
0	0	10	0,25	10	0,25	0	0	0
0	0					2	0,5	0
0	0					0	0	0
						0	0	0
7	3	7	1,5	7	1,5	3	0,5	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0	23	14	23	14	0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	22
0	0					0	0	0
0	0	3	2,5	3	2,5	0	0	0
0	0	80	2	80	2	0	0	0
0	0					0	0	0

0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					0	0	0
2	1	3	3	3	3	5	3,5	8
2	0,1					0	0	0
0	0					0	0	0
2	0,3	9	2	9	2	13	1,5	0
11	2,5	1	1	1	1	6	1	20
0	0					0	0	0
0	0	75	4	75	4	0	0	0
0	0					0	0	0
0	0					1	0,5	0

0	0					0	0	0
27	0,5	109	2	109	2	30	1	0
0	0					0	0	0
		40	1,5	40	1,5			
0	0					0	0	0
		18	2	18	2			
		14.000	700	14.000	700			
		450	3,5	450	3,5			
		1	0,01	1	0,01			





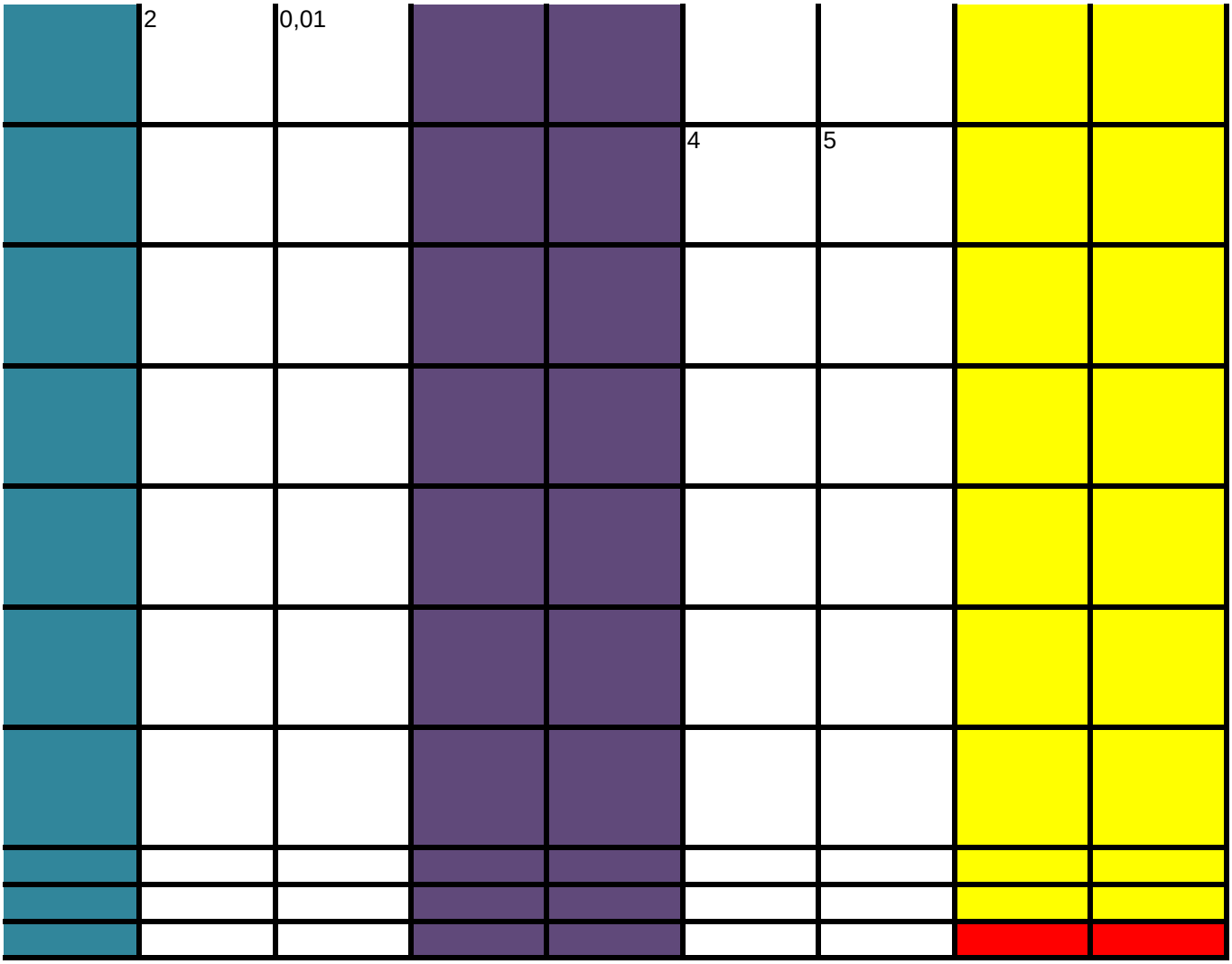
	UM40		UM41		UM42		UM43	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
0	0	0	0	0	5	3	0	0
0	0	0	0	0			0	0
8	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			30	0,75
0	0	0	0	0	1	0,1	0	0
0	64	30	0	0	35	5	13	6
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			2	1,25
0	0	0	0	0			11	20
0	0	0	0	0			0	0
0	5	0,5	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0

0	0	0	0	0			5	0,5
0	0	0	0	0	2	0,5	1	1
0	0	0	0	0			1	0,25
0	0	0	0	0	15	0,25	1	0,1
0	0	0	0	0			1	0,1
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	6	1	1	0,5	9	2,5	12	6
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0	1	0,2	5	0,01
0	13	6	0	0	1	0,25	0	0
0	0	0	1	5			0	0
5,5	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0	3	1	12	16
0	10	0,05	0	0			0	0
0	0	0	7	1,5	2	0,25	1	0,1

0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			2	0,01
0	0	0	0	0			0	0
			1	0,1				
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0
50	1	1	8	12	5	4	6	5
0	6	0,01	0	0	5	0,1	0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	3	1	0	0	19	3	16	12
30	4	1,5	21	5	1	0,5	12	7
0	0	0	0	0				0
	34	3			11	5	50	27
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0
0	0	0	0	0			0	0

0	0	0	0	0			0	0
							130	3
0	7	0,25	10	0,01	56	1	80	2
0	0	0	0	0			0	0
							9	0,01
	2	0,01			3	0,1	5	0,1
							1	0,1
0	0	0	0	0			0	0
	1	0,1	1	0,1	20	5	12	3
	1500				150	2	300	4

					7	0,5		
	400	2						


2
0,01
4
5

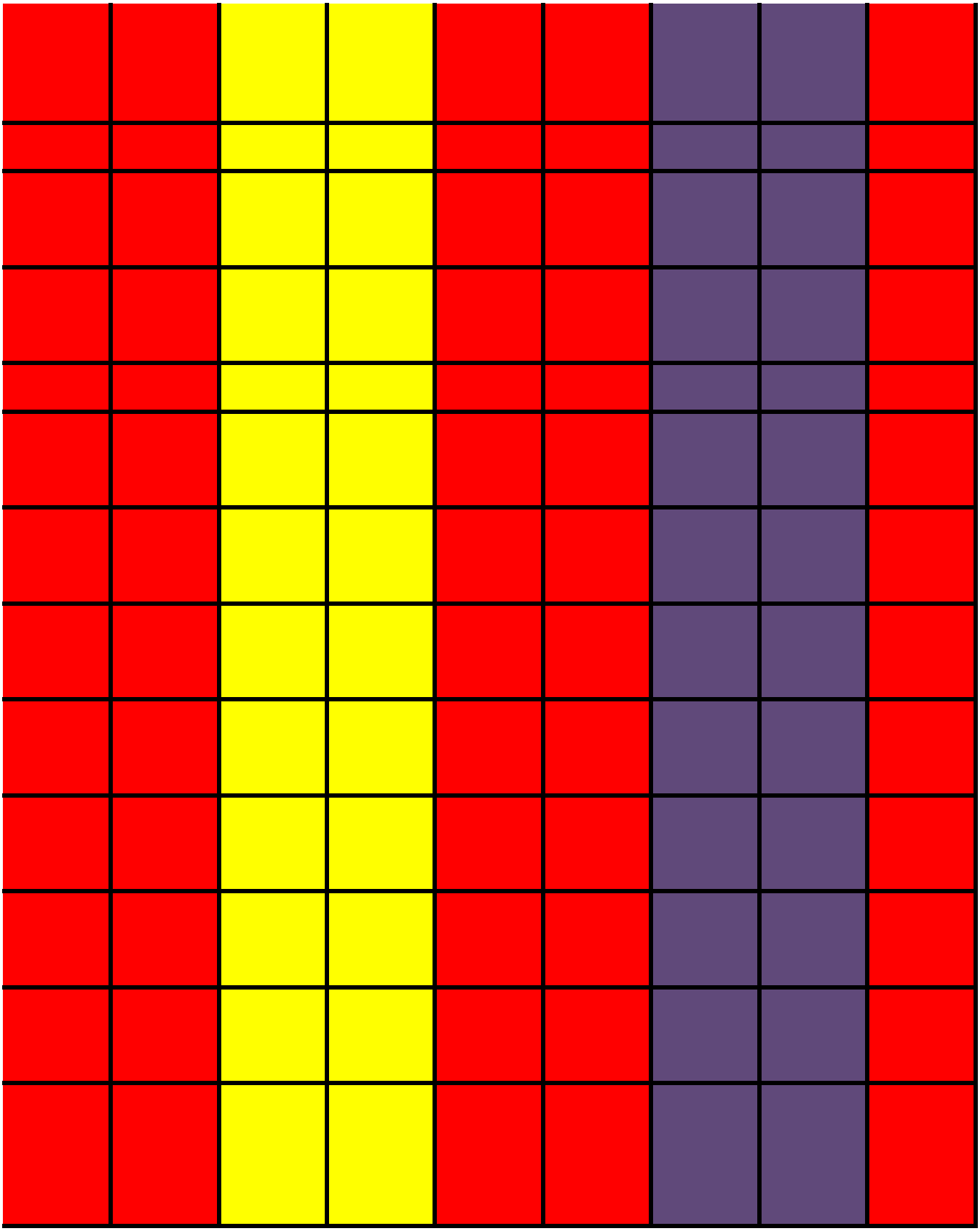
Folio014703

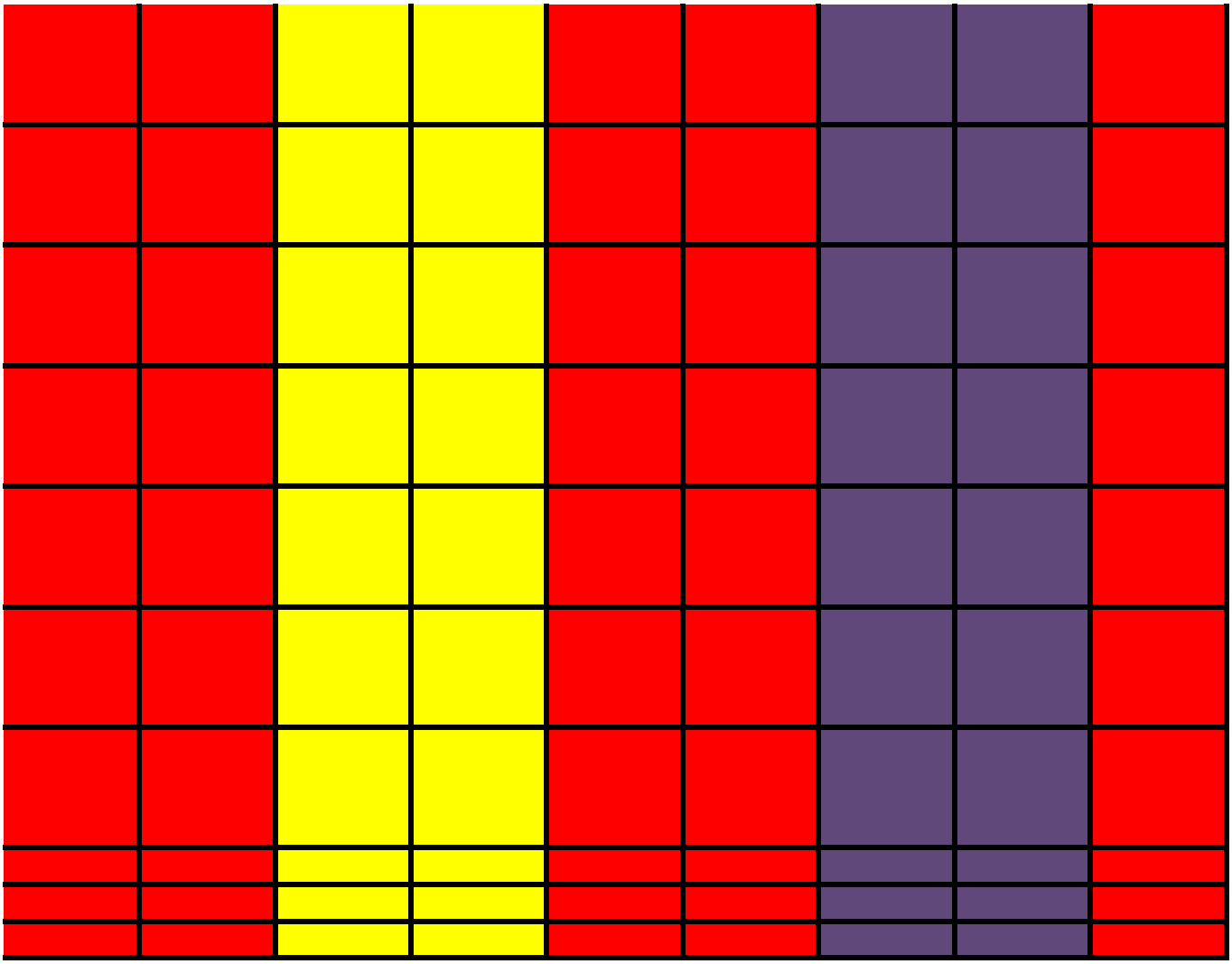
UM44		UM45		UM47		UM48		UM49
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	28	15	0	0	15	7	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0,7	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	2	2	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	5	0,3	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	4	2	0
0	0	0	0	0	0			0
0	0	2	0,5	0	0	13	6	18
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	5	6	0	0	9	2,5	6
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	4	3	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
		10	0,5					11
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0,5	1
0	0	20	0,75	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	0,35	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	15	5	23
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0,1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
		50	0,3					
0	0	0	0	0	0	9	0,1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
						2	0,05	1
								9
0	0	0	0	0	0	0	0	0
								8



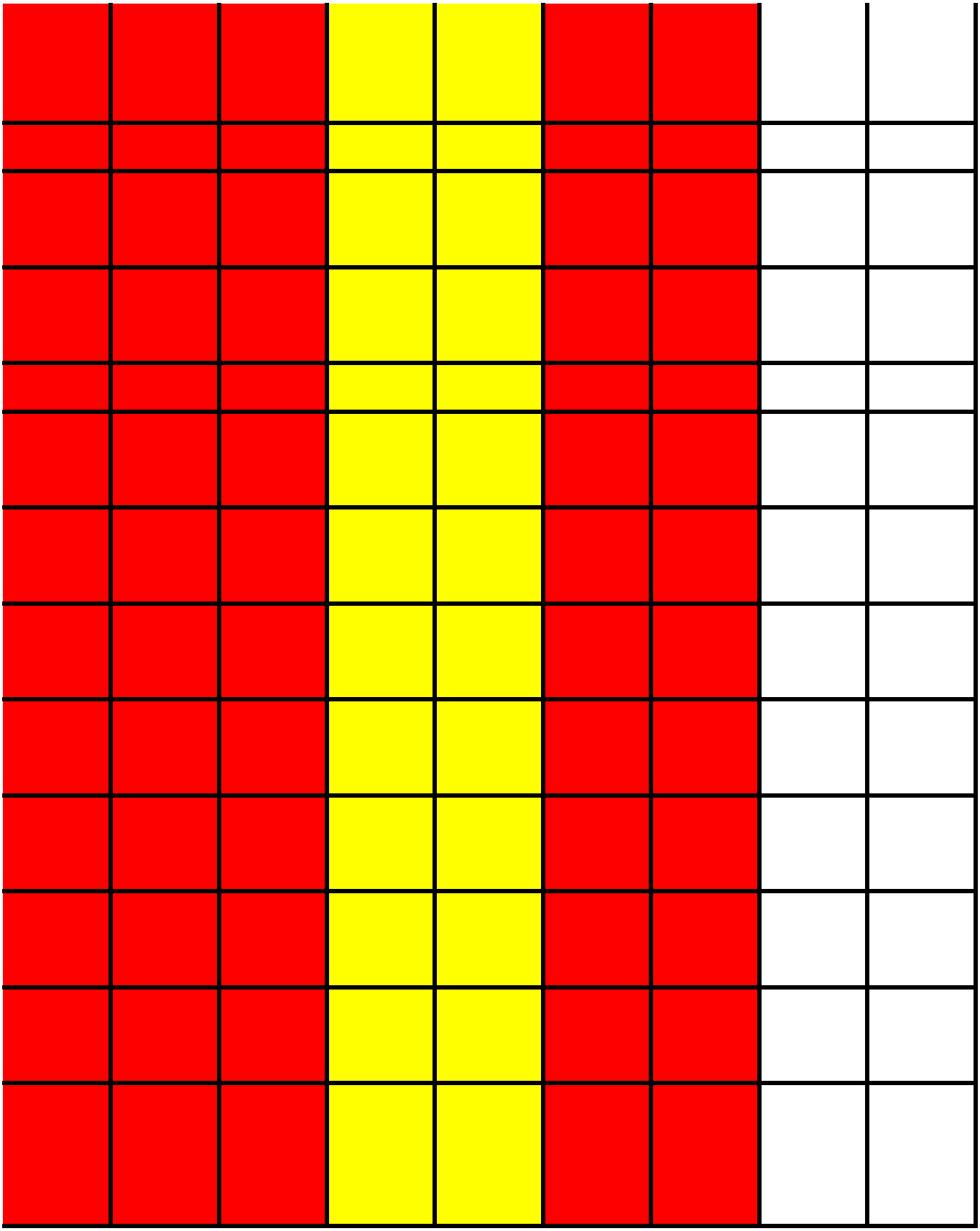


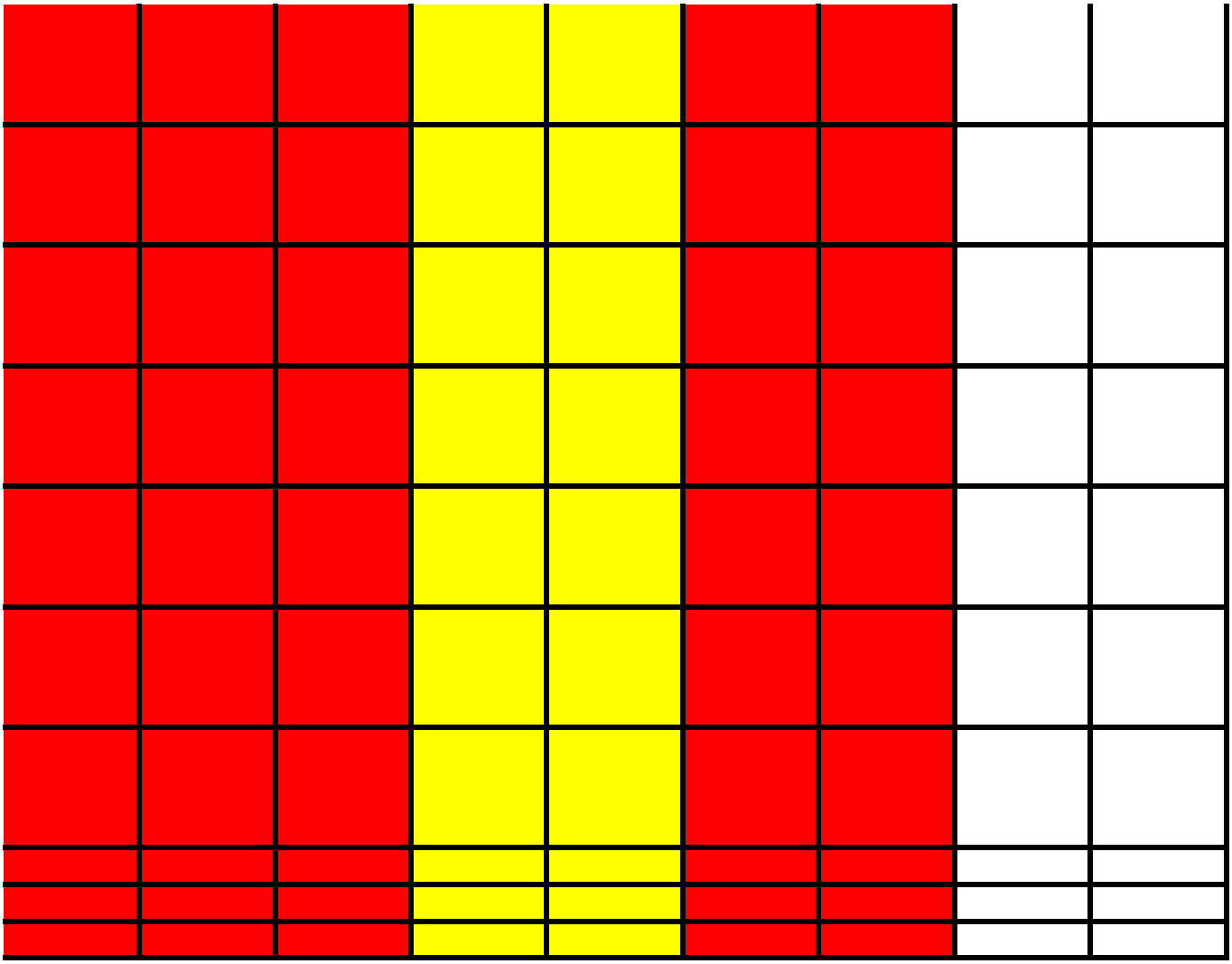
	UM50		UM51		UM52		UM53	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,25	154	37	10	2	43	14	6	1,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	22	11	0	0	7	3	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	3	0,25	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	0	0	1	0,1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,2			1	0,1	15	0,2		
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
							0	0
0,2	3	0,25	0	0	1	0,2	1	2,5
0	0	0	52	1	10	0,1	70	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	3	1	0	0	7	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0
							20	3
0	3	0,2	0	0	2	0,1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
					4	0,25		
0,1	0	0	30	1	0	0	100	1,5
0	0	0	0	0	0	0	0	0
			3	0,1				
0,1							30	0,25
0,1			5	0,1	16	0,15		
0	0	0	0	0	0	0		
1							27	3
							6	0,1





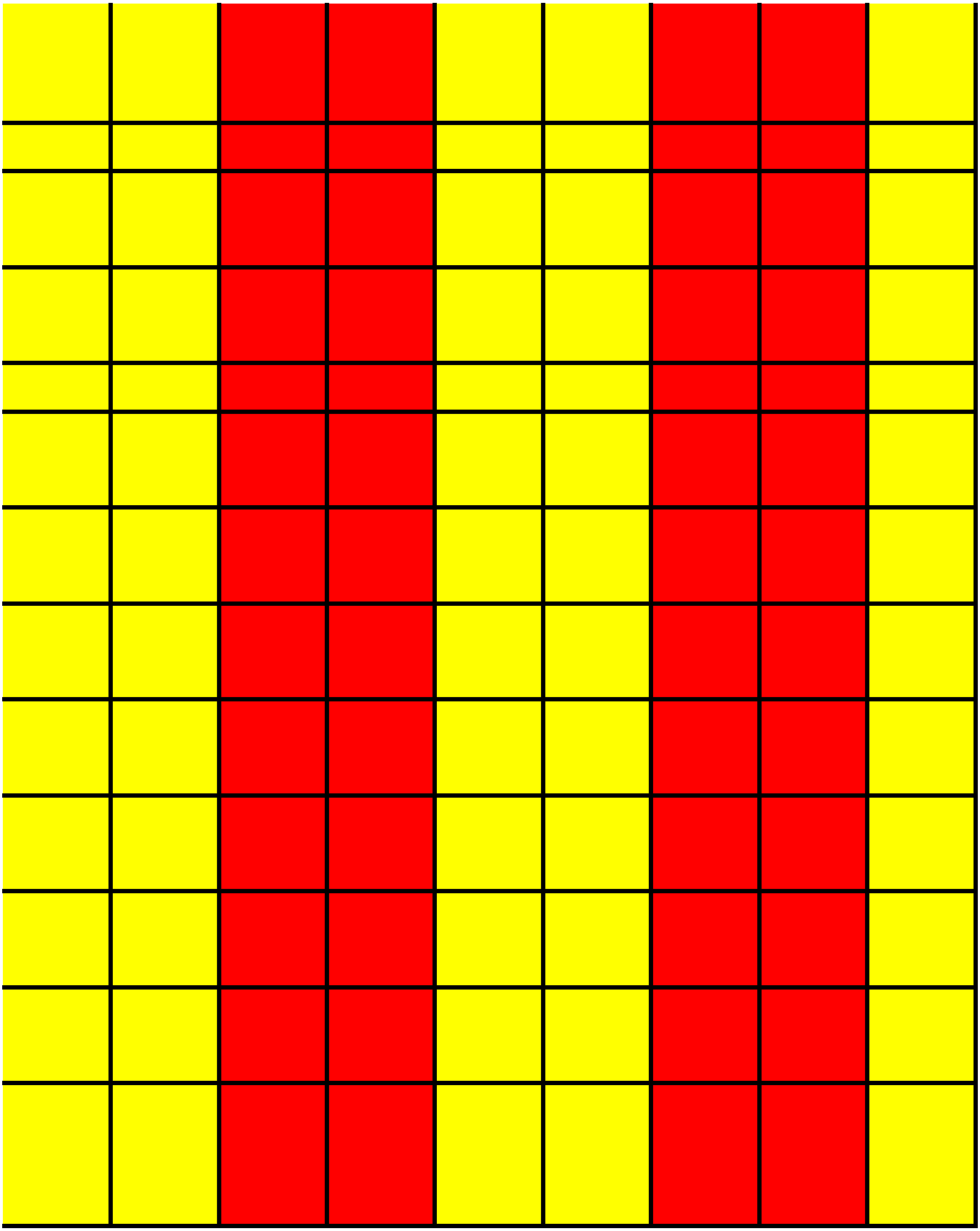
Folio014715

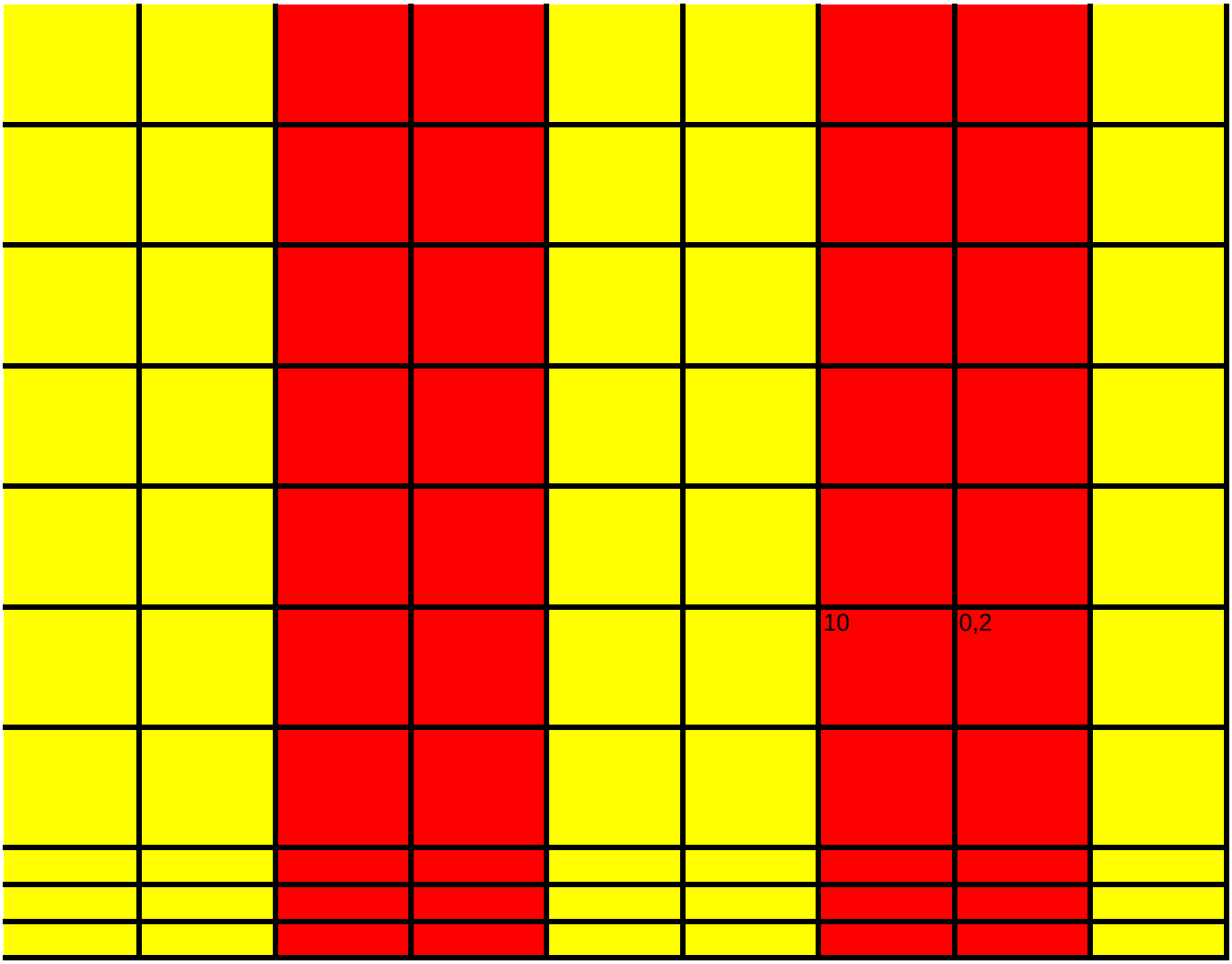
UM54		UM55		UM56		UM57		UM58
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	14	83	20	80	20	6	5	33
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	6	3	6	4	0	0	4
0	0	0	0	0	0	1	0,5	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	2	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3	1	6	1	0	0	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	2	0,1	0
0	0	0	0	0	0	4	8	0
0	0	0	0	0	0	18	0,5	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	22	0,2	0
0	0	0	0	0	0	48	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0,2							
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0,2	11	0,25	36	1,7	0	0	5
10	0,1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	3	0,5	1	0,1	14	12	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
						21	10	
2	0,1	0	0	0	0	1	0,1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

		1	0,1					
0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0,25							
0	0	3	0,2	6	0,1	110	1,3	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	0,1	2	0,1	250	3	
16	0,15	24	0,15			100	1,5	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
						49	30	
						30	0.25	
						2	0,1	



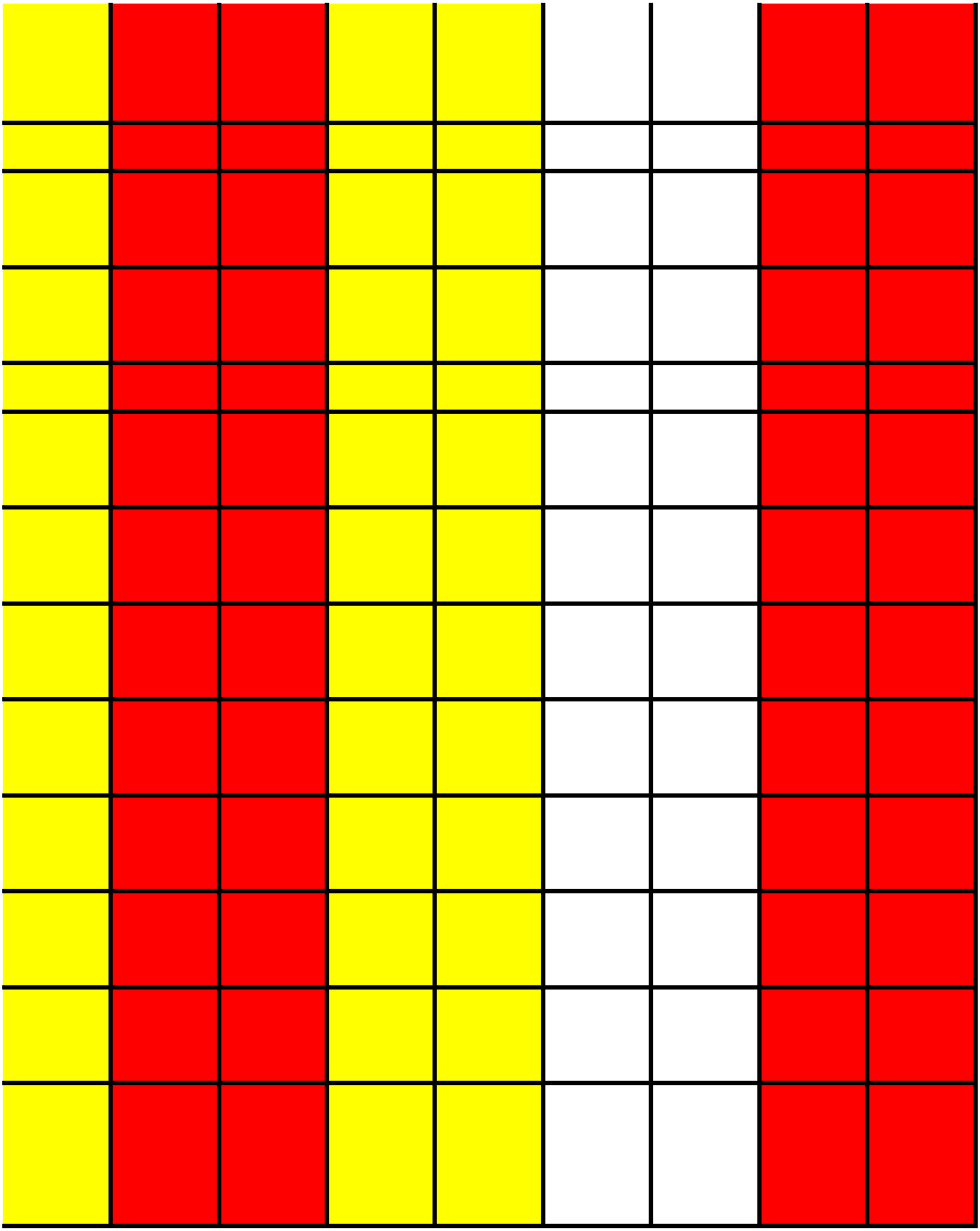

10
0,2

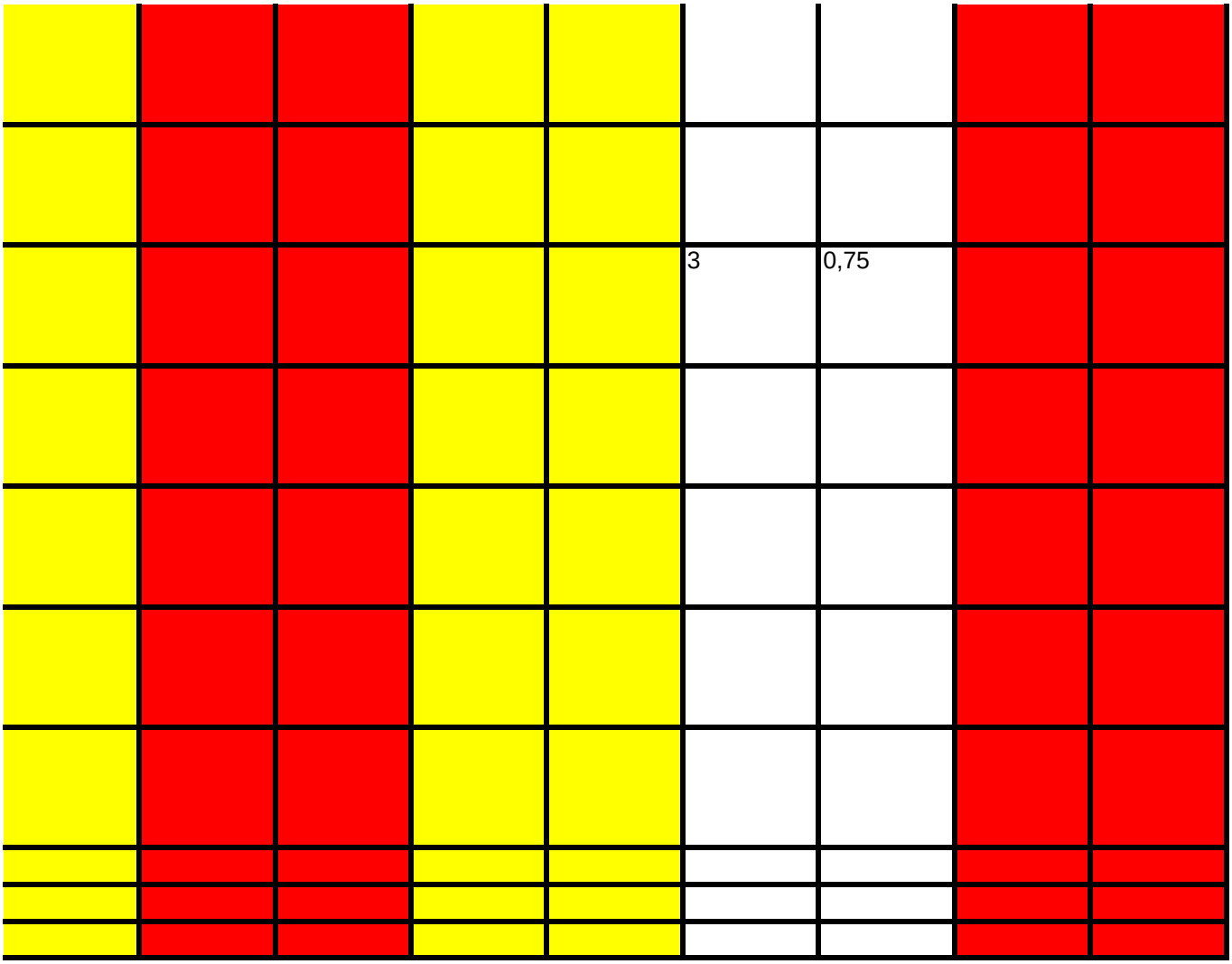
	UM59		UM60		UM61		UM62	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	4	0,5	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	26	5,5	24	4	10	3	37	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0,5	6	7	3	1,5	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	1	3	1,5	0	0	0	0
0	11	1	7	0,1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	3	1,5	0	0	0	0
0,1	2	0,5			0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,8	0	0	3	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	17	1	3	0,2	0	0	0	0
0	1	1,5	2	4	3	4	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	5	0,1	10	0,1	0	0	0	0
0	30	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
							1	0,25
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,5	1	2,5	2	1,5	1	2	0	0
0	0	0	0	0	0	0	230	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	6	3	20	5	6	1	3	1
0	11	12	2	1	7	3,5	2	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
	57	20	25	5	20	16		
0	0	0	0	0	0	0	2	0,1
0	1	0,01	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

							1	0,1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
	100	1	27	0,5	40	2		
							40	1
0	87	2	29	0,5	115	2	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
	44	1	13	0,18			1	0,1
	30	0,1	32	0,15				
0	3	2	31	9	1	1,5	0	0
	22	8	22	5	21	5,2	1	0,1
	30	0,2	6	0,15				
	15	0,1						
			30	0,23				



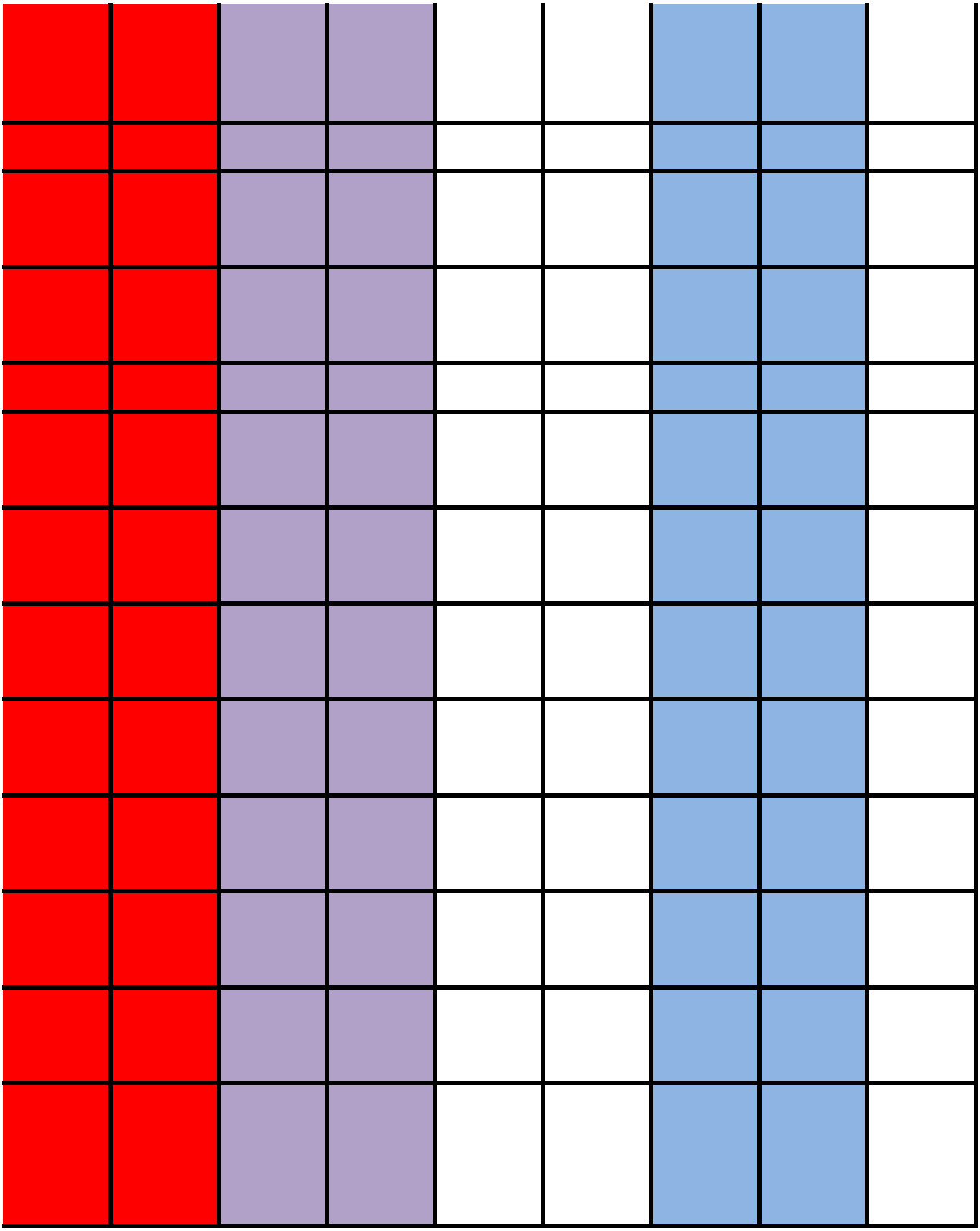

3
0,75

UM63		UM64		UM65		UM66		UM67
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0,1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	60	15	9	1	76	15	52
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	25	0,2	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	4	4	0	0	26
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	3
0	0	0	0	0	0	0	0	2
0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	0,1	19	0,75	26
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3	0,5	1	1	42	20	6
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	2,5	1	2	0	0	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	20	0,3	0	0	6
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0,25	1	1,5	3	2	0
0	0	200	4	52	2	0	0	60
0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	3	0,75	6
0	0	31	18	18	12	0	0	10
0	0	0	0	1	1	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0			27	0,75	0	0	0
		120	2			60	1,5	70
		80	2					8
0	0	80	4	80	3	0	0	36
0	0	0	0	0	0	0	0	0
				2	0,1	17	0,25	50
		40	1			20	0,25	
								10
0	0	0	0	0	0	0	0	0
		8	0,35	8	1			3
								10



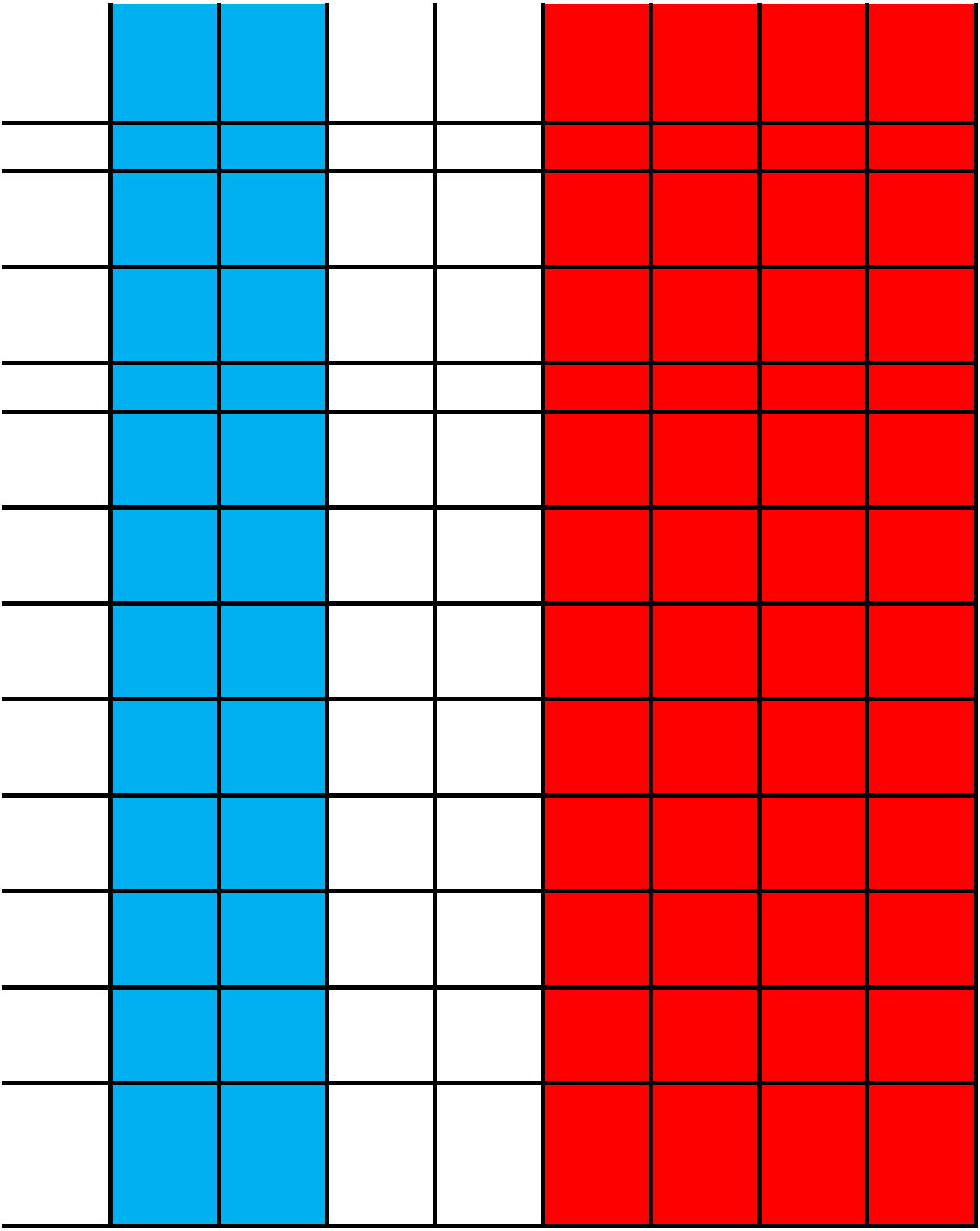
		32	0,3					
				1	0,1			

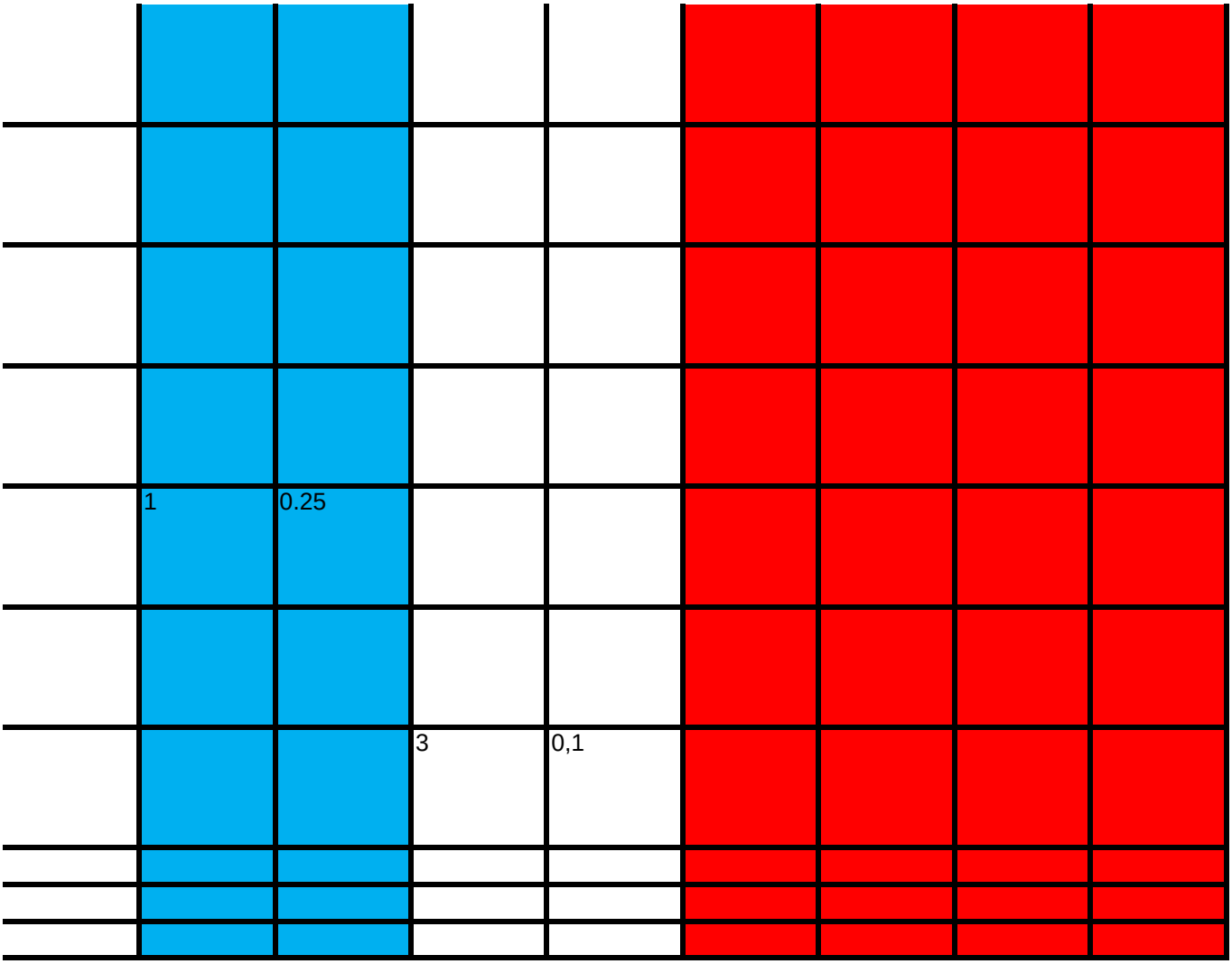
	UM68		UM69		UM70		UM71	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0,01	3	0,1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0,01	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	13	3	5	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0,5	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
1	13	0,25	0	0	0	0	0	0
0	3	0,25	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	16	4	1	0,5	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	1	4	1,5	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1,5	2	2	0	0	0	0
0	15	0,5	30	0,5	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	6	4	2	3	0	0	0	0
1,5	0	0	107	2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	3	1	1	0	0	0	0	0
8	9	2	6	1,2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
	40	10	42	20				
0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

			3	0,25				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1			200	2				
0,5								
1	15	0,25	125	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	18	0,125						
	1	0,01	116	1				
0,1			10	0,1				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,6	13	3	2	0,5				
0,3								
	90	3,5	66	3				
			38	1				




1
0.25
3
0,1

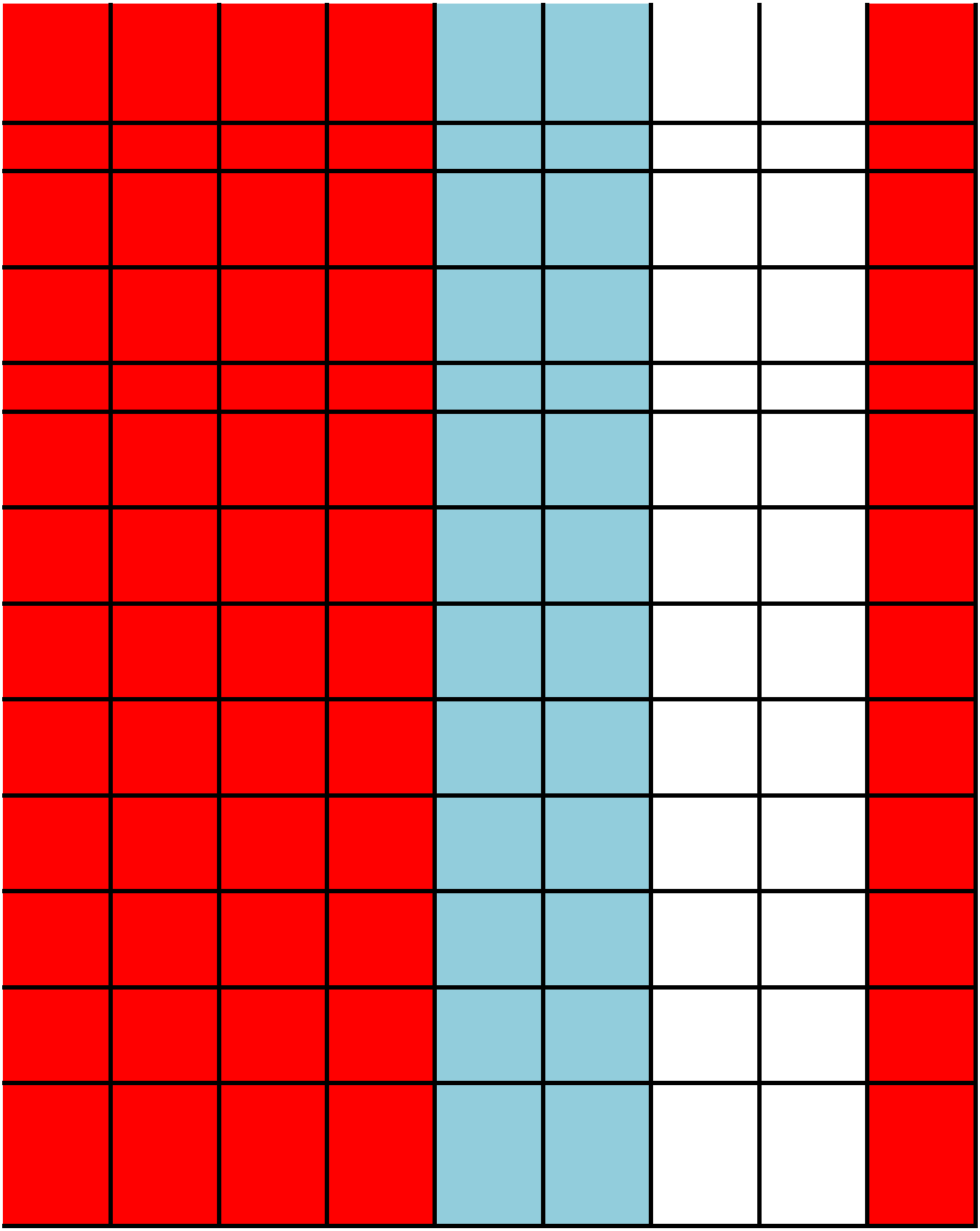
Folio014739

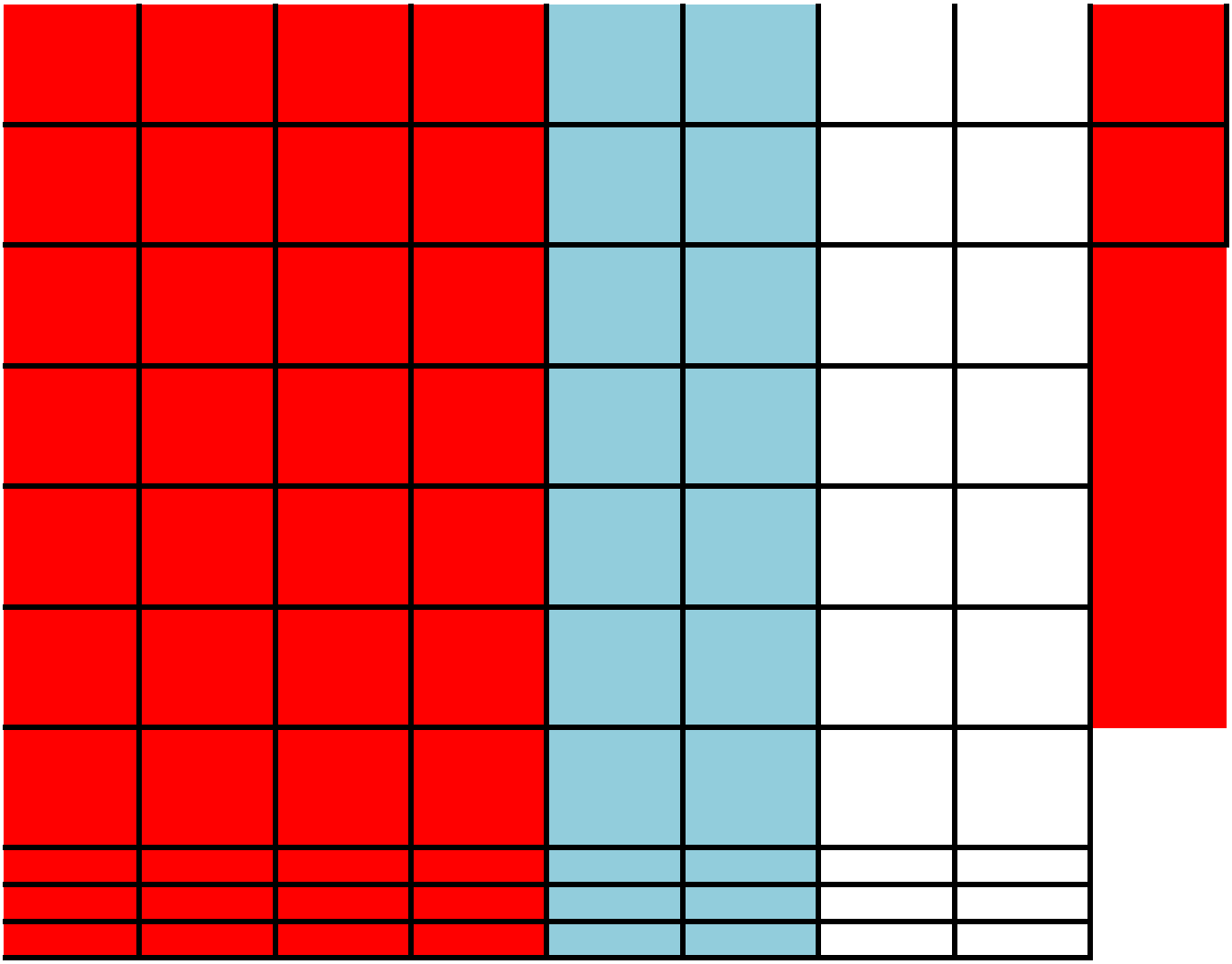
UM72		UM73		UM74		UM75		UM46
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	90	20	39	7	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	9	5	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0,2	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	0,25	1	0,25	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	0,3	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1,5	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

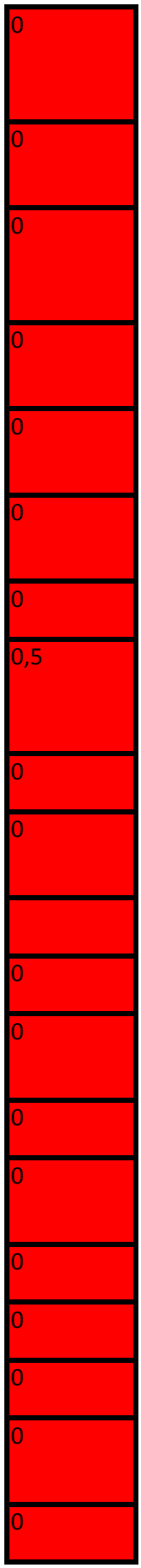
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	100	4	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	10	2	0
0	0	0	0	0	0	9	4	14
0	0	0	0	0	0	0	0	0
						3	0,25	
0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

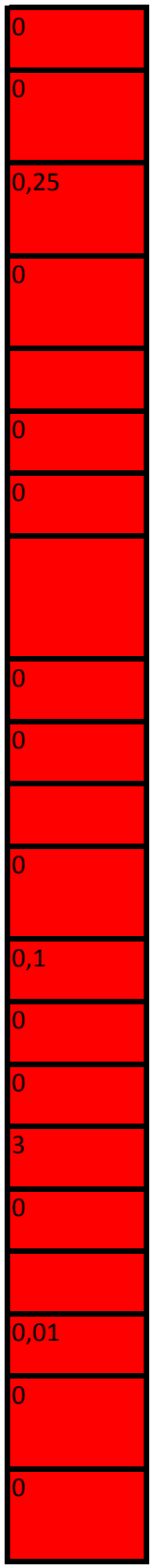
0	0	0	0	0	0	0	0	1
						50	2	1
								1
0	0	0	0	300	40%	9	0,2	1
0	0	0	0	0	0	1	0,2	0
						1	0,01	
0	0	0	0	0	0			0
						5	15	1

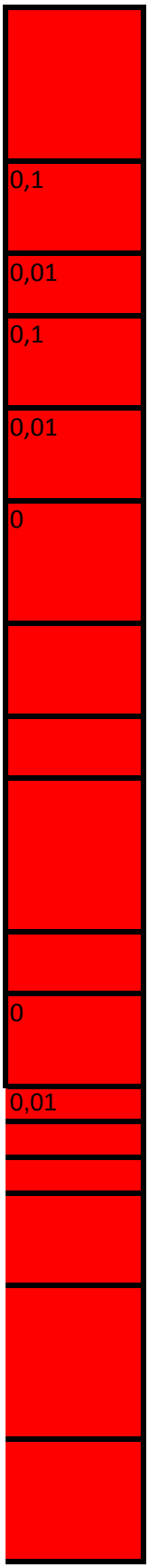


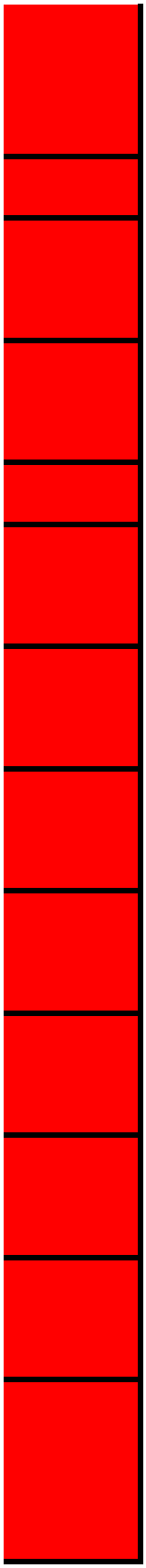


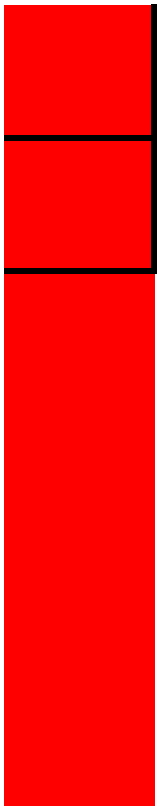
Cobertura
0
0
0
0
0
0
0
0
0,5
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0


0
0
0
0
0
0
0
0,5
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0


0
0
0,25
0
0
0
0
0
0
0
0,1
0
0
3
0
0,01
0
0


0,1
0,01
0,1
0,01
0
0
0,01





1.- Unidades vegetacionales

Autor	Estudio	Unidades o Asociaciones vegetales en el área de estudio
Gajardo (1996)	La Vegetación Natural de Chile, clasificación y distribución geográfica	Desierto Costero de Taltal
		Desierto de las Sierras Costeras
CONAF-CONAMA-BIRF. (1999)	Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile	Sosa; Suspiro
		Suspiro; Gymnopyton
		Suspiro;Tetragonia angustifolia
Luebert, F. & P. Pliscoff. (2006).	Sinopsis Bioclimática y Vegetacional De Chile	Matorral Desertico Mediterraneo Costero de Euphorbia lactiflua y Eulychnia sain-pieana
		Matorral Desertico Mediterraneo Interior de Oxyphyllum ulicinum y Gymnophyton foliosum
		Matorral Desertico Mediterraneo Interior de Skytanthus acutus y Atriplex deserticola

2.- FLORA PROVINCIA CHAÑARAL

	Orden	Familia	Especie	Origen
1	Pteridophyta	Adiantaceae	Cheilantes hypoleuca	**N**
2	Pteridophyta	Polypodiaceae	Polypodium espinosae	**E**
3	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra breana	**N**
4	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra chilensis	**N**
5	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra multiflora	**N**
6	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra gracilis	**E**
7	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia angustifolia	**E**
8	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia macrocarpa	**E**
9	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia maritima	**E**
10	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia ovata	**E**
11	Angiospermae:Dyc.	Amaranthaceae	Alternanthera porrigens	**N**
12	Angiospermae:Dyc.	Anacardiaceae	Lithrea caustica	**E**
13	Angiospermae:Dyc.	Anacardiaceae	Schinus molle	**N**
14	Angiospermae:Dyc.	Anacardiaceae	Schinus polygama	**N**
15	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Apium panul	**N**
16	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Asteriscium vidalli	**E**
17	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Azorella cryptantha	**N**
18	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Cyclospermum laciniatum	**N**
19	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Domeykoa appositifolia	**E**
20	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Domeykoa perennis	**E**
21	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Eremocharis fruticosa	**E**
22	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Gymnophyton flexuosum	**E**
23	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Gymnophyton spinosissimum	**E**
24	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Lilaeopsismacloviana	**N**
25	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Mulinum crassifolium	**N**

26	Angiospermae:Dyc.	Apocynaceae	Skytanthus acutus	**E**
27	Angiospermae:Dyc.	Asclepiadaceae	Cynanchum deserticola	**E**
28	Angiospermae:Dyc.	Asclepiadaceae	Tweedia birostrata	**E**
29	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Amblyopappus pusillus	**N**
30	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis confertifolia	**E**
31	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis juncea	**N**
32	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis linearis	**N**
33	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis pingraea	**N**
34	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis salicifolia	**N**
35	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis taltalensis	**E**
36	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis tola	**N**
37	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis ambrosioides	**E**
38	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Centaurea atacamensis	**E**
39	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Centaurea cachinalensis	**E**
40	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Centaurea chilensis	**E**
41	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera acerosa	**N**
42	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera glabrata	**E**
43	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera lanata	**N**
44	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera limbata	**N**
45	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera linearis	**E**
46	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera minuta	**N**
47	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera sphaeroidalis	**N**
48	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera tenella	**E**
49	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chuquiraga spinosa	**N**
50	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chuquiraga ulicina	**E**

51	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Cotula coronopifolia	
52	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Doniophyton weddelli	**N**
53	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Encelia canescens	**N**
54	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Erechtites leptanthus	**E**
55	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Gutierrezia espinosae	**E**
56	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Gutierrezia taltalensis	**E**
57	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Gypothamnium pinifolium	**E**
58	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus baylahuen	**N**
59	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus coquimbensis	**E**
60	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus deserticola	**E**
61	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus rigidus	**N**
62	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus rosulatus	**E**
63	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus villanueva	**E**
64	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Helenium atacamense	**E**
65	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Hypochaeris chondrilloides	**N**
66	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Hypochaeris grandidentata	**E**
67	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Hypochaeris scorzonerae	**E**
68	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Leucheria cumingii	**E**
69	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Leucheria menana	**E**
70	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Malacothrix clevelandii	**N**
71	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Ophryosporus paradoxus	**E**
72	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Ophryosporus triangularis	**E**
73	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Oxyphillum ulicinum	**E**
74	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Perezia purpurata	**N**
75	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Perityle emoryi	**N**

76	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus carduoides	**E**
77	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus cinereus	**E**
78	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus fuscus	**N**
79	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus poeppigii	**E**
80	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio almeidae	**E**
81	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio cachinalensis	**E**
82	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio cerberoanus	**E**
83	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio chamomillifolius	**E**
84	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio chanaralensis	**E**
85	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio chrysolepis	**N**
86	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio crepidioides	**E**
87	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio eriophyton	**E**
88	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio haenkei	**N**
89	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio hirtus	**E**
90	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio johnstonianus	**E**
91	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio leucus	**E**
92	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio lorentziella	**N**
93	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio luridus	**E**
94	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio micropifolius	**E**
95	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio myriophyllus	**E**
96	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio oreophyton	**N**
97	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio proteus	**E**
98	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio rahmeri	**N**
99	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio ricardi	**E**
100	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio rosmarinus	**N**

101	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio scorzonerifolius	**N**
102	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio sundtii	**N**
103	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio troncosii	**E**
104	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio volckmannii	**N**
105	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio vulgaris	**A**
106	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Stevia philippiana	**E**
107	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Tessaria absinthioides	**N**
108	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Triptilion gibbosum	**E**
109	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Werneria pygmaea	**N**
110	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Xanthium spinosum	**A**
111	Angiospermae:Dyc.	Bignoniaceae	Argylia checoensis	**E**
112	Angiospermae:Dyc.	Bignoniaceae	Argylia glutinosa	**E**
113	Angiospermae:Dyc.	Bignoniaceae	Argylia radiata	**N**
114	Angiospermae:Dyc.	Bignoniaceae	Argylia tomentosa	**E**
115	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha argentea	**E**
116	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha aspera	**E**
117	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha chaetocalyx	**E**
118	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha diffusa	**N**
119	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha filaginea	**N**
120	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha globulifera	**N**
121	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha gnaphalioides	**E**
122	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha hispida	**E**
123	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha kingii	**E**
124	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha parviflora	**N**
125	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha taltalensis	**E**

126	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium floridum	**E**
127	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium glutinosum	**E**
128	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium inconspicuum	**E**
129	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium linariifolium	**E**
130	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium philippianum	**E**
131	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium pycnophyllum	**E**
132	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium sclerocarpum	**E**
133	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Pectocarya dimorpha	**E**
134	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Tiquilia litoralis	**N**
135	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Lepidium spathulatum	**E**
136	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Mathewsia incana	**E**
137	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Mathewsia nivea	**E**
138	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Menonvillea chilensis	**E**
139	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Menonvillea cuneata	**N**
140	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Menonvillea gayi	**E**
141	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Menonvillea virens	**N**
142	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Morticillastrum sagittatum	**E**
143	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Neuontobothrys tarapacana	**N**
144	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Rapistrum rugosum	**A**
145	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Schizopetalom arcuatum	**E**
146	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Schizopetalom biseriatum	**E**
147	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Schizopetalom rupestre	**N**
148	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Sisymbrium philippianum	**N**
149	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Werdermannia anethifolia	**E**
150	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Werdermannia macrostachya	**E**

151	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Werdermannia pinnata	**E**
152	Angiospermae:Dyc.	Buddlejaceae	Buddleja suaveolens	**E**
153	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa cinerascens	**E**
154	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa cinerea	**E**
155	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa garndiflora	**E**
156	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa hypogaea	**E**
157	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa marginata	**E**
158	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa serpentisulcata	**E**
159	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Cumulopuntia sphaerica	**N**
160	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Echinopsis deserticola	**E**
161	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce eriosyzoides	**E**
162	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce esmeraldana	**E**
163	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce odieri	**E**
164	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce rodentiophila	**E**
165	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce taltalenis	**E**
166	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eulychnia acida	**E**
167	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eulychnia breviflora	**E**
168	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eulychnia iquiquensis	**E**
169	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Maihueniopsis colorea	**E**
170	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Maihueniopsis glomerata	**N**
171	Angiospermae:Dyc.	Caelsalpiniaceae	Hoffmannseggia eremophila	**N**
172	Angiospermae:Dyc.	Caelsalpiniaceae	Senna cuminggi	**E**
173	Angiospermae:Dyc.	Calyceraceae	Nastanthus caespitosus	**N**
174	Angiospermae:Dyc.	Campanulaceae	Cyphocarpus rigescens	**E**
175	Angiospermae:Dyc.	Campanulaceae	Lobelia oligophylla	**N**

176	Angiospermae:Dyc.	Capparaceae	Cleome chilensis	**N**
177	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Microphyes litoralis	**E**
178	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia arbuscula	**E**
179	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia cremnophila	**E**
180	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia denticulata	**E**
181	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia stenocarpa	**N**
182	Angiospermae:Dyc.	Convolvulaceae	Cressa truxillensis	**N**
183	Angiospermae:Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta chilensis	**N**
184	Angiospermae:Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta odorata	**N**
185	Angiospermae:Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta purpurata	**E**
186	Angiospermae:Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta suaveolens	**N**
187	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex atacamensis	**N**
188	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex clivicola	**E**
189	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex deserticola	**N**
190	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex imbricata	**N**
191	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex madariagae	**N**
192	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex mucronata	**E**
193	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex oreophila	**N**
194	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex repanda	**N**
195	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex semibaccata	**A**
196	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex suberecta	**A**
197	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex taltalensis	**N**
198	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium ambrosioides	**N**
199	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium frigidum	**N**
200	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium murale	**A**

201	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium petiolare	**N**
202	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium philippianum	**N**
203	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Sarcocornia fruticosa	**N**
204	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Suaeda foliosa	**N**
205	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Suaeda multiflora	**N**
206	Angiospermae:Dyc.	Escalloniaceae	Escallonia angustifolia	**N**
207	Angiospermae:Dyc.	Euphorbiaceae	Chiropetalum canescens	**E**
208	Angiospermae:Dyc.	Euphorbiaceae	Chiropetalum cremnophilum	**E**
209	Angiospermae:Dyc.	Euphorbiaceae	Euphorbia copiapina	**E**
210	Angiospermae:Dyc.	Euphorbiaceae	Euphorbia lactiflua	**E**
211	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia aegiceras	**N**
212	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia aphylla	**E**
213	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia argentea	**E**
214	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia argyrophylla	**E**
215	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia atacamensis	**E**
216	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia echinus	**N**
217	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia eremophila	**E**
218	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia erinacea	**N**
219	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia frigida	**E**
220	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia hystrix	**E**
221	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia leiocarpa	**E**
222	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia melanocaulos	**E**
223	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia micrantha	**E**
224	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia monosperma	**E**
225	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia obscura	**E**

226	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia parviflora	**E**
227	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia pedicellata	**E**
228	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia pungens	**E**
229	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia pusilla	**E**
230	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia rahmeri	**N**
231	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia sessiliflora	**E**
232	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia spinosissima	**N**
233	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia subterranea	**N**
234	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Astragalus amatus	**E**
235	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Astragalus cachinalensis	**E**
236	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Astragalus coquimbensis	**E**
237	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Astragalus cruckshanksii	**N**
238	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Astragalus dodtii	**E**
239	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Geoffroea decorticans	**N**
240	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Lotus subpinnatus	**N**
241	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Trifolium polymorphum	**N**
242	Angiospermae:Dyc.	Frankeniaceae	Frankenia chilensis	**N**
243	Angiospermae:Dyc.	Geraniaceae	Erodium cicutarium	**A**
244	Angiospermae:Dyc.	Hydrophyllaceae	Phacelia cumingii	**N**
245	Angiospermae:Dyc.	Hydrophyllaceae	Phacelia secunda	**N**
246	Angiospermae:Dyc.	Krameriaceae	Krameria cistoidea	**E**
247	Angiospermae:Dyc.	Lamiaceae	Stachys eremicola	**E**
248	Angiospermae:Dyc.	Lamiaceae	Stachys pannosa	**E**
249	Angiospermae:Dyc.	Lamiaceae	Teucrium nudicaule	**E**
250	Angiospermae:Dyc.	Ledocarpaceae	Balbisia peduncularis	**N**

251	Angiospermae:Dyc.	Linaceae	Linum cremnophilum	**E**
252	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Huidobria chilensis	**E**
253	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Loasa bertrandii	**E**
254	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Loasa elongata	**E**
255	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Loasa longiseta	**E**
256	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Loasa malesherbioides	**N**
257	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Loasa nitida	**N**
258	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Mentzelia pinnatifida	**E**
259	Angiospermae:Dyc.	Lythraceae	Lythrum hyssopifolium	**A**
260	Angiospermae:Dyc.	Lythraceae	Pleurophora pungens	**E**
261	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia densiflora	**E**
262	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia deserticola	**E**
263	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia humilis	**N**
264	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia lactea	**N**
265	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia lanceolata	**E**
266	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia obtusa	**E**
267	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia rugosa	**E**
268	Angiospermae:Dyc.	Malpighiaceae	Dinemagonum gayanum	**E**
269	Angiospermae:Dyc.	Malpighiaceae	Dinemandra ericoides	**E**
270	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria adenophora	**E**
271	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria andicola	**N**
272	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria aspera	**N**
273	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria calderana	**E**
274	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria cordatorotundifolia	**E**
275	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria fuentesiana	**E**

276	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria gracilis	**E**
277	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria integerrima	**E**
278	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria molinae	**E**
279	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria ovata	**E**
280	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria viridiluteola	**E**
281	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Nototriche clandestina	**N**
282	Angiospermae:Dyc.	Mimosaceae	Prosopis flexuosa	**N**
283	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana acuminata	**E**
284	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana albescens	**E**
285	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana aplocaryoides	**E**
286	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana baccata	**E**
287	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana carnosa	**E**
288	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana crassulifolia	**E**
289	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana deflexa	**E**
290	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana divaricata	**E**
291	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana elegans	**E**
292	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana flaccida	**E**
293	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana glauca	**E**
294	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana incana	**E**
295	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana leptophylla	**E**
296	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana linearifolia	**E**
297	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana mollis	**E**
298	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana parviflora	**E**
299	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana peruviana	**E**
300	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana rostrata	**E**

301	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana rupicola	**E**
302	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana salsoloides	**E**
303	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana sedifolia	**E**
304	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana sessiliflora	**E**
305	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana sphaerophylla	**E**
306	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana villosa	**E**
307	Angiospermae:Dyc.	Nyctaginaceae	Mirabilis elegans	**N**
308	Angiospermae:Dyc.	Onagraceae	Camissonia dentata	**N**
309	Angiospermae:Dyc.	Onagraceae	Ludwigia peploides	**N**
310	Angiospermae:Dyc.	Onagraceae	Oenothera coquimbensis	**E**
311	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis arbuscula	**E**
312	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis bulbocastanum	**N**
313	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis caesia	**E**
314	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis eremobia	**E**
315	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis gigantea	**E**
316	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis hypsophila	**E**
317	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis megalorrhiza	**E**
318	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis ornithopus	**E**
319	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis ovalleana	**E**
320	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis paposana	**E**
321	Angiospermae:Dyc.	Papaveraceae	Argemone hunnemannii	**N**
322	Angiospermae:Dyc.	Phytolaccaceae	Anisomeria littoralis	**E**
323	Angiospermae:Dyc.	Plantaginaceae	Plantago hispidula	**E**
324	Angiospermae:Dyc.	Plantaginaceae	Plantago rancaguae	**E**
325	Angiospermae:Dyc.	Plumbaginaceae	Bakerolimon plumosum	**E**

326	Angiospermae:Dyc.	Plumbaginaceae	Plumbago caerulea	**N**
327	Angiospermae:Dyc.	Polemoniaceae	Bryantiella glutinosa	**N**
328	Angiospermae:Dyc.	Polemoniaceae	Gilia crassifolia	**N**
329	Angiospermae:Dyc.	Polemoniaceae	Ipomopsis gossypifera	**N**
330	Angiospermae:Dyc.	Polygonaceae	Chorizanthe commisuralis	**N**
331	Angiospermae:Dyc.	Polygonaceae	Chorizanthe deserticola	**E**
332	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia acaulis	**N**
333	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia cachinalensis	**E**
334	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia compacta	**N**
335	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia litoralis	**E**
336	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia spicata	**E**
337	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia taltalensis	**E**
338	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia thyrsoidea	**E**
339	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe amarantoides	**E**
340	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe arenaria	**N**
341	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe calycina	**E**
342	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe celosioides	**N**
343	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe cymosa	**E**
344	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe densiflora	**N**
345	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe humilis	**N**
346	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe longiscapa	**E**
347	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe minuscula	**N**
348	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe picta	**N**
349	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe salsoloides	**N**
350	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Lenzia chamaepitys	**N**

351	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Montiopsis modesta	**N**
352	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Montiopsis trifida	**E**
353	Angiospermae:Dyc.	Rafflesiaceae	Pilostyles berteroi	**N**
354	Angiospermae:Dyc.	Ranunculaceae	Caltha sagittata	**N**
355	Angiospermae:Dyc.	Ranunculaceae	Ranunculus cymbalaria	**N**
356	Angiospermae:Dyc.	Ranunculaceae	Ranunculus exilis	**N**
357	Angiospermae:Dyc.	Rosaceae	Acaena magellanica	**N**
358	Angiospermae:Dyc.	Rosaceae	Acaena trifida	**E**
359	Angiospermae:Dyc.	Rosaceae	Tetraglochin alatum	**N**
360	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia hymenodon	**N**
361	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia lithiophila	**E**
362	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia macrantha	**N**
363	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia montiana	**E**
364	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia pumila	**E**
365	Angiospermae:Dyc.	Santalaceae	Quinchamalium carnosum	**E**
366	Angiospermae:Dyc.	Santalaceae	Quinchamalium chilense	**N**
367	Angiospermae:Dyc.	Scrophulariaceae	Calceolaria pinifolia	**N**
368	Angiospermae:Dyc.	Scrophulariaceae	Mimulus depressus	**N**
369	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Fabiana bryoides	**N**
370	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Fabiana imbricata	**N**
371	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Jaborosa caulescens	**N**
372	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium chilense	**N**
373	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium deserti	**E**
374	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium humile	**N**
375	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium leiostemum	**N**

376	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium minutifolium	**E**
377	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium stenophyllum	**N**
378	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana acuminata	**N**
379	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana corymbosa	**N**
380	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana glauca	**A**
381	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana longibracteata	**N**
382	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana miersii	**E**
383	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana pauciflora	**E**
384	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana solanifolia	**E**
385	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Phrodus microphyllus	**E**
386	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Reyesia parviflora	**N**
387	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Schizanthus spinescens	**E**
388	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Schizanthus integrifolius	**E**
389	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Schizanthus laetus	**E**
390	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Solanum brachyantherum	**E**
391	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Solanum elaeagnifolium	**A**
392	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Solanum remyanum	**E**
393	Angiospermae:Dyc.	Urticaceae	Parietaria debilis	**N**
394	Angiospermae:Dyc.	Valerianaceae	Valeriana atacamensis	**E**
395	Angiospermae:Dyc.	Valerianaceae	Valeriana peltata	**E**
396	Angiospermae:Dyc.	Verbenaceae	Glandularia origenes	**N**
397	Angiospermae:Dyc.	Verbenaceae	Glandularia porrigens	**E**
398	Angiospermae:Dyc.	Verbenaceae	Junellia hystrix	**E**
399	Angiospermae:Dyc.	Verbenaceae	Urbania pappigera	**N**
400	Angiospermae:Dyc.	Verbenaceae	Verbena atacamensis	**N**

401	Angiospermae:Dyc.	Violaceae	Viola llullaillacoensis	**E**
402	Angiospermae:Dyc.	Violaceae	Viola montagnei	**N**
403	Angiospermae:Dyc.	Violaceae	Viola polypoda	**E**
404	Angiospermae:Dyc.	Violaceae	Viola pseudasterias	**E**
405	Angiospermae:Dyc.	Vivianiaceae	Viviania marifolia	**N**
406	Angiospermae:Dyc.	Zygophyllaceae	Fagonia chilensis	**E**
407	Angiospermae:Mon.	Alstroemeriaceae	Alstroemeria andina	**N**
408	Angiospermae:Mon.	Alstroemeriaceae	Alstroemeria graminea	**E**
409	Angiospermae:Mon.	Alstroemeriaceae	Alstroemeria paupercula	**E**
410	Angiospermae:Mon.	Alliaceae	Leucocoryne appendiculata	**E**
411	Angiospermae:Mon.	Alliaceae	Leucocoryne narcissoides	**E**
412	Angiospermae:Mon.	Amaryllidaceae	Rhodophiala laeta	**E**
413	Angiospermae:Mon.	Amaryllidaceae	Rhodophiala phycelloides	**E**
414	Angiospermae:Mon.	Amaryllidaceae	Rhodophiala uniflora	**E**
415	Angiospermae:Mon.	Bromeliaceae	Deuterocohnia chrysantha	**E**
416	Angiospermae:Mon.	Bromeliaceae	Puya boliviensis	**E**
417	Angiospermae:Mon.	Bromeliaceae	Tillandsia geissei	**E**
418	Angiospermae:Mon.	Bromeliaceae	Tillandsia landbeckii	**N**
419	Angiospermae:Mon.	Cyperaceae	Carex gayana	**N**
420	Angiospermae:Mon.	Cyperaceae	Carex maritima	**N**
421	Angiospermae:Mon.	Cyperaceae	Eleocharis albibracteata	**N**
422	Angiospermae:Mon.	Cyperaceae	Schoenoplectus americanus	**N**
423	Angiospermae:Mon.	Cyperaceae	Scirpus asper	**N**
424	Angiospermae:Mon.	Cyperaceae	Zameioscirpus atacamensis	**N**
425	Angiospermae:Mon.	Dioscoreaceae	Dioscorea fastigiata	**E**

426	Angiospermae:Mon.	Dioscoreaceae	Epipetrum bilobum	**E**
427	Angiospermae:Mon.	Hyacinthaceae	Oziroe biflora	**N**
428	Angiospermae:Mon.	Iridaceae	Trigidia philippiana	**E**
429	Angiospermae:Mon.	Juncaceae	Juncus acutus	**N**
430	Angiospermae:Mon.	Juncaceae	Juncus arcticus	**N**
431	Angiospermae:Mon.	Juncaceae	Oxichloe andina	**N**
432	Angiospermae:Mon.	Juncaceae	Patosia clandestina	**N**
433	Angiospermae:Mon.	Juncaginaceae	Triglochin concinna	**N**
434	Angiospermae:Mon.	Juncaginaceae	Triglochin palustris	**N**
435	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Bromus berteroanus	**N**
436	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Bromus catharticus	**N**
437	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Calamagrostis deserticola	**N**
438	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Calamagrostis eminens	**N**
439	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Calamagrostis velutina	**N**
440	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Catabrosa werdermannii	**N**
441	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Cortaderia speciosa	**N**
442	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Deschampsia cespitosa	**N**
443	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Distichlis humilis	**N**
444	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Distichlis scoparia	**N**
445	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Distichlis spicata	**N**
446	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Eleusine tristachya	**A**
447	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Eragostris attenuata	**N**
448	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Festuca hypsophila	**N**
449	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Festuca nardifolia	**N**
450	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Hordeum comosum	**N**

451	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Hordeum muticum	**N**
452	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Hordeum patagonicum	**N**
453	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Hordeum pubiflorum	**N**
454	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava atacamensis	**N**
455	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava chrysophylla	**N**
456	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava frigida	**N**
457	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava plumosa	**N**
458	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava pogonathera	**N**
459	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava speciosa	**N**
460	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava tortuosa	**E**
461	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Muhlenbergia asperifolia	**N**
462	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Nassella nardoides	**N**
463	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Paspalum vaginatum	**A**
464	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Poa bonariensis	**N**
465	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Polypogon australis	**N**
466	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Polypogon interruptus	**N**
467	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Puccinellia frigida	**N**
468	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Puccinellia preslii	**N**
469	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Rostraria trachyantha	**N**
470	Angiospermae:Mon.	Potamogetonaceae	Potamogeton strictus	**N**
471	Angiospermae:Mon.	Potamogetonaceae	Stuckenia filiformis	**N**
472	Angiospermae:Mon.	Ruppiaceae	Ruppia filifolia	**N**

Provincia	Comuna	Estado de Conservación (IUCN)
Chañaral	**Chañaral**	IC
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (VU?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	VU
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)

Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (VU?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP

Chañaral	**Chañaral, DA**	
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	EP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	EP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP

Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC(FP?)
Chañaral	**Chañaral**	IC(FP?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (VU?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	EP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	EP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)

Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC(EX?)

Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	VU
Chañaral	**Chañaral**	EP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	EP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC(FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC(FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC(FP?)
Chañaral	**Chañaral**	IC(FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC(FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)

Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	VU
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Chañaral**	IC
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (VU?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	EP
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	VU
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP

Chañaral	**Chañaral**	IC (VU?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	IC (VU?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	IC (VU?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	
Chañaral	**Chañaral, DA**	
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	

Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)

Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	IC (EX?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	VU
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	VU
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	IC
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP

Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)

Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	EP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (VU?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	FP

Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	EP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP

Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	IC (VU?)
Chañaral	**Chañaral**	IC
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP

Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC

Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Chañaral, DA**	
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (VU?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)

Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	EP
Chañaral	**Chañaral**	EP
Chañaral	**Chañaral**	VU
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP

Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral, DA**	FP
Chañaral	**Chañaral**	
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP

Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Chañaral**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC
Chañaral	**Chañaral**	
Chañaral	**Chañaral**	IC (EX?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (EX?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	IC (EX?)
Chañaral	**Diego de Almagro**	FP

3.- ESTUDIOS CERCANOS AL AREA

Estudio
Abatecimiento de Agua desalada Mantoverde
Continuidad Operacional Mantoverde (2)
Proyecto Minero Salitrosa
Proyecto explotación rajo punto 62 y ampliación rajos kuroki y franko norte -sur
Plan Regulador Comuna de Chañaral
Línea de Transmisión Eléctrica 1x110 kV Diego de Almagro-El Salado-Chañaral y Obras Complementarias

Tipo de Proyecto	Estado
DIA	Aprobado
DIA	En Calificación
DIA	Desistido
DIA	Aprobado
DIA	Aprobado
DIA	Aprobado

4.- LISTADO DE FLORA POTENCIAL

ID	Orden	Familia	Especie	Origen
1	Pteridophyta	Adiantaceae	Cheilantes hypoleuca	**N**
2	Pteridophyta	Polypodiaceae	Polypodium espinosae	**E**
3	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra breana	**N**
4	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra chilensis	**N**
5	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra gracilis	**E**
6	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia angustifolia	**E**
7	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia macrocarpa	**E**
8	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia maritima	**E**
9	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia ovata	**E**
10	Angiospermae:Dyc.	Amaranthaceae	Alternanthera porrigens	**N**
11	Angiospermae:Dyc.	Anacardiaceae	Schinus molle	**N**
12	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Apium panul	**N**
13	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Asteriscium vidalli	**E**
14	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Cyclospermum laciniatum	**N**
15	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Domeykoa appositifolia	**E**
16	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Domeykoa perennis	**E**
17	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Eremocharis fruticosa	**E**
18	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Gymnophyton flexuosum	**E**
19	Angiospermae:Dyc.	Apocynaceae	Skytanthus acutus	**E**
20	Angiospermae:Dyc.	Asclepiadaceae	Cynanchum deserticola	**E**
21	Angiospermae:Dyc.	Asclepiadaceae	Tweedia birostrata	**E**
22	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Amblyopappus pusillus	**N**
23	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Aphyllocladus denticulatus	**E**
24	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis taltalensis	**E**
25	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis ambrosioides	**E**
26	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Centaurea atacamensis	**E**
27	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Centaurea cachinalensis	**E**
28	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Centaurea chilensis	**E**
29	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera glabrata	**E**
30	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera linearis	**E**
31	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera tenella	**E**
32	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chuquiraga spinosa	**N**
33	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chuquiraga ulicina	**E**
34	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Cotula coronopifolia	
35	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Encelia canescens	**N**
36	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Erechtites leptanthus	**E**
37	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Gutierrezia espinosae	**E**
38	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Gutierrezia taltalensis	**E**
39	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Gypothamnium pinifolium	**E**
40	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus coquimbensis	**E**
41	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus deserticola	**E**
42	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus rosulatus	**E**

43	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Helenium atacamense	**E**
44	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Hypochaeris grandidentata	**E**
45	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Hypochaeris scorzonerae	**E**
46	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Leucheria cumingii	**E**
47	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Malacothrix clevelandii	**N**
48	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Ophryosporus paradoxus	**E**
49	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Ophryosporus triangularis	**E**
50	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Oxyphillum ulicinum	**E**
51	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Perityle emoryi	**N**
52	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus cinereus	**E**
53	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus fuscus	**N**
54	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus poeppigii	**E**
		Asteraceae	Polyachyrus sp.	
55	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio almeidae	**E**
56	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio cachinalensis	**E**
57	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio cerberoanus	**E**
58	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio chamomillifolius	**E**
59	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio chanaralensis	**E**
60	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio crepidioides	**E**
61	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio myriophyllus	**E**
62	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio troncosii	**E**
63	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio vulgaris	**A**
		Asteraceae	Senecio sp.	
64	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Stevia philippiana	**E**
65	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Tessaria absinthioides	**N**
66	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Triptilion gibbosum	**E**
67	Angiospermae:Dyc.	Bignoniaceae	Argylia radiata	**N**
68	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha argentea	**E**
69	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha chaetocalyx	**E**
70	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha filaginea	**N**
71	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha globulifera	**N**
72	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha hispida	**E**
73	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha kingii	**E**
74	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha parviflora	**N**
75	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha taltalensis	**E**
76	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium floridum	**E**
77	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium glutinosum	**E**
78	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium inconspicuum	**E**
79	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium linariifolium	**E**
80	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium philippianum	**E**
81	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium pycnophyllum	**E**
82	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium sclerocarpum	**E**
		Boraginaceae	Heliotropium sp	
83	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Pectocarya dimorpha	**E**
84	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Tiquilia litoralis	**N**
85	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Lepidium spathulatum	**E**
86	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Mathewsia incana	**E**

87	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Menonvillea chilensis	**E**
88	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Menonvillea gayi	**E**
89	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Morticillastrum sagittatum	**E**
90	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Rapistrum rugosum	**A**
91	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Schizopetalom biseriatum	**E**
92	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Werdermannia anethifolia	**E**
93	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Werdermannia macrostachya	**E**
94	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Werdermannia pinnata	**E**
95	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa cinerascens	**E**
96	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa cinerea	**E**
97	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa garndiflora	**E**
98	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa hypogaea	**E**
99	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa marginata	**E**
100	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa serpentisulcata	**E**
101	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Cumulopuntia sphaerica	**N**
102	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Echinopsis deserticola	**E**
103	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce eriosyzoides	**E**
104	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce esmeraldana	**E**
105	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce odieri	**E**
106	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce rodentiophila	**E**
107	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce taltalenis	**E**
		Cactaceae	Eriosyce sp	
108	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eulychnia acida	**E**
109	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eulychnia breviflora	**E**
110	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eulychnia iquiquensis	**E**
111	Angiospermae:Dyc.	Caelsalpiniaceae	Senna cuminggi	**E**
112	Angiospermae:Dyc.	Capparaceae	Cleome chilensis	**N**
113	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Microphyes litoralis	**E**
114	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia arbuscula	**E**
115	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia cremnophila	**E**
116	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia denticulata	**E**
117	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia stenocarpa	**N**
118	Angiospermae:Dyc.	Convolvulaceae	Cressa truxillensis	**N**
119	Angiospermae:Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta chilensis	**N**
120	Angiospermae:Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta odorata	**N**
121	Angiospermae:Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta purpurata	**E**
122	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex clivicola	**E**
123	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex deserticola	**N**
124	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex madariagae	**N**
125	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex mucronata	**E**
126	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex oreophila	**N**
127	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex repanda	**N**
128	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex semibaccata	**A**
129	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex suberecta	**A**
130	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex taltalensis	**N**
131	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium ambrosioides	**N**
132	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium murale	**A**

133	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium petiolare	**N**
134	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Sarcocornia fruticosa	**N**
135	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Suaeda foliosa	**N**
136	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Suaeda multiflora	**N**
137	Angiospermae:Dyc.	Euphorbiaceae	Chiropetalum canescens	**E**
138	Angiospermae:Dyc.	Euphorbiaceae	Chiropetalum cremnophilum	**E**
139	Angiospermae:Dyc.	Euphorbiaceae	Euphorbia copiapina	**E**
140	Angiospermae:Dyc.	Euphorbiaceae	Euphorbia lactiflua	**E**
141	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia aphylla	**E**
142	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia argentea	**E**
143	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia atacamensis	**E**
144	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia eremophila	**E**
145	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia melanocaulos	**E**
146	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia micrantha	**E**
147	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia pungens	**E**
148	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia pusilla	**E**
149	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia rahmeri	**N**
150	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Astragalus amatus	**E**
151	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Astragalus cachinalensis	**E**
152	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Astragalus coquimbensis	**E**
153	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Astragalus dodtii	**E**
154	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Lotus subpinnatus	**N**
155	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Trifolium polymorphum	**N**
156	Angiospermae:Dyc.	Frankeniaceae	Frankenia chilensis	**N**
157	Angiospermae:Dyc.	Geraniaceae	Erodium cicutarium	**A**
158	Angiospermae:Dyc.	Lamiaceae	Stachys eremicola	**E**
159	Angiospermae:Dyc.	Lamiaceae	Stachys pannosa	**E**
160	Angiospermae:Dyc.	Lamiaceae	Teucrium nudicaule	**E**
161	Angiospermae:Dyc.	Ledocarpaceae	Balbisia peduncularis	**N**
162	Angiospermae:Dyc.	Linaceae	Linum cremnophilum	**E**
163	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Huidobria chilensis	**E**
164	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Loasa bertrandii	**E**
165	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Loasa elongata	**E**
166	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Loasa longiseta	**E**
167	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Loasa nitida	**N**
168	Angiospermae:Dyc.	Lythraceae	Lythrum hyssopifolium	**A**
169	Angiospermae:Dyc.	Lythraceae	Pleurophora pungens	**E**
170	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia deserticola	**E**
171	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia humilis	**N**
172	Angiospermae:Dyc.	Malpighiaceae	Dinemandra ericoides	**E**
173	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria aspera	**N**
174	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria calderana	**E**
175	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria fuentesiana	**E**
176	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria integerrima	**E**
177	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria molinae	**E**
178	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria ovata	**E**
179	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria viridiluteola	**E**

		Malvaceae	Cristaria sp.	
180	Angiospermae:Dyc.	Mimosaceae	Prosopis flexuosa	**N**
181	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana acuminata	**E**
182	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana albescens	**E**
183	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana aplocaryoides	**E**
184	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana baccata	**E**
185	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana carnosa	**E**
186	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana crassulifolia	**E**
187	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana deflexa	**E**
188	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana divaricata	**E**
189	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana elegans	**E**
190	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana flaccida	**E**
191	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana glauca	**E**
192	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana incana	**E**
193	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana leptophylla	**E**
194	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana linearifolia	**E**
195	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana mollis	**E**
196	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana parviflora	**E**
197	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana peruviana	**E**
198	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana rostrata	**E**
199	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana rupicola	**E**
200	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana salsoloides	**E**
201	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana sedifolia	**E**
202	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana sphaerophylla	**E**
203	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana villosa	**E**
204	Angiospermae:Dyc.	Nyctaginaceae	Mirabilis elegans	**N**
205	Angiospermae:Dyc.	Onagraceae	Camissonia dentata	**N**
206	Angiospermae:Dyc.	Onagraceae	Oenothera coquimbensis	**E**
207	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis bulbocastanum	**N**
208	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis caesia	**E**
209	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis gigantea	**E**
210	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis megalorrhiza	**E**
211	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis ornithopus	**E**
212	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis ovalleana	**E**
213	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis paposana	**E**
214	Angiospermae:Dyc.	Papaveraceae	Argemone hunnemannii	**N**
215	Angiospermae:Dyc.	Phytolaccaceae	Anisomeria littoralis	**E**
216	Angiospermae:Dyc.	Plantaginaceae	Plantago hispidula	**E**
217	Angiospermae:Dyc.	Plantaginaceae	Plantago rancaguae	**E**
218	Angiospermae:Dyc.	Plumbaginaceae	Bakerolimon plumosum	**E**
219	Angiospermae:Dyc.	Plumbaginaceae	Plumbago caerulea	**N**
220	Angiospermae:Dyc.	Polemoniaceae	Bryantiella glutinosa	**N**
221	Angiospermae:Dyc.	Polygonaceae	Chorizanthe commisuralis	**N**
222	Angiospermae:Dyc.	Polygonaceae	Chorizanthe deserticola	**E**
223	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia cachinalensis	**E**
224	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia litoralis	**E**
225	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia taltalensis	**E**

226	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia thyrsoidea	**E**
227	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe amarantoides	**E**
228	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe arenaria	**N**
229	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe calycina	**E**
230	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe celosioides	**N**
231	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe cymosa	**E**
232	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe densiflora	**N**
233	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe longiscapa	**E**
234	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe salsoloides	**N**
235	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Montiopsis trifida	**E**
236	Angiospermae:Dyc.	Rosaceae	Acaena trifida	**E**
237	Angiospermae:Dyc.	Rosaceae	Tetraglochin alatum	**N**
238	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia hymenodon	**N**
239	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia lithiophila	**E**
240	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia macrantha	**N**
241	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia montiana	**E**
242	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia pumila	**E**
243	Angiospermae:Dyc.	Santalaceae	Quinchamalium carnosum	**E**
244	Angiospermae:Dyc.	Santalaceae	Quinchamalium chilense	**N**
245	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium chilense	**N**
246	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium deserti	**E**
247	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium leiostemum	**N**
248	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium minutifolium	**E**
249	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium stenophyllum	**N**
250	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana solanifolia	**E**
251	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Schizanthus laetus	**E**
252	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Solanum brachyantherum	**E**
253	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Solanum elaeagnifolium	**A**
254	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Solanum remyanum	**E**
255	Angiospermae:Dyc.	Urticaceae	Parietaria debilis	**N**
256	Angiospermae:Dyc.	Valerianaceae	Valeriana atacamensis	**E**
257	Angiospermae:Dyc.	Valerianaceae	Valeriana peltata	**E**
258	Angiospermae:Dyc.	Verbenaceae	Glandularia porrigens	**E**
259	Angiospermae:Dyc.	Verbenaceae	Verbena atacamensis	**N**
260	Angiospermae:Dyc.	Violaceae	Viola polypoda	**E**
261	Angiospermae:Dyc.	Violaceae	Viola pseudasterias	**E**
262	Angiospermae:Dyc.	Zygophyllaceae	Fagonia chilensis	**E**
263	Angiospermae:Mon.	Alstroemeriaceae	Alstroemeria graminea	**E**
264	Angiospermae:Mon.	Alstroemeriaceae	Alstroemeria paupercula	**E**
265	Angiospermae:Mon.	Alliaceae	Leucocoryne appendiculata	**E**
266	Angiospermae:Mon.	Alliaceae	Leucocoryne narcissoides	**E**
267	Angiospermae:Mon.	Amaryllidaceae	Rhodophiala laeta	**E**
268	Angiospermae:Mon.	Amaryllidaceae	Rhodophiala uniflora	**E**
269	Angiospermae:Mon.	Bromeliaceae	Deuterocohnia chrysantha	**E**
270	Angiospermae:Mon.	Bromeliaceae	Puya boliviensis	**E**
271	Angiospermae:Mon.	Bromeliaceae	Tillandsia geissei	**E**
272	Angiospermae:Mon.	Bromeliaceae	Tillandsia landbeckii	**N**

273	Angiospermae:Mon.	Dioscoreaceae	Dioscorea fastigiata	**E**
274	Angiospermae:Mon.	Dioscoreaceae	Epipetrum bilobum	**E**
275	Angiospermae:Mon.	Hyacinthaceae	Oziroe biflora	**N**
276	Angiospermae:Mon.	Iridaceae	Trigidia philippiana	**E**
277	Angiospermae:Mon.	Juncaceae	Juncus acutus	**N**
		Juncaceae	Juncus sp	
278	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Bromus berteroanus	**N**
279	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Distichlis spicata	**N**
280	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Eleusine tristachya	**A**
281	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Eragostris attenuata	**N**
282	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava plumosa	**N**
283	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava speciosa	**N**
284	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava tortuosa	**E**
285	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Paspalum vaginatum	**A**
286	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Poa bonariensis	**N**

Comuna	Estado de Conservación (Libro Rojo de Atacama)	Presencia en Qda Guamanga (Verano 2013-2014)	Presencia en Qda Guamanga (Otoño 2014)
Chañaral	IC		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (VU?)	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral, DA	VU	**X**	**X**
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	FP		
XX	FP	**X**	**X**
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC		
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral, DA			
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral	VU		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	EP		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	FP		**X**
Chañaral	IC (EX?)		

Chañaral, DA	FP		
Chañaral	VU		
Chañaral, DA	FP		**X**
Chañaral	VU		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral	EP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	VU		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC(FP?)		
Chañaral	IC(FP?)		
Chañaral	IC (VU?)		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral			
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC(EX?)		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral, DA	VU		
Chañaral	EP		
Chañaral	FP		
Chañaral	EP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC(FP?)		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	FP		

Chañaral	FP		
Chañaral	IC(FP?)		
Chañaral	IC(FP?)		
Chañaral			
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	VU		
Chañaral	VU		
Chañaral	IC		
Chañaral	IC (FP?)		**X**
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	IC (VU?)		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	VU		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	EP	**X**	**X**
Chañaral	VU		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	IC (VU?)		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	VU		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral, DA	FP		
Chañaral, DA	IC (VU?)		
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	IC (FP?)		
Chañaral, DA	IC (VU?)		
Chañaral, DA			
Chañaral, DA			
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral			

Chañaral	FP		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	VU		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral, DA	IC (FP?)		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral, DA	IC (FP?)		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral, DA	IC (EX?)		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral			
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	IC		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral, DA			
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral, DA	FP		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral	VU		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		

Chañaral	EP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	VU		
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral	IC (VU?)		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	IC (EX?)	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (FP?)		**X**
Chañaral	EP	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	VU		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (EX?)		

Chañaral	FP		
Chañaral, DA	IC (VU?)		
Chañaral	IC		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral, DA	FP		**X**
Chañaral, DA	IC (FP?)		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	VU		
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	IC		
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral, DA	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	VU		
Chañaral, DA			
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (VU?)		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral, DA	FP	**X**	**X**
Chañaral	VU		
Chañaral	FP		**X**
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (FP?)		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	EP		
Chañaral	EP		
Chañaral	VU		
Chañaral	FP		

Chañaral	FP		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	FP		
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	FP	**X**	**X**
Chañaral	FP		
Chañaral, DA	FP		
Chañaral			
Chañaral	IC (EX?)		
Chañaral	FP		**X**
Chañaral	FP		
Chañaral	FP		
Chañaral			
Chañaral	IC (EX?)		

Presencia en Qda Guamanga (Invierno 2014)	Presencia en Qda Guamanga (Primavera 2014)	Presencia en Qda Guamanga (Verano 2015)
X		
	X	X
X	X	X
X	X	X
		X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X

X		X
X	X	X
X	X	X
		X
X	X	X
		X
X	X	X
		X
		X
		X

X	X	X
X	X	X
X	X	X
		X
X	X	X

X	X	X
X	X	X
		X
X	X	X
		X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X

		X
X	X	X
		X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
		X
		X
X	X	X
X	X	X

X	X	X
		X
	X	X
X	X	X
X	X	X
		X

X	X	X
		X
X	X	X

5.- LISTADO FLORISTICO (OTOÑO 2015)

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Gnetopsida	*Ephedraceae*	*Ephedra glacilis*	pingo pingo
Liliopsida	*Juncaceae*	*Juncus acutus*	Junco
	Juncaceae	*Juncus sp*	
	Poaceae	*Arundo donax*	Caña común
	Poaceae	*Jarava plumosa*	
	Poaceae	*Bromus sp*	
	Poaceae	*Poa sp*	
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Tetragonia angustifolia*	Aguanosa
	Aizoaceae	*Tetragonia maritima*	Aguanosa
	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria graminea*	
	Alstroemeriaceae	*Altroemeria paupercula*	
	Anacardiaceae	*Schinus molle*	Pimiento
	Apiaceae	*Eremocharis fruticosa.*	Ruda silvestre
	Apiaceae	*Gymnophyton flexuosum*	
	Asclepiadaceae	*Cynanchum deserticola*	
	Asteraceae	*Aphyllocladus denticulatus*	
	Asteraceae	*Chuquiraga ulicina*	
	Asteraceae	*Encelia canescens*	Coronilla del Fraile
	Asteraceae	*Haplopappus deserticola*	Bailahuen
	Asteraceae	*Gypothamnium pinifolium*	
	Asteraceae	*Ophryosporus triangularis*	Oreja de Zorro
	Asteraceae	*Perityle emoryi*	
	Asteraceae	*Polyachyrus poeppigii*	Borlón de Alforja
	Asteraceae	*Senecio myriophyllus*	
	Boraginaceae	*Cryptantha sp*	
	Boraginaceae	*Heliotropium floridium*	Palito negro
	Boraginaceae	*Heliotropium sp1.*	
	Boraginaceae	*Heliotropium sp2.*	
	Cactaceae	*Eriosyce rodentiophila*	Sandillón
	Cactaceae	*Copiapoa hypogaea*	
	Cactaceae	*Copiapoa cf. marginata.*	Copiapoa
	Chenopodiaceae	*Atriplex clivicola*	Cachiyuyo
	Chenopodiaceae	*Sarcocornia fruticosa*	
	Chenopodiaceae	*Suaeda foliosa*	
	Fabaceae	*Adesmia argentea*	Varilla
	Fabaceae	*Adesmia eremophila*	
	Frankeniaceae	*Frankenia chilensis*	Hierba del salitre
	Hyacinthaceae	*Oziroe biflora*	
	Geraniaceae	*Erodium cicutarium*	
	Loasaceae	*Huidobria chilensis*	
	Lythraceae	*Pleurophora pungens*	Lengua de gallina
	Malesherbiaceae	*Malesherbia humilis*	
	Malpigiaceae	*Dinemandra ericoides*	

	Malvaceae	*Cristaria integerrima*	Malvilla
	Malvaceae	*Cristaria sp*	
	Myrtaceae	*Eucaliptus globulus*	Eucalipto
	Nolanaceae	*Nolana cf. albescens*	
	Nolanaceae	*Nolana crassulifolia*	
	Nolanaceae	*Nolana divaricata*	Suspiro
	Nolanaceae	*Nolana sedifolia*	Suspiro
	Nolanaceae	*Nolana leptophylla*	
	Nolanacea	*Nolana aplocaryoides*	
	Oxalidaceae	*Oxalis caesia*	Oxalis
	Plumbaginaceae	*Bakerolimon plumosum*	
	Portulacaceae	*Cistanthe amarantoides*	
	Portulacaceae	*Cistanthe celosioides*	
	Portulacaceae	*Cistanthe cephalophora*	
	Portulacaceae	*Cistanthe longiscapa*	
	Portulacaceae	*Cistanthe minuscula*	
	Rubiaceae	*Cruckshanksia hymenodon*	Chinita
	Rubiaceae	*Cruckshanksia pumila*	Chinita
	Santalaceae	*Quinchamalium chilense*	
	Solanaceae	*Lycium minutifolium*	
	Solanaceae	*Schizanthus integrifolius*	orquidea del pobre, pajarito
	Violaceae	*Viola rhombifolia*	
	Violaceae	*Viola polypoda*	
	Zygophyllaceae	*Fagonia chilensis*	Hualputilla

Tipo Biológico	Origen Fitogeográfico
Arbusto	Nativo
Hierba perenne	Nativo
Hierba perenne	Introducido
Hierba perenne	Nativo
Arbusto	Endémico
Arbusto	Endémico
Herbacea	Endemica
Herbacea	Endemica
Árbol	Nativo
Arbusto	Endémico
Arbusto	Endémico
Arbusto	Endémico
Arbusto	Endémico
Arbusto	Endémico
Arbusto	Nativa
Arbusto	Endémico
Arbusto	Endémico
Arbusto	Endémico
Hierba anual	Nativa
Arbusto	Endémico
Arbusto	Endémico
Hierba anual	
Arbusto	Endémico
Suculenta	Endémico
Suculenta	Endémico
Suculenta	Endémico
Arbusto	Nativa
Arbusto	Nativa
Arbusto	Nativa
Arbusto	Endémico
Hierba anual	Endémico
Arbusto	Nativa
Hierba anual	Nativa
Hierba anual	Adventicia
Hierba perenne	Endémico
Arbusto	Endémico
Hierba anual	Nativa
Arbusto	Endémico

Hierba anual	Endémico
Árbol	Introducido
Arbusto	Endémico
Arbusto	Endémico
Arbusto	Endémico
Arbusto	Endémico
Arbusto	Endémico
Hierba anula	Endemico
Hierba perenne	Endémico
Hierba perenne	Endémico
Hierba anual	Endemica
Hierba anual	Nativo
Hierba anual	Endemica
Hierba anual	Endemica
Hierba anual	Nativa
Hierba anual	Nativo
Hierba anual	Endemico
Hierba perenne	Nativa
Arbusto	Endémico
Hierba anual	Endémico
Hierba anual	Endémico
Hierba anual	Endemica
Arbusto	Nativa

6.- CATEGORIA DE CONSERVACIÓN

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación		
			RCE	**Bol 47**	**L_Rojo_Atacama**
Apiaceae	*Eremocharis fruticosa*	Ruda silvestre			V
Cactaceae	*Eriosyce rodentiophila*	Sandillón		V	EP
Cactaceae	*Copiapoa marginata*	Copiapoa	V; D.S 19/2012	R	FP
Oxalidaceae	*Oxalis caesia*	Oxalis	V; D.S. 42/2011		EP
Asteraceae	*Gypothamnium pinifolium*		CA; DS 42/2011		FP
Oxalidaceae	*Oxalis bulbocastanum*	Oxalis			IC (FP?)
Cactaceae	*Copiapoa hypogaea*	Copiapoa	EN-R; D.S. 50/2008		IC (FP?)
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria graminea*	Lirio de Campo	VU; DS 41/2011		VU
Violaceae	*Viola rhombifolia*				IC (EX?)
Portulacaceae	*Cistanthe amarantoides*				IC (VU?)
Asteraceae	*Aphyllocladus denticulatus*		NT; DS 41/2011		FP

L_Rojo_Flora	Cactáceas_Chile

MANTOS COPPER
MANTOVERDE

Copiapó, 15 de Marzo de 2016.
S-MC-MV202-0316-029

Señor
Cristián Franz Thorud
Superintendente de Medio Ambiente
Región Metropolitana
Presente

Ref: Entrega Plan de Seguimiento Ambiental.

Junto con saludarle cordialmente y por medio de la presente carta, le hacemos entrega del Informe de Seguimiento Ambiental "Estudio Ecosistémico Sitio Prioritario Quebrada Guamanga correspondiente a la sexta campaña, Otoño 2015". Lo anterior en cumplimiento al compromiso **RCA 088/209** del proyecto "**Abastecimiento de Agua Desalada Mantoverde**" que en el considerando 3.2.8 compromete "*Adicionalmente, el titular se comprometió a realizar un estudio ecosistémico del sitio prioritario Quebrada Guamanga. La propuesta metodológica del estudio y su posterior monitoreo serán presentados para visación de los servicios competentes, en un plazo no mayor a 6 meses luego de obtenida la RCA. Los resultados de esto monitoreos serán enviados a la autoridad ambiental en 4 copias.*"

Sin otro particular, se despide atentamente

Rafael Cisternas Aranda.
Gerente de Seguridad,Salud Ocupacional y Desarrollo Sustentable
Mantos Copper S.A.
Operación Mantoverde

Tierra del Sol Investigacion & Desarrollo	Informe Técnico	COD: TS-EA-IT- 448
		Revisión: 01
	Avance Nº8 Ecosistémico	Fecha: 30-12-2015
		Versión: 01

INFORME DE AVANCE

ESTUDIO ECOSISTEMICO SITIO PRIORITARIO QUEBRADA GUAMANGA CAMPAÑA DE PRIMAVERA 2015

Revisión del Documento		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Equipo Tierra del Sol Consultores	Pablo Bruna P.	Flavio Olivares Zuleta
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Equipo Tierra del Sol Consultores	Encargado Dpto. Estudio Ambientales	Gerente Tierra del Sol Consultores

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE CONTENIDOS **2**

INDICE DE IMÁGENES **3**

INDICE DE TABLAS **3**

RESUMEN **4**

1 OBJETIVOS DEL INFORME **5**

2 METODOLOGIA **5**

2.1.1 Área de Estudio 5

2.2 FLORA Y VEGETACIÓN 7

2.2.1 Trabajo de gabinete 7

2.2.2 Trabajo en terreno 8

2.2.3 Distribución de especies en categoría de conservación 10

2.2.4 Listado de especies en categoría de conservación 10

2.3 FAUNA 11

2.3.1 Trabajo de gabinete 11

2.3.2 Trabajo en terreno 11

AVANCES DE RESULTADOS **17**

2.4 FLORA Y VEGETACIÓN 17

2.4.1 Unidades vegetacionales 17

2.4.2 Flora potencial 18

2.4.3 Caracterización de la Vegetación 18

2.4.4 Distribución de especies en categoría de conservación 19

2.4.5 Listado de especies en categoría de conservación 20

2.5 RECOLECCIÓN DE SEMILLAS 24

2.6 FAUNA 24

2.6.1 Muestreo de anfibios 24

2.6.2 Muestreo de reptiles 25

2.6.3 Muestreo de aves 29

2.6.4 Muestreo de mamíferos 35

2.6.5 Muestreo de entomofauna 41

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

3 BIBLIOGRAFIA 43

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Unidades Muestréales en el Sitio Prioritario Quebrada Guamanga.....6
Imagen 2: Puntos de trampas cámaras 16
Imagen 3: Unidades Vegetacionales Potenciales 18
Imagen 4: Distribución de las especies en categoría de conservación.....20

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios para clasificar una formación vegetal compleja en zonas áridas.....9
Tabla 2: Codificación “abundancia relativa de flora” según criterio de Braun-Blanquet.....9
Tabla 3: Especies en categoría de conservación.....20
Tabla 4: Riqueza de especies de fauna en Sitio Prioritario Guamanga.....24
Tabla 5: Registro de reptiles 27
Tabla 6: Registro de aves año 2015 31
Tabla 7: Registro de mamíferos 38

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

RESUMEN

Quebrada de Guamanga es un sitio Prioritario de la Región de Atacama, se ubica al sur – este de la ciudad de Chañaral, al que se accede desde el puerto de Flamenco por la ruta C-261 y la atraviesa la ruta C-225. Tiene una extensión de 84,2 kilómetros cuadrados (8420 ha), de los cuales el 5% está en manos de Bienes Nacionales y del restante 95% no se tiene información.

Se entregan reportes estacionales de los avances del estudio Ecosistemico del Sitio Prioritario Quebrada de Guamanga, principalmente en sus componentes de flora y fauna.

El trabajo de terreno de la campaña de primavera tardía se realizó entre el 14 al 19 de diciembre del 2015, con un equipo de dos profesionales para el componente florístico y 6 para el componente fauna. Se revisaron las 75 parcelas de muestreo distribuidas aleatoriamente en las distintas unidades muestréales.

Se logró detectar 93 especies de plantas vasculares de las cuales 10 especies se encuentran identificadas solo a nivel de género las cuales se encuentra en proceso de identificación con las muestras recolectadas en terreno (Anexo. listado florístico).

Estas especies pertenecen a 39 familias, representadas por 61 géneros. La familia con mayor representación es Asteraceae con 13 especies, le sigue la familia Nolanaceae y Boraginaceae con 9 especies cada una.

Para fauna en esta estación se identificaron 20 especies en terreno, de las cuales 11 son aves, 3 reptiles y 6 especies de mamíferos, siendo el grupo de las aves el más abundante con 61 individuos, luego reptiles con 30 y mamíferos con 3, importantes fueron los avistamientos indirectos de zorros (*Pseudalopex griseus*), guanacos (*Lama guanicoe*) y chinchillas (*Chinchilla laniger)* con trampa cámara.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

1 OBJETIVOS DEL INFORME

Entregar los reportes de la Campaña Nº 8 de terreno del Sitio Prioritario Quebrada de Guamanga, primavera 2015.

2 METODOLOGIA

Esta segunda campaña de primavera, se llevó a cabo desde el 14 al 19 de diciembre del 2015, con una totalidad de 8 profesionales en terreno.

Esta campaña cumplió con la toma de datos en los 75 puntos definidos para el área de estudio, donde se hizo un recorrido exhaustivo de cada uno de ellos, levantando datos estacionales de flora y fauna específicamente.

A estos 75 puntos se le ha asignado el nombre de Unidades Muestréales (UM), las que tienen como particularidad que en cada UM se realiza una batería de muestreos de fauna y de flora, tal como lo indican las metodologías que se presentan más adelante.

Una de las ventajas de trabajar con estas Unidades Muestréales es que permitirá trabajar con modelos de distribución de especies, herramienta clave en la actualidad en la conservación y manejo de áreas silvestres.

2.1.1 Área de Estudio

Son 75 unidades muestréales distribuidas en el Sitio Prioritario de Guamanga, tal como se muestra a continuación:

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

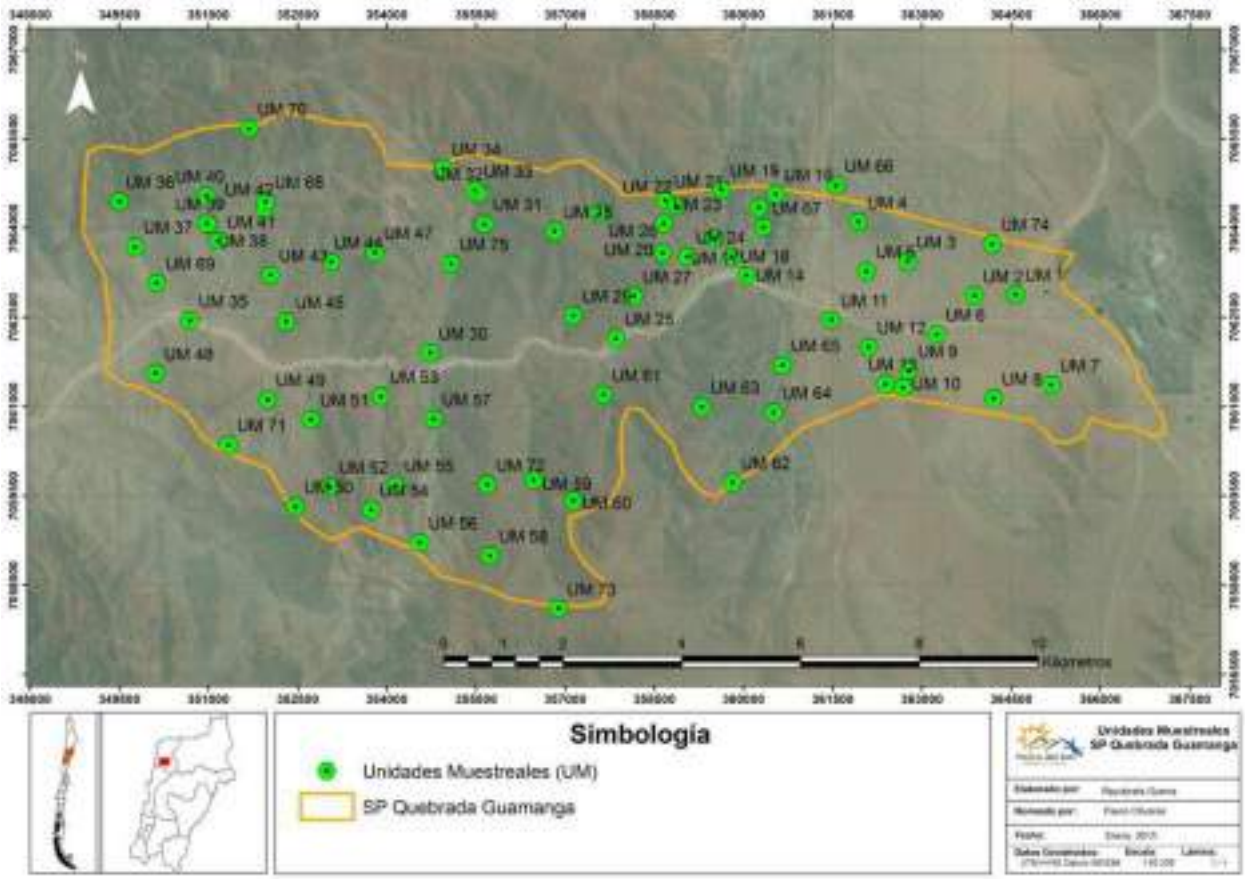


Imagen 1: Unidades Muestréales en el Sitio Prioritario Quebrada Guamanga

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.2 Flora y vegetación

2.2.1 Trabajo de gabinete

2.2.1.1 Unidades vegetacionales

Para la definición de unidades vegetacionales se utilizó como fuente bibliográfica las publicaciones realizadas por Luebert y Pliscoff (2006), Gajardo (1994), CONAF, CONAMA y BRIF (1999). En cada una de ellas se definen comunidades vegetacionales que se extienden por el área de estudio. Al cruzar la información de todos los estudios se obtienen unidades vegetacionales potenciales con características específicas, las cuales son utilizadas para realizar la caracterización en detalle de la vegetación.

Cada formación vegetal potencial es georeferenciada a través de sistema de coordenadas UTM, datum WGS 1984, huso 19 sur.

Dado que estos estudios fueron realizados a una escala muy superior a la del presente análisis, las formaciones vegetales resultantes son solo potenciales formaciones reales del área.

2.2.1.2 Flora Potencial del área de estudio

Para la elaboración del listado de especies potenciales se consultó como referencia el Libro Rojo de Atacama (Squeo, 2008), en el cual se identificaron todas las especies que se encuentran listadas para la Comuna de Chañaral. Este listado es utilizado como base general para todas las especies que potencialmente pudiesen estar ubicadas dentro del Sitio Prioritario Quebrada Guamanga. Por otra parte se consultaron las Líneas de Base de flora ingresadas al Sistema de Evaluación Ambiental que se han realizado en las cercanías del área de estudio.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.2.2 Trabajo en terreno

La identificación de las formaciones vegetacionales, se realizó por medio de la aproximación cartográfica fitofisionómica de COT, desarrollada por el CEPE/CNRS2 de Montpellier, Francia, y adaptada a las condiciones del país por Etienne y Contreras (1981), la cual es descrita en detalle por Etienne y Prado (1982). El método está orientado a la descripción cartográfica de la vegetación presente en un área determinada, cuyo nivel de detalle dependerá de la escala de trabajo.

La descripción de la vegetación mediante este método involucra la evaluación de dos variables:

- Formación vegetal en términos estructurales.
- Especies dominantes, definidas como aquellas especies que presentan el mayor porcentaje de cobertura en cada unidad.

De esta manera, el uso de la metodología de la COT permitirá:

- Determinar unidades de vegetación en el área de estudio.
- Conocer la composición florística de las unidades descritas.

El método establece que la denominación de la formación vegetal está dada por la importancia relativa de los distintos tipos biológicos en la comunidad. El método establece coberturas mínimas de los tipos biológicos para ser considerados dominantes (mayor o igual a 1% en zonas desérticas, mayor o igual a 10% en zonas áridas, y mayor o igual a 25% en zonas semiáridas, subhúmedas, húmedas y templadas).

Se utilizaron los criterios descritos en Etienne y Prado (1982), para clasificar la densidad relativa de una formación vegetal en zonas áridas lo que se muestra en la siguiente tabla (Tabla 1).

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

Tabla 1. Criterios para clasificar una formación vegetal compleja en zonas áridas

Herbáceas (H)	Leñosas Bajas (Lb)	10 – 25	25 – 50	50 – 75	75 – 100
	Índice	3	4	5	6
10 – 25	3	Mc	C	Pd	Pd
25 – 50	4	C	Pd	Pd	D
50 – 75	5	Pd	Pd	D	D
75 – 100	6	Pd	D	d	Md

MC: Muy clara; C: Clara; Pd: Poco densa; D: Densa; Md: Muy densa.

Para abarcar la extensión del polígono (Unidad vegetacional), en cada unidad de muestreo se realizaron parcelas de muestreo circulares de radio 15 m (707 m^2).

Para complementar los datos de la composición florística de cada unidad de estudio, se realizaron colectas y muestreos intensivos de todas las plantas vasculares a lo largo de cada transecta, aun cuando éstas no se encuentren en las parcelas muestreadas.

En cada sector se procedió a inventariar la flora presente, registrando el nombre científico de la especie, la abundancia por medio de la metodología Braun-Blanquet (Tabla 2).

Tabla 2: Codificación "abundancia relativa de flora" según criterio de Braun-Blanquet.

Código	Abundancia
R	1 individuo
+	2 – 4 individuos
1	5 – 20%
2	20 – 40%
3	40 – 60%
4	60 – 80%
5	80– 100%

Cada especie registrada es colectada y fotografiada para su posterior verificación taxonómica en gabinete.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.2.3 Distribución de especies en categoría de conservación

Para determinar la distribución de las especies en categoría de conservación presentes en el Sitio Prioritario Quebrada Guamanga, se trabajó en las 75 unidades muéstrales (UM) definidas anteriormente en donde se realizaron parcelas circulares de 15 m de radio (707 m^2) en las cuales se cuantificó la estructura de la formación vegetacional en términos de dominancia, abundancia y cobertura.

2.2.4 Listado de especies en categoría de conservación

El estado de conservación de las especies se determinó según las categorías establecidas en el Decreto 29 del 2011 que aprueba el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE). Las categorías reconocidas son: “Extinta”, “En Peligro de Extinción”, “Vulnerable”, “Insuficientemente Conocida”, “Casi Amenazada”, “Fuera de Peligro”, y “Rara”.

Se verificó la lista de especies contenidas en los Decretos Supremos números 151/ 2007, 50/2008, 51/2008, 23/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 33/2012, 41/2012, 42/2012, 19/2013, 13/2013, 52/2014 y 38/2015 del Ministerio del Medio Ambiente que oficializan el estado de conservación de las especies vegetales.

En el entendimiento que los listados oficiales se encuentran en desarrollo, se revisó además las especies catalogadas en otros listados nacionales, incluyendo el “Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile” (Benoit, 1989) y el Boletín del Museo Nacional de Historia Natural Nº 47 (1998), Cactáceas de Chile (Hoffmann, 2001).

Para complementar, se consultará el Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios de la Región de Atacama (Squeo, 2008), el que si bien no es un documento válido legalmente, se considera como instrumento de consulta de las especies regionales que se encuentran en algún estado de conservación.

Por otra parte se analizó el Decreto 68 del año 2009 que establece, aprueba y oficializa nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país, para dar cumplimiento a lo que establece la Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.3 Fauna

2.3.1 Trabajo de gabinete

Parte de este trabajo de gabinete se realizó antes de la primera campaña de verano, en el primer año de este estudio, lo que consistió en la elaboración de tablas con las especies potenciales a encontrar en el área de estudio, presentando la información por cada grupo faunístico, donde se describe lo siguiente:

- Especies potenciales: Agrupadas taxonómicamente por Orden, Familia y Especies.
- Nombre común: Según bibliografía.
- Origen geográfico: Según Bibliografía por grupo faunístico.

Estado de Conservación: Según (LDC) Ley de Caza, D.S. N°5/ 1998 y su Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) (D.S.Nº 29/ 2011; con los cinco (5) procesos de clasificación: D.S.151/2007, DS 51/2008, 23/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 33/2012, 41/2012, 42/2012, 19/2013, 13/2013, 52/2014 y 38/2015 del Ministerio del Medio Ambiente que oficializan el estado de conservación de la fauna.

- Por lo demás, se prepararon las tablas para sistematizar la información de trabajo de terreno, para lo que fue importante precisar:
- Unidades Muestréales donde se avistaron las especies.

Se cuantifica la presencia y abundancia de vertebrados, registrando en forma directa avistamiento y audiciones.

Cabe mencionar que para entomología, se realiza una exhaustiva revisión de publicaciones científicas que hacen referencia a insectos presentes en la región estudiada en una primera instancia, esta involucra a las especies pertenecientes al orden Coleóptera

2.3.2 Trabajo en terreno

Tal como las otras campañas, en esta de primavera, se recorrieron todas las unidades muestréales definidas en los terrenos anteriores, utilizando las mismas metodologías de estudio por grupo faunístico, donde fue importante el registro de datos y el monitoreo a las tramas cámara instaladas anteriormente.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

Para ello, cabe volver a describir las metodologías usadas, donde el trabajo en terreno se realizó sistemáticamente en las 75 UM (Unidades Muestréales) realizando una batería de muestreos de acuerdo al grupo faunístico analizado, como se describe a continuación:

Muestreo de anfibios

Para la prospección de anfibios los esfuerzos se orientaron a la observación y escucha en los sectores de aguada ubicados dentro del área donde se emplaza el sitio prioritario. En caso de ser necesario, esta información podrá ser complementada con visitas nocturnas, ello con la finalidad de observar y localizar individuos adultos utilizando la técnica de desafíos a través de vocalizaciones. Para la identificación de las especies se utilizaron libros como los de Donoso-Barros (1963), la guía de reconocimiento de Mella (2005), y Vidal (2005).

Muestreo de reptiles

Para el reconocimiento de reptiles se realizaron recorridos por las distintas UM del área de estudio, donde se definieron transectas de muestreo de 32 metros de ancho por 300 metros de largo, estas fueron recorridas por 3 profesionales a la vez.

Se realizó observación directa de ejemplares y se detectaron también a través de evidencias indirectas (restos de pieles, fecas, huellas, madrigueras, etc.). En casos necesarios se capturaron individuos con técnicas de manejo adecuadas[1] para su identificación, registro y fotografía. Para la identificación de las especies se utilizarán libros como los de Donoso-Barros (1963), la guía de reconocimiento de Mella (2005), Pincheira-Donoso y Núñez (2005).

[1]Por técnicas de manejo adecuadas se entiende la captura de ejemplares a los cuales no se les genera daño físico o la muerte. Las técnicas utilizadas por el equipo en terreno son: 1.- captura manual con guantes quirúrgicos (durante las primeras horas del día, donde los reptiles tienen una reacción lenta); y 2.- utilizando el método de vara lazo o nudo corredizo (nudo corredizo ubicado en el extremo de una vara de largo variable). Ambos métodos son muy eficientes para la captura de reptiles.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 1: Recorridos en búsqueda de reptiles

Muestreo de aves

Para el registro de la avifauna, se utilizó una metodología mixta, la que consistió en:

- Transectas de ancho variable: la que consiste en realizar recorridos a pie y en vehículo por el área del sitio prioritario.
- Observación en puntos fijos: donde se dispuso de un observador en un punto determinado por 15 minutos en un radio variable.

Las observaciones se llevaron a cabo con la ayuda de binoculares, además se realizó el reconocimiento de vocalizaciones como cantos y/o gritos y la identificación de la localización e identificación de plumas, nidos, etc. A modo de apoyo para el reconocimiento en terreno de las especies se utilizaron las guías de campo de Araya y Millie (1995), González y Martínez (2004) y Jaramillo (2005).

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

Muestreo de mamíferos

a) Macromamíferos

Las observaciones se realizaron a través de avistamientos directos e indirectos, en el primero se definieron rutas de observación de macromamíferos, donde se georefenció la presencia de cada especie detectada. Para el avistamiento indirecto se consideró el empleo de técnicas indirectas como la localización e identificación de huellas, madrigueras, restos óseos y de fecas, especialmente se recolectaron fecas de zorro para su posterior análisis.

b) Micromamíferos

- Trampas Sherman y Thomahawk para la captura de micromamíferos, el esfuerzo de captura fue de 100 trampas noche en los lugares seleccionados.
- Trampas balde: se instalaron 75 trampas balde distribuidas en las unidades muestreales.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 2: Trampa de Balde para micromamíferos

c) Trampas cámara

En esta campaña se instalaron 25 trampas cámaras, 15 de ellas quedaron permanentes y las restantes 11 se movilizaron durante los días de terreno con el objetivo de buscar lugares y especies claves. El mapa solo señala el lugar de las trampas fijas que quedaron en la campaña de primavera y que se monitorean constantemente.

En esta campaña, se revisaron las mismas trampas instaladas en los puntos definidos anteriormente, donde se descargaron las fotografías y se cambiaron las pilas de cada equipo.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

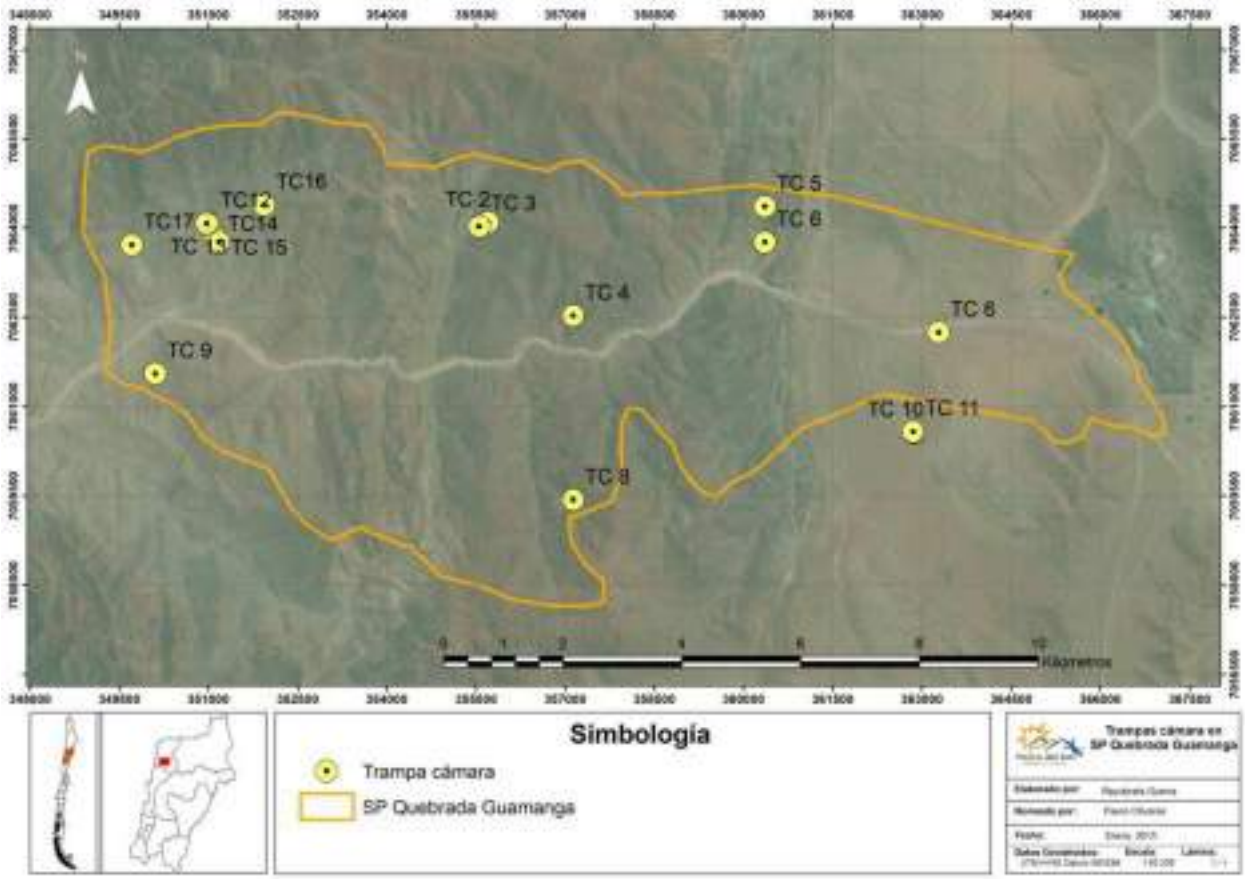


Imagen 2: Puntos de trampas cámaras

Muestreo entomofauna

En una primera instancia se realizó una revisión bibliográfica que consistió en buscar publicaciones científicas que se refieren a las especies de invertebrados presentes en la región estudiada, esta revisión se basó en listados, revisiones de grupos y publicaciones específicas, lo que involucró principalmente al orden Coleóptera, especies potencialmente factibles de encontrar en las colectas del sitio estudiado.

.

Se realizaron puntos de muestreo manuales, lo que metodológicamente consiste en el muestreo en zonas aleatorias realizadas en caminatas en cerros, quebradas y aguadas.

También, se hicieron puntos de muestreo con trampas Barber, lo que consideró tres réplicas por punto.

Se muestreo a lo largo de la quebrada en dirección Este-Oeste, con un punto cada 100 metros. Cuatro cumbres, que abarcan la zona más extrema hacia el Oeste del sitio prioritario, y dos

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

laderas con exposición Norte y Sur en su zona media, estos se colocaron hasta los 1400 metros de altura, cada 100 metros. Dos aguadas con un punto cada aguada (6 trampas).
En este terreno se realizó el cambio de las trampas Pitfal a todos los puntos de muestreo.

AVANCES DE RESULTADOS

2.4 Flora y vegetación

2.4.1 Unidades vegetacionales

Gajardo (1996) define dos unidades vegetacionales para toda el área de estudio, Luebert y Pliscoff (2006) definen para el área de estudio tres pisos vegetacionales y CONAF, CONAMA y BRIF (1999) definen3 asociaciones vegetacionales diferentes para el área de estudio. Al cruzar las formaciones vegetales de los distintos estudios se definen macro unidades vegetacionales potenciales.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

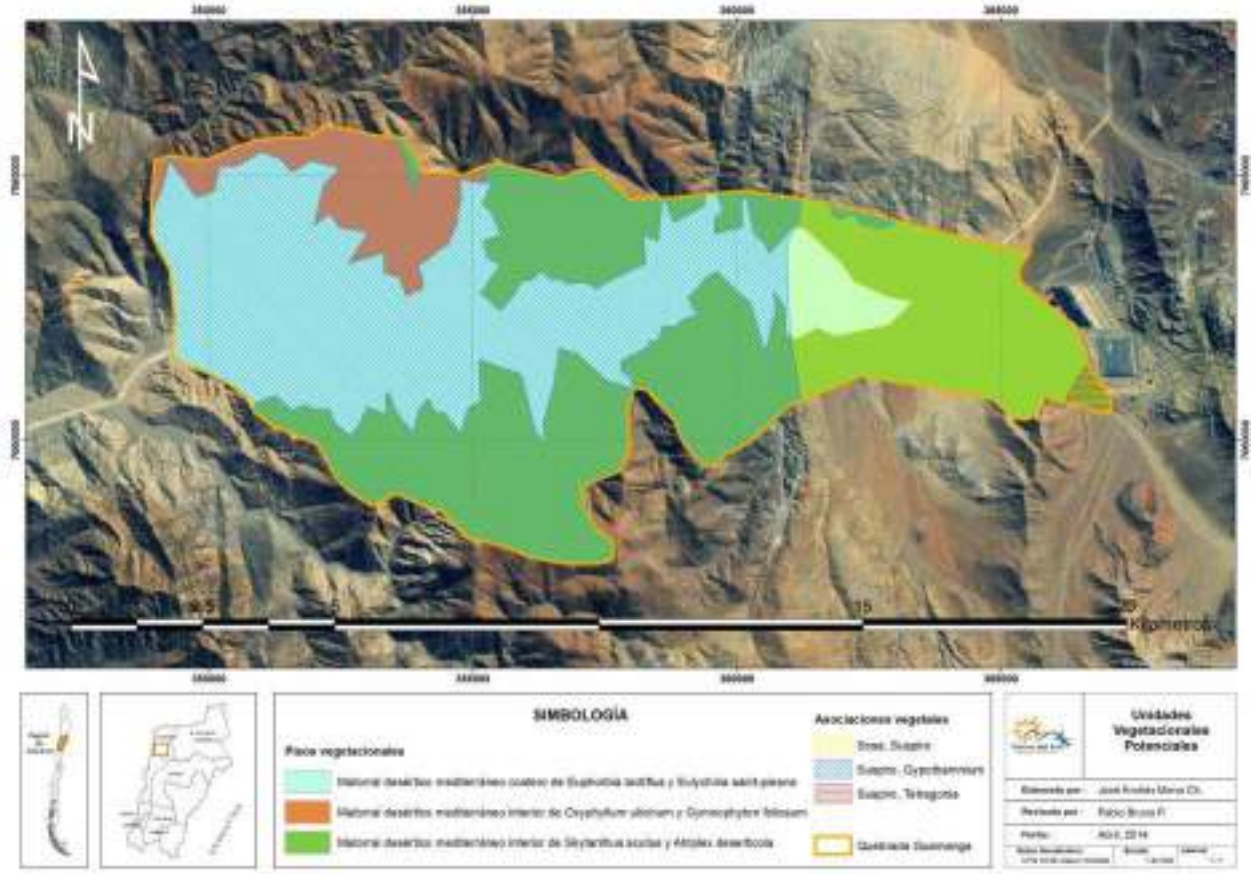


Imagen 3: Unidades Vegetacionales Potenciales

2.4.2 Flora potencial

En base a lo expuesto en el Libro Rojo de Atacama se detectaron 286 especies de plantas vasculares, para la comuna de Chañaral lo que representa el 26% de la flora descrita para la Región de Atacama (Excel, flora potencial comuna de Chañaral).

Para el análisis de las Líneas de Base de Flora presentadas en el Sistema de Evaluación Ambiental, se revisaron 6 proyectos encontrándose en ellos todas las especies descritas como potenciales en el Libro Rojo de Atacama, por lo que se mantiene el mismo listado de flora potencial para el área de estudio.

2.4.3 Caracterización de la Vegetación

El trabajo de esta campaña de terreno de primavera 2015, se realizó entre el 14 al 19 de diciembre del 2015, con un equipo de dos profesionales para el componente florístico. Para

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

ver el cambio estacional de la vegetación, se revisaron las 75 parcelas de muestreo distribuidas aleatoriamente en las distintas unidades muestréales, siguiendo metodología expuesta en el punto 3.1.2. La campaña de terreno se realizó en esta fecha para poder cuantificar el cambio en la vegetación producto de las precipitaciones de fines de marzo.

Además de la gran unidad Vegetacional denominada "Matorral Leñoso Muy Claro de *Nolanaleptophylla y Tetragonia angustifolia",* se logró detectar la presencia de algunas asociaciones de pequeñas dimensiones donde las especies dominante cambian. Estas asociaciones serán analizadas a través de las imágenes satelitales para determinar su real extensión y cobertura.

Se logró detectar 93 especies de plantas vasculares de las cuales 10 especies se encuentran identificadas solo a nivel de género las cuales se encuentra en proceso de identificación con las muestras recolectadas en terreno.
Estas especies pertenecen a 39 familias, representadas por 61 géneros. La familia con mayor representación es Asteraceae con 13 especies, le sigue la familia Nolanaceae y Boraginaceae con 9 especies cada una.
En comparación a la campaña de primavera 2014 y producto de las precipitaciones de fines de marzo y junio 2015, se pudo apreciar un considerable aumento en la diversidad de especies. Se pudo evidenciar la aparición de por lo menos 17 hierbas anuales y 1 arbustos de los cuales no se tenían registro en la campaña de la misma temporada del año anterior.
La mayor riqueza florística se encuentra ubicada en la quebrada principal, así como en las quebradas tributarias a ésta.

2.4.4 Distribución de especies en categoría de conservación

En la campaña de primavera se prospectaron las 75 UM de las cuales la mayor riqueza florística se encuentra en las UM ubicadas en la quebrada principal, así como en las quebradas tributarias a esta.
Las especies en categoría de conservación se distribuyen a lo largo de toda la quebrada y dependiendo de su hábito de crecimiento se puede apreciar su ubicación. Las especies suculentas se distribuyen habitualmente en laderas de quebradas independiente se su exposición, encontrándose también algunos individuos en los fondos de quebradas. Las especies arbustivas y herbáceas se concentran siempre en los fondos de quebrada.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Imagen 4: Distribución de las especies en categoría de conservación

2.4.5 Listado de especies en categoría de conservación

Tabla 3: Especies en categoría de conservación

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación			
			RCE	Bol 47	L_Rojo_Atacama	L_Rojo_Flora
Alstromeriaceae	*Alstroemeria graminea*	Lirio enano	VU;DS 41/2011	—	VU	—
Apiaceae	*Eremocharis fruticosa*	Ruda silvestre	—	—	VU	—
Asteraceae	*Aphyllocladus denticulatus*	—	NT; DS 41/2011	—	—	—
Asteraceae	*Gypothamnium pinifolium*	Palo de jote	NT; DS 42/2011	—	—	—
Asteraceae	*Haplopappus deserticola*	Bailahuén	—	—	VU	—
Asteraceae	*Malacothrix clevelandii*	—	—	—	IC (FP?)	—
Asteraceae	*Senecio almeidae*	Senecio	—	—	VU	—

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación			
			RCE	Bol 47	L_Rojo_Atacama	L_Rojo_Flora
Cactaceae	*Eriosyce rodentiophila*	Sandillón	VU;DS 33/2012	VU	EP	—
Cactaceae	*Copiapoa marginata*	Copiapoa	VU; DS 19/2012	R	FP	—
Cactaceae	*Copiapoa hypogaea*	Copiapoa	EN-R; D.S. 50/2008	—	IC (FP?)	—
Oxalidaceae	*Oxalis caesia*	Oxalis	VU; D.S. 42/2011	—	EP	—
Oxalidaceae	*Oxalis bulbocastanum*	Oxalis	—	—	IC (FP?)	—
Portulacaceae	*Cistanthe amaranthoides*					
Portulacaceae	*Cistanthe cephalophora*	—	—	—	VU	—
Violaceae	*Viola rhombifolia*	Violeta	—	—	IC (EX?)	—

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 3: *Oxalis caesia*



Fotografía 4: *Eriosycero dentiophila*



Fotografía 5: *Copiapoa marginata*



Fotografía 6: *Viola rhombifolia*

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.5 Recolección de semillas

En la presente campaña utilizando la ficha de evaluación previa a la recolección de semillas del INIA. Se estableció que no es factible realizar la recolección de 5.000 a 10.000 semillas sanas, viables y de máxima longevidad sin tomar más del 20% de las semillas maduras disponibles. Esto se debe al bajo número de individuos en categoría de conservación detectados en el área de estudio.

2.6 Fauna

En este componente se ha identificado la presencia de 19 especies de vertebrados en la campaña de verano 2014, 17 en la campaña de otoño, 17 en la campaña de invierno, 12 especies en la campaña de primavera del 2014; 16 especies presentes en la campaña de verano 2015; 23 especies en la campaña de otoño, 22 en la campaña de invierno y 20 en primavera 2015.

Tabla 4: Riqueza de especies de fauna en Sitio Prioritario Guamanga

Grupo faunístico	Presencia de especies							
	Verano 2014	Otoño 2014	Invierno 2014	Primavera 2014	Verano 2015	Otoño 2015	Invierno 2015	Primavera 2015
Aves	7	7	7	4	6	14	10	11
Reptiles	6	5	4	3	4	4	4	3
Macromamíferos	4	4	4	5	5	4	5	4
Micromamífero	2	1	1	0	1	1	3	2
Total	**19**	**17**	**17**	**12**	**16**	**23**	**22**	**20**

2.6.1 Muestreo de anfibios

La revisión bibliográfica de literatura especializada, arroja la presencia de 2 especies de anfibios en el área de estudio: *Rhinella atacamensis* (Sapo de Atacama) y *Pleurodema thaul* (Sapo de cuatro ojos) ambas en categoría de conservación en “Peligro de Extinción” de

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

acuerdo a lo señalado por la Ley de Caza y su Reglamento, edición 2012 del SAG, y de acuerdo a lo señalado por el RCE, el Sapo de Atacama estaría Vulnerable y el Sapo de Cuatro Ojos “Casi Amenazado”. Durante los terrenos realizados no se observó la presencia de ninguna de las dos especies.

2.6.2 Muestreo de reptiles

La revisión bibliográfica de literatura especializada, y la experiencia del consultor en el área de estudio, arrojan la presencia de 9 especies potenciales de registrar en este sector. Todas estas especies se encuentran en alguna categoría de conservación, 8 de ellas de acuerdo a la Ley de Caza y su Reglamento edición 2012 del SAG, y 9 de acuerdo a lo señalado por el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), hasta su noveno proceso.

Según el terreno realizado en verano 2014 se observó la presencia de 6 especies de reptiles en el área de estudio, 5 de ellas categorizadas bajo lo señalado en la Ley de Caza y su Reglamento, y 6 según el Reglamento de Clasificación de Especies. En esta oportunidad, la abundancia en relación al área de estudio arrojó un total de 20 individuos, de los cuales los mayores avistamientos corresponden a individuos de *Liolaemus atacamensis* y *Liolaemus platei.*

En la campaña de otoño se identificó la presencia de 4 especies, con el avistamiento directo de 46 individuos, de las cuales 41 correspondieron a *Liolaemus platei* (Lagartija de Plate), se destaca la presencia de un individuo de *Homonota gaudichaudi* (Salamanqueja del norte chico).

En tanto, en la campaña de invierno, se observó la presencia de 5 especies, de las cuales se observó la presencia de 26 individuos en terreno, de ellos destaca en número *Liolaemus platei* (Lagartija de Plate) con el avistamiento directo de 12 individuos.

En primavera hay 3 especies de reptiles, con un total de 14 individuos observados directamente en esta campaña. Estas especies son de *Liolaemus atacamensis* (Lagarto de Atacama) con 5 individuos, *Liolaemus platei* (Lagarto de Plate) con 8 individuos y *Callopistes maculatus* (Iguana chilena) con un individuo.

En este terreno de verano 2015 se observaron 4 especies con una abundancia de 37 individuos observados directamente, donde se destaca la presencia de *Liolaemus platei*

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

(Lagartija de Plate) con 26 individuos y un individuo *de Liolaemus nigromaculatus* (Lagartija de manchas).

En la campaña otoño 2015, son 4 las especies observadas directamente, con un total de 46 individuos, *Liolaemus platei* (Lagartija de Plate) presenta mayor abundancia con 21 individuos, así también *Liolaemus atacamensis* (Lagarto de Atacama) con 13 individuos.

Mientras en invierno del 2015, se observan directamente 4 especies, con un total de 55 individuos, la especie con mayor abundancia corresponde a *Callopistes maculatus* (Iguana chilena) con 28 individuos y *L.platei* (Lagartija de Plate) con 18 ejemplares.

En la campaña de primavera 2015, se observaron directamente 3 especies de reptiles, con una abundancia absoluta de 30 individuos. La especie que en esta campaña presentó mayor abundancia fue *L.platei* (Lagartija de Plate) y *L. atacamensis* (Lagarto de Atacama) con 11 individuos respectivamente por especie.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

Tabla 5: Registro de reptiles

					PRESENCIA/ AUSENCIA								Nº de individuos por campaña							
Nombre científico	**Nombre Común**	**Origen**	**Ley de caza 2012**	**RCE**	**V**	**O**	**I**	**P**	**V2**	**O2**	**I 2**	**P2**	**V**	**O**	**I**	**P**	**V2**	**O2**	**I 2**	**P 2**
Philodryaschamissonis	Culebra de cola larga	E	R	R	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Homonotagaudichaudi	Salamanqueja del norte chico	E	R	R	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
L. atacamensis	Lagarto de Atacama	E	R	R	1	1	1	1	1	1	1	1	6	3	7	5	5	13	8	11
L. bisignatus	Lagarto de dos manchas	E	R	R	1	0	1	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	0	0
L. nigromaculatus	Lagartija de mancha	N	V	VU	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	7	1	0
L. nitidus	Lagarto nítido	N		NT	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
L. platei	Lagartija de plate	N	R	R	1	1	1	1	1	1	1	1	5	41	12	8	26	21	18	11
Callopistes maculatus	Iguana chilena	E	V	VU	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	2	1	5	5	28	8
				Totales	6	4	5	3	4	4	4	3	20	46	26	14	37	46	55	30

LDC: Ley de Caza; **RCE**: Reglamento de Clasificación de Especies; **LC:** Preocupación menor; VU: Vulnerable; NT: Casi amenazada; EN: En Peligro. / **V**: verano; **O**: otoño; **I**: invierno; **P**: primavera.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 7: *L.platei* (Lagartija de Plate)



Fotografía 8: *Callopistes maculatus* (Iguana chilena)

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

2.6.3 Muestreo de aves

El catastro de avifauna potencial en el sector arroja la presencia de 64 especies, representadas por 23 órdenes y 23 familias. De este listado potencial 3 especies se encuentran en alguna categoría de conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), hasta su noveno proceso, estas son: *Ardeacocoi* (Garza cuca), *Theristicus caudatus* (Bandurria) y *Falco peregrinus* (Halcón peregrino),

La abundancia en relación al área de estudio arroja un total de 54 individuos en la campaña de verano 2014, de los cuales el mayor números de avistamientos corresponde a *Geositta cunicularia* (Minero) y *Diuca diuca* (Diuca) y 81 individuos en la campaña de otoño, con un importante aporte en la abundancia de avistamiento de una bandada de *Sicalis olivaceus* (Chirihue verdoso) en la UM 57 y 60, que aumentó la abundancia en este periodo.
En cuanto a la campaña de invierno del mismo año, la abundancia se observó en 40 individuos, la mitad de la campaña anterior, donde 15 de ellos fueron *Diuca diuca* (Diuca) y 13 *Sicalis olivaceus* (Chirihue verdoso), mientras en la campaña de primavera, la abundancia disminuyó con un total de 20 individuos, con mayor número de individuos de *Cathartes aura* (Jote cabeza colorada), con 10 individuos y *Diuda diuca* (Diuca) con 5 individuos.

Para la campaña de verano 2015, se observaron 6 especies, con una abundancia de 16 individuos observados directamente, la especies con mayor presencia fue de *Geositta cunicularia* (Minero) y *Asthenes modesta* (Canastero) con 5 individuos de cada uno.

Mientras en otoño 2015, el número de especies observadas en terreno aumentó de acuerdo a las temporadas pasadas con un total de 14 especies, con una abundancia total de la temporada de 114 individuos, de estos la especies que destaca es la *Diuca diuca* (Diuca) con 20 individuos observados, luego *Leptasthenura aegithaloides* (Tijeral) con 17 individuos y *Sicalis olivaceus* (Chirigüe verdoso) con 16 individuos.

En la campaña de invierno 2015, el total de especies observadas directamente fueron 10, con un total de 86 individuos, donde el mayor número de individuos observados fue de *Leptasthenura aegithaloides* (Tijeral) con 26 individuos, *Diuca diuca* (Diuca) con 19 ejemplares y *Geositta cunicularia (*Minero) con 11 individuos.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

Por último, en la campaña de primavera 2015, se obtuvo una riqueza de aves de 11 especies con una abundancia absoluta de 61 individuos. La especie con mayor abundancia fue de *Cathartes aura* (Jote cabeza colorada) con 17 individuos *Diuca diuca* (Diuca) con 9.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

Tabla 6: Registro de aves año 2015

			Estados de Conservación		PRESENCIA/ AUSENCIA								Nº de individuos por campaña avistamiento directo							
Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Ley de Caza 2012	RCE	V	O	I	P	V 2	O 2	I 2	P 2	V	O	I	P	V 2	O 2	I 2	P2
CATHARTIDAE	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada			1	1	1	1	1	1	1	1	3	6	4	10	1	15	8	17
ACCIPITRIDAE	*Geranoaetus polyosoma*	Aguilucho			0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	7
THINOCORIDAE	*Thinocorus orbignyianus*	Perdicita cojón			0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0
CHARADRIIDAE	*Oreopholusruficollis*	Chorlo de Campo			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
THINOCORIDAE	*Thinocorusrumicivorus*	Perdicita			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
FALCONIDAE	*Phalcoboenusmegaloptterus*	Carancho cordillerano			1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
TROCHILIDAE	*Rhodopisvesper*	Picaflor del norte			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
FALCONIDAE	*Falco sparverius*	Cernícalo			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FURNARIIDAE	*Geositta cunicularia*	Minero			1	0	1	1	1	1	1	1	24	0	1	2	5	12	11	5

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

			Estados de Conservación		PRESENCIA/ AUSENCIA								Nº de individuos por campaña avistamiento directo							
Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Ley de Caza 2012	RCE	V	O	I	P	V 2	O 2	I 2	P 2	V	O	I	P	V 2	O 2	I 2	P2
FURNARIIDAE	*Geositta maritima*	Minero chico			0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
FURNARIIDAE	*Leptasthenuraaegithaloides*	Tijeral			1	1	0	0	0	1	1	1	3	11	0	0	0	17	26	8
FURNARIINAE	*Asthenes modesta*	Canastero chico			0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4	3	5	0	0	0
TYRANNIDAE	*Muscisaxicolarufivertex*	Dormilona de nuca rojiza			1	1	1	0	1	1	1	1	4	10	2	0	1	6	5	2
TYRANNIDAE	*Muscisaxicolamaculirostris*	Dormilona chica			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
TYRANNIDAE	*Agriornislivida*	Mero			0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1
TROGLODYTIDAE	*Troglodytesmusculus*	Chercán			1	0	0	0	0	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	5
THRAUPIDAE	*Sicalisolivaceus*	Chirihue verdoso			0	1	1	0	1	1	0	0	0	14	13	0	1	16	0	0
THRAUPIDAE	*Sicalisauriventris*	Chirihue dorado			0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	4	0
THRAUPIDAE	*Phrygilusalaudinus*	Platero			0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	10	8	1
THRAUPIDAE	*Phrygilusfruticeti*	Yal			0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	5	1	2

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo

Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama

Fono: (051) 2618486

www.tierradelsolconsultores.cl

			Estados de Conservación		PRESENCIA/ AUSENCIA								Nº de individuos por campaña avistamiento directo							
Familia	**Nombre Científico**	**Nombre Común**	**Ley de Caza 2012**	**RCE**	**V**	**O**	**I**	**P**	**V 2**	**O 2**	**I 2**	**P 2**	**V**	**O**	**I**	**P**	**V 2**	**O 2**	**I 2**	**P2**
THRAUPIDAE	*Diuca diuca*	Diuca			1	1	1	1	1	1	1	1	10	39	15	5	3	20	19	9
EMBERIZIDAE	*Zonotrichiacapensis*	Chincol			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Totales					7	7	7	4	6	14	10	11	54	81	40	20	16	114	86	61

LDC: Ley de Caza; **RCE**: Reglamento de Clasificación de Especies; **LC:** Preocupación menor; VU: Vulnerable; NT: Casi amenazada; EN: En Peligro / **V**: verano; **O**: otoño; **I**: invierno; **P**: primavera

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 9: *Geranoaetus polyosoma* (Aguilucho común), en fase oscura.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 10: *Geranoaetus polyosoma* (Aguilucho común), en fase oscura.

2.6.4 Muestreo de mamíferos

La revisión bibliográfica realizada en la literatura nacional especializada, arroja la presencia de 19 especies de mamíferos potenciales, pertenecientes a 6 órdenes y 12 familias. De ellas 10 presentan alguna categoría de conservación de acuerdo a la Ley de Caza y su Reglamento, y el Reglamento de Clasificación de Especies, 8 especies en la primera y 10 en la segunda.

En las prospecciones en terreno se observó la presencia de 6 especies de mamíferos en la campaña de verano 2014. De estas especies 3 están en alguna categoría de conservación: *Lama guanicoe* (guanaco), *Lycalopex griseus* (zorro chilla) y *Chinchilla laniger* (Chinchilla costina). De estas especies, se avistaron directamente 9 individuos, de los cuales 3 fueron *Lycalopex griseus.*

En la campaña de otoño se identificó la presencia de 5 especies, corroborando la presencia de *Chinchilla laniger* (Chinchilla costina). Hubo sólo un avistamiento directo de *Abrothrix olivaceus* (Ratón oliváceo) que está sin categoría de conservación.

En tanto, en invierno se observó únicamente la presencia de 4 macromamíferos y un micromamíferos, con sólo un avistamiento directo de *Abrothrix olivaceus* (Ratón oliváceo), las otras especies se identificaron por medio de signos indirectos y por fotografías en las trampas cámara.

En la campaña de primavera, se observó la presencia de 5 macromamíferos y ningún micromamíferos. Estas 5 especies fueron detectadas solo por avistamiento indirecto, por identificación de fecas y en trampas cámara, cabe mencionar la identificación de *Chinchilla laniger* (Chinchilla costina) en otro punto del área de estudio y la presencia de *Canis familiaris* (Perro).

Cinco macromamíferos y un micromamíferos, fueron observados indirectamente en la segunda campaña de verano. Se reiteran los avistamientos por trampa cámara en los dos puntos donde se han observado *Chinchilla laniger* (Chinchilla costina).

En tanto en la campaña de otoño 2015, se registró la presencia de 5 especies, de las cuales dos fueron vistas directamente en terreno, éstas son el *Lama guanicoe* (Guanaco) con dos individuos y *Eligmodonti adunaris* (Ratoncito de las dunas), siendo un nuevo registro para el área, estos 3 individuos cayeron en las trampas balde instaladas.

Así también, se agrega un nuevo punto de avistamiento por trampa cámara de *Chinchilla laniger* (Chinchilla costina).

En la campaña de invierno 2015, se registró la presencia de 8 especies, de las cuales, 5 fueron macromamíferos y 3 micromamíferos, hubo presencia directa de 21 individuos, de los cuales el mayor número fue de *Eligmodontia dunaris* (Ratoncito de las dunas), caído en las trampas balde, con 10 ejemplares, así también de *Phyllotis darwini* (Ratón de Darwin) y dos *Lama guanicoe* (Guanaco). Los otros mamíferos fueron vistos a través de las trampas cámara y por

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

fecas. Cabe mencionar la presencia de un *Canis familiaris* (Perro) en el sector cercano al pozo Ghiglino.

La campaña de privara 2015, mostró la presencia de 6 especies, de ellas 4 fueros tras rastros indirectos, como fecas y huellas, además de los registros de las trampas cámara: *Lama guanicoe* (Guanaco), *Chinchilla laniger* (Chinchilla costina) y *Pseudalopex griseus* (Zorro chilla). También se obtuvo la captura de 2 especies de micromamíferos en trampas balde y Sherman, con un total de 3 individuos.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl

Tabla 7: Registro de mamíferos

			Estados de Conservación		PRESENCIA/ AUSENCIA								Nº de individuos por campaña avistamiento directo							
Familia	**Nombre científico**	**Nombre Común**	**Ley de Caza 2012**	**RCE**	**V**	**O**	**I**	**P**	**V2**	**O2**	**I2**	**P2**	**V**	**O**	**I**	**P**	**V2**	**02**	**I 2**	**P2**
Chinchillidae	*Chinchilla laniger*	Chinchilla costina	P	EN	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Camelidae	*Lama guanicoe*	Guanaco	P	VU	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	2	0
Canidae	*Pseudalopex griseus*	Zorro chilla	I	LC	1	1	1	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0
Leporidae	*Lepus europaeus*	Liebre europea			1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Cricetidae	*Abrothrix olivaceus*	Ratón oliváceo			1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	3	2
Cricetidae	*Phyllotis darwini*	Ratón orejudo de Darwin			1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	5	0
Cricetidae	*Eligmodontia dunaris*	Ratoncito de las dunas			0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3	10	1
Canidae	*Canis familiaris*	Perro			0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
				Totales	6	5	5	5	5	5	8	6	9	1	1	0	0	5	21	3

LDC: Ley de Caza; **RCE**: Reglamento de Clasificación de Especies; **LC:** Preocupación menor; VU: Vulnerable; NT: Casi amenazada; EN: En Peligro. / **V**: verano; **O**: otoño: invierno; **P**: primavera

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultores.cl



Fotografía 11: Trampa cámara *Pseudalopex griseus* (Zorro Chilla)



Fotografía 12: Trampa cámara *Pseudalopex griseus* (Zorro Chilla)

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolcapsulteras.cl



Fotografía 13: Trampa cámara Pseudalopex griseus (Zorro Chilla)



Fotografía 14: Trampa cámara 3 individuos de *Pseudalopex griseus* (Zorro Chilla)

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultoras.cl



Fotografía 15: ***Lama guanicoe*** **(Guanaco)**

2.6.5 Muestreo de entomofauna

La colecta realizada en el muestreo de invierno, generó la mayor riqueza de todo el muestreo hasta la fecha, ésta consistió en 145 especies registradas en el total de las estaciones, además se ha logrado identificar a nivel de género o especie algunos morfos identificados solamente como "sp".

Dentro de las especies relevantes encontradas hasta el momento se encuentra un aumento en las especies del Orden Ortoptera, las que suman hasta el momento 6 especies, siendo *Trimerotropis ochraceipennis* (Blanchard, 1851), *Falcidectes* sp. y *Enodisomacris* sp., las que aparecen este año producto del evento niño.

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultoras.cl

Los coleópteros también presentaron un aumento considerable en su riqueza, observándose gran cantidad de Meloidae, coleópteros que se alimentan de plantas suculentas, entre estas especies se encuentra el *Pseudomeloe sanguinolentus*, *Pseudomeloe* sp. 1, *Pseudomeloe* sp. 2, *Picnoseus nitidipennis* (Fairmaire & Germain, 1860), *Picnoseus flavipennis* Gemminger, 1870 y *Lyttomeloe saulcyi* (Guérin-Meneville, 1834). La Familia Carabidae también presenta especies típicas de eventos de lluvia, como es el caso de la especie *Calosoma vagans* Dejean, 1831, un depredador activo de otros insectos y larvas de lepidóptera. Finalmente los representantes de la familia Melyridae, con dos especies del género *Arthrobrachus* sp., los que se alimentan de polen, por lo que se los encuentra en grandes cantidades dentro de las flores.

Finalmente se debe destacar el aumento de larvas y posteriormente adultos de Lepidoptera de, éstas incluyen mariposas nocturnas como lo son las pertenecientes al grupo Noctuidae (sp.1, sp. 2 y sp. 3), además del Sphingidae, *Hyles annei* (Guerin-Meneville, 1839). A esto se le suma la presencia de adultos de varias especies de mariposas diurnas, hasta el momento solamente se observaba a la especie *Vanessa carye* (Hübner, 1806), esta especie se encuentra todo el año en la quebrada, las nuevas observaciones son *Tatochila autodice blanchardi* (Butler, 1881), *Pirgus fides* Hayward, 1940. *Pseudolucia* sp. y la especie *Yramea cytheris* (Drury, 1773).

Tierra del Sol Investigación & Desarrollo
Dirección: Añañuca 799. Vallenar - Región de Atacama
Fono: (051) 2618486
www.tierradelsolconsultoras.cl

3 BIBLIOGRAFIA

- **ACOSTA, G. y J.A. SIMONETTI, 1999.**Guía de huellas de once especies de mamíferos del bosque templado chileno. Bol. Museo Nacional Historia Natural Chile. 48, 19-27 pp.
- **ARAYA, B. & G. MILLIE. 1997.** Guía de campo de las aves de Chile. Octava edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 406 pp.
- **ARAYA, B., M. BERNAL, R. SCHLATTER y M. SALABERRY. 1995**. Lista Patrón de las aves Chilenas. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 35 pp.
- **BÖRGEL,** R. (1983) Geografía de Chile, Geomorfología Tomo III, Instituto Geográfico Militar, Santiago.
- **CAMPOS, 1996**. Mamíferos Terrestres de Chile. Guía de Reconocimiento. Marisa Cúneo Ediciones, Valdivia, Chile. 221 pp.
- **CHAPMAN, A & WIECZOREK, J.** (2005). Uses of Primary Species-Occurrence Data, version 1.0. Global BiodiversityInformationFacility
- **CONAF-CONAMA-BIRF. 1999.** Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Universidad Austral de Chile. 89 p.
- **D.S. N° 5/1998.** Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero (Edición 2012).
- **DONOSO-BARROS, R. 1966**. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago de Chile. 458 pp.
- **ETIENNE, M. & PRADO, C., 1982.**Descripción de la vegetación mediante la Carta de
- **FERNÁNDEZ, F**. (2000). Introducción a la fotointerpretación. Editorial Ariel: Barcelona.
- **GAJARDO, R. 1994.** La Vegetación Natural de Chile, clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. 165 pp.

- **GONZÁLEZ, A**. (2007). Fundamentos de fotointerpretación. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería: Bogotá.
- **GRAHAM, R. & ROGER, R.** (1990). Manual de fotografía aérea. Omega: Barcelona.PhillipsSJ., Anderson, RP., &Schapire, RP. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190: 231-259
- **GOLD, K., LEÒN-LOBOS, P., & WAY, M**. (2004). Manual de recolección de semillas de plantas silvestres. Boletín INIA, 110.
- **IRIARTE, A. 2008**. Mamíferos de Chile. Lynx ediciones. Barcelona, España.
- **JARAMILLO, A. 2005.** Aves de Chile. LynxEdicions. Barcelona. 240 pp.
- **LUEBERT, F. & P. PLISCOFF. 2006**. Sinopsis Bioclimática y Vegetacional De Chile. 1ª Ed. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 318 p.
- **MELLA, J. 2005**. Guía de campo: reptiles de Chile. Zona Central. Ediciones del centro de ecología aplicada.
- Ocupación de Tierras. Publicaciones Misceláneas N° 9. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.
- ***PINCHEIRA-DONOSO*** **D.&*NÚÑEZ*, H.*2005***. Las especies chilenas del género LiolaemusWiegmann, 1834 (*IguaniaTropiduridae: Liolaeminae*). Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile.
- **PLISCOFF, P., & FUENTES-CASTILLO, T.** (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte grande*, 61 - 79.
- **SQUEO. 2008.** Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Region de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena. 466 p.
- **TORANZA, C.** (2011). Riqueza de anfibios de Uruguay: Determinantes ambientales y posibles efectos de cambio climático. Montevideo: Universidad de la República.

- **URBINA, N., LOYOLA, R. (2008**). Applying niche-based models to predict endangered-hylid potential distributions: are neotropical protected areas effective enough? Tropical Conservation Science, vol. 4, p. 417 - 445.

- **WISZ, M., HIJMANS, R., LI, R., PETERSON, A., GRAHAM, C., GUISAN, A.** (2008). Predicting Specie Distributions Working Group. Effects of sample size on the performance of species distribution models. Diversity and Distributions, vol. 14, p. 763-773.

1. Unidades Vegetacionales Potenciales

Autor	Estudio	Unidades o Asociaciones vegetales en el área de estudio
Gajardo (1996)	La Vegetación Natural de Chile, clasificación y distribución	Desierto Costero de Taltal
		Desierto de las Sierras Costeras
CONAF-CONAMA-BIRF. (1999)	Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile	Sosa; Suspiro
		Suspiro; Gymnopyton
		Suspiro;Tetragonia angustifolia
Luebert, F. & P. Pliscoff. (2006).	Sinopsis Bioclimática y Vegetacional De Chile	Matorral Desertico Mediterraneo Costero de Euphorbia lactiflua y Eulychnia sain-pieana
		Matorral Desertico Mediterraneo Interior de Oxyphyllum ulicinum y Gymnophyton foliosum
		Matorral Desertico Mediterraneo Interior de Skytanthus acutus y Atriplex deserticola

2. Flora Provincia Chañaral

	Orden	Familia	Especie	Origen	Provincia	Comuna
1	Pteridophyta	Adiantaceae	Cheilantes hypoleuca	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
2	Pteridophyta	Polypodiaceae	Polypodium espinosae	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
3	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra breana	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
4	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra chilensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
5	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra multiflora	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
6	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra gracilis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
7	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia angustifolia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
8	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia macrocarpa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
9	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia maritima	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
10	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia ovata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
11	Angiospermae:Dyc.	Amaranthaceae	Alternanthera porrigens	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
12	Angiospermae:Dyc.	Anacardiaceae	Lithrea caustica	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
13	Angiospermae:Dyc.	Anacardiaceae	Schinus molle	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
14	Angiospermae:Dyc.	Anacardiaceae	Schinus polygama	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
15	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Apium panul	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
16	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Asteriscium vidalli	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
17	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Azorella cryptantha	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
18	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Cyclospermum laciniatum	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
19	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Domeykoa appositifolia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
20	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Domeykoa perennis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
21	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Eremocharis fruticosa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
22	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Gymnophyton flexuosum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
23	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Gymnophyton spinosissimum	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
24	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Lilaeopsismacloviana	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
25	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Mulinum crassifolium	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**

26	Angiospermae:Dyc.	Apocynaceae	Skytanthus acutus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
27	Angiospermae:Dyc.	Asclepiadaceae	Cynanchum deserticola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
28	Angiospermae:Dyc.	Asclepiadaceae	Tweedia birostrata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
29	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Amblyopappus pusillus	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
30	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis confertifolia	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
31	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis juncea	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
32	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis linearis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
33	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis pingraea	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
34	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis salicifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
35	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis taltalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
36	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis tola	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
37	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Baccharis ambrosioides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
38	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Centaurea atacamensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
39	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Centaurea cachinalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
40	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Centaurea chilensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
41	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera acerosa	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
42	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera glabrata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
43	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera lanata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
44	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera limbata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
45	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera linearis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
46	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera minuta	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
47	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera sphaeroidalis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
48	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera tenella	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
49	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chuquiraga spinosa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
50	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Chuquiraga ulicina	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**

51	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Cotula coronopifolia		**Chañaral**	**Chañaral, DA**
52	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Doniophyton weddelli	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
53	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Encelia canescens	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
54	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Erechtites leptanthus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
55	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Gutierrezia espinosae	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
56	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Gutierrezia taltalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
57	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Gypothamnium pinifolium	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
58	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus baylahuen	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
59	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus coquimbensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
60	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus deserticola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
61	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus rigidus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
62	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus rosulatus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
63	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Haplopappus villanueva	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
64	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Helenium atacamense	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
65	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Hypochaeris chondrilloides	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
66	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Hypochaeris grandidentata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
67	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Hypochaeris scorzonerae	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
68	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Leucheria cumingii	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
69	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Leucheria menana	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
70	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Malacothrix clevelandii	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
71	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Ophryosporus paradoxus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
72	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Ophryosporus triangularis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
73	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Oxyphillum ulicinum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
74	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Perezia purpurata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
75	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Perityle emoryi	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**

76	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus carduoides	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
77	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus cinereus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
78	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus fuscus	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
79	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus poeppigii	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
80	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio almeidae	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
81	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio cachinalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
82	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio cerberoanus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
83	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio chamomillifolius	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
84	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio chanaralensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
85	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio chrysolepis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
86	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio crepidioides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
87	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio eriophyton	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
88	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio haenkei	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
89	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio hirtus	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
90	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio johnstonianus	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
91	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio leucus	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
92	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio lorentziella	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
93	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio luridus	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
94	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio micropifolius	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
95	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio myriophyllus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
96	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio oreophyton	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
97	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio proteus	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
98	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio rahmeri	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
99	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio ricardi	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
100	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio rosmarinus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**

101	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio scorzonerifolius	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
102	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio sundtii	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
103	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio troncosii	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
104	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio volckmannii	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
105	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Senecio vulgaris	**A**	**Chañaral**	**Chañaral**
106	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Stevia philippiana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
107	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Tessaria absinthioides	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
108	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Triptilion gibbosum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
109	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Werneria pygmaea	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
110	Angiospermae:Dyc.	Asteraceae	Xanthium spinosum	**A**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
111	Angiospermae:Dyc.	Bignoniaceae	Argylia checoensis	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
112	Angiospermae:Dyc.	Bignoniaceae	Argylia glutinosa	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
113	Angiospermae:Dyc.	Bignoniaceae	Argylia radiata	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
114	Angiospermae:Dyc.	Bignoniaceae	Argylia tomentosa	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
115	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha argentea	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
116	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha aspera	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
117	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha chaetocalyx	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
118	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha diffusa	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
119	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha filaginea	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
120	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha globulifera	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
121	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha gnaphalioides	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
122	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha hispida	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
123	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha kingii	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
124	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha parviflora	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
125	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha taltalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**

126	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium floridum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
127	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium glutinosum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
128	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium inconspicuum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
129	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium linariifolium	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
130	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium philippianum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
131	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium pycnophyllum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
132	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium sclerocarpum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
133	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Pectocarya dimorpha	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
134	Angiospermae:Dyc.	Boraginaceae	Tiquilia litoralis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
135	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Lepidium spathulatum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
136	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Mathewsia incana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
137	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Mathewsia nivea	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
138	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Menonvillea chilensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
139	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Menonvillea cuneata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
140	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Menonvillea gayi	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
141	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Menonvillea virens	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
142	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Morticillastrum sagittatum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
143	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Neuontobothrys tarapacana	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
144	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Rapistrum rugosum	**A**	**Chañaral**	**Chañaral**
145	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Schizopetalom arcuatum	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
146	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Schizopetalom biseriatum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
147	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Schizopetalom rupestre	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
148	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Sisymbrium philippianum	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
149	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Werdermannia anethifolia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
150	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Werdermannia macrostachya	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**

151	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Werdermannia pinnata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
152	Angiospermae:Dyc.	Buddlejaceae	Buddleja suaveolens	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
153	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa cinerascens	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
154	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa cinerea	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
155	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa garndiflora	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
156	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa hypogaea	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
157	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa marginata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
158	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa serpentisulcata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
159	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Cumulopuntia sphaerica	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
160	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Echinopsis deserticola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
161	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce eriosyzoides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
162	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce esmeraldana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
163	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce odieri	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
164	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce rodentiophila	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
165	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce taltalenis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
166	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eulychnia acida	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
167	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eulychnia breviflora	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
168	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eulychnia iquiquensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
169	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Maihueniopsis colorea	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
170	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Maihueniopsis glomerata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
171	Angiospermae:Dyc.	Caelsalpiniaceae	Hoffmannseggia eremophila	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
172	Angiospermae:Dyc.	Caelsalpiniaceae	Senna cuminggi	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
173	Angiospermae:Dyc.	Calyceraceae	Nastanthus caespitosus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
174	Angiospermae:Dyc.	Campanulaceae	Cyphocarpus rigescens	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
175	Angiospermae:Dyc.	Campanulaceae	Lobelia oligophylla	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**

176	Angiospermae:Dyc.	Capparaceae	Cleome chilensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
177	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Microphyes litoralis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
178	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia arbuscula	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
179	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia cremnophila	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
180	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia denticulata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
181	Angiospermae:Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia stenocarpa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
182	Angiospermae:Dyc.	Convolvulaceae	Cressa truxillensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
183	Angiospermae:Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta chilensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
184	Angiospermae:Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta odorata	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
185	Angiospermae:Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta purpurata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
186	Angiospermae:Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta suaveolens	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
187	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex atacamensis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
188	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex clivicola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
189	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex deserticola	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
190	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex imbricata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
191	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex madariagae	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
192	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex mucronata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
193	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex oreophila	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
194	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex repanda	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
195	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex semibaccata	**A**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
196	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex suberecta	**A**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
197	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex taltalensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
198	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium ambrosioides	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
199	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium frigidum	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
200	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium murale	**A**	**Chañaral**	**Chañaral**

201	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium petiolare	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
202	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium philippianum	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
203	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Sarcocornia fruticosa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
204	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Suaeda foliosa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
205	Angiospermae:Dyc.	Chenopodiaceae	Suaeda multiflora	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
206	Angiospermae:Dyc.	Escalloniaceae	Escallonia angustifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
207	Angiospermae:Dyc.	Euphorbiaceae	Chiropetalum canescens	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
208	Angiospermae:Dyc.	Euphorbiaceae	Chiropetalum cremnophilum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
209	Angiospermae:Dyc.	Euphorbiaceae	Euphorbia copiapina	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
210	Angiospermae:Dyc.	Euphorbiaceae	Euphorbia lactiflua	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
211	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia aegiceras	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
212	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia aphylla	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
213	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia argentea	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
214	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia argyrophylla	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
215	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia atacamensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
216	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia echinus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
217	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia eremophila	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
218	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia erinacea	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
219	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia frigida	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
220	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia hystrix	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
221	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia leiocarpa	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
222	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia melanocaulos	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
223	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia micrantha	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
224	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia monosperma	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
225	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia obscura	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**

226	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia parviflora	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
227	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia pedicellata	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
228	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia pungens	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
229	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia pusilla	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
230	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia rahmeri	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
231	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia sessiliflora	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
232	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia spinosissima	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
233	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Adesmia subterranea	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
234	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Astragalus amatus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
235	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Astragalus cachinalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
236	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Astragalus coquimbensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
237	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Astragalus cruckshanksii	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
238	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Astragalus dodtii	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
239	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Geoffroea decorticans	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
240	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Lotus subpinnatus	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
241	Angiospermae:Dyc.	Fabaceae	Trifolium polymorphum	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
242	Angiospermae:Dyc.	Frankeniaceae	Frankenia chilensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
243	Angiospermae:Dyc.	Geraniaceae	Erodium cicutarium	**A**	**Chañaral**	**Chañaral**
244	Angiospermae:Dyc.	Hydrophyllaceae	Phacelia cumingii	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
245	Angiospermae:Dyc.	Hydrophyllaceae	Phacelia secunda	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
246	Angiospermae:Dyc.	Krameriaceae	Krameria cistoidea	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
247	Angiospermae:Dyc.	Lamiaceae	Stachys eremicola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
248	Angiospermae:Dyc.	Lamiaceae	Stachys pannosa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
249	Angiospermae:Dyc.	Lamiaceae	Teucrium nudicaule	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
250	Angiospermae:Dyc.	Ledocarpaceae	Balbisia peduncularis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**

251	Angiospermae:Dyc.	Linaceae	Linum cremnophilum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
252	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Huidobria chilensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
253	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Loasa bertrandii	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
254	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Loasa elongata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
255	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Loasa longiseta	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
256	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Loasa malesherbioides	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
257	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Loasa nitida	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
258	Angiospermae:Dyc.	Loasaceae	Mentzelia pinnatifida	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
259	Angiospermae:Dyc.	Lythraceae	Lythrum hyssopifolium	**A**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
260	Angiospermae:Dyc.	Lythraceae	Pleurophora pungens	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
261	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia densiflora	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
262	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia deserticola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
263	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia humilis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
264	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia lactea	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
265	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia lanceolata	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
266	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia obtusa	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
267	Angiospermae:Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia rugosa	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
268	Angiospermae:Dyc.	Malpighiaceae	Dinemagonum gayanum	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
269	Angiospermae:Dyc.	Malpighiaceae	Dinemandra ericoides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
270	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria adenophora	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
271	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria andicola	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
272	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria aspera	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
273	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria calderana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
274	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria cordatorotundifolia	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
275	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria fuentesiana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**

276	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria gracilis	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
277	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria integerrima	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
278	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria molinae	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
279	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria ovata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
280	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Cristaria viridiluteola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
281	Angiospermae:Dyc.	Malvaceae	Nototriche clandestina	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
282	Angiospermae:Dyc.	Mimosaceae	Prosopis flexuosa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
283	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana acuminata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
284	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana albescens	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
285	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana aplocaryoides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
286	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana baccata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
287	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana carnosa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
288	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana crassulifolia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
289	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana deflexa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
290	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana divaricata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
291	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana elegans	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
292	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana flaccida	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
293	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana glauca	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
294	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana incana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
295	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana leptophylla	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
296	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana linearifolia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
297	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana mollis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
298	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana parviflora	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
299	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana peruviana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
300	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana rostrata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**

301	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana rupicola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
302	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana salsoloides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
303	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana sedifolia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
304	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana sessiliflora	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
305	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana sphaerophylla	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
306	Angiospermae:Dyc.	Nolanaceae	Nolana villosa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
307	Angiospermae:Dyc.	Nyctaginaceae	Mirabilis elegans	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
308	Angiospermae:Dyc.	Onagraceae	Camissonia dentata	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
309	Angiospermae:Dyc.	Onagraceae	Ludwigia peploides	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
310	Angiospermae:Dyc.	Onagraceae	Oenothera coquimbensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
311	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis arbuscula	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
312	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis bulbocastanum	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
313	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis caesia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
314	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis eremobia	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
315	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis gigantea	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
316	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis hypsophila	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
317	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis megalorrhiza	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
318	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis ornithopus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
319	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis ovalleana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
320	Angiospermae:Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis paposana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
321	Angiospermae:Dyc.	Papaveraceae	Argemone hunnemannii	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
322	Angiospermae:Dyc.	Phytolaccaceae	Anisomeria littoralis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
323	Angiospermae:Dyc.	Plantaginaceae	Plantago hispidula	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
324	Angiospermae:Dyc.	Plantaginaceae	Plantago rancaguae	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
325	Angiospermae:Dyc.	Plumbaginaceae	Bakerolimon plumosum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**

326	Angiospermae:Dyc.	Plumbaginaceae	Plumbago caerulea	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
327	Angiospermae:Dyc.	Polemoniaceae	Bryantiella glutinosa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
328	Angiospermae:Dyc.	Polemoniaceae	Gilia crassifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
329	Angiospermae:Dyc.	Polemoniaceae	Ipomopsis gossypifera	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
330	Angiospermae:Dyc.	Polygonaceae	Chorizanthe commisuralis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
331	Angiospermae:Dyc.	Polygonaceae	Chorizanthe deserticola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
332	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia acaulis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
333	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia cachinalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
334	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia compacta	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
335	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia litoralis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
336	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia spicata	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
337	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia taltalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
338	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia thyrsoidea	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
339	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe amarantoides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
340	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe arenaria	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
341	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe calycina	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
342	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe celosioides	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
343	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe cymosa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
344	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe densiflora	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
345	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe humilis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
346	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe longiscapa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
347	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe minuscula	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
348	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe picta	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
349	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe salsoloides	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
350	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Lenzia chamaepitys	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**

351	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Montiopsis modesta	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
352	Angiospermae:Dyc.	Portulacaceae	Montiopsis trifida	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
353	Angiospermae:Dyc.	Rafflesiaceae	Pilostyles berteroi	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
354	Angiospermae:Dyc.	Ranunculaceae	Caltha sagittata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
355	Angiospermae:Dyc.	Ranunculaceae	Ranunculus cymbalaria	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
356	Angiospermae:Dyc.	Ranunculaceae	Ranunculus exilis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
357	Angiospermae:Dyc.	Rosaceae	Acaena magellanica	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
358	Angiospermae:Dyc.	Rosaceae	Acaena trifida	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
359	Angiospermae:Dyc.	Rosaceae	Tetraglochin alatum	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
360	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia hymenodon	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
361	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia lithiophila	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
362	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia macrantha	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
363	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia montiana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
364	Angiospermae:Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia pumila	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
365	Angiospermae:Dyc.	Santalaceae	Quinchamalium carnosum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
366	Angiospermae:Dyc.	Santalaceae	Quinchamalium chilense	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
367	Angiospermae:Dyc.	Scrophulariaceae	Calceolaria pinifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
368	Angiospermae:Dyc.	Scrophulariaceae	Mimulus depressus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
369	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Fabiana bryoides	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
370	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Fabiana imbricata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
371	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Jaborosa caulescens	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
372	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium chilense	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
373	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium deserti	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
374	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium humile	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
375	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium leiostemum	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**

376	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium minutifolium	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
377	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Lycium stenophyllum	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
378	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana acuminata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
379	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana corymbosa	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
380	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana glauca	**A**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
381	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana longibracteata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
382	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana miersii	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
383	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana pauciflora	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
384	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Nicotiana solanifolia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
385	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Phrodus microphyllus	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
386	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Reyesia parviflora	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
387	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Schizanthus spinescens	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
388	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Schizanthus integrifolius	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
389	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Schizanthus laetus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
390	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Solanum brachyantherum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
391	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Solanum elaeagnifolium	**A**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
392	Angiospermae:Dyc.	Solanaceae	Solanum remyanum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
393	Angiospermae:Dyc.	Urticaceae	Parietaria debilis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
394	Angiospermae:Dyc.	Valerianaceae	Valeriana atacamensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
395	Angiospermae:Dyc.	Valerianaceae	Valeriana peltata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
396	Angiospermae:Dyc.	Verbenaceae	Glandularia origenes	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
397	Angiospermae:Dyc.	Verbenaceae	Glandularia porrigens	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
398	Angiospermae:Dyc.	Verbenaceae	Junellia hystrix	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
399	Angiospermae:Dyc.	Verbenaceae	Urbania pappigera	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
400	Angiospermae:Dyc.	Verbenaceae	Verbena atacamensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**

401	Angiospermae:Dyc.	Violaceae	Viola llullaillacoensis	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
402	Angiospermae:Dyc.	Violaceae	Viola montagnei	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
403	Angiospermae:Dyc.	Violaceae	Viola polypoda	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
404	Angiospermae:Dyc.	Violaceae	Viola pseudasterias	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
405	Angiospermae:Dyc.	Vivianiaceae	Viviania marifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
406	Angiospermae:Dyc.	Zygophyllaceae	Fagonia chilensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
407	Angiospermae:Mon.	Alstroemeriaceae	Alstroemeria andina	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
408	Angiospermae:Mon.	Alstroemeriaceae	Alstroemeria graminea	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
409	Angiospermae:Mon.	Alstroemeriaceae	Alstroemeria paupercula	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
410	Angiospermae:Mon.	Alliaceae	Leucocoryne appendiculata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
411	Angiospermae:Mon.	Alliaceae	Leucocoryne narcissoides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
412	Angiospermae:Mon.	Amaryllidaceae	Rhodophiala laeta	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
413	Angiospermae:Mon.	Amaryllidaceae	Rhodophiala phycelloides	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
414	Angiospermae:Mon.	Amaryllidaceae	Rhodophiala uniflora	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
415	Angiospermae:Mon.	Bromeliaceae	Deuterocohnia chrysantha	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
416	Angiospermae:Mon.	Bromeliaceae	Puya boliviensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
417	Angiospermae:Mon.	Bromeliaceae	Tillandsia geissei	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
418	Angiospermae:Mon.	Bromeliaceae	Tillandsia landbeckii	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
419	Angiospermae:Mon.	Cyperaceae	Carex gayana	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
420	Angiospermae:Mon.	Cyperaceae	Carex maritima	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
421	Angiospermae:Mon.	Cyperaceae	Eleocharis albibracteata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
422	Angiospermae:Mon.	Cyperaceae	Schoenoplectus americanus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
423	Angiospermae:Mon.	Cyperaceae	Scirpus asper	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
424	Angiospermae:Mon.	Cyperaceae	Zameioscirpus atacamensis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
425	Angiospermae:Mon.	Dioscoreaceae	Dioscorea fastigiata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**

426	Angiospermae:Mon.	Dioscoreaceae	Epipetrum bilobum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
427	Angiospermae:Mon.	Hyacinthaceae	Oziroe biflora	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
428	Angiospermae:Mon.	Iridaceae	Trigidia philippiana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
429	Angiospermae:Mon.	Juncaceae	Juncus acutus	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
430	Angiospermae:Mon.	Juncaceae	Juncus arcticus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
431	Angiospermae:Mon.	Juncaceae	Oxichloe andina	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
432	Angiospermae:Mon.	Juncaceae	Patosia clandestina	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
433	Angiospermae:Mon.	Juncaginaceae	Triglochin concinna	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
434	Angiospermae:Mon.	Juncaginaceae	Triglochin palustris	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
435	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Bromus berteroanus	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
436	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Bromus catharticus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
437	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Calamagrostis deserticola	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
438	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Calamagrostis eminens	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
439	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Calamagrostis velutina	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
440	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Catabrosa werdermannii	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
441	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Cortaderia speciosa	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
442	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Deschampsia cespitosa	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
443	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Distichlis humilis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
444	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Distichlis scoparia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
445	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Distichlis spicata	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**
446	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Eleusine tristachya	**A**	**Chañaral**	**Chañaral**
447	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Eragostris attenuata	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
448	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Festuca hypsophila	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
449	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Festuca nardifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
450	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Hordeum comosum	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**

451	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Hordeum muticum	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
452	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Hordeum patagonicum	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
453	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Hordeum pubiflorum	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
454	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava atacamensis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
455	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava chrysophylla	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
456	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava frigida	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
457	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava plumosa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
458	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava pogonathera	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
459	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava speciosa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
460	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Jarava tortuosa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**
461	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Muhlenbergia asperifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
462	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Nassella nardoides	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
463	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Paspalum vaginatum	**A**	**Chañaral**	**Chañaral**
464	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Poa bonariensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**
465	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Polypogon australis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
466	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Polypogon interruptus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
467	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Puccinellia frigida	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
468	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Puccinellia preslii	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
469	Angiospermae:Mon.	Poaceae	Rostraria trachyantha	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
470	Angiospermae:Mon.	Potamogetonaceae	Potamogeton strictus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
471	Angiospermae:Mon.	Potamogetonaceae	Stuckenia filiformis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**
472	Angiospermae:Mon.	Ruppiaceae	Ruppia filifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**

Estado de Conservación (IUCN)
IC
IC (FP?)
FP
FP
IC (FP?)
FP
FP
FP
IC (VU?)
FP
FP
IC
FP
FP
FP
FP
FP
FP
IC (EX?)
IC (FP?)
VU
FP
FP
FP
IC (FP?)

FP
FP
FP
FP
IC (VU?)
FP
FP
FP
FP
IC (FP?)
IC (FP?)
FP
IC (FP?)
FP
FP
FP
FP
FP
IC (FP?)
FP
IC (FP?)
FP
FP
IC
FP

FP
FP
VU
IC (FP?)
EP
FP
FP
IC (EX?)
FP
FP
IC (EX?)
IC (FP?)
FP
FP
VU
FP
VU
IC (FP?)
IC (FP?)
FP
FP
EP
FP
FP

FP
IC (FP?)
FP
FP
VU
FP
IC(FP?)
IC(FP?)
IC (VU?)
EP
FP
EP
FP
FP
IC (FP?)
IC (FP?)
IC
FP
FP
FP
FP
FP
FP
IC (FP?)
IC (FP?)

IC (FP?)
FP
FP
FP
IC (EX?)
FP
IC (FP?)
FP
FP
FP
FP
IC (FP?)
IC (EX?)
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
IC(EX?)

FP
VU
EP
FP
EP
FP
IC(FP?)
FP
FP
IC (EX?)
FP
FP
FP
FP
IC(FP?)
IC(FP?)
IC(FP?)
IC (EX?)
IC(FP?)
FP
FP
FP
IC (EX?)
IC (FP?)

IC (FP?)
VU
VU
VU
IC
IC (FP?)
FP
IC (VU?)
FP
IC (FP?)
VU
IC (FP?)
FP
EP
VU
FP
FP
IC (FP?)
FP
VU
FP
FP
FP
FP
FP

IC (VU?)
FP
FP
IC (EX?)
VU
FP
FP
FP
IC (FP?)
FP
IC (FP?)
IC (FP?)
FP
FP
FP
IC (VU?)
FP
IC (FP?)
IC (VU?)
IC (EX?)
FP
FP

FP
IC (EX?)
FP
FP
VU
FP
IC (FP?)
IC (FP?)
FP
FP
FP
FP
FP
FP
IC (FP?)
FP
FP
IC (FP?)
FP
FP
IC (FP?)
IC (FP?)
IC (FP?)
FP
IC (FP?)

FP
FP
FP
IC (FP?)
IC (EX?)
VU
IC (FP?)
FP
IC (FP?)
IC (EX?)
FP
IC (FP?)
FP
VU
FP
IC (EX?)
FP
FP
FP
FP
IC (FP?)
IC
FP
FP

IC (EX?)
FP
IC (FP?)
FP
FP
IC (FP?)
IC (FP?)
IC (FP?)
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
IC (FP?)
FP
FP
VU
IC (FP?)
IC (FP?)

FP
FP
FP
FP
FP
IC (FP?)
EP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
IC (EX?)
FP
FP
FP
VU
FP
FP
IC (VU?)
FP
IC (EX?)
IC (EX?)
FP

FP
FP
FP
FP
IC (FP?)
FP
FP
FP
FP
FP
FP
IC (FP?)
EP
FP
FP
FP
IC (EX?)
IC (EX?)
IC (FP?)
IC (EX?)
IC (FP?)
VU
FP
FP
FP

FP
FP
FP
IC (FP?)
FP
FP
IC
FP
FP
FP
FP
IC (EX?)
FP
IC (VU?)
IC
FP
FP
FP
FP
IC (FP?)
FP
IC (FP?)
FP
FP
FP

IC (FP?)
FP
FP
IC
FP
FP
FP
IC (EX?)
IC (FP?)
FP
IC (FP?)
FP
FP
FP
VU
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
IC

FP
FP
FP
FP
FP
FP
IC (EX?)
FP
FP
FP
FP
FP
IC (EX?)
VU
FP
FP
IC (VU?)
IC (FP?)
FP
IC (FP?)
FP
IC
IC (EX?)

IC (FP?)
IC (FP?)
FP
IC (EX?)
FP
FP
FP
VU
FP
FP
FP
IC (FP?)
IC (FP?)
IC (EX?)
EP
EP
VU
FP
FP
FP
FP
FP
IC (FP?)
FP
FP

IC (EX?)
FP
IC (EX?)
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
IC (FP?)
FP
FP
IC (FP?)
FP
FP
IC (EX?)
FP
IC
FP

IC (FP?)
FP
IC (FP?)
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
FP
IC
IC (EX?)
FP
FP
FP
IC (FP?)
IC (EX?)
IC (FP?)
IC (EX?)
FP

2. Flora Provincia Chañaral

	Orden	Familia	Especie	Origen	Provincia	Comuna	Estado de Conservación (IUCN)
1	Pteridophyta	Adiantaceae	Cheilantes hypoleuca	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC
2	Pteridophyta	Polypodiaceae	Polypodium espinosae	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
3	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra breana	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
4	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra chilensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
5	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra multiflora	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
6	Gymnospermae	Ephedraceae	Ephedra gracilis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
7	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia angustifolia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
8	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia macrocarpa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
9	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia maritima	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (VU?)
10	Angiospermae:Dyc.	Alzoaceae	Tetragonia ovata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
11	Angiospermae:Dyc.	Amaranthaceae	Alternanthera porrigens	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
12	Angiospermae:Dyc.	Anacardiaceae	Lithrea caustica	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC
13	Angiospermae:Dyc.	Anacardiaceae	Schinus molle	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
14	Angiospermae:Dyc.	Anacardiaceae	Schinus polygama	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
15	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Apium panul	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
16	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Asteriscium vidalli	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
17	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Azorella cryptantha	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
18	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Cyclospermum laciniatum	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
19	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Domeykoa appositifolia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
20	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Domeykoa perennis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
21	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Eremocharis fruticosa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	VU
22	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Gymnophyton flexuosum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
23	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Gymnophyton	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
24	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Lilaeopsisma cloviana	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
25	Angiospermae:Dyc.	Apiaceae	Mulinum crassifolium	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
26	Angiospermae:Dyc.	Apocynaceae	Skytanthus acutus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
27	Angiospermae:Dyc.	Asclepiadaceae	Cynanchum deserticola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP

28	Angiospermae :Dyc.	Asclepiadaceae	Tweedia birostrata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
29	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Amblyopappus pusillus	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
30	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Baccharis confertifolia	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (VU?)
31	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Baccharis juncea	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
32	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Baccharis linearis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
33	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Baccharis pingraea	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
34	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Baccharis salicifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
35	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Baccharis taltalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
36	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Baccharis tola	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
37	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Baccharis ambrosioides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
38	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Centaurea atacamensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
39	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Centaurea cachinalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
40	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Centaurea chilensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
41	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera acerosa	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
42	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera glabrata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
43	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera lanata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
44	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera limbata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
45	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera linearis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
46	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera minuta	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
47	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera sphaeroidalis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
48	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Chaetanthera tenella	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
49	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Chuquiraga spinosa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC
50	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Chuquiraga ulicina	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
51	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Cotula coronopifolia		**Chañaral**	**Chañaral, DA**	
52	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Doniophyton weddelli	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
53	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Encelia canescens	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
54	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Erechtites leptanthus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
55	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Gutierrezia espinosae	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
56	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Gutierrezia taltalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	EP

57	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Gypothamnium pinifolium	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
58	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Haplopappus baylahuen	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
59	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Haplopappus coquimbensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
60	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Haplopappus deserticola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
61	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Haplopappus rigidus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
62	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Haplopappus rosulatus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
63	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Haplopappus villanueva	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
64	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Helenium atacamense	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
65	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Hypochaeris chondrilloides	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
66	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Hypochaeris grandidentata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
67	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Hypochaeris scorzonerae	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
68	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Leucheria cumingii	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
69	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Leucheria menana	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
70	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Malacothrix clevelandii	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
71	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Ophryosporus paradoxus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
72	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Ophryosporus triangularis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
73	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Oxyphillum ulicinum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	EP
74	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Perezia purpurata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
75	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Perityle emoryi	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
76	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus carduoides	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
77	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus cinereus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
78	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus fuscus	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
79	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Polyachyrus poeppigii	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
80	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio almeidae	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
81	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio cachinalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
82	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio cerberoanus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC(FP?)
83	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio chamomillifoli	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC(FP?)
84	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio chanaralensi	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (VU?)
85	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio chrysolepis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	EP

86	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio crepidioides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
87	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio eriophyton	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	EP
88	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio haenkei	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
89	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio hirtus	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
90	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio johnstonianu	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
91	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio leucus	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
92	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio lorentziella	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC
93	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio luridus	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
94	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio micropifolius	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
95	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio myriophyllus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
96	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio oreophyton	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
97	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio proteus	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
98	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio rahmeri	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
99	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio ricardi	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
100	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio rosmarinus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
101	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio scorzonerifoli	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
102	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio sundtii	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
103	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio troncosii	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
104	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio volckmannii	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
105	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Senecio vulgaris	**A**	**Chañaral**	**Chañaral**	
106	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Stevia philippiana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
107	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Tessaria absinthioides	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
108	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Triptilion gibbosum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
109	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Werneria pygmaea	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
110	Angiospermae :Dyc.	Asteraceae	Xanthium spinosum	**A**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	
111	Angiospermae :Dyc.	Bignoniaceae	Argylia checoensis	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
112	Angiospermae :Dyc.	Bignoniaceae	Argylia glutinosa	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
113	Angiospermae :Dyc.	Bignoniaceae	Argylia radiata	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
114	Angiospermae :Dyc.	Bignoniaceae	Argylia tomentosa	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)

115	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha argentea	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
116	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha aspera	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
117	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha chaetocalyx	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
118	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha diffusa	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
119	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha filaginea	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
120	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha globulifera	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
121	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha gnaphalioide	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
122	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha hispida	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
123	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha kingii	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
124	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha parviflora	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
125	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Cryptantha taltalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC(EX?)
126	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium floridum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
127	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium glutinosum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	VU
128	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium inconspicuum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	EP
129	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium linariifolium	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
130	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium philippianum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	EP
131	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium pycnophyllum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
132	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Heliotropium sclerocarpum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC(FP?)
133	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Pectocarya dimorpha	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
134	Angiospermae :Dyc.	Boraginaceae	Tiquilia litoralis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
135	Angiospermae :Dyc.	Brasiicaceae	Lepidium spathulatum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
136	Angiospermae :Dyc.	Brasiicaceae	Mathewsia incana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
137	Angiospermae :Dyc.	Brasiicaceae	Mathewsia nivea	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
138	Angiospermae :Dyc.	Brasiicaceae	Menonvillea chilensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
139	Angiospermae :Dyc.	Brasiicaceae	Menonvillea cuneata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
140	Angiospermae :Dyc.	Brasiicaceae	Menonvillea gayi	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC(FP?)
141	Angiospermae :Dyc.	Brasiicaceae	Menonvillea virens	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC(FP?)
142	Angiospermae :Dyc.	Brasiicaceae	Morticillastrum sagittatum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC(FP?)
143	Angiospermae :Dyc.	Brasiicaceae	Neuontobothrys	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (EX?)

144	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Rapistrum rugosum	**A**	**Chañaral**	**Chañaral**	
145	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Schizopetalom arcuatum	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC(FP?)
146	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Schizopetalom biseriatum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
147	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Schizopetalom rupestre	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
148	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Sisymbrium philippianum	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
149	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Werdermannia anethifolia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
150	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Werdermannia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
151	Angiospermae:Dyc.	Brasiicaceae	Werdermannia pinnata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
152	Angiospermae:Dyc.	Buddlejaceae	Buddleja suaveolens	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	VU
153	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa cinerascens	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
154	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa cinerea	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
155	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa garndiflora	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC
156	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa hypogaea	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
157	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa marginata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
158	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Copiapoa serpentisulca	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (VU?)
159	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Cumulopuntia sphaerica	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
160	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Echinopsis deserticola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
161	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce eriosyzoides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
162	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce esmeraldana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
163	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce odieri	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
164	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce rodentiophila	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	EP
165	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eriosyce taltalenis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
166	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eulychnia acida	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
167	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eulychnia breviflora	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
168	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Eulychnia iquiquensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
169	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Maihueniopsis colorea	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
170	Angiospermae:Dyc.	Cactaceae	Maihueniopsis glomerata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	VU
171	Angiospermae:Dyc.	Caelsalpiniaceae	Hoffmannseggia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
172	Angiospermae:Dyc.	Caelsalpiniaceae	Senna cuminggi	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP

173	Angiospermae :Dyc.	Calyceraceae	Nastanthus caespitosus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
174	Angiospermae :Dyc.	Campanulaceae	Cyphocarpus rigescens	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
175	Angiospermae :Dyc.	Campanulaceae	Lobelia oligophylla	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
176	Angiospermae :Dyc.	Capparaceae	Cleome chilensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (VU?)
177	Angiospermae :Dyc.	Caryophyllaceae	Microphyes litoralis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
178	Angiospermae :Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia arbuscula	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
179	Angiospermae :Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia cremnophila	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
180	Angiospermae :Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia denticulata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
181	Angiospermae :Dyc.	Caryophyllaceae	Spergularia stenocarpa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
182	Angiospermae :Dyc.	Convolvulaceae	Cressa truxillensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
183	Angiospermae :Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta chilensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
184	Angiospermae :Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta odorata	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
185	Angiospermae :Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta purpurata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
186	Angiospermae :Dyc.	Cuscutaceae	Cuscuta suaveolens	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
187	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex atacamensis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
188	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex clivicola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
189	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex deserticola	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
190	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex imbricata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
191	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex madariagae	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	IC (VU?)
192	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex mucronata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
193	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex oreophila	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	IC (FP?)
194	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex repanda	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	IC (VU?)
195	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex semibaccata	**A**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	
196	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex suberecta	**A**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	
197	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Atriplex taltalensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
198	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium ambrosioides	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
199	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium frigidum	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
200	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium murale	**A**	**Chañaral**	**Chañaral**	
201	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium petiolare	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP

202	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Chenopodium philippianum	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (EX?)
203	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Sarcocornia fruticosa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
204	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Suaeda foliosa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
205	Angiospermae :Dyc.	Chenopodiaceae	Suaeda multiflora	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
206	Angiospermae :Dyc.	Escalloniaceae	Escallonia angustifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
207	Angiospermae :Dyc.	Euphorbiaceae	Chiropetalum canescens	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
208	Angiospermae :Dyc.	Euphorbiaceae	Chiropetalum cremnophilum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
209	Angiospermae :Dyc.	Euphorbiaceae	Euphorbia copiapina	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
210	Angiospermae :Dyc.	Euphorbiaceae	Euphorbia lactiflua	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
211	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia aegiceras	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
212	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia aphylla	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
213	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia argentea	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
214	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia argyrophylla	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
215	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia atacamensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	IC (FP?)
216	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia echinus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
217	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia eremophila	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
218	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia erinacea	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
219	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia frigida	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
220	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia hystrix	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
221	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia leiocarpa	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
222	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia melanocaulos	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
223	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia micrantha	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	IC (FP?)
224	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia monosperma	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
225	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia obscura	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
226	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia parviflora	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
227	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia pedicellata	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
228	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia pungens	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
229	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia pusilla	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
230	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia rahmeri	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	IC (EX?)

231	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia sessiliflora	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	VU
232	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia spinosissima	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
233	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Adesmia subterranea	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
234	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Astragalus amatus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
235	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Astragalus cachinalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
236	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Astragalus coquimbensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
237	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Astragalus cruckshanksii	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
238	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Astragalus dodtii	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
239	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Geoffroea decorticans	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	VU
240	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Lotus subpinnatus	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
241	Angiospermae :Dyc.	Fabaceae	Trifolium polymorphum	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
242	Angiospermae :Dyc.	Frankeniaceae	Frankenia chilensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
243	Angiospermae :Dyc.	Geraniaceae	Erodium cicutarium	**A**	**Chañaral**	**Chañaral**	
244	Angiospermae :Dyc.	Hydrophyllaceae	Phacelia cumingii	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
245	Angiospermae :Dyc.	Hydrophyllaceae	Phacelia secunda	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
246	Angiospermae :Dyc.	Krameriaceae	Krameria cistoidea	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
247	Angiospermae :Dyc.	Lamiaceae	Stachys eremicola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
248	Angiospermae :Dyc.	Lamiaceae	Stachys pannosa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC
249	Angiospermae :Dyc.	Lamiaceae	Teucrium nudicaule	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
250	Angiospermae :Dyc.	Ledocarpaceae	Balbisia peduncularis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
251	Angiospermae :Dyc.	Linaceae	Linum cremnophilum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
252	Angiospermae :Dyc.	Loasaceae	Huidobria chilensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
253	Angiospermae :Dyc.	Loasaceae	Loasa bertrandii	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
254	Angiospermae :Dyc.	Loasaceae	Loasa elongata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
255	Angiospermae :Dyc.	Loasaceae	Loasa longiseta	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
256	Angiospermae :Dyc.	Loasaceae	Loasa malesherbioid	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
257	Angiospermae :Dyc.	Loasaceae	Loasa nitida	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
258	Angiospermae :Dyc.	Loasaceae	Mentzelia pinnatifida	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
259	Angiospermae :Dyc.	Lythraceae	Lythrum hyssopifolium	**A**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	

260	Angiospermae :Dyc.	Lythraceae	Pleurophora pungens	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
261	Angiospermae :Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia densiflora	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
262	Angiospermae :Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia deserticola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
263	Angiospermae :Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia humilis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
264	Angiospermae :Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia lactea	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
265	Angiospermae :Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia lanceolata	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
266	Angiospermae :Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia obtusa	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
267	Angiospermae :Dyc.	Malesherbiaceae	Malesherbia rugosa	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
268	Angiospermae :Dyc.	Malpighiaceae	Dinemagonum gayanum	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
269	Angiospermae :Dyc.	Malpighiaceae	Dinemandra ericoides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
270	Angiospermae :Dyc.	Malvaceae	Cristaria adenophora	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
271	Angiospermae :Dyc.	Malvaceae	Cristaria andicola	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
272	Angiospermae :Dyc.	Malvaceae	Cristaria aspera	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
273	Angiospermae :Dyc.	Malvaceae	Cristaria calderana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
274	Angiospermae :Dyc.	Malvaceae	Cristaria cordatorotundifolia	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
275	Angiospermae :Dyc.	Malvaceae	Cristaria fuentesiana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
276	Angiospermae :Dyc.	Malvaceae	Cristaria gracilis	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
277	Angiospermae :Dyc.	Malvaceae	Cristaria integerrima	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
278	Angiospermae :Dyc.	Malvaceae	Cristaria molinae	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
279	Angiospermae :Dyc.	Malvaceae	Cristaria ovata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
280	Angiospermae :Dyc.	Malvaceae	Cristaria viridiluteola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
281	Angiospermae :Dyc.	Malvaceae	Nototriche clandestina	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
282	Angiospermae :Dyc.	Mimosaceae	Prosopis flexuosa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	EP
283	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana acuminata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
284	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana albescens	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
285	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana aplocaryoides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
286	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana baccata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
287	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana carnosa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
288	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana crassulifolia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP

289	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana deflexa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
290	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana divaricata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
291	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana elegans	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
292	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana flaccida	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
293	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana glauca	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
294	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana incana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
295	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana leptophylla	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
296	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana linearifolia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (VU?)
297	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana mollis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
298	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana parviflora	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
299	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana peruviana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
300	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana rostrata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
301	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana rupicola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
302	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana salsoloides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
303	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana sedifolia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
304	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana sessiliflora	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
305	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana sphaerophylla	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
306	Angiospermae :Dyc.	Nolanaceae	Nolana villosa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
307	Angiospermae :Dyc.	Nyctaginaceae	Mirabilis elegans	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
308	Angiospermae :Dyc.	Onagraceae	Camissonia dentata	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
309	Angiospermae :Dyc.	Onagraceae	Ludwigia peploides	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
310	Angiospermae :Dyc.	Onagraceae	Oenothera coquimbensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
311	Angiospermae :Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis arbuscula	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
312	Angiospermae :Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis bulbocastanu	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
313	Angiospermae :Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis caesia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	EP
314	Angiospermae :Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis eremobia	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
315	Angiospermae :Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis gigantea	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
316	Angiospermae :Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis hypsophila	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
317	Angiospermae :Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis megalorrhiza	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)

318	Angiospermae :Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis ornithopus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
319	Angiospermae :Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis ovalleana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
320	Angiospermae :Dyc.	Oxalidaceae	Oxalis paposana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
321	Angiospermae :Dyc.	Papaveraceae	Argemone hunnemannii	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
322	Angiospermae :Dyc.	Phytolaccaceae	Anisomeria littoralis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
323	Angiospermae :Dyc.	Plantaginaceae	Plantago hispidula	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
324	Angiospermae :Dyc.	Plantaginaceae	Plantago rancaguae	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
325	Angiospermae :Dyc.	Plumbaginaceae	Bakerolimon plumosum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
326	Angiospermae :Dyc.	Plumbaginaceae	Plumbago caerulea	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
327	Angiospermae :Dyc.	Polemoniaceae	Bryantiella glutinosa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
328	Angiospermae :Dyc.	Polemoniaceae	Gilia crassifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
329	Angiospermae :Dyc.	Polemoniaceae	Ipomopsis gossypifera	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
330	Angiospermae :Dyc.	Polygonaceae	Chorizanthe commisuralis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
331	Angiospermae :Dyc.	Polygonaceae	Chorizanthe deserticola	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
332	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia acaulis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC
333	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia cachinalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
334	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia compacta	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
335	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia litoralis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
336	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia spicata	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
337	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia taltalensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
338	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Calandrinia thyrsoidea	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
339	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe amarantoides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	IC (VU?)
340	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe arenaria	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC
341	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe calycina	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
342	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe celosioides	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
343	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe cymosa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
344	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe densiflora	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
345	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe humilis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
346	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe longiscapa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP

347	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe minuscula	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
348	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe picta	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
349	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Cistanthe salsoloides	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
350	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Lenzia chamaepitys	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
351	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Montiopsis modesta	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
352	Angiospermae :Dyc.	Portulacaceae	Montiopsis trifida	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
353	Angiospermae :Dyc.	Rafflesiaceae	Pilostyles berteroi	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
354	Angiospermae :Dyc.	Ranunculaceae	Caltha sagittata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC
355	Angiospermae :Dyc.	Ranunculaceae	Ranunculus cymbalaria	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
356	Angiospermae :Dyc.	Ranunculaceae	Ranunculus exilis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
357	Angiospermae :Dyc.	Rosaceae	Acaena magellanica	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
358	Angiospermae :Dyc.	Rosaceae	Acaena trifida	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
359	Angiospermae :Dyc.	Rosaceae	Tetraglochin alatum	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
360	Angiospermae :Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia hymenodon	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
361	Angiospermae :Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia lithiophila	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	IC (FP?)
362	Angiospermae :Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia macrantha	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
363	Angiospermae :Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia montiana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
364	Angiospermae :Dyc.	Rubiaceae	Cruckshanksia pumila	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
365	Angiospermae :Dyc.	Santalaceae	Quinchamaliu m carnosum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
366	Angiospermae :Dyc.	Santalaceae	Quinchamaliu m chilense	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
367	Angiospermae :Dyc.	Scrophulariace ae	Calceolaria pinifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
368	Angiospermae :Dyc.	Scrophulariace ae	Mimulus depressus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
369	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Fabiana bryoides	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
370	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Fabiana imbricata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
371	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Jaborosa caulescens	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
372	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Lycium chilense	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
373	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Lycium deserti	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
374	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Lycium humile	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
375	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Lycium leiostemum	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC

376	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Lycium minutifolium	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
377	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Lycium stenophyllum	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
378	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Nicotiana acuminata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
379	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Nicotiana corymbosa	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
380	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Nicotiana glauca	**A**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	
381	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Nicotiana longibracteata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
382	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Nicotiana miersii	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
383	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Nicotiana pauciflora	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (EX?)
384	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Nicotiana solanifolia	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
385	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Phrodus microphyllus	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
386	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Reyesia parviflora	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
387	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Schizanthus spinescens	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
388	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Schizanthus integrifolius	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
389	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Schizanthus laetus	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
390	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Solanum brachyantheru	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
391	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Solanum elaeagnifolium	**A**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	
392	Angiospermae :Dyc.	Solanaceae	Solanum remyanum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
393	Angiospermae :Dyc.	Urticaceae	Parietaria debilis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
394	Angiospermae :Dyc.	Valerianaceae	Valeriana atacamensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (VU?)
395	Angiospermae :Dyc.	Valerianaceae	Valeriana peltata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
396	Angiospermae :Dyc.	Verbenaceae	Glandularia origenes	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
397	Angiospermae :Dyc.	Verbenaceae	Glandularia porrigens	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
398	Angiospermae :Dyc.	Verbenaceae	Junellia hystrix	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
399	Angiospermae :Dyc.	Verbenaceae	Urbania pappigera	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC
400	Angiospermae :Dyc.	Verbenaceae	Verbena atacamensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
401	Angiospermae :Dyc.	Violaceae	Viola llullaillacoensis	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
402	Angiospermae :Dyc.	Violaceae	Viola montagnei	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
403	Angiospermae :Dyc.	Violaceae	Viola polypoda	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
404	Angiospermae :Dyc.	Violaceae	Viola pseudasterias	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)

405	Angiospermae :Dyc.	Vivianiaceae	Viviania marifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
406	Angiospermae :Dyc.	Zygophyllaceae	Fagonia chilensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
407	Angiospermae :Mon.	Alstroemeriaceae	Alstroemeria andina	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
408	Angiospermae :Mon.	Alstroemeriaceae	Alstroemeria graminea	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
409	Angiospermae :Mon.	Alstroemeriaceae	Alstroemeria paupercula	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
410	Angiospermae :Mon.	Alliaceae	Leucocoryne appendiculata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
411	Angiospermae :Mon.	Alliaceae	Leucocoryne narcissoides	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
412	Angiospermae :Mon.	Amaryllidaceae	Rhodophiala laeta	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (FP?)
413	Angiospermae :Mon.	Amaryllidaceae	Rhodophiala phycelloides	**E**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
414	Angiospermae :Mon.	Amaryllidaceae	Rhodophiala uniflora	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
415	Angiospermae :Mon.	Bromeliaceae	Deuterocohnia chrysantha	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	EP
416	Angiospermae :Mon.	Bromeliaceae	Puya boliviensis	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	EP
417	Angiospermae :Mon.	Bromeliaceae	Tillandsia geissei	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	VU
418	Angiospermae :Mon.	Bromeliaceae	Tillandsia landbeckii	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
419	Angiospermae :Mon.	Cyperaceae	Carex gayana	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
420	Angiospermae :Mon.	Cyperaceae	Carex maritima	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
421	Angiospermae :Mon.	Cyperaceae	Eleocharis albibracteata	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
422	Angiospermae :Mon.	Cyperaceae	Schoenoplectus americanus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
423	Angiospermae :Mon.	Cyperaceae	Scirpus asper	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
424	Angiospermae :Mon.	Cyperaceae	Zameioscirpus atacamensis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
425	Angiospermae :Mon.	Dioscoreaceae	Dioscorea fastigiata	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
426	Angiospermae :Mon.	Dioscoreaceae	Epipetrum bilobum	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
427	Angiospermae :Mon.	Hyacinthaceae	Oziroe biflora	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
428	Angiospermae :Mon.	Iridaceae	Trigidia philippiana	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
429	Angiospermae :Mon.	Juncaceae	Juncus acutus	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
430	Angiospermae :Mon.	Juncaceae	Juncus arcticus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
431	Angiospermae :Mon.	Juncaceae	Oxichloe andina	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
432	Angiospermae :Mon.	Juncaceae	Patosia clandestina	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
433	Angiospermae :Mon.	Juncaginaceae	Triglochin concinna	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP

434	Angiospermae :Mon.	Juncaginaceae	Triglochin palustris	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
435	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Bromus berteroanus	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
436	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Bromus catharticus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
437	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Calamagrostis deserticola	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
438	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Calamagrostis eminens	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
439	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Calamagrostis velutina	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
440	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Catabrosa werdermannii	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
441	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Cortaderia speciosa	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
442	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Deschampsia cespitosa	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
443	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Distichlis humilis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
444	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Distichlis scoparia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
445	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Distichlis spicata	**N**	**Chañaral**	**Chañaral, DA**	FP
446	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Eleusine tristachya	**A**	**Chañaral**	**Chañaral**	
447	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Eragostris attenuata	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
448	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Festuca hypsophila	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
449	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Festuca nardifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC
450	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Hordeum comosum	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
451	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Hordeum muticum	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
452	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Hordeum patagonicum	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
453	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Hordeum pubiflorum	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
454	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Jarava atacamensis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
455	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Jarava chrysophylla	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
456	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Jarava frigida	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
457	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Jarava plumosa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
458	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Jarava pogonathera	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
459	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Jarava speciosa	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
460	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Jarava tortuosa	**E**	**Chañaral**	**Chañaral**	FP
461	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Muhlenbergia asperifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
462	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Nassella nardoides	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC

463	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Paspalum vaginatum	**A**	**Chañaral**	**Chañaral**	
464	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Poa bonariensis	**N**	**Chañaral**	**Chañaral**	IC (EX?)
465	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Polypogon australis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
466	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Polypogon interruptus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
467	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Puccinellia frigida	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP
468	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Puccinellia preslii	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
469	Angiospermae :Mon.	Poaceae	Rostraria trachyantha	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (EX?)
470	Angiospermae :Mon.	Potamogetonaceae	Potamogeton strictus	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (FP?)
471	Angiospermae :Mon.	Potamogetonaceae	Stuckenia filiformis	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	IC (EX?)
472	Angiospermae :Mon.	Ruppiaceae	Ruppia filifolia	**N**	**Chañaral**	**Diego de Almagro**	FP

3. Estudio cercanos al area

Estudio	Tipo de Proyecto	Estado
Abatecimiento de Agua desalada Mantoverde	DIA	Aprobado
Continuidad Operacional Mantoverde (2)	DIA	Aprobado
Proyecto Minero Salitrosa	DIA	Desistido
Proyecto explotación rajo punto 62 y ampliación rajos kuroki y franko norte -sur	DIA	Aprobado
Plan Regulador Comuna de Chañaral	DIA	Aprobado
Línea de Transmisión Eléctrica 1x110 kV Diego de Almagro-El Salado-Chañaral y Obras Complementarias	DIA	Aprobado

4. Flora potencial

Especie	Origen	Comuna	Estado de Conservación (Libro Rojo de Atacama)
Cheilantes hypoleuca	**N**	**Chañaral**	IC
Polypodium espinosae	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Ephedra breana	**N**	**Chañaral**	FP
Ephedra chilensis	**N**	**Chañaral**	FP
Ephedra gracilis	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Tetragonia angustifolia	**E**	**Chañaral**	FP
Tetragonia macrocarpa	**E**	**Chañaral**	FP
Tetragonia maritima	**E**	**Chañaral**	IC (VU?)
Tetragonia ovata	**E**	**Chañaral**	FP
Alternanthera porrigens	**N**	**Chañaral**	FP
Schinus molle	**N**	**Chañaral**	FP
Apium panul	**N**	**Chañaral**	FP
Asteriscium vidalli	**E**	**Chañaral**	FP
Cyclospermum laciniatu	**N**	**Chañaral**	FP
Domeykoa appositifolia	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Domeykoa perennis	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Eremocharis fruticosa	**E**	**Chañaral, DA**	VU
Gymnophyton flexuosu	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Skytanthus acutus	**E**	**Chañaral**	FP
Cynanchum desertico	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Tweedia birostrata	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Amblyopappus pusillus	**N**	**Chañaral**	FP
Phyllocladus denticulat	**E**	**XX**	FP
Baccharis taltalensis	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Baccharis ambrosioide	**E**	**Chañaral**	FP
Centaurea atacamensi	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Centaurea cachinalens	**E**	**Chañaral**	FP
Centaurea chilensis	**E**	**Chañaral**	FP
Chaetanthera glabrata	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Chaetanthera linearis	**E**	**Chañaral**	FP
Chaetanthera tenella	**E**	**Chañaral**	FP
Chuquiraga spinosa	**N**	**Chañaral**	IC
Chuquiraga ulicina	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Cotula coronopifolia		**Chañaral, DA**	
Encelia canescens	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Erechtites leptanthus	**E**	**Chañaral**	VU
Gutierrezia espinosae	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Gutierrezia taltalensis	**E**	**Chañaral**	EP
Hypothamnium pinifoliu	**E**	**Chañaral**	FP
Haplopappus coquimben	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Haplopappus desertico	**E**	**Chañaral**	FP
Haplopappus rosulatus	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)

Helenium atacamense	**E**	**Chañaral, DA**	FP
pochaeris grandidenta	**E**	**Chañaral**	VU
ypochaeris scorzonera	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Leucheria cumingii	**E**	**Chañaral**	VU
Malacothrix clevelandi	**N**	**Chañaral**	IC (FP?)
phryosporus paradoxu	**E**	**Chañaral**	FP
phryosporus triangula	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Oxyphillum ulicinum	**E**	**Chañaral**	EP
Perityle emoryi	**N**	**Chañaral**	FP
Polyachyrus cinereus	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Polyachyrus fuscus	**N**	**Chañaral**	FP
Polyachyrus poeppigii	**E**	**Chañaral**	FP
Polyachyrus sp.			
Senecio almeidae	**E**	**Chañaral**	VU
Senecio cachinalensis	**E**	**Chañaral**	FP
Senecio cerberoanus	**E**	**Chañaral**	IC(FP?)
enecio chamomillifoliu	**E**	**Chañaral**	IC(FP?)
Senecio chanaralensis	**E**	**Chañaral**	IC (VU?)
Senecio crepidioides	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Senecio myriophyllus	**E**	**Chañaral**	FP
Senecio troncosii	**E**	**Chañaral**	FP
Senecio vulgaris	**A**	**Chañaral**	
Senecio sp.			
Stevia philippiana	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Tessaria absinthioides	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Triptilion gibbosum	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Argylia radiata	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Cryptantha argentea	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Cryptantha chaetocaly	**E**	**Chañaral**	FP
Cryptantha filaginea	**N**	**Chañaral**	FP
Cryptantha globulifera	**N**	**Chañaral**	FP
Cryptantha hispida	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Cryptantha kingii	**E**	**Chañaral**	FP
Cryptantha parviflora	**N**	**Chañaral**	FP
Cryptantha taltalensis	**E**	**Chañaral**	IC(EX?)
liotropium curassavicu	**N**	**Copiapo**	FP
Heliotropium floridum	**E**	**Chañaral**	FP
eliotropium glutinosur	**E**	**Chañaral, DA**	VU
liotropium inconspicu	**E**	**Chañaral**	EP
eliotropium linariifoliu	**E**	**Chañaral**	FP
eliotropium philippianu	**E**	**Chañaral**	EP
liotropium pycnophyll	**E**	**Chañaral**	FP
iotropium myosotifolium			
liotropium sclerocarpu	**E**	**Chañaral**	IC(FP?)
Heliotropium sp			
Pectocarya dimorpha	**E**	**Chañaral**	FP
Tiquilia litoralis	**N**	**Chañaral**	FP

Lepidium spathulatum	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Mathewsia incana	**E**	**Chañaral**	FP
Menonvillea chilensis	**E**	**Chañaral**	FP
Menonvillea gayi	**E**	**Chañaral**	IC(FP?)
orticillastrum sagittatu	**E**	**Chañaral**	IC(FP?)
Rapistrum rugosum	**A**	**Chañaral**	
hizopetalom biseriatu	**E**	**Chañaral**	FP
erdermannia anethifol	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
dermannia macrostac	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Werdermannia pinnata	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Copiapoa cinerascens	**E**	**Chañaral**	VU
Copiapoa cinerea	**E**	**Chañaral**	VU
Copiapoa garndiflora	**E**	**Chañaral**	IC
Copiapoa hypogaea	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Copiapoa marginata	**E**	**Chañaral**	FP
opiapoa serpentisulca	**E**	**Chañaral**	IC (VU?)
umulopuntia sphaeric	**N**	**Chañaral**	FP
Echinopsis deserticola	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Eriosyce eriosyzoides	**E**	**Chañaral**	VU
Eriosyce esmeraldana	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Eriosyce odieri	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Eriosyce rodentiophila	**E**	**Chañaral**	EP
Eriosyce taltalenis	**E**	**Chañaral**	VU
Eriosyce sp			
Eulychnia acida	**E**	**Chañaral**	FP
Eulychnia breviflora	**E**	**Chañaral**	FP
Eulychnia iquiquensis	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Senna cuminggi	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Cleome chilensis	**N**	**Chañaral**	IC (VU?)
Microphyes litoralis	**E**	**Chañaral**	FP
Spergularia arbuscula	**E**	**Chañaral**	FP
pergularia cremnophil	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
pergularia denticulat	**E**	**Chañaral**	VU
pergularia stenocarp	**N**	**Chañaral**	FP
Cressa truxillensis	**N**	**Chañaral**	FP
Cuscuta chilensis	**N**	**Chañaral**	FP
Cuscuta odorata	**N**	**Chañaral**	IC (FP?)
Cuscuta purpurata	**E**	**Chañaral**	FP
Atriplex clivicola	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Atriplex deserticola	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Atriplex madariagae	**N**	**Chañaral, DA**	IC (VU?)
Atriplex mucronata	**E**	**Chañaral**	FP
Atriplex oreophila	**N**	**Chañaral, DA**	IC (FP?)
Atriplex repanda	**N**	**Chañaral, DA**	IC (VU?)
Atriplex semibaccata	**A**	**Chañaral, DA**	
Atriplex suberecta	**A**	**Chañaral, DA**	
Atriplex taltalensis	**N**	**Chañaral**	IC (EX?)

nopodium ambrosioi	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Chenopodium murale	**A**	**Chañaral**	
henopodium petiolar	**N**	**Chañaral**	FP
Sarcocornia fruticosa	**N**	**Chañaral**	FP
Suaeda foliosa	**N**	**Chañaral**	FP
Suaeda multiflora	**N**	**Chañaral**	VU
hiropetalum canescer	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
opetalum cremnophi	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Euphorbia copiapina	**E**	**Chañaral**	FP
Euphorbia lactiflua	**E**	**Chañaral**	FP
Adesmia aphylla	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Adesmia argentea	**E**	**Chañaral**	FP
Adesmia atacamensis	**E**	**Chañaral, DA**	IC (FP?)
Adesmia eremophila	**E**	**Chañaral, DA**	FP
desmia melanocaulo	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Adesmia micrantha	**E**	**Chañaral, DA**	IC (FP?)
Adesmia pungens	**E**	**Chañaral**	FP
Adesmia pusilla	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Adesmia rahmeri	**N**	**Chañaral, DA**	IC (EX?)
Astragalus amatus	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
stragalus cachinalens	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
stragalus coquimbens	**E**	**Chañaral**	FP
Astragalus dodtii	**E**	**Chañaral**	FP
Astragalus sp		**Chañaral**	
Lotus subpinnatus	**N**	**Chañaral**	FP
rifolium polymorphur	**N**	**Chañaral**	IC (EX?)
Frankenia chilensis	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Erodium cicutarium	**A**	**Chañaral**	
Stachys eremicola	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Stachys pannosa	**E**	**Chañaral**	IC
Teucrium nudicaule	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Balbisia peduncularis	**N**	**Chañaral**	FP
Linum cremnophilum	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Huidobria chilensis	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Loasa bertrandii	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Loasa elongata	**E**	**Chañaral**	FP
Loasa longiseta	**E**	**Chañaral**	FP
Loasa nitida	**N**	**Chañaral**	IC (FP?)
ythrum hyssopifolium	**A**	**Chañaral, DA**	
Pleurophora pungens	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Malesherbia deserticol	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Malesherbia humilis	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Dinemandra ericoides	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Cristaria aspera	**N**	**Chañaral**	FP
Cristaria calderana	**E**	**Chañaral**	VU
Cristaria fuentesiana	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Cristaria integerrima	**E**	**Chañaral, DA**	FP

Cristaria molinae	**E**	**Chañaral**	FP
Cristaria ovata	**E**	**Chañaral**	FP
Cristaria viridiluteola	**E**	**Chañaral**	FP
Cristaria sp.			
Prosopis flexuosa	**N**	**Chañaral**	EP
Nolana acuminata	**E**	**Chañaral**	FP
Nolana albescens	**E**	**Chañaral**	FP
Nolana aplocaryoides	**E**	**Chañaral**	FP
Nolana baccata	**E**	**Chañaral**	FP
Nolana carnosa	**E**	**Chañaral**	FP
Nolana crassulifolia	**E**	**Chañaral**	FP
Nolana deflexa	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Nolana divaricata	**E**	**Chañaral**	FP
Nolana elegans	**E**	**Chañaral**	FP
Nolana flaccida	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Nolana glauca	**E**	**Chañaral**	VU
Nolana incana	**E**	**Chañaral**	FP
Nolana leptophylla	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Nolana linearifolia	**E**	**Chañaral**	IC (VU?)
Nolana mollis	**E**	**Chañaral**	FP
Nolana parviflora	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Nolana peruviana	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Nolana rostrata	**E**	**Chañaral**	FP
Nolana rupicola	**E**	**Chañaral**	FP
Nolana salsoloides	**E**	**Chañaral**	FP
Nolana sedifolia	**E**	**Chañaral**	FP
Nolana sphaerophylla	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Nolana villosa	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Mirabilis elegans	**N**	**Chañaral**	FP
Camissonia dentata	**N**	**Chañaral**	FP
enothera coquimbens	**E**	**Chañaral**	FP
Oxalis bulbocastanum	**N**	**Chañaral**	IC (FP?)
Oxalis caesia	**E**	**Chañaral**	EP
Oxalis gigantea	**E**	**Chañaral**	FP
Oxalis megalorrhiza	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Oxalis ornithopus	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Oxalis ovalleana	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Oxalis paposana	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
rgemone hunnemann	**N**	**Chañaral**	IC (FP?)
Anisomeria littoralis	**E**	**Chañaral**	VU
Plantago hispidula	**E**	**Chañaral**	FP
Plantago rancaguae	**E**	**Chañaral**	FP
akerolimon plumosur	**E**	**Chañaral**	FP
Plumbago caerulea	**N**	**Chañaral**	FP
Bryantiella glutinosa	**N**	**Chañaral**	FP
orizanthe commisura	**N**	**Chañaral**	FP
horizanthe deserticol	**E**	**Chañaral**	FP

Chorizanthe sp		**Chañaral**	
Calandrinia litoralis	**E**	**Chañaral**	FP
Calandrinia taltalensis	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Calandrinia thyrsoidea	**E**	**Chañaral**	FP
Cistanthe amarantoide	**E**	**Chañaral, DA**	IC (VU?)
Cistanthe arenaria	**N**	**Chañaral**	IC
Cistanthe calycina	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Cistanthe cachinalensi	**E**	**Chañaral**	FP
Cistanthe celosioides	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Cistanthe cephalophor	**E**		VU
Cistanthe cymosa	**E**	**Chañaral**	FP
Cistanthe densiflora	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Cistanthe longiscapa	**E**	**Chañaral**	FP
Cistanthe salsoloides	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Montiopsis trifida	**E**	**Chañaral**	FP
Acaena trifida	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Tetraglochin alatum	**N**	**Chañaral**	IC (FP?)
Cuckshanksia hymenod	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Cuckshanksia lithiophi	**E**	**Chañaral, DA**	IC (FP?)
Cuckshanksia macrant	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Cuckshanksia montian	**E**	**Chañaral**	FP
Cruckshanksia pumila	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Quinchamalium carnosu	**E**	**Chañaral**	VU
Quinchamalium chilens	**N**	**Chañaral**	FP
Lycium chilense	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Lycium deserti	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Lycium leiostemum	**N**	**Chañaral**	IC
Lycium minutifolium	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Lycium stenophyllum	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Nicotiana solanifolia	**E**	**Chañaral**	FP
Schizanthus laetus	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Solanum brachyantheru	**E**	**Chañaral**	VU
Solanum elaeagnifoliu	**A**	**Chañaral, DA**	
Solanum remyanum	**E**	**Chañaral**	FP
Parietaria debilis	**N**	**Chañaral**	FP
Valeriana atacamensis	**E**	**Chañaral**	IC (VU?)
Valeriana peltata	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Glandularia porrigens	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Verbena atacamensis	**N**	**Chañaral**	IC (EX?)
Viola polypoda	**E**	**Chañaral**	FP
Viola rhombifolia			
Viola pseudasterias	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Fagonia chilensis	**E**	**Chañaral, DA**	FP
Alstroemeria gramine	**E**	**Chañaral**	VU
Alstroemeria paupercu	**E**	**Chañaral**	FP
Bicocoryne appendicul	**E**	**Chañaral**	FP
Bicocoryne narcissoid	**E**	**Chañaral**	FP

Rhodophiala laeta	**E**	**Chañaral**	IC (FP?)
Rhodophiala uniflora	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
uterocohnia chrysant	**E**	**Chañaral**	EP
Puya boliviensis	**E**	**Chañaral**	EP
Tillandsia geissei	**E**	**Chañaral**	VU
Tillandsia landbeckii	**N**	**Chañaral**	FP
Dioscorea fastigiata	**E**	**Chañaral**	FP
Epipetrum bilobum	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Oziroe biflora	**N**	**Chañaral**	FP
Trigidia philippiana	**E**	**Chañaral**	IC (EX?)
Juncus acutus	**N**	**Chañaral**	FP
Juncus sp	**E**	**Huasco**	IC(EX?)
Bromus berteroanus	**N**	**Chañaral**	FP
Distichlis spicata	**N**	**Chañaral, DA**	FP
Eleusine tristachya	**A**	**Chañaral**	
Eragostris attenuata	**N**	**Chañaral**	IC (EX?)
Jarava plumosa	**N**	**Chañaral**	FP
Jarava speciosa	**N**	**Chañaral**	FP
Jarava tortuosa	**E**	**Chañaral**	FP
Paspalum vaginatum	**A**	**Chañaral**	
Poa bonariensis	**N**	**Chañaral**	IC (EX?)

Presencia en Qda Guamanga (Verano 2013-2014)	Presencia en Qda Guamanga (Otoño 2014)	Presencia en Qda Guamanga (Invierno 2014)	Presencia en Qda Guamanga (Primavera 2014)	Presencia en Qda Guamanga (Verano 2015)
X	X	X	X	X
				X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
	X	X	X	X

	X	X		X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
				X
			x	X
X	X	X	X	X
				X
X				X
X	X	X	X	X
				X
X	X			X
				X

				X
	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
				X
				X
X	X	X	X	X

X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
				X
X	X	X	X	X
				X
X	X	X	X	X
x	x	x	x	x
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
				X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X

				X
X	X	X	X	X
				X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
				X
	X			X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X

X	X	X	X	X
				X
	X		X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
	X			X

X	X	X	X	X
				X
	X	X	X	X

Presencia en Qda Guamanga (Otoño 2015)	Presencia en Qda Guamanga (Invierno 2015)	Presencia en Qda Guamanga (Primavera 2015)
X	X	X
X		
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X		

X		
X		
	X	
X	X	X
X	X	X
X	x	x
X	X	
X		
X		
X	X	X
X		
X	X	
X		
	X	X

X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X

X	X	X
X	X	X
X	X	
X	X	X
X		
	X	X
X	X	X
X		
x	x	x
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X

X	X	
X	X	
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X		
X		
X	X	X
	X	X
		X

X	X	
X	X	X
X	X	X
X		
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	
	X	
X	X	
X	X	
X	X	X
X	X	
X	X	X

X		

5. estado de conservacion

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación			
			RCE	Bol 47	L_Rojo_Atacama	L_Rojo_Flora
Alstromeriaceae	*Alstroemeria graminea*	Lirio enano	VU;DS 41/2011	—	VU	—
Apiaceae	*Eremocharis fruticosa*	Ruda silvestre	—	—	VU	—
Asteraceae	*Aphyllocladus denticulatus*	—	NT; DS 41/2011	—	—	—
Asteraceae	*Gypothamnium pinifolium*	Palo de jote	NT; DS 42/2011	—	—	—
Asteraceae	*Haplopappus deserticola*	Bailahuén	—	—	VU	—
Asteraceae	*Malacothrix clevelandii*	—	—	—	IC (FP?)	—
Asteraceae	*Senecio almeidae*	Senecio	—	—	VU	—
Cactaceae	*Eriosyce rodentiophila*	Sandillón	VU;DS 33/2012	VU	EP	—
Cactaceae	*Copiapoa marginata*	Copiapoa	VU; DS 19/2012	R	FP	—
Cactaceae	*Copiapoa hypogaea*	Copiapoa	EN-R; D.S.	—	IC (FP?)	—
Oxalidaceae	*Oxalis caesia*	Oxalis	VU; D.S. 42/2011	—	EP	—
Oxalidaceae	*Oxalis bulbocastanum*	Oxalis	—	—	IC (FP?)	—
Portulacaceae	*Cistanthe amaranthoides*				IC (VU?)	
Portulacaceae	*Cistanthe cephalophora*	—	—	—	VU	—
Violaceae	*Viola rhombifolia*	Violeta	—	—	IC (EX?)	—

6. listado floristico

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre Común	Tipo Biológico	Origen Fitogeográfico
Gnetopsida	*Ephedraceae*	*Ephedra gracilis Phil. ex Stapf*	Pingo-pingo	Arbusto perenne	Nativo
Liliopsida	*Alstroemeriacea*	*Alstroemeria graminea*	Lirio enano	Hierba anual	Endémico
Liliopsida	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria violacea*	Lirio de campo	Hierba perenne	Endémico
Liliopsida	Hyacinthaceae	*Oziroe biflora (Ruiz & Pav.) Speta*	Cebolleta, lagrima de la	Hierba perenne	Nativo
Liliopsida	*Juncaceae*	*Juncus acutus L.*	Junco	Hierba perenne	Nativo
Liliopsida	*Juncaceae*	*Juncus sp*		Indeterminado	Indeterminado
Liliopsida	Poaceae	*Arundo donax L.*	Caña común	Hierba perenne	Adventicio
Liliopsida	Poaceae	*Jarava plumosa (Spreng.) S.W.L. Jacobs*		Hierba perenne	Nativo
Liliopsida	Poaceae	*Bromus sp*		Indeterminado	Indeterminado
Liliopsida	Poaceae	*Poa sp*		Indeterminado	Indeterminado
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Tetragonia angustifolia Barnéoud*	Aguanosa	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Tetragonia ovata Phil.*	Aguanosa	Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus molle L.*	Pimiento	Árbol	Nativo
Magnoliopsida	Apiaceae	*Eremocharis fruticosa.*	Ruda silvestre	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Apiaceae	*Gymnophyton flexuosum Clos*		Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Apocynaceae	*Cynanchum deserticola A.R. Flores & J.M.*		Hierba perenne	Endémico
Magnoliopsida	*Asteraceae*	*Aphyllocladus denticulatus (J. Remy)*		Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	*Asteraceae*	*Chuquiraga ulicina (Hook. & Arn.) Hook. &*	Hierba de la Yesca	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Asteraceae	*Encelia canescens*	Coronilla del	Arbusto perenne	Nativo
Magnoliopsida	Asteraceae	*Haplopappus deserticola Phil.*	Bailahuen	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Asteraceae	*Helenium atacamensis Cabrera*	Manzanilla	Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Asteraceae	*Hypochaeris scorzonerae(DC.)*	Hierba del chancho	Hierba perenne	Endémico
Magnoliopsida	Asteraceae	*Gypothamnium pinifolium Phil.*	Palo de jote	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Asteraceae	*Malacothrix clevelandii A. Gray*	Diente de león del desierto	Hierba anual	Nativo
Magnoliopsida	Asteraceae	*Ophryosporus triangularis Meyen*	Rabo de Zorro	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Asteraceae	*Perityle emoryi Torr.*	Manzanilla	Hierba anual	Nativo
Magnoliopsida	Asteraceae	*Polyachyrus poeppigii Less.*	Borlón de Alforja	Subarbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Asteraceae	*Senecio almeidae Phil.*	Senecio	Subarbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Asteraceae	*Senecio myriophyllus*	Senecio	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cryptantha filaginea (Phil.) Reiche*		Hierba anual	Nativo

Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cryptantha hispida (Phil.) Reiche*		Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cryptantha sp*		Arbusto perenne	Indeterminado
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium curassavicum L.*	Espuma de nieve	Hierba perenne	Nativo
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium floridum (A. DC.) Clos*	Palo negro	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium myosotifolium (A. DC.)*		Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium sp*		Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium linearifolium F. Phil.*	Palito negro/ monte negro	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium pycnophyllum Phil.*	Palito negro	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Tiquilia litoralis(Phil.) A.T. Richardson*		Subarbusto perenne	Nativo
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Mathewsia incana Phil.*	Hierba roja	Subarbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce rodentiophila F. Ritter*	Sandillón	Suculenta	Endémico
Magnoliopsida	Cactaceae	*Copiapoa hypogaea F.*		Suculenta	Endémico
Magnoliopsida	Cactaceae	*Copiapoa cf. marginata. (Salm-Dyck) Britton et*	Copiapoa	Suculenta	Endémico
Magnoliopsida	Caryophyllaceae	*Spergularia arbuscula (Gay) I.M. Johnst.*	Taisana	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Atriplex clivicola I.M. Johnst.*	Cachiyuyo	Arbusto perenne	Nativo
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Sarcocornia fruticosa (L.) A.J. Scott*	Hierba de la peste	Hierba perenne	Nativo
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Suaeda foliosa Moq.*	Sosa	Subarbusto perenne	Nativo
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Euphorbia copiapina*	Pichoga	Hierba perenne	Endémico
Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia argentea*	Varilla	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia eremophila*		Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia sp*		Hierba anual	Indeterminado
Magnoliopsida	Fabaceae	*Astragalus sp*	Garbanzo	Hierba anual	Indeterminado
Magnoliopsida	Frankeniaceae	*Frankenia chilensis*	Hierba del	Arbusto perenne	Nativo
Magnoliopsida	Geraniaceae	*Erodium cicutarium (L.) L'Hér. ex Aiton*	Alfilerillo	Hierba anual	Adventicio
Magnoliopsida	Lamiaceae	*Teucrium nudicaule Hook.*	Oreganillo	Subarbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Loasaceae	*Huidobria chilensis Gay*		Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Lythraceae	*Pleurophora pungens D. Don*	Lengua de gallina	Subarbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Malesherbiaceae	*Malesherbia humilis*	Piojillo, piojito	Hierba anual	Nativo
Magnoliopsida	Malpigiaceae	*Dinemandra ericoides A. Juss.*	Té de burro	Subarbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria integerrima*	Malvilla	Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria sp*	Malvilla	Hierba anual	Indeterminado
Magnoliopsida	Myrtaceae	*Eucalyptus globulus*	Eucalipto	Árbol	Introducido

Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana acuminata (Miers) Miers ex Dunal*	Suspiro	Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana cf. albescens (Phil.) I.M. Johnst*	Suspiro	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana aplocaryoides (Gaudich.) I.M. Johnst.*	Suspiro	Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana baccata (Lindl.) Dunal*	Suspiro	Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana crassulifolia*	Sosa	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana divaricata (Lindl.) I.M. Johnst.*	Sosa	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana leptophylla (Miers) I.M. Johnst.*	Suspiro	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana peruviana (Gaudich.) I.M. Johnst.*	Suspiro	Subarbusto perenne	Indeterminado
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana sedifolia Poepp.*	Suspiro	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Nyctaginaceae	*Mirabilis elegans (Phil.) Reiche*	Dengue	Hierba perenne	Nativo
Magnoliopsida	Oxalidaceae	*Oxalis bulbocastanum*	Oxalis	Hierba perenne	Endémico
Magnoliopsida	Oxalidaceae	*Oxalis caesia Phil.*	Oxalis	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Oxalidaceae	*Oxalis* sp		Indeterminado	Indeterminado
Magnoliopsida	Papaveraceae	*Argemone hunnemanii Otto & A. Dietr.*	Cardo blanco, cardo santo	Hierba anual	Nativo
Magnoliopsida	Plumbaginaceae	*Bakerolimon plumosum (Phil.) O.A. Lincz.*		Hierba perenne	Endémico
Magnoliopsida	Poligonaceae	*Chorizanthe sp*	Sanguinaria	Hierba anual	Indeterminado
Magnoliopsida	Portulacaceae	*Cistanthe amaranthoides (Phil.)*		Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Portulacaceae	*Cistanthe cachinalensis (Phil.) Peralta & D.I.*	Pata de guanaco	Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Portulacaceae	*Cistanthe calycina (Phil.) Carolin ex*		Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Portulacaceae	*Cistanthe cephalophora (I.M. Johnst.) Carolin ex Hershkovitz*		Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Portulacaceae	*Cistanthe longiscapa (Barnéoud) Carolin ex Hershkovitz*	Pata de guanaco	Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Portulacaceae	*Cistanthe minuscula (Añon) Peralta*		Hierba anual	Nativo
Magnoliopsida	Rubiaceae	*Cruckshanksia hymenodon Hook. &*	Chinita	Hierba anual	Nativo
Magnoliopsida	Rubiaceae	*Cruckshanksia pumila*	Chinita	Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Santalaceae	*Quinchamalium chilense Molina*	Quinchamalí	Hierba perenne	Nativo
Magnoliopsida	Solanaceae	*Lycium minutifolium J.*	Caspiche	Arbusto perenne	Endémico
Magnoliopsida	Solanaceae	*Schizanthus integrifolius Phil.*	Orquidea del pobre, pajarito	Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Solanaceae	*Solanum remyanum Phil*	Tomatillo azul	Hierba perenne	Endémico
Magnoliopsida	Violaceae	*Viola rhombifolia Leyb.*	Violeta	Hierba anual	Endémico
Magnoliopsida	Violaceae	*Viola polypoda Turcz.*	Violeta del	Hierba anual	Endémico

Magnoliopsida	Zygophyllaceae	*Fagonia chilensis Hook. & Arn.*	Hualputilla	Hierba perenne	Nativo

Parcelas Vegetaciones 8va Campaña Primavera 2015

Clase	Familia	Nombre Científico	UM1		UM
			Presencia	Cobertura	Presencia
Gnetopsida	Ephedraceae	*Ephedra gracilis*			
Liliopsida	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria graminea*			
	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria violacea*			
	Hyacinthaceae	*Oziroe biflora*			
	Juncaceae	*Juncus acutus*			
	Juncaceae	*Juncus sp*			
	Poaceae	*Arundo donax*			
	Poaceae	*Bromus sp*	4	0,25	
	Poaceae	*Poa sp*			
	Aizoaceae	*Tetragonia angustifolia*	73	10,5	
	Aizoaceae	*Tetragonia ovata*			
	Apiaceae	*Eremocharis fruticosa.*			
	Apiaceae	*Gymnophyton flexuosum*			
	Asclepiadaceae	*Cynanchum deserticola*			
	Asteraceae	*Aphyllocladus denticulatus*			
	Asteraceae	*Chuquiraga ulicina*			
	Asteraceae	*Encelia canescens*			
	Asteraceae	*Gypothamnium pinifolium*			
	Asteraceae	*Haplopappus deserticola*			
	Asteraceae	*Helenium atacamensis*			
	Asteraceae	*Hypochaeris scorzonerae*			
	Asteraceae	*Malacothrix clevelandii*			
	Asteraceae	*Ophryosporus triangularis*			
	Asteraceae	*Perityle emoryi*			
	Asteraceae	*Polyachyrus poeppigii*	4	0,25	
	Asteraceae	*Senecio almeidae*			
	Asteraceae	*Senecio myriophyllus*			
	Boraginaceae	*Cryptantha filaginea*			
	Boraginaceae	*Cryptantha hispida*			
	Boraginaceae	*Cryptantha verde oscura*			
	Boraginaceae	*Heliotropium curassavicum*			
	Boraginaceae	*Heliotropium floridum*			
	Boraginaceae	*Heliotropium glutinosum*			
	Boraginaceae	*Heliotropium myosotifolium*			
	Boraginaceae	*Heliotropium linearifolium*			
	Boraginaceae	*Heliotropium pycnophyllum*			
	Boraginaceae	*Tiquilia litoralis*			
	Brassicaceae	*Mathewsia incana*			
	Cactaceae	*Eriosyce rodentiophila*			
	Cactaceae	*Copiapoa hypogaea*			
	Cactaceae	*Copiapoa cf. marginata.*			
	Caryophyllaceae	*Spergularia arbuscula*			

Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Atriplex clivicola*			
	Chenopodiaceae	*Sarcocornia fruticosa*			
	Chenopodiaceae	*Suaeda foliosa*			
	Euphorbiaceae	*Euphorbia copiapina*			
	Fabaceae	*Adesmia argentea*			
	Fabaceae	*Adesmia eremophila*			
	Fabaceae	*Adesmia nueva*			
	Fabaceae	*Astragalus Foto 7197*			
	Frankeniaceae	*Frankenia chilensis*			3
	Geraniaceae	*Erodium cicutarium*			
	Lamiaceae	*Teucrium nudicaule*			
	Loasaceae	*Huidobria chilensis*			
	Lythraceae	*Pleurophora pungens*			
	Malesherbiaceae	*Malesherbia humilis*			
	Malpigiaceae	*Dinemandra ericoides*			
	Malvaceae	*Cristaria integerrima*			
	Malvaceae	*Cristaria sp*			
	Nolanaceae	*Nolana acuminata*			
	Nolanaceae	*Nolana cf. albescens*			
	Nolanacea	*Nolana aplocaryoides*			
	Nolanaceae	*Nolana baccata*			
	Nolanaceae	*Nolana crassulifolia*	4	0,5	
	Nolanaceae	*Nolana divaricata*			
	Nolanaceae	*Nolana leptophylla*			
	Nolanaceae	*Nolana peruviana*			
	Nolanaceae	*Nolana sedifolia*	17	4	
	Nolanaceae	*Nolana alargada*			
	Nyctaginaceae	*Mirabilis elegans*			
	Oxalidaceae	*Oxalis bulbocastanum*			
	Oxalidaceae	*Oxalis caesia*			
	Oxalidaceae	*Oxalis nuevo*			
	Papaveraceae	*Argemone hunnemanii*			
	Plumbaginaceae	*Bakerolimon plumosum*			
	Poligonaceae	*Chorizanthe sp*			
	Portulacaceae	*Cistanthe amaranthoides*			160
	Portulacaceae	*Cistanthe cachinalensis*			
	Portulacaceae	*Cistanthe calycina*			
	Portulacaceae	*Cistanthe cephalophora*			
	Portulacaceae	*Cistanthe longiscapa*			
	Portulacaceae	*Cistanthe minuscula*			
	Rubiaceae	*Cruckshanksia hymenodon*			
	Rubiaceae	*Cruckshanksia pumila*			
	Santalaceae	*Quinchamalium chilense*			
	Solanaceae	*Lycium minutifolium*			
	Solanaceae	*Schizanthus integrifolius*			
	Solanaceae	*Solanum remyanum*			
	Violaceae	*Viola rhombifolia*			

	Violaceae	*Viola polypoda*			
	Zygophyllaceae	*Fagonia chilensis*			

M2	UM3		UM4		UM5		UM6	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
	2	0,25						
	17	4	22	7			6	1,2
			1	1				
							2	1
	3	1,5						
	1	0,75						
	10	0,25	450	9			1	0,1
	2	0,15	50	2,5				
	1	0,25						

							2	2,2
0,1	15	0,25						
							160	2
	2	2	2	2	2	3	10	13
	5	2	6	2			4	1
			4	1	1	0,1	8	3
	24	2	15	3,2				
2							30	1
					900	22,5		

							4	0,5

UM7		UM8		UM9		UM10		UM
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
								3
17	8			1	0,25	17	7	
								1
				17	0,25	21	0,5	
						11	6	
		5	0,1					
						2	0,1	

1	1					2	2	1
						15	0,25	
52	5			2	0,1			
						20	0,5	
20	1							
						5	3,2	4
								2
32	7							2
						3	0,1	
195	32	2	0,1	2	0,1	27	0,75	190
				190	2,5			

								1

UM11		UM12			UM13				UM14				UM15	
Cobertura		Presencia	Cobertura		Presencia	Cobertura			Presencia	Cobertura			Presencia	Cobertura
1		1	0,8						1	1,2				
													6	1,3
		3	0,8		37	7			8	3			21	10
1		7	2,3						2	2,5				
									2	2			1	1,2
					60	1							2	0,1
													2	0,1
													4	1
									1	0,1				

0,75	1	0,1			2	2,3	3	2,25
					17	1		
			13	0,25				
	25	0,75			18	1		
					1	0,1		
					3	0,1	1	0,1
14	2	5			7	9	2	1,2
1	3	2,5	16	3	1	0,75		
1	6	3			2	9		
			3	0,25			7	2
	2	0,1						
3	150	2,3			30	2,5		
	1	0,1	17	0,1				
			2	0,1				

1	3	0,75						

UM16		UM17		UM18		UM19		UM
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
				1	0,5			
								9
19	8	12	8	1	0,1	30	7	39
13	9	17	16			10	9	
				3	6			
		1	1					
		1	0,5					
				9	0,1	11	0,2	
		7	0,5					15
								35
		2	1	3	1,5			2
						1	0,25	

2	2			3	4	6	6	
				10	0,2			
4	0,1							2
5	0,1							
				31	0,75			
				30	0,1	30	0,5	
		1	2,3	12	16	5	1,2	4
6	6			3	1,2			
6	5	16	10	15	27	1	0,25	6
		7	3			2	0,5	3
7	0,1							
				200	12			
						9	0,7	
6	0,1					21	1	
1	0,1							
2	0,1							
						47	1,5	
						21	1	

						15	1	
22	6							

UM20	UM21		UM22		UM23		UM24	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
	1	1	2	1	1	1		
			0	0	0	0		
0,75					7	0,75		
			9	0,3				
6	3	2	20	7	21	18	6	0,75
							1	1
	2	0,5						
	1	1					1	0,75
					3	1,5		
					1	0,5	1	1
	3	0,1	1	0,1			2	0,1
0,25	2	0,2	5	0,5	20	1		
1								
1					2	0,75	1	0,5

	14	25	1	0,7	1	2,2	2	2
	1	0,1						
0,1	5	0,1			1	0,1	10	0,25
							1	0,1
	20	1,5			1	0,1	13	0,25
			5	0,75			44	2
1	2	2			3	2		
3			15	1,5	6	2	13	9
1,5			17	1	2	0,5	8	2
							8	0,2
	3	0,1	1	0,1	10	0,25		
	3	0,1						
	1	2	2	1				

	2	0,75					1	0,25

UM25		UM26		UM27		UM28		UM
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
1	0,75			38	6	13	5	13
								2
2	2							
								6
1	0,1							
								58
								4
				1	0,1			2

								18
						12	0,28	3
22	0,5							
16	0,75							9
				66	3,2			
5	3							19
10	8					1	4	
				5	1			4
14	0,15							
46	2			9	0,25			
				39	2			

129	UM30		UM31		UM32		UM33	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
							2	1
			10	1				
	10	0,25						
3	5	2			87	25	11	4
2			2	1			6	7
							6	1
			2	0,75				
	2	1,5						
	4	1						
			1	1				
1,2			1	0,1				
			0	0				
7			21	2				
							1	0,1
1,5	6	1,2	3	1,5				
0,1								

	1	1,5					4	4
2								
							4	0,75
0,1	2	0,1	31	2,3	13	0,2	1	0,1
0,25	56	2	120	2	14	0,5	20	1
	1	0,1						
5,5			2	2	1	0,1		
	22	20	2	1,5			6	8
1	1	0,2	8	3,5	4	1		
	4	0,1	2	0,1				
	1	0,1						
	2	0,1						
			1	1,5			4	6

	14	5	3	1			8	2

Unidades								
UM34		UM35		UM36		UM37		UM
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
				2	0,1			
1	1,25	30	3	2	1			38
13	5							
								1
								9
								20
				4	1			
								1

				6	6			1
5	7			4	4	9	7	
1	0,75							
						9	0,5	
17	1			9	0,23	2	0,1	17
								0
43	3	11	0,6					
1	0,5	2	0,5			6	22	9
2	9	9	0,5			20	6	2
		3	0,5	3	3	4	1	4
		43	0,75					
				3	0,2			
2	0,1							
						6	0,1	
2	2							
						6	0,1	

				3	0,1			
						26	2	

Muestrales								
M38	UM39		UM40		UM41		UM42	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
							4	2
	15	6						
8			33	4,5			20	4
							1	0,25
0,25							1	1
3,5			2	1,5			3	2
							2	0,5
0,25			3	0,1				
	5	0,1					30	1,2
0,1								
					1	1		
					1	0,5	5	1
							1	0,1

1			28	16				
					1	60		
	34	6						
			1	1,5			1	1
					11	4		
0,25			23	0,25			1	0,25
0								
			8	0,25	1	0,1		
					2	0,1		
	3	0,1			1	0,1		
3	8	32	1	0,75	9	33	4	3
1	10	9	1	0,25	17	20	13	2
0,5							4	2
			1	0,2				
							10	0,25

					2	0,5	20	5

UM43		UM44		UM45		UM 46		UM
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
20	0,25							
30	0,75							
9	3	15	2	12	3	7	1,5	4
2	1,25							
11	20							
1	1	1	1					3
		9	5					
1	0,25							
		15	0,75					10
1	0,1			3	0,1			
12	6			2	0,5			
5	0,1			5	6			

12	16					1	1	
1	0,1							
		10	0,35			1	0,1	5
						60	2	
						1	0,1	
				13	0,25	10	0,25	
6	5							
12	7	1	5			39	16	2
16	12			2	0,35			
						11	0,25	
						9	0,25	
20	1,2							
30	0,35			20	0,1	54	1	
3	0,1							

12	3					5	2	

M47	UM48		UM49		UM50		UM51	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
4	10	2,2	30	7	35	14	8	4,5
	2	1						
			4	0,75				
			5	4				
1,5	5	2,3	80	70	20	10	2	3
0,25								
			2	0,1				
	14	2	9	0,5			1	0,25

	6	7						
			1	0,1				
0,1							5	0,1
			2	0,1				
			6	2				
6	7	2	14	3			2	1
			1	0,1	4	0,2		
	1	0,1						
	1	1,2						

			6	3				

UM52		UM53		UM54		UM55		UM
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
17	8			9	8	35	8	34
7	3			7	3	6	3	6
						1	0,1	
						2	2	
						3	1	6

		1	1					
				14	0,2	12	0,1	
		1	0,1					
				3	0,1			
		1	0,75	1	0,2	11	0,2	25
		10	6			3	0,5	1
				2	0,1			
		180	18					
						3	0,2	4

		3	1					

M56	UM57		UM58		UM59		UM60	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
8	12	3	20	6			4	1,5
	2	1			1	0,5	5	7
4			4	3				
							2	1
					2	0,1	5	0,1
	5	0,1					3	0,1
	10	0,1			13	0,25	19	0,5
	2	1,5						
			1	0,1	2	0,1	1	0,5
1			3	0,8	1	0,1	4	2

							1	0,1
	1	2			3	4	2	3
	25	1,25			21	1	16	0,8
					12	1,5	23	0,75
	54	1,2			46	1,5		
1	3	3,5	5	0,5	2	3	2	2
0,1	10	13			7	5	1	0,75
	5	1,2	1	0,1	1	0,25	16	2,5
0,1								
	25	0,25						
	3	0,1						
					5	4	9	8

	2	1			8	1		

UM61		UM62		UM63		UM64		UM
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
		32	12			45	10	23
11	11							
						4	0,1	
5	0,1							
		1	0,2					
1	0,1							

						2	2	
13	0,3							
250	2,5							
19	1							
						1	0,1	
		20	0,3					
						20	0,5	
3	3,5	3	0,1					2
7	9,5					61	50	37
		5	1					
		1	0,5					
12	0,5							
						40	1	
						60	2	50
		3	0,1					15
9	0,2							
1	3							

20	9					2	0,25	4

M65	UM66		UM67		UM68		UM69	
Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura
19	52	25	6	2	5	1,5	5	1
			26	23	1	1		
							2	2
					4	3		
	1	1	1	1			1	1
			1	0,75	4	1		
							1	0,1
	13	0,5	30	0,75	25	0,75		
					2	1		
					13	5		

					5	4		
			4	8	2	4	1	1
	40	2						
	20	0,25	2	0,1				
			3	0,1				
			40	2				
1,2	2	2	3	2,5	14	10	2	1
	23	10	1	0,75				
60			13	3	20	5	21	5
	2	0,75			1	0,5	2	0,5
			4	0,1	3	0,1		
					32	1,5		
			40	1				
3			64	2				
1								
			1	0,1				
			21	0,25			7	0,1
							2	0,1

1,2			4	0,75	6	4		

UM70		UM71		UM72		UM73		UM
Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia	Cobertura	Presencia
								44
								4

								9
								1
								5
								320

M74	UM75	
Cobertura	Presencia	Cobertura
	24	0,75
7	31	7,5
2	1	0,75

	4	2,5
0,2		
	7	0,25
	15	1
	300	3,5
	20	0,75
0,2	4	5
	6	4
1	1	0,25
11,2	7	0,25

	10	2,3

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
REGIÓN DE ATACAMA
DIRECCIÓN REGIONAL ATACAMA
JCA

ORD.Nº: 68/2017

ANT. : NO HAY

MAT. : ENVIA INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO Y SOLICITA AFECTACIÓN ÁREAS DE PERALILLO Y MINILLAS AL P. N. PAN DE AZÚCAR.

COPIAPO, 22/06/2017

DE : DIRECTOR REGIONAL DIRECCIÓN REGIONAL ATACAMA OR.III

A : SEÑORA MARCELA CEPEDA GONZALEZ SEREMI SECRETARÍA REGIONAL MINISTERIAL BIENES NACIONALES ATACAMA

Junto con saludarla y en el marco del convenio nacional entre la Corporación Nacional Forestal y el Ministerio de Bienes Nacionales, en el cual se han priorizado una serie de areas silvestres protegidas en el país para trabajar en la ampliación y/o precisión de los limites de estas, informo a Ud., que nos encontramos trabajando arduamente estas materias en el Parque Nacional Pan de Azúcar, donde el objetivo es incorporar en el presente Gobierno dos poligonos a este Parque Nacional, estos son el área protegida de Peralillo y el sector de Quebrada Minillas.

Cabe señalar que segun lo conversado con los integrantes de la mesa de trabajo que funciona en el nivel central entre ambas instituciones, CONAF y el Ministerio de Bienes Nacionales, para hacer efectivo el procedimiento de ampliación y modificación del decreto de creación del parque, es preciso enviar el Informe Tecnico Justificatorio a la SEREMI de Bienes Nacionales solicitando a esta la afectacion e incorporación de estos poligonos al Parque Nacional Pan de Azúcar.

Por lo anterior y dando cumplimiento a lo instruido, esta Dirección Regional de CONAF, envia a Ud. **"Informe Tecnico Justificatorio Afectación de los Sectores Quebradas Peralillo y Minillas a Terrenos del Parque Nacional Pan de Azúcar"**, y de esta manera solicitar a Ud., vuestros buenos oficios para lograr la incorporación definitiva de estos poligonos al Parque Nacional Pan de Azúcar.

Lo anterior, se constituye en un hito relevante para la conservación de la naturaleza y biodiversidad a nivel Regional y por cierto para el Gobierno de la Presidenta Michelle Bachelet.

Por último, dichas áreas a anexar, contribuiran de sobremanera a mejorar la protección de las formaciones vegetales del Desierto Costero de Taltal y del Desierto Estepario de la Sierra de Vicuña Mackenna; contribuir al cumplimiento de las metas y compromisos internacionales en el marco de la Convención de la Diversidad Biológica; y mejorar la protección de objetos de conservación asociados a nuestros paisajes deserticos, recursos geologicos, paleontologicos y fauna nativa en peligro de extinción, por mencionar los aspectos más relevantes.

Esperando una buena acogida a lo solicitado y agradeciendo desde ya su permanente apoyo.,

Saluda atentamente a usted



RICARDO SANTANA STANGE
DIRECTOR REGIONAL
DIRECCIÓN REGIONAL ATACAMA

Incl.: 1 copia(s) de Informe Tecnico Justificatorio Peralillo-Minillas (48 hojas)

c.c.:

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio 2024, cuyos nombres de archivos son los siguientes:

“malesherbia quebrada doña ines.JPG”



Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
malesherbia quebrada doña ines.JPG	13-09-2024 1:58	Archivo JPG	140 KB
solutions,+7614-Texto+de+Artigo-23173-1-10-20140522.pdf	13-09-2024 1:58	PDF Document	2.349 KB

Gaea
Journal of Geoscience
8(2):55-66, jul/dez 2012
© Copyright 2012 by Unisinos - doi: 10.4013/gaea.2012.82.03

La flora Triásica de la Quebrada Doña Inés Chica, Región de Atacama, Chile

Rafael Herbst
Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO-CONICET). Las Piedras 201 7°/B, 4000 San Miguel de Tucumán, Argentina. rafa.herbst36@gmail.com

Alejandro Troncoso
Universidad de Talca. Pje. Miguel Muñoz 1083, Talagante, Chile. aletronc@utalca.cl

RESUMEN

Se brinda la descripción de una megaflora compuesta por impresiones de frondas y hojas de la Formación Quebrada del Salitre, de edad Triásico Superior, proveniente de la localidad Quebrada de Doña Inés Chica (26° 07'S - 69° 20'W), 3ª Región, Chile. La misma está constituida por: *Neocalamites* sp. cf. *N. carrerei* Halle, *Cladophlebis* cf. *mesozoica* Kurtz *ex* Frenguelli, *Dictyophyllum (D.) tenuifolium* (Stipanicic & Menéndez) Bonetti & Herbst, *Gleichenites cachivaritensis* Herbst, *Dicroidium odontopteroides* (Morris) Gothan, *Dicroidium lancifolium* (Morris) Gothan, *Pterophyllum* sp. *a*, *Pterophyllum* sp. *b*, *Sphenobaiera* cf. *steinmannii* (Solms-Laubach) Anderson & Anderson, *Sphenobaiera* cf. *schenckii* (Feistmantel) Florin, *Linguifolium gracile* Anderson & Anderson, *Linguifolium tenison-woodsii* (Jack & Etheridge) Retallack, *Heidiphyllum* cf. *elongatum* (Morris) Retallack, cf. *Rochipteris* sp., *Matatiella suarezii* nov. sp., *?Switzianthus* sp., *Umkomasia* sp., y una fructificación indeterminada. Las fructificaciones *Matatiella* y *?Swizianthus* se citan por primera vez en el Triásico de Chile. Un análisis paleoambiental, basado en caracteres foliares y el estado de preservación, contrastado con la información obtenida a partir de la sedimentología, propone un ambiente de clima subtropical estacional, mesomórfico a xeromórfico, y la existencia de diversas paleocomunidades vegetacionales para el lapso de esta Formación.

Palabras clave: megaflora, impresiones, paleoclima. Triásico Superior, norte de Chile.

ABSTRACT

A TRIASSIC FLORA FROM QUEBRADA DOÑA INÉS CHICA, ATACAMA, CHILE. A megaflora preserved by impressions in three distinct levels from the Quebrada del Salitre Formation, Upper Triassic, from the locality Quebrada de Doña Inés Chica (26° 07' S - 69° 20' W), 3rd Region, Chile, is described. The taphoflora is composed by *Neocalamites* sp. cf. *N. carrerei* Halle, *Cladophlebis* cf. *mesozoica* Kurtz *ex* Frenguelli, *Dictyophyllum (D.) tenuifolium* (Stipanicic & Menéndez) Bonetti & Herbst, *Gleichenites cachivaritensis* Herbst, *Dicroidium odontopteroides* (Morris) Gothan, *Dicroidium lancifolium* (Morris) Gothan, *Pterophyllum* sp. *a*, *Pterophyllum* sp. *b*, *Sphenobaiera* cf. *steinmannii* (Solms-Laubach) Anderson & Anderson, *Sphenobaiera*. cf. *schenckii* (Feistmantel) Florin, *Linguifolium gracile* Anderson & Anderson, *Linguifolium tenison-woodsii* (Jack & Etheridge) Retallack, *Heidiphyllum* cf. *elongatum* (Morris) Retallack, cf. *Rochipteris* sp., *Matatiella suarezii* nov. sp., *Umkomasia* sp. and an undetermined fructification. The fructifications *Matatiella* and *?Switzianthus* are recorded for the first time in the Triassic of Chile. A paleoenvironmental analysis, based on foliar characters and preservation of the fossils, together with sedimentological data, allows proposing a subtropical seasonal, meso- to xeromorphic climate and the existence of several paleocommunities for the Upper Triassic in the Atacama region and the deposition of Quebrada del Salitre Formation.

Keywords: megaflora, impressions, paleoclimate, Upper Triassic, Northern Chile.

INTRODUCCIÓN

En la Región de Atacama (3ª Región), provincia de Chañaral, en el norte de Chile, en la quebrada de Doña Inés Chica (26° 07' S - 69° 20' W), aflora una secuencia triásica, la Formación Quebrada del Salitre, visitada en Mayo de 2007, y cuyos primeros datos de la megaflora fueron publicados por Herbst y Troncoso (2000). La presente entrega ofrece la descripción de todos los taxones encontrados y las consideraciones paleoambientales que es dable inferir. Estas últimas están basadas, sobre todo, en los caracteres fisiognómicos de las hojas, antes que en su pertenencia taxonómica, y en el estado de preservación. Con ello se avanza en la exploración de potencialidades de una metodología insinuada en una breve experiencia realizada, con buenos resultados, para algunas tafofloras triásicas del sur de Chile (Herbst *et al.*, 2005).

La presencia de plantas en estos sedimentos ya había sido señalada por autores anteriores (Chong y Hillebrand, 1985; Bell y Suárez, 1991; Tomlinson *et al.*, 1999), pero sin que hubiese descripciones, ni siquiera mención de taxones.

Folio015006

Las plantas proceden de la Formación Quebrada del Salitre (Naranjo y Puig, 1984), denominación con que aparece en la Hoja Potrerillos (Tomlinson *et al.*, 1999), unidad que Bell y Suárez (1991) y Suárez y Bell (1992a, 1992b) correlacionan con e incluyen dentro de la Formación Profeta. Las mismas fueron exhumadas de tres "niveles fosilíferos", de dos perfiles, en sendas quebradas, Quebrada de los Fósiles (denominada así por los presentes autores, toda vez que no hay nombre registrado) y Quebrada de Diablo, tributarias de la Quebrada de Doña Inés Chica, ubicadas en el mapa (Figura 1). La flora no es muy diversificada y exhibe similitudes con la de la Formación La Ternera, localidad de la que no la separa una gran distancia y con que comparte un importante porcentaje de taxones genéricos y varios específicos.

La edad de la porción inferior de esta formación, que es continental, de acuerdo con los datos de Bell y Suárez (1991), queda acotada al Triásico Superior. Algunos autores estiman que los niveles más altos, esto es, la porción superior de la secuencia, podrían entrar al Liásico, pero estos últimos sedimentos ya son marinos, y, aunque no existe un límite muy definido entre ambas facies, las plantas indican definitivamente una edad triásica.

La secuencia está constituida por una serie de areniscas y limolitas, de colores dominantemente verdosos y amarillentos, que fuera sintéticamente descrita por Bell y Suárez (1991) y Suárez y Bell (1992b). Se señala, no obstante, que los tres niveles fosilíferos localizados se encuentran aproximadamente en la porción media de la sucesión que, según los autores citados, tendría unos 400 m de espesor. Los niveles fosilíferos de la Quebrada de los Fósiles, aquí nominados con una secuencia numérica que va de base a techo (NF 1, NF 2, NF 3), están separados unos de otros por alrededor de 60-70 m cada uno. En la Quebrada de los Fósiles no se ha localizado la capa de vulcanita intercalada en el perfil (Bell y Suárez, 1991, Figura 3), la que sí aparece en la Quebrada del Diablo, lo que impide ubicar y correlacionar con precisión los niveles fosilíferos de ambas Quebradas.

MATERIALES Y MÉTODO

Las plantas colectadas son todas impresiones en limolitas y no conservan restos de la materia orgánica original. En general su preservación no es muy buena, ya que en muchos casos la venación de las láminas no es claramente discernible. Los materiales se guardan en la colección paleobotánica del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago de Chile (MNHN) bajo el acrónimo SGO Pb.

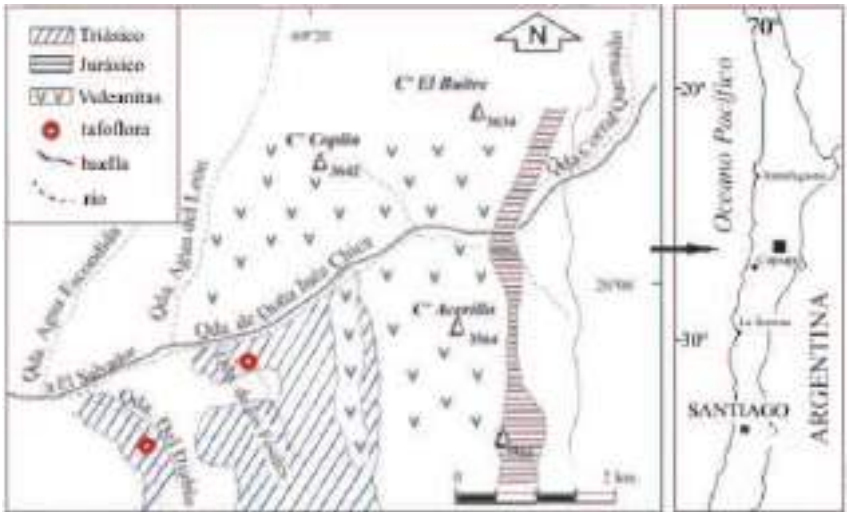


Figura 1. Mapa de ubicación de la Quebrada Doña Inés Chica, Atacama, Provincia de Chañaral, Chile.
Figure 1. Location map of the Quebrada Doña Inés Chica, Atacama (3rd Region), Chañaral Province, Northern Chile.

PALEONTOLOGIA SISTEMÁTICA

Impresiones foliares

Orden Equisetales R.M. Tryon & A.F. Tryon 1982

Familia Apocalamitaceae Radczenko 1957

Género *Neocalamites* Halle 1908

Especie tipo: *N. hoerensis* (Schimper) Halle 1908

Neocalamites cf. *carrerei* (Zeiller) Halle 1908

Comentario: en toda la columna de la Quebrada de los Fósiles, están presentes restos de esta ubicua especie de las Equisetales. Se trata de tallos decorticados, con nudos, recorridos verticalmente por numerosos surcos y costillas, con anchos variables, del orden de 1 a 3 cm. Se asigna con dudas a la especie *N. carrerei*, que es la especie más abundante en el Triásico de esta parte del Gondwana y que fuera citada de numerosas localidades. Es particularmente abundante en el NF 2, donde, en algunos niveles carbonosos, es el único fósil presente. Los restos son siempre muy fragmentarios.
Material estudiado: NF 1: SGO Pb 2550, 2608, 2609; NF 2: SGO Pb 2658 al 2664.

Orden Filicales R.M. Tryon & A.F. Tryon 1982

Familia Dipteridaceae Seward & Dale 1901

Género *Dictyophyllum* (Lindley & Hutton) Webb 1982

Especie tipo: *D. rugosum* Lindley *et* Hutton, 1834

Dictyophyllum (D.) tenuifolium (Stipanicic y Menéndez) Bonetti y Herbst 1964

Folio015007

Comentario: restos fragmentarios de láminas foliares con venación areolada, cuyos detalles responden a las descripciones de Bonetti y Herbst (1964); Herbst (1992). Los ejemplares son estériles pero los caracteres disponibles son suficientes para una correcta identificación. Esta especie fue hallada en el Triásico Medio de la Formación Barreal (San Juan, Argentina) y del Triásico Superior de la Formación Paso Flores (Neuquén, Argentina) por Herbst (1992). En Chile está presente el Triásico de la Formación La Ternera, en el Triásico Superior de la Formación Santa Juana, en el valle del Biobío (Leppe *et al.*, 2006) y en el Triásico de Cajón Troncoso (Troncoso y Herbst, 2000). Ocurre en Quebrada Doña Inés Chica, en el NF 3.
Material estudiado: NF 3: SGO Pb 2652 al 2655.

Familia Gleicheniaceae (R. Brown) Presl 1825
Género *Gleichenites* Goeppert, 1836

Especie tipo: *G. porsildi* Seward *in* Andrews 1955
Gleichenites cachivaritensis Herbst 1996 (Figura 2A)

Comentario: unos pocos restos fructificados de esta especie se hallan en el NF 3. La especie se identifica por el tamaño y forma de sus pínulas, su venación y los caracteres de sus soros, que son tetrasporangiados. La especie fue citada de la Formación La Ternera por Herbst (1996).
Material estudiado: NF 3: SGO Pb 2613 al 2618.

Filices *incertae sedis*

Género *Cladophlebis* Brongniart *emend.* Frenguelli, 1947

Especie tipo: *C. albertsii* (Dunker) Brongniart 1849
Cladophlebis cf. *mesozoica* Kurtz *ex* Frenguelli 1947

Comentario: un solo resto fragmentario, con típicas pínulas "cladophleboides", y con venas laterales dos veces furcadas, sin lobulación en los márgenes, corresponde casi con seguridad a ésta, muy común, especie del Triásico de Chile y Argentina. Herbst (1988) había unificado esta especie con *C. kurtzi* Frenguelli, sosteniendo que ambas serían porciones más o menos desarrolladas de una fronde. En este sentido, *C. kurtzi* también fue mencionada en el Triásico de Formación La Ternera (Herbst *et al.*, 1998) y en el Triásico de Cajón Troncoso (Troncoso y Herbst, 2000), ambas en Chile.
Material estudiado: NF 1: SGO Pb 2560.

Orden Corystospermales Petriella, 1981
Familia Corystospermaceae Thomas 1933
Género *Dicroidium* Gothan 1912

Especie tipo: *D. odontopteroides* (Morris) Gothan 1912
Dicroidium odontopteroides (Morris) Gothan 1912
(Figura 2B-C)
Comentario: esta especie, muy polimorfa pero fácilmente identificable, es muy abundante en los NF1 y NF3 y no fue encontrada en el NF2. Se han colectado dos formas, las que en la literatura han sido citadas como *D. odontopteroides* var. *odontopteroides* y *D. odontopteroides* var. *moltenense*, pero que en realidad parecen ser las porciones apicales de las pinnas de la misma especie (Gnaedinger y Herbst, 1998, 2001).

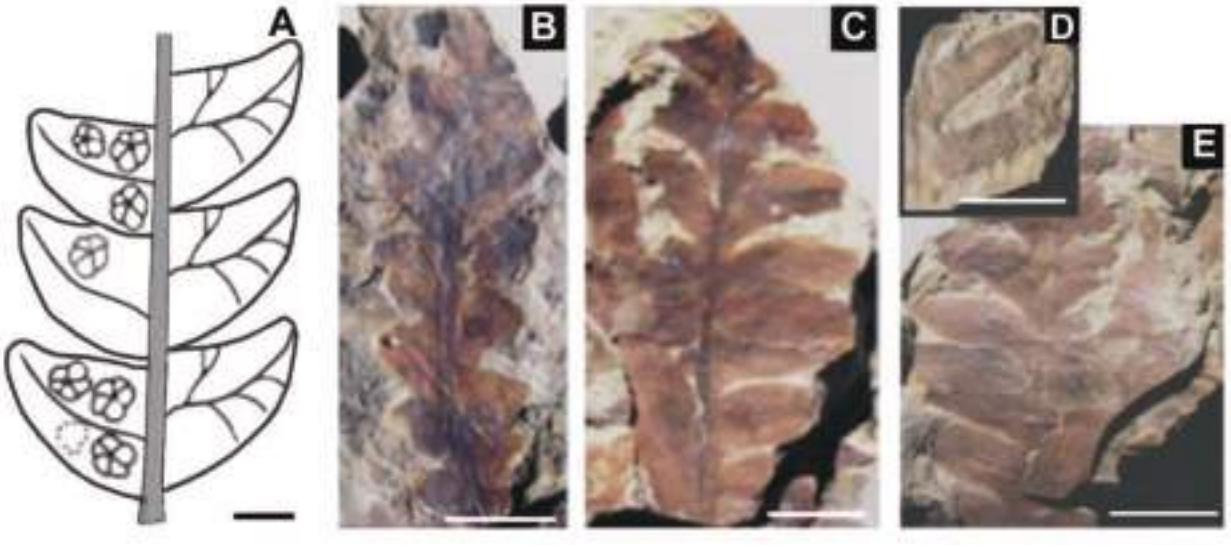


Figura 2. A. *Gleichenites cachivaritensis*; **B-C.** *Dicroidium odontopteroides*; **D-E.** *Dicroidium lancifolium*. Escalas: A-B = 10 mm; C = 5 mm; D-E = 2 cm.
Figure 2. A. *Gleichenites cachivaritensis*; **B-C.** *Dicroidium odontopteroides*; **D-E.** *Dicroidium lancifolium*. Scales: A-B = 10 mm; C = 5 mm; D-E = 2 cm.

Folio015008

Material estudiado: NF 1: SGO Pb 2562, 2563, 2583 al 2592, 2607. NF 3: SGO Pb 2636 a y b.

Dicroidium lancifolium (Morris) Gothan 1912
(Figura 2D-E)

Comentario: esta especie tiene pínulas grandes, lanceoladas, con venación densa y ápices agudos a redondeados, muy características, que la hacen inconfundible y fácilmente identificable. Gnaedinger y Herbst (1998) señalan que habría variedades tales como *D. lancifolium*, var. *lineata* y *D. lancifolium* var. *lancifolia*, de las que nuestro material se parece a la segunda. Indican además la amplia distribución de estas formas en el Triásico de Argentina, ya que ocurren en casi todos los yacimientos de esta edad. En Chile, la especie fue registrada en el Triásico de Formación Las Breas (Gnaedinger y Herbst, 2001). En Quebrada Doña Inés Chica está presente en el NF1, aunque no es muy abundante.

Material estudiado: NF 1: SGO Pb 2561, 2564 al 2567, 2611, 2612.

Orden Cycadopsidae (*auctorum*)
Género *Pterophyllum* Brongniart 1828

Especie tipo: *P. longifolium* Brongniart 1828

Pterophyllum sp. *a*
(Figura 3A-D)

Descripción. Fragmentos de hojas bipinnadas de forma y tamaño desconocidos. Las pinnas están insertas por todo el ancho de la base, son de bordes paralelos y ápice agudo; su tamaño es variable, entre unos 2 - 2,2 cm de largo y 0,3 - 0,4 cm de ancho en la base. Estas pinnas son algo falcadas, se disponen a unos 75º - 85º con respecto al raquis principal y, en general, están ligeramente separadas entre sí. Su venación no es claramente visible.

Material estudiado: NF 1: SGO Pb 2551 al 2555, 2568 al 2582; Quebrada del Diablo: SGO Pb 2672, 2674, 2678.

Pterophyllum sp. *b*
(Figura 3E-H)

Descripción. Fragmentos de hojas bipinnadas, de forma y tamaño desconocidos. Las pinnas se insertan por todo el ancho de la base y son lineares, de bordes paralelos y ápice redondeado a ligeramente agudo; aquellas que se consideran más basales y/o apicales, miden aproximadamente 1,2 cm de largo y 0,2 cm de ancho, mientras que otras más grandes miden 1,5 cm de largo y 0,3 cm de ancho. Son muy ligeramente falcadas, casi siempre contiguas a imbricadas, y se disponen a 85º - 90º sobre el raquis. La venación es poco visible, pero algunos ejemplares muestran una densidad de unas 18-20 venas por cm.

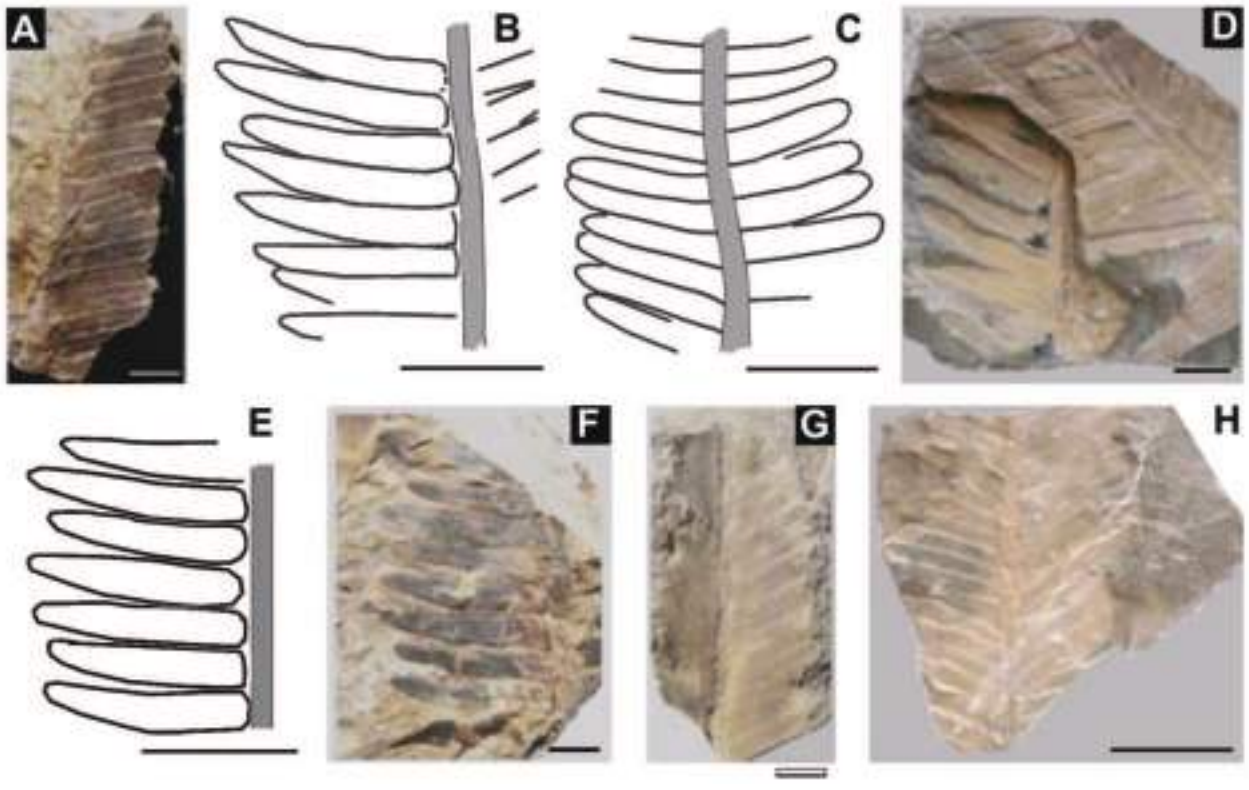


Figura 3. **A-D**. *Pterophyllum* sp. *a*; **E-H**. *Pterophyllum* sp. *b*. Escalas: A, C, E = 10 mm; B, D, F-H = 5 mm.
Figure 3. **A-D**. *Pterophyllum* sp. *a*; **E-H**. *Pterophyllum* sp. *b*. Scales: A, C, E = 10 mm; B, D, F-H = 5 mm.

Folio015009

Material estudiado: NF 1: SGO Pb 2593 al 2600; Quebrada del Diablo: SGO Pb 2670, 2671, 2673,2675 al 2680.
Comentarios (para ambas formas): los dos "grupos" de ejemplares no tienen suficientes caracteres diagnósticos que permitan incluirlos con seguridad en alguna especie conocida del ámbito geográfico de Sudamérica. De cualquier manera, no se trataría de la única y muy común especie del género en Chile, *P. azacaratei* Herbst y Troncoso, ya que esta última es bastante más grande, tiene mayor densidad de venación y la forma de sus pinnas es algo diferente. Por el momento, ambas formas quedan con nomenclatura abierta.

Orden Ginkgoales Engler 1897
Género *Sphenobaiera* Florin 1936

Especie tipo: *S. spectabilis* (Nathorst) Florin 1936.

Sphenobaiera cf. *steinmannii* (Solms-Laubach)
J.M. Anderson & H.M. Anderson 1989

Descripción: se han preservado 13 lacinias en una hemilámina, de una hoja que debió haber tenido a lo menos 26. Se observan bifurcaciones de, a lo menos, 4-5 órdenes. Cada lacinia mide 2,0 - 2,5 mm de ancho y exhibe 4 - 5 venas/lacinia. La hoja completa debió medir, por lo menos, 13 cm de ancho y no menos de 10 cm de largo. El fragmento de base preservado es ensanchado.
Comentarios: sólo *Sphenobaiera steinmannii* y *S. africana* (Baldoni) Anderson & Anderson 1989 tienen una tan elevada cantidad de lacinias terminales; esta última, sin embargo, es de menores dimensiones, particularmente respecto del ancho de la hoja, y sus lacinias son más angostas. Hasta ahora no se ha encontrado ejemplares con base preservada (Solms-Laubach, 1899; Troncoso *et al.*, 2002). En diferentes muestras de la misma procedencia se encuentra gran cantidad de lacinias fragmentarias aisladas que, muy probablemente, correspondan a esta especie. *S. steinmannii* ya fue citada para el Triásico de La Ternera (Solms-Laubach, 1899), en la región de Atacama, y para los Estratos El Bordo (Troncoso *et al.*, 2002), en la región de Antofagasta, en Chile.
Material estudiado: NF 3: SGO Pb 2637, 2657, 2642? (¿lacinias aisladas?).

Sphenobaiera cf *schenckii* (Feistmantel) Florin 1936

Comentarios: sólo se han recuperado fragmentos de hasta 7 - 8 cm de largo, bifurcados una o dos veces, a veces incluyendo el semipecíolo; los segmentos miden alrededor de 2 mm de ancho y, con dificultad, se observan escasas venas. La especie es abundante en la Quebrada del Diablo.
Material estudiado: NF 3: SGO PB 2640 y 2641; Quebrada del Diablo: SGO Pb 2681 al 2685.

Pteridophylla *incertae sedis*

Género *Linguifolium* Arber 1913

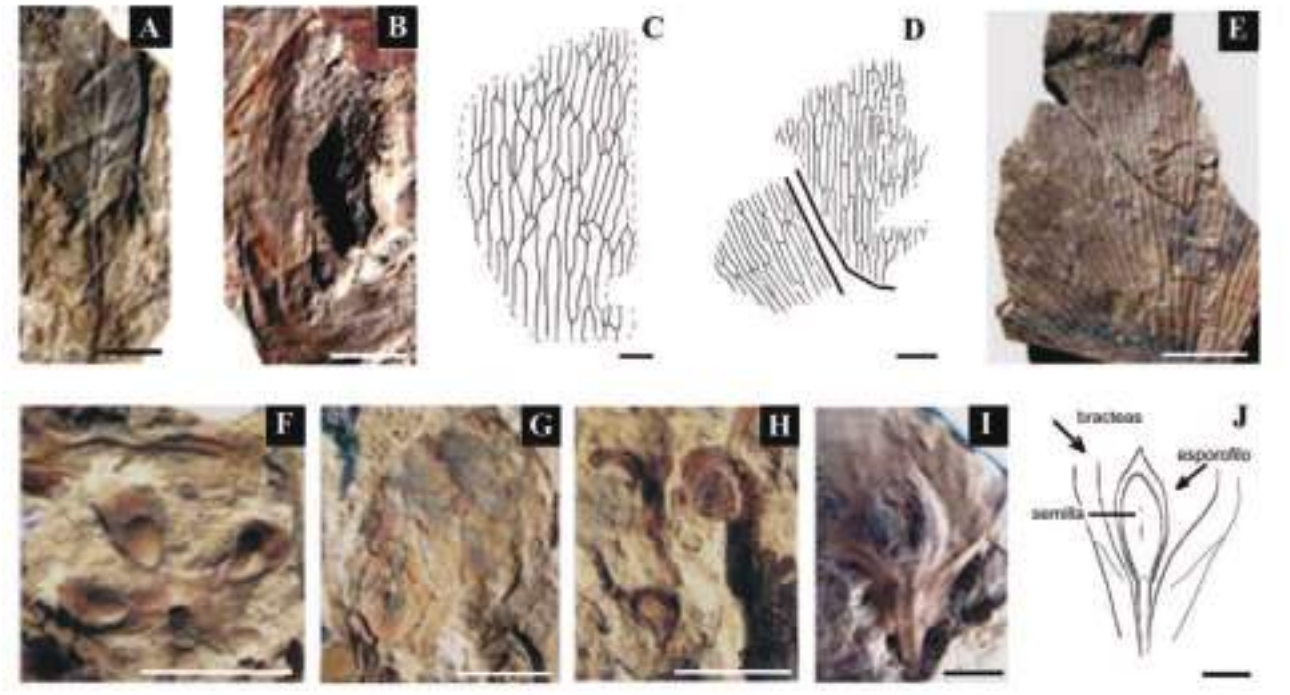


Figura 4. A-B. *Linguifolium gracile*; **C-E**. cf. *Rochipteris* sp.; **F**. *Matatiella suarezii* sp. nov.; **G**. ?*Switzianthus* sp.; **H.** *Umkomasia* sp.; **I-J.** fructificación indeterminada. Escalas: A, B, D = 10 mm; E = 2 cm; F = 1,5 cm; C, G-J = 5 mm.
Figure 4. A-B. *Linguifolium gracile*; **C-E**. cf. *Rochipteris* sp.; **F**. *Matatiella suarezii* sp. nov.; **G**. ?*Switzianthus* sp.; **H.** *Umkomasia* sp.; **I-J.** undetermined fructification. Scales: A, B, D = 10 mm; E = 2 cm; F = 1,5 cm; C, G-J = 5 mm.

Folio015010

Especie tipo: *L. lillieanum* Arber 1913

Linguifolium gracile Anderson & Anderson 1989
(Figura 4A-B)

Comentarios: *L. tenison-woodsii* (Jack *et* Etheridge) Retallack 1980 y *L. gracile* son las únicas dos especies descritas que presentan un ancho máximo menor a 10 mm y venas laterales originadas en ángulos de menos de 20° respecto de la vena media (Retallack, 1980; Anderson y Anderson, 1989). Pero, mientras en *L. tenison-woodsii* (tal como en las restantes especies del género) estas venas son suavemente recurvadas, en *L. gracile* son curvadas en forma suave (los términos curvados y recurvados se utilizan en el sentido de arqueados acroscópicamente y basiscópicamente, respectivamente); del mismo modo, la densidad de venación es mayor en *L. tenison-woodsii* (15 - 16 venas/cm) que en *L. gracile* (12 venas/cm).
Los ejemplares asignados a esta última especie, procedentes de la Quebrada de los Fósiles, miden 3 - 8 mm de ancho. La lámina se adelgaza pronunciadamente en la base, de modo que los lados de ésta resultan, en la región de inicio, cóncavos, para luego continuar con ambos lados prácticamente paralelos. Uno de los ejemplares (Figura 4B) se observa plegado, con la lámina doblada lateralmente, hecho que también es apreciable, aunque en menor grado, en la figura 11 de la lámina 313 de Anderson y Anderson (1989), lo cual sugiere una consistencia membranosa de esta hoja.
Material estudiado: NF 3: SGO Pb 2646 al 2651.

Linguifolium tenison-woodsii (Jack & Etheridge) Retallack 1980

Comentarios: Los comentarios hechos para la especie anterior se aplican igualmente aquí. Estos ejemplares de *L. tenison-wodsii* miden 3 - 6 mm de ancho máximo y su venación responde a lo señalado arriba.
Material estudiado: NF 3: SGO Pb 2642 al 2645.

Género *Rochipteris* Herbst, Troncoso & Gnaedinger 2001

Especie tipo : *R. lacerata* (Arber) Herbst, Troncoso & Gnaedinger 2001
cf. *Rochipteris* sp.
(Figura 4C-E)

Descripción: se dispone de fragmentos de láminas, con venación anastomosada. El ejemplar más grande, en el que no se observa borde alguno (Figura 4A), mide unos 9 cm de largo x 6,5 cm de ancho (la hoja completa debió medir más de 12 cm de largo y más de 10 cm de ancho). La venación consiste en venas algo más gruesas radiantes (?) desde una base, las cuales se dividen y anastomosan varias veces a lo largo de su recorrido y forman aréolas alargadas, de hasta 1,5 cm de largo y 0,2 cm de ancho.
Comentarios: la venación de estos fragmentos de hojas es muy parecida, sino idéntica, a la de *Rochipteris chilensis* Herbst *et al.*, 2001, tal como está ilustrada en las figuras 6 C y G de ese artículo, cuya forma y dimensiones, no obstante, difieren ostensiblemente de las que es dable inferir para las hojas de la Quebrada Doña Inés Chica. Por la precariedad del material disponible, es necesario dejarla con nomenclatura abierta. *R. chilensis* proviene de la Formación La Ternera, que no está alejada de la Quebrada Doña Inés Chica.
Material estudiado: NF 2: SGO Pb 2665 al 2669.

Orden Coniferales Engler 1897
Familia Voltziaceae Arnold 1947
Género *Heidiphyllum* Retallack 1981

Especie tipo: *H. elongatum* (Morris) Retallack 1981
Heidiphyllum cf. *elongatum* (Morris) Retallack 1981

Comentarios: se dispone de numerosos fragmentos de hojas lineares, que por su venación y aspecto general pueden incluirse fácilmente en el bien conocido género *Heidiphyllum*. Es muy probable que se trate de la ampliamente difundida especie *H. elongatum*, pero los ejemplares disponibles, los cuales son muy fragmentarios, no permiten aseverarlo con absoluta certeza. Esta especie es repetidamente citada en numerosos trabajos sobre el Triásico Gondwánico pero las mejores ilustraciones están en Anderson y Anderson (1989).
Material estudiado: NF 1: SGO Pb 2558, 2559; NF 3: SGO Pb 2637 b, 2656.

Coniferales *incertae sedis*

Género *Pagiophyllum* Heer 1881

Especie tipo: *P. circinicum* (Saporta) Heer 1881
Pagiophyllum sp.

Descripción: se trata de un fragmento de rama, de alrededor de 4 cm de largo y 0,5 - 06 cm de ancho, pobremente preservado, recubierto de hojas. Las hojas son escamosas, imbricadas, adpresas y de filotaxia espiralada; de forma elíptica, cóncavo - convexas, fuertemente aquilladas en la parte convexa (abaxial), de 3,5 mm de largo y 2,2 - 2,5 mm de ancho máximo, hacia la base el ancho disminuye hasta hacerse de 1 mm, el ápice es redondeado, obtuso a agudo.
Comentarios: la mala preservación del único ejemplar impide discernir más detalles y una mayor precisión en la clasificación. A pesar de ello, muestra las características esenciales del género reseñadas por Anderson y Anderson (2003, p. 124): el largo de la parte libre de la lámina es claramente mayor que el ancho del cojinete de inserción, en tanto su ancho es sólo levemente superior que el ancho del referido cojinete.
Material estudiado: NF 1: SGO Pb 2557 (a).

Semillas y fructificaciones

División Pinophyta
Género *Matatiella* Anderson & Anderson 2003

Especie tipo: *M. rosetta* Anderson & Anderson 2003
Matatiella suarezii sp. nov.
(Figura 4F)

Folio015011

Diagnosis: Reproductive structure, funnel-shaped, laterally symmetric, 7-8 mm in diameter; apical portion expanded and almost perpendicularly extended to the axis. This apical region forming a half-rosette divided in 4 to 7 flattened lobules, arranged in a semicircle. Lobules are obovate, with truncate apex, up to 2 mm maximum width by 2-3 mm long; sinuses rounded and variably deep. The sinus without lobules is wider than the rest and appears as a laminar flange to the expanded region. Each lobule carries, in a depression, an obtriangular ovule, with rounded angles, 1-1,3 mm long, 1 mm maximum width, located at different sectors (lengths) of the lobule. Ovules covered by a sort of membrane.

Diagnosis: Estructura reproductiva infundibuliforme de simetría bilateral y ± 7 - 8 mm de diámetro, con la parte apical expandida y extendida casi perpendicularmente al eje. Esta región apical forma una hemiroseta dividida en 4 - 7 lóbulos aplanados, dispuestos en semicírculo. Los lóbulos son obovados, de ápice truncado, de hasta 2 mm de ancho máximo y 2 - 3 mm de largo; los senos redondeados y de profundidad variable. El seno de aquella mitad que no presenta lóbulos es más amplio que los restantes y aparece como un reborde laminar que continúa, en ese sector, la región extendida. Cada lóbulo lleva, en una depresión, un óvulo obtriangular, con los ángulos redondeados, de 1 - 1,3 mm de largo y ± 1 mm de ancho máximo, ubicado en sectores variables a lo largo del lóbulo; por encima, los óvulos están recubiertos por una especie de membrana.

Holotipo: SGO-Pb 2620 (a)

Localidad : Quebrada Doña Inés Chica, Región de Atacama, Chile.

Horizonte: Formación Quebrada del Salitre.

Nivel: NF 3.

Edad: Triásico Tardío.

Derivatio nominis: La especie está dedicada al Geólogo chileno Manuel Suárez D.

Material adicional: NF 3: SGO Pb 2619 (a), 2624 (a y b), 2628 , 2629.

Comparaciones: la especie más parecida al material de Quebrada Doña Inés Chica es *M. hemirosetta* J.M. Anderson & H.M. Anderson 2003, del Triásico Tardío de la Formación Molteno, Sudáfrica. El material chileno difiere de dicha especie por presentar un pequeño reborde laminar hacia la mitad carente de lóbulos, la cual permite la continuidad circular de la parte aplanada apical, estructura que no se observa en *M. hemirosetta,* en la que esta parte es discontinua. Además, *M. suarezii* presenta un número variable de lóbulos y es de menor tamaño que *M. hemirosetta.* En el ejemplar en que la parte apical está dividida en 7 lóbulos, el séptimo lóbulo surge por dicotomía de uno de ellos; la división de los lóbulos alcanza profundidades diferentes, de modo que algunos lóbulos parecen bifurcados en tanto en otros la división llega cerca del centro.

Comentarios: Anderson & Anderson (2003) incluyen este género en la División Pinophyta, clase Ginkgoopsida Meyen 1984, Orden Matatiellales J.M. Anderson & H.M Anderson 2003, Familia Matatiellaceae J.M. Anderson *et* H.M. Anderson 2003 y con posible afiliación al género de hojas *Kurtziana* Frenguelli 1942. La sistemática supragenérica propuesta por estos autores es, cuando menos, discutible, ya que crean un orden y una familia que no tienen verdaderas diagnosis o bien una adecuada caracterización. El género en cambio, aún con una escueta diagnosis, está correctamente descrito y como tal es, al parecer, bien fundado. Puede discutirse, en cambio, la creación de las varias especies que aparecen en su trabajo, basadas algunas de ellas en un solo ejemplar. Aunque probablemente se trate de una Ginkgoopsida, no existen aún suficientes antecedentes que permitan la afiliación de *Matatiella* tanto a esta clase como a *Kurtziana* como lo proponen Anderson & Anderson (2003). Aunque el criterio de ausencia no es determinante, no podemos dejar de señalar que, hasta ahora, no hemos encontrado hojas asignables a este último género en la quebrada Doña Inés Chica.

Este es el segundo registro del género en el Triásico de Sudamérica y el primero en Chile (Gnaedinger y Herbst, 2008).

Género *Switzianthus* Anderson & Anderson 2003

Especie tipo: *S. moriformis* Anderson & Anderson 2003

? Switzianthus sp.
(Figura 4G)

Descripción: estructura estrobiliforme mal preservada y, por sectores, poco nítida, pues se halla comprimida por la fosilización, aparentemente herbácea, correspondiente a un cuerpo de forma elíptica, de 10 mm de largo y 6,5 mm de ancho, constituido por escamas dispuestas helicoidalmente. Las escamas se hallan muy aplicadas, imbricadas, entre si -lo que hace presumir una estructura inmadura- por lo que no es dable determinar su forma; el ápice es ampliamente redondeado y acuminado en su parte media.

Material estudiado: NF 3: SGO Pb 2620 (b).

Comentarios: no se observan microsporangios, lo cual, unido a lo poco nítido del material, impide una asignación más segura o precisa. Aunque el ejemplar es poco claro, esta sería la segunda cita para este género en Sudamérica (Gnaedinger y Herbst, 2007, 2008).

Género *Umkomasia* H. H. Thomas 1933

Especie tipo: *U. macleanii* H. H. Thomas 1933

Umkomasia sp.
(Figura 4H)

Descripción: se ha preservado un fragmento de megasporofilo, de 11 mm de largo, el cual porta 3 cúpulas (una de ellas correspondiente a un trozo solamente). Las cúpulas dispuestas de a pares, cortamente pediceladas, pedicelo de 2 mm de largo y 1 mm de ancho; bracteola en la base abaxial del pedicelo. Cúpula invertida, ovada, bilobada, de 3 mm de largo y 2 - 3 mm de ancho, aparentemente uniseminada.

Material estudiado: NF 3: SGO Pb 2622.

Comentarios: dos semillas dispersas (SGO Pb 2623 y 2627, ambas del NF 3),

Folio015012

envueltas en una mitad de lo que parecen restos de cúpulas, pero de mayores dimensiones (8 mm x 7 mm), podrían corresponder también a este género.

Estructura reproductiva indeterminada
(Figura 4I-J)

Descripción: esporofilo plano, folioso, de más de 4 cm de largo y 1,5 cm de ancho máximo, lanceolado, venas tenues y paralelas, ápice no preservado, borde entero, base decurrente de lados cóncavos, los márgenes se hacen involutos en el sector basal, formando una especie de semiembudo. Del interior de este semiembudo surge una estructura elíptica, que podría corresponder a una semilla, de 7 mm de largo y 5 mm de ancho, brevemente pedunculada, la cual se halla envuelta, por debajo, en una suerte de bráctea de ápice acuminado.
Material estudiado: NF 1: SGO Pb 2606
Comentarios: no hemos encontrado, en la literatura consultada, fósiles comparables a este. El pequeño fragmento de lámina en que se halla esta fructificación no aporta indicios sobre su pertenencia sistemática.
Se han colectado, además, diversas estructuras y semillas dispersas, particularmente en el NF 3, que no han sido identificadas y, por tanto, no incorporadas en este trabajo (SGO Pb 2620, 2621, 2630 al 2635).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El elenco fosilífero y su presencia en los diferentes niveles muestreados se halla indicado en la Tabla 1.

Taxonomia. De los taxones clasificados a nivel específico (o indicadas como *confer)* habría que distinguir dos grupos: aquellos que son de muy amplia distribución geográfica y estratigráfica en el Triásico Tardío, tanto de Chile como de las cercanas cuencas de Argentina, tales como *Neocalamites* cf. *carrerei*, *Cladophlebis* cf. *mesozoica, Dictyophyllum (D.) tenuifolium, Dicroidium odontopteroides*, *D. lancifolium* y *Heidiphyllum* cf. *elongatum,* y aquellas formas que tienen una distribución más restringida en esta región de Sudamérica, tales como *Gleichenites cachivaritensis, Sphenobaiera* cf. *steinmanni, S*. cf. *schenckii, Linguifolium gracile* y *L. tenison-woodsi.* Todas ellas indican sin lugar a dudas una edad triásica tardía. Algunas de estas especies también están difundidas en el resto de Gondwana, en Sud África, India y Australia.

Contexto geológico y paleoambiente. En el perfil de Quebrada de los Fósiles se han detectado 3 niveles fosilíferos (NF), separados unos de otros por una distancia del orden de 60-70 m, cuyas relaciones estratigráficas no ofrecen dudas, por lo que es posible seguir la evolución florística de un punto en el lapso implicado por tales estratos, lapso que, por lo señalado en el párrafo anterior, se halla ubicado en el Triásico Tardío.

En La Tabla 2 se ha indicado, mediante una escala arbitraria, la representación cuantitativa de las diferentes morfologías en cada uno de los niveles, a fin de graficar en la forma más realista posible la situación fosilífera de cada uno de ellos y, a partir de eso y de sus estados de preservación, inferir las condiciones ambientales en que tales floras se desarrollaron. Se han usado tipos morfológicos en la idea que las morfologías responden más estrechamente a las condiciones ambientales que la sistemática. Otros hechos interesantes de señalar son: (a) todos los ejemplares colectados son fragmentarios, y (b) en los NF 1 y 3 junto a las hojas fueron exhumados restos de estructuras reproductivas.

En los tres niveles estudiados sólo se han encontrado hojas y estructuras reproductivas de plantas vasculares, por lo que resulta claro que el ambiente de depositación fue continental. Bell y Suárez (1991), sobre la base de los datos sedimentológicos, señalan que se habría tratado de un sistema fluvial meandroso, con pendiente suave, que atravesaba una llanura de inundación, en un área cercana a un delta costero que posteriormente (en el Liásico) fue inundada por una transgresión marina.

Tafonomía y las comunidades fuente. Toda vez que los fósiles de *Dicroidium odontopteroides* son muy fragmentarios, es posible admitir que se trata de material alóctono y que la comunidad fuente (bosque o matorral de *Dicroidium odontopteroides*) se hallaba a alguna distancia de la cuenca. Dado que los restos de hojas de *D. odontopteroides* son dominantes a pesar que

Tabla 1. Distribución de los taxones por localidades y niveles.
Table 1. Taxa distribution by localities and levels.

Taxones	Quebrada de los Fosiles			Quebrada del Diablo
	NF 1	NF 2	NF 3	
Neocalamites cf. *carrerei*	x	x	x	
Cladophlebis cf. *mesozoica*	x			
Dictyophyllum (D.) *tenuifolium*			x	
Gleichenites cachivaritensis			x	
Dicroidium odontopteroides	x		x	
Dicroidium lancifolium			x	
Pterophyllum sp. *a*	x	x		x
Pterophyllum sp. *b*	x			x
Sphenobaiera cf. *steinmannii*			x	x
Sphenobaiera cf. *schenkii*				x
Linguifolium gracile			x	
Linguifolium tenison-woodsi			x	
Heidiphyllum cf. *elongatum*	x		x	
cf. *Rochipteris* sp.		x		
Pagiophyllum sp.	x			
? Switzianthus sp.			x	
Umkomasia sp.			x	
Matatiella suarezii nov. sp.			x	
Fructificación indeterminada	x			

Folio015013

Tabla 2. Contenido fosilífero, referido a morfologías foliares, de los niveles en Quebrada de los Fósiles. Valores: **5**, >50%; **4**, >35% - 50%; **3**, >25% - 35%; **2**, >10% - 25%; **1**, 2% - 10%; **+**, <2%.
Table 2. Fossil content, based on foliar morphology, in the levels of Quebrada de los Fósiles. Values: **5**, >50%; **4**, >35% - 50%; **3**, >25% - 35%; **2**, >10% - 25%; **1**, 2% - 10%; **+**, <2%.

Niveles/ fossiles (morfologias)	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Neocalamites	2	5	2
Helechos/*Ferns* (*without* Dipteridaceae)	+		+
Dicroidium	3		3
Heidiphyllum	1		1
Pterophyllum	3	+	
Sphenobaiera			2
Linguifolium			2
Dictyophyllum			1
Pagiophyllum	+		
cf. *Rochipteris*		1	

sus comunidades se habrían hallado algo distantes a la cuenca, resulta altamente probable que esta especie formara parte importante de la vegetación zonal.

Por otro lado, la abundancia relativa, el estado de preservación de los especímenes de *Dicroidium odontopteroides*, así como el tamaño de los fragmentos exhumados es comparable en NF 1 y NF 3, lo cual indicaría que su importancia y rol en la vegetación del área, así como el tramo por el cual fueron transportados antes de su depósito, es básicamente el mismo, en uno y otro caso. Dicho de otro modo, el tipo de comunidad, en lo esencial, y la distancia entre el área en que los individuos de esta especie se desarrollaban y el lugar en que sedimentaron se mantuvo poco modificada entre NF 1 y NF 3. Consecuente con lo anterior, es posible concluir que la vegetación alóctona dominante, y la que podría corresponder a la vegetación zonal, no varió su naturaleza esencial ni su ubicación relativa durante el lapso implicado por los tres yacimientos.

Por otra parte, el material recuperado de *Heidiphyllum elongatum*, especie presente tanto en NF 1 como en NF 3, corresponde a fragmentos particularmente pequeños y relativamente escasos. Esto es llamativo y significativo si se considera que se trataría de una especie caducifolia, de hoja no dividida, muy frecuente y abundante en los yacimientos triásicos chilenos y del resto de Gondwana, de la cual es usual encontrar fragmentos más enteros. La explicación más plausible para ello es suponer una gran distancia entre la comunidad fuente de esta órgano-especie y el lugar de depósito, mayor que aquella a la que se encontraba la comunidad de *Dicroidium odontopteroides*. Lo anterior lleva a que ambas especies formaban parte de diferentes comunidades. Así, probablemente existía una zonación de las especies y, consecuentemente, de comunidades, que podría estar relacionada a la variable agua edáfica; situación común en ambientes xero o mesomórficos actuales. Todas estas condiciones se mantuvieron inalterables durante el lapso representado por NF 1 y NF 3.

Tanto en NF 1 como en NF 3 se hallan presentes diversas estructuras reproductivas, las cuales, en general, no resisten un transporte muy prolongado, lo que acotaría las distancias máximas a las que se habrían encontrado las comunidades fuente de éstas al lugar de depositación.

NF 1 y NF 3 difieren entre si respecto de los co-dominantes: en NF 1, este rol lo cumple *Pterophyllum*, en NF 3 *Linguifolium* y *Sphenobaiera* (Tabla 1). Tal diferencia, ciertamente, implica la modificación de alguna(s) variable(s) entre una y otra situación.

Existen discrepancias en cuanto al hábito de las especies de *Linguifolium*: para algunos autores (Artabe *et al.*, 2001), éstas eran árboles caducifolios; para otros (Anderson *et al.*, 1998, p. 393; Anderson y Anderson, 2003, p. 334), se trataba, al menos en la Formación Molteno, de una planta herbácea pionera en los bosques riparios de *Dicroidium*. Si *Linguifolium* tenía un hábito leñoso, resulta interesante constatar, respecto de aquellas formas presentes en el NF 3, que son las dos especies de hojas más angostas del género, con un valor alto de la relación largo/ancho, o sea, hojas estenófilas. Se ha señalado (Gregory-Wodzicki, 2000; Wolfe, 1993) que, en la vegetación actual, las hojas estenófilas son más comunes en la vegetación riparia que en otros ambientes. Es posible, entonces, que estos elementos representen los restos de un tipo de vegetación ribereña. Y siempre con la idea que los *Linguifolium* correspondían a formas leñosas, que éstas se hallaban en comunidades diferentes a las de *Dicroidium odontopteroides*. Ello es avalado, también, por las discrepantes características cuticulares entre *D. odontopteroides* y *Linguifolium gracile* (según datos de Anderson & Anderson, 1989): mientras las frondes del primero son hipostomáticas, las de *L. gracile* son anfistomáticas, la densidad de estomas es de 10 o menos estomas por mm^2 en *D. odontopteroides* y de 34 estomas por mm^2 en *L. gracile*. Hojas anfistomáticas, en la actualidad, son más comunes en hierbas que en plantas leñosas; en estas últimas prevalecen las hojas hipostomáticas. Si las especies de *Linguifolium* eran herbáceas, podrían haber formado parte de la vegetación del piso de bosques o matorrales o constituir praderas; en este último caso, que parece ser el más probable, dado su buen estado de preservación y su abundancia relativa, es lógico suponer que se trataba de praderas ribereñas a la cuenca.

En cuanto a *Sphenobaiera*, lo fragmentario de la mayor parte de las lacinias exhumadas indicaría cierta distancia de las plantas fuente a la paleocuenca. En el caso de *Sphenobaiera steinmannii*, seguramente una planta leñosa, se trata de una de las especies con las hojas más divididas (en lacinias estenófilas) del género. Las hojas fuertemente divididas, en plantas actuales, a menudo corresponden a morfologías de lugares en los que el viento es una variable importante, lo cual ocurre en hábitats relativamente abiertos.

Folio015014

Si tal es el caso, esta especie representaría otra comunidad, lo que es coincidente con la idea de segregación espacial de comunidades planteada en párrafos anteriores, pero que agrega una nueva variable inductora de segregación espacial, el viento. Esta comunidad, en ausencia de evidencias que indiquen la presencia de elevaciones topográficas, podría haberse ubicado a orillas de cuerpos de agua tipo lago o amplios valles fluviales.

Si pensamos que la selección natural actúa sobre los fenotipos, lícito es suponer que arquitecturas similares corresponden, con gran probabilidad, a morfologías seleccionadas favorablemente por ambientes similares y si, además, consideramos que *Pterophyllum*, co-dominante en NF 1, exhibe una arquitectura foliar (frondes pinnadas, pinnas coriáceas, de borde entero no revoluto, venación paralela sin vena media, de no más de 2,5 cm de largo y no más de 0,5 cm de ancho) comparable sólo con la de algunas Cycadophyta actuales, es en este grupo donde habría que buscar un análogo moderno para éste. El tipo general (no considerando las dimensiones) se da en representantes actuales de los géneros *Zamia, Lepidozamia, Macrozamia, Ceratozamia, Microcycas, Encephalartos* y *Dioon*; sin embargo, a través de las descripciones bibliográficas, no hemos encontrado ninguna especie actual con hojas de menos de 60 pinnas ni con pinnas de menos de 6 cm de largo (lo cual repercute en forma importante en el área de cada hoja), dimensiones que exhiben los *Pterophyllum* de Quebrada de Doña Inés Chica. Las especies que responden al referido tipo general crecen en bosques o matorrales esclerófilos, muchas veces costeros, en bosques abiertos o sabanas, en laderas escarpadas rocosas, menos frecuentemente en praderas o bosques montanos, e incluso en bosques húmedos o de neblinas; la mayoría de ellas en suelos muy delgados y arenosos. De modo tal que no es fácil decir qué tipo de comunidad constituían estos *Pterophyllum*, toda vez que pudieron formar parte del sotobosque de la comunidad de *Dicroidium odontopteroides* o formar una comunidad aparte, ubicándose, en este último caso, sobre laderas, arenas vecinas al cauce o en praderas. Por cierto, la menor área foliar de cada pinna, respecto de Cycadophyta actuales, sugiere una mayor probabilidad de un ambiente más seco que húmedo.

El nivel fosilífero 2 (NF 2) es casi monoespecífico por la dominancia absoluta de *Neocalamites* sp. Este hecho, sumado a la circunstancia que estas plantas caracterizan ambientes desde palustres a suelos muy higromórficos, sugiere que los restos de tales plantas crecían muy cerca del lugar del depósito, si no allí mismo. Dado que el material es, esencialmente, fragmentario y que no se han encontrado tallos en posición de crecimiento (cortes perpendiculares al plano de estratificación), es altamente probable que se trate de elementos paraautóctonos. Además de ello, los sedimentos exhiben un carácter marcadamente carbonoso, lo cual, sumado a lo antes referido, indica que las aguas en que éstos se depositaron eran de muy baja energía. Si se sigue la línea de pensamiento de Bell y Suárez (1991), el ambiente de depositación correspondería a meandros pantanosos, en cuyos bordes se desarrollaba una importante y extensa comunidad de *Neocalamites* sp. La mínima presencia de *Pterophyllum* en este nivel, que sería un elemento proveniente de lugares más distantes al punto de fosilización, es también congruente con la situación planteada.

Ambiente y clima

Tanto en NF 1 como en NF 3 el elemento dominante es *Dicroidium odontopteroides*; también es relevante que *Heidiphyllum elongatum*, a pesar de ser poco abundante, es también común a ambos niveles. El primero de estos hechos nos está indicando que las condiciones de clima no pueden haber sido muy diferentes entre ambos, de modo de mantener constante la especie dominante.

Dicroidium odontopteroides resulta ser de las pocas especies en su género, como visto, que presenta hojas hipostomáticas, son más comunes en ambientes mesófitos en la vegetación actual. Si bien, según Retallack y Dilcher (1988), citado por Anderson y Anderson (1989), especies del género *Dicroidium* habrían poblado muy variados hábitats, desde áridos a húmedos y desde litorales a montanos, estos mismos autores señalan que *D. odontopteroides* era el árbol dominante en bosques templado - fríos, altamente estacionales, de altas latitudes y que éstos ocupaban llanuras de inundación estacionales de extensas tierras bajas en Sudáfrica y otras regiones húmedas de Gondwana. Petriella (1985) y Artabe *et al.* (2001), por su parte, proponen que "las Corystospermaceae poseen caracteres adaptativos propios de plantas mesoxeromórficas y de climas estacionales". *Heidiphyllum elongatum*, por su parte, es considerado un árbol caducifolio, lo cual puede ser indicio de déficit hídrico, a lo menos estacional. *Pterophyllum*, el codominante del NF 1, por su parte, presenta hojas pinnadamente divididas, de gran tamaño, coriáceas y se le supone perennifolio. Las morfologías foliares tipo *Cycas*, como *Pterophyllum*, según Artabe *et al.* (2001), estarían preadaptadas a climas cálidos a subtropicales. Banerji (2004), por su parte, considera a *Pterophyllum* una planta de vegetación exuberante húmeda, tanto como de vegetación xerofítica de bosques de áreas más secas en tierras altas del interior.

Las Cycadophytas actuales viven todas en climas cálidos. Como señaláramos, en párrafos anteriores, los *Pterophyllum* de Quebrada Doña Inés Chica presentan hojas con menos pinnas, notoriamente más cortas, que las formas modernas comparables de Cycadophyta, o sea, con una menor área foliar y, por consecuencia, mayor borde relativo. Estas dos últimas variables, particularmente la última, atenúan la tasa de evapotranspiración, favoreciendo una mayor pérdida de calor por convección (Givnish, 1979); se trata, sin duda, de una adaptación a ambientes en que el agua es un importante factor limitante. De ello puede postularse, entonces, que las condiciones en que habitaban las especies triásicas eran más secas que aquellas en que lo hacen las especies actuales con arquitectura foliar comparable. Estas últimas, a pesar de vivir en sectores tropicales, lo hacen pre-

Folio015015

ferentemente (en número de especies) en sectores secos. La baja diversidad y escasez de individuos del tipo helechos detectada en el conjunto fósil de Doña Inés Chica también es más congruente con condiciones de meso-xeromorfía que húmedas. Como se ve, los antecedentes reseñados son coincidentes en señalar que se trataba de un clima con al menos una estación de sequía y un ambiente meso o xeromórfico.

La presencia de cf. *Rochipteris* sp. en NF 2 es explicable si se trata de una planta acuática o palustre, el que podría perfectamente ser el caso, atendida la gran área foliar de las hojas recuperadas (mayor a 80 cm^2) y su forma, aparentemente orbicular o cercana a eso. Habida cuenta que es la única especie registrada cuyas hojas (o pínulas individuales) exhiben un área tan grande, su presencia es de cierto modo incompatible con las condiciones ambientales señaladas, a menos que su economía del agua se base en el aporte edáfico.

Las temperaturas pudieron haber sido desde templadas a francamente cálidas, lo que no estamos en condiciones de dirimir, aunque temperaturas de climas subtropicales podrían dar cuenta de todas las consideraciones ya señaladas. Particularmente la presencia de morfologías foliares del tipo *Cycas* (*Pterophyllum*) inclina a pensar en condiciones más bien cálidas.

Contrastadas estas hipótesis con la información que provee la sedimentología, resultan altamente consistentes: Suárez y Bell (1987), quienes han realizado estudios en las distintas formaciones triásicas a cretácicas de esta región, señalan que "la presencia de evaporitas continentales y costeras, junto con una serie distintiva de facies sedimentarias, indica que condiciones semiáridas a áridas prevalecieron en esta área (región de Atacama) durante el lapso Triásico Superior a Cretácico Inferior".

Evolución del medio. Si todo ello es así, la explicación más parsimoniosa acerca de la evolución de la vegetación en el punto geográfico estudiado, en el lapso implicado por los tres niveles, es que, más que a cambios de tipo climático o a grandes cambios de tipo geográficos, las diferencias entre los tres niveles fosilíferos se deben al microrelieve y asociado, posiblemente, a las variaciones del curso del sistema fluvial. De este modo, el medio geográfico fue, durante todo el lapso implicado, siempre el mismo, un sistema fluvial meandroso, tal cual aquel postulado por Bell y Suárez (1991). El NF 1 correspondería a un río de alguna energía en el cual se habrían depositado restos de vegetación procedentes de tierra firme, excepto por los fragmentos de *Neocalamites* sp.; si había vegetación ribereña, ésta correspondía a comunidades de *Pterophyllum* spp. El NF 2 correspondería a un evento en que, por los cambios experimentados por el sistema fluvial, se desarrolló allí quizás un meandro con aguas de poca energía y, consecuentemente, de baja oxigenación. NF 3 representaría una vuelta a la situación primigenia (NF 1) de un curso de cierta energía, pero en el cual se desarrolló una vegetación ribereña (¿bosque en galería o pradera?) representada en el conjunto fósil por las especies de *Linguifolium*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Manuel Suarez D., Geólogo del Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (Sernageomin, Chile), por numerosos datos, ideas y bibliografía brindadas.

REFERENCIAS

ANDERSON, J.M.; ANDERSON, H.M. 1989. Paleoflora of Southern Africa. *Molteno Formation (Triassic). Gimnosperms (excluding Dicroidium)*, **2**:566.

ANDERSON, J.M.; ANDERSON, H.M. 2003. Heyday of the Gimnosperms: systematics and biodiversity of the Late Triassic Molteno fructifications. *Strelitzia*, **15**:1-398.

ANDERSON, J.M.; ANDERSON, H.M.; CRUIKSHANK, A.R.I. 1998. Late Triassic ecosystems of the Molteno/Lower Elliot biome of southern Africa. *Palaeontology*, **41**(Part 3):387-421.

ARTABE, A.E.; MOREL, E.M.; SPALLETTI, L.A. 2001. Paleoecología de las floras triásicas argentinas. *In*: A.E. ARTABE; E.M. MOREL; A.B. ZAMUNER (eds.), *El sistema Triásico en la Argentina*. La Plata, Fundación Museo de La Plata Francisco Pascasio Moreno, p. 199-225.

BANERJI, J. 2004. Mesozoic megaflora of Kachchh Basin and its palaeoecological interpretation. *In*: P.C. SRIVASTAVA (ed.), *Vistas in Palaeobotany and Plant orphology: Evolutionary and Environmental Perspectives*. Lucknow, U.P. Offset, p. 99-206.

BELL, C.M.; SUÁREZ, M. 1991. Late Triassic fluvial and marine shelf succession, Quebrada Doña Inés Chica, Atacama region, northern Chile. *Journal of South American Earth Sciences*, **4**(4):287-293.
http://dx.doi.org/10.1016/0895-9811(91)90002-3

BONETTI, M.I.R.; HERBST, R. 1964. Dos species de Dictyophyllum del Triásico de Paso Flores, provincia de Neuquén, Argentina. *Ameghiniana*, **3**(9):273-279.

CHONG, G.; VON HILLEBRANDT, A. 1985. El Triásico pre-Andino de Chile entre los 23° 30' y 26°00 de latitud sur. *In:* Congreso Geológico Chileno, 4, Antofagasta, 1958. *Actas*… **1**:162-210.

GIVNISH, T. 1979. On the adaptative significance of leaf form. *In:* O.T. SOLBRIG; S. JAIN; G.B. JOHNSON; P.H. RAVEN (eds.), *Topics in plant population biology*. New York, Columbia University Press, p. 375-407.

GNAEDINGER, S.; HERBST, R. 1998. La flora triásica del Grupo El Tranquilo, Provincia de Santa Cruz (Patagonia). Parte IV. Pteridospermae. *Ameghiniana*, **35**(1):33-52.

GNAEDINGER, S.; HERBST, R. 2001. Pteridospermas triásicas del Norte Chico de Chile. *Ameghiniana*, **38**(3):281-298.

GNAEDINGER, S.; HERBST, R. 2007. Conos de *Switzianthus* Anderson y Anderson en el Triásico Superior de Argentina y Chile. *In:* Reunión Anual Comunicaciones Asociación Paleontológica Argentina, Corrientes. *Ameghiniana (Suplemento)*, 2007. *Anais*… **44**(4):95.

GNAEDINGER, S.; HERBST, R. 2008. Listado preliminar de estructuras reproductivas del Grupo El Tranquilo, Triásico Superior, Santa Cruz, Argentina. *In*: Reunión Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina, 2008. *Resumenes*… Corrientes, p. B28.

GREGORY-WODZICKI, K.M. 2000. Relationships between leaf morphology and climate, Bolivia: implications for estimating paleoclimate from fossil floras. *Paleobiology*, **26**:668-688.
http://dx.doi.org/10.1666/0094-8373(2000)026<0668:RBLMAC>2.0.CO;2

HERBST, R. 1988. La flora triásica del grupo El Tranquilo, Provincia de Santa Cruz (Patagonia). Parte II. Filicopsida. *Ameghiniana,* **25**(4):365-379.

HERBST, R. 1992. Propuesta de clasificación de las Dipteridaceae (Filicales). *D'Orbignyana*, **6**:1-71.

HERBST, R. 1996. New species of Gleichenites (Gleicheniaceae, Filicales) from the Upper Triassic of Argentina and Chile. *The Paleobotanist*, **43**(3):67-72.

HERBST, R.; TRONCOSO, A. 2000. La flora triásica de la Quebrada Doña Inés Chica (provincia de Chañaral, 3º Región) del norte de Chile. Resumen. *Ameghiniana (Suplemento)*, **37**(4):40.

Folio015016

HERBST, R.; TRONCOSO, A.; GNAEDINGER, S. 2001. *Rochipteris* nov. gen., hojas incertae sedis (= *Chiropteris pro parte*) del Triásico Superior de Argentina y Chile. *Ameghiniana*, **38**:257-269.

HERBST, R.; MELCHOR, R.; TRONCOSO, A. 1998. Las Pteridophyta y el paleoambiente de la parte media de la Formación La Ternera (Triásico Superior), en Quebrada La Cachivarita, III Región, Chile. *Revista Geológica de Chile*, **25**:85-107.
http://dx.doi.org/10.4067/S0716-02081998000100007

HERBST, R.; TRONCOSO, A.; MUÑOZ, J. 2005. Las tafofloras triásicas de la región de los Lagos, X^ma Región, Chile. *Ameghiniana*, **42**:377-394.

LEPPE, M.; MOISAN, P.; ABAD, E.; PALMA-HELDT, S. 2006. Paleobotánica del Triásico Superior del valle del Biobío, Chile: Clase Filicopsida. *Revista Geológica de Chile*, **33**(1):81-107.
http://dx.doi.org/10.4067/S0716-02082006000100004

NARANJO, J.A.; PUIG, A. 1984. *Carta Geológica de Chile. Hojas Taltal y Chañaral.* Santiago, Servicio Nacional de Geología y Minería, 140 p.

PETRIELLA, B. 1985. Caracteres adaptativos y autoecología de las Corystospermaceae. *In*: Congreso Latinoamericano de Paleontología, 3, México, 1984. *Anales*... México, p. 53-57.

RETALLACK, G.J. 1980. Middle Triassic megafossil plants and trace fosssils from Tank Gully, Canterbury, New Zealand. *Journal Royal Society New Zealand*, **10**(1):31-63.
http://dx.doi.org/10.1080/03036758.1980.10426550

RETALLACK, G.J.; DILCHER, D. 1988. Reconstruction of selected seed ferns. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **75**:1010-1057.
http://dx.doi.org/10.2307/2399379

SOLMS-LAUBACH, H. 1899. Beschreibung der Pflanzenreste von La Ternera. *In:* Das Auftreten und die Flora der rhätischen Kohlenschichten von La Ternera (Chile). Hrsg. von H. Solms-Laubach und G. Steinmann. *Neues Jahrbuch für Mineralogie,Geologie und Paleontologie*, **12**:581-592.

SUÁREZ, M.; BELL, C. M. 1987. Upper Triassic to Lower Cretaceous continental and coastal saline lake evaporites in the Atacama region of northern Chile. *Geological Magazine*, **124**(5):467-475.
http://dx.doi.org/10.1017/S0016756800017040

SUÁREZ, M.; BELL, C.M. 1992a. Triassic rift-related sedimentary basins in northern Chile (24º-29º S). *Journal South American Earth Sciences*, **6**(3):109-121.
http://dx.doi.org/10.1016/0895-9811(92)90001-F

SUÁREZ, M.; BELL, C.M. 1992b. The oldest South American ichthyosaur from the Late Triassic of northern Chile. *Geological Magazine*, **129**:247-249.
http://dx.doi.org/10.1017/S0016756800008323

TOMLINSON, A.J.; CORNEJO, P.; MPODOZIS, C. 1999. *Mapas Geológicos n° 14: Hoja Potrerillos, Región de Atacama*. Santiago, Servicio Nacional de Geología y Minería, 120 p.

TRONCOSO, A.; HERBST, R. 2000. La tafoflora triásica del Cajón Troncoso, Alta Cordillera del Maule. *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales*, **2**(2):137-144.

TRONCOSO, A.; BASSO, M.; HERBST, R. 2002. Redescubrimiento de *Sphenobaiera steinmanni* (Solms-Laubach) Anderson y Anderson (Pinophyta, Ginkgoales). *In:* Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 8, Corrientes, 2002. *Anales*… p. 42.

WOLFE, J. 1993. A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages. *United States Geological Survey Bulletin*, **28**:1-71.

Submitted on May 05, 2013
Accepted on December 10, 2013

Gobierno Regional de Atacama

Universidad de Atacama

Informe Final
Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC-FNDR 2014)

Universidad de Atacama

"INVENTARIO DE GLACIARES, AMBIENTE PERIGLACIAL Y OTRAS RESERVAS HÍDRICAS CRIOSFÉRICAS DE LA III REGIÓN DE ATACAMA Y ÁREAS BINACIONALES, PARA DETERMINAR NUEVAS FUENTES DE AGUA."

FIC-1401

Período de Evaluación: (18/11/2014 al 30/06/2016)

Fecha de Presentación del Informe: 10/08/2016

ÍNDICE **PÁG**

1 Resumen ejecutivo del proyecto..... 3
2 Contexto y justificación del proyecto..... 5
3 Estado de Avance del proyecto..... 7
3.1 Logro por objetivos del proyecto..... 7
3.2 Logro de los indicadores (indicadores de cumplimiento)..... 58
3.3 Análisis cualitativo del avance de los indicadores..... 59
3.4 Resumen Ejecución financiera del Proyecto ($ Nominales)..... 60
3.5 Análisis de la Ejecución Financiera..... 63
3.6 Dificultades durante su ejecución (externas e internas)..... 63

4 Hitos de difusión..... 63
4.1 Charlas y seminarios para el público interesado 63
4.2 Charlas científicas 63
4.3 Comunicaciones en la prensa 64

5 Desafíos futuros..... 69
6 Conclusiones..... 70
7 Anexos..... 71
7.1 Anexo 1: Tesis de Titulación (6) 71
7.2 Anexo 2: Publicaciones científicas 71
7.3 Anexo 3 Charlas 71
7.4 Anexo 4: Notas de Prensa 71
7.5 Anexo 5: Cortes de Prensa..... 71

1 Resumen Ejecutivo del Proyecto

En el presente proyecto, se pretendió definir de manera aproximada, las reservas hídricas en forma de cuerpos de hielo (criosféricas) en la Región de Atacama. Se entiende por "reserva" a los depósitos de hielo que se encuentran estables en el lugar de yacencia (que tienen más de 3 años de permanencia en donde se hallan). El presente proyecto comprende la evaluación de tres clases principales de cuerpos de hielos: A) los que se enmarcan en cuerpos glaciarios (glaciares descubiertos, cubiertos y de rocas), B) los cuerpos de hielo que no son glaciares pero que presentan alguna expresión morfológica (crioformas: protalus, lobes, permafrost reptante, suelos poligonales, etc), y C) los cuerpos de hielo que no son morfológicamente visible (permafrost continuo y discontinuo).

Los reconocimientos se realizaron principalmente mediante una interpretación avanzada de imágenes satelitales de alta resolución. Para revelar los depósitos de hielo en áreas donde el mismo no sea morfológicamente visible, se utilizó y desarrolló modelos teóricos de la distribución de hielo en el suelo, y mediante los mapas generados se determinaron puntos de reconocimiento en el campo (con metodologías no invasivas como el muestreo geofísico de los sitios), con el fin aprobar la veracidad de los modelos teóricos. Finalmente, con los datos obtenidos de los segmentos principales de trabajo (a-glaciares, b-crioformas visibles, c-criósfera no evidente) se determinaron varios aspectos relevantes como la distribución espacial de los cuerpos criosféricos, su ubicación en relación de la altura, su vulnerabilidad en el contexto del cambio climático y su probable exposición a intervenciones antropológicas.

Se generaron modelos que apoyan una discusión científica que podría ser útil y necesaria en proyectos que conducen a generar un marco legal respecto a la hidrósfera y criósfera. De gran interés era la cuantificación de recursos nivales en el sector de estudio. Como cada año tiene su dinámica propia, se realizó un análisis semanal de la situación nival en Atacama. Las cifras son útiles para definir probables recursos hídricos disponibles a base de la nieve estacional.

Finalmente, durante el proyecto se trabajó en las cuatro cuencas, ubicadas en la Región Atacama:

Cuenca Alto Andina
Cuenca Rio Salado
Cuenca Río Copiapó
Cuenca Río Huasco

Se diferenció y clasificó en cada cuenca las siguientes crioformas:

A) Glaciar descubierto
B) Glaciar cubierto
C) “Permafrost” que incluye:
C-1) Glaciar de Roca
C-2) Lóbulos de Talu
C-3) Laderas de criofluxión
D) La distribución de la nieve estacional entre 2000 a 2015

Se calculó las reservas y los recursos hídricos probables de cada cuenca. Los reconocimientos se realizaron a base de imágenes satelitales MODIS (o Landsat (8) con informaciones a partir del año 2000. Los modelos numéricos y la interpretación de los datos tienen que tomar en cuenta los fenómenos o procesos como sublimación, evaporación, descongelación y escurrimiento.

Resumiendo, en forma generalizada se clasificó los glaciares, el permafrost y el recurso nival como reserva probable de recursos hídricos. Limitantes del uso de esta reserva son de índole técnica, ambiental y legislativa. El proyecto clasificó y diferenció las reservas, generando un catastro de factibilidad de aprovechamiento de estos recursos, poniendo en énfasis las limitantes anteriormente mencionadas.

2 Contexto y justificación del proyecto

La Región de Atacama se ubica en un área de clima desértico – sub-desértico, en conjunto con el aumento de las actividades económicas, especialmente las actividades en la minería se observa un aumento significativo en la densidad poblacional de la zona. La necesidad de contar con una disponibilidad suficiente en agua potable es un criterio importante en la factibilidad de un desarrollo económico y humano de la Región de Atacama. A parte de formas convencionales (pozos) o no tradicionales como la desalinización, se pretendió investigar y evaluar el rol de la criósfera en la región de Atacama, especialmente los recursos y reservas posibles en ella.

Las sucesivas crisis hídricas que ha sufrido la Región de Atacama en los últimos años determinan la necesidad urgente de conocer mejor los recursos hídricos reales y existentes en la región con el fin de generar políticas de estado acorde a la distribución de las reservas hídricas aprovechables.

Aplicando la Estratégica Regional de Atacama (ERDA), definida por el Gobierno Regional, se encuentra como primera prioridad (Eje No. 1) actuaciones que mejoran la disponibilidad de recursos hídricos en la Región. Los tres lineamientos serán: Uso eficiente, incorporación de nuevas fuentes y mejora de la calidad del agua. En este proyecto se propone acciones ligadas al segundo punto: La incorporación de fuentes nuevas.

El sector de la cordillera de los Andes entre 26° Lat. S hasta 29° Lat.S es un ecosistema no común, con su dinámica propia, que merece de un estudio profundo con el objetivo de conocer su vulnerabilidad. Por eso, el paso inicial en cualquier estudio ambiental, es definir la Línea Base y generar un inventario de glaciares, crioformas y la situación nival. Sin embargo, la capacidad hídrica de estas crioformas es variable por lo cual se estudiará la relación entre las mismas y la provisión hídrica. También se pretende definir la importancia verdadera del permafrost y generar un modelo que permita predecir su presencia y validar su precisión con estudios de campo. Finalmente, y entendiendo que el recurso nival es el germen inicial criosférico, se pretende hacer un relevamiento retrospectivo de las precipitaciones nivales en toda la región, y mediante modelos de redes neuronales que en otras cuencas tienen una precisión de entre el 4-5%, generar modelos de escorrentía predictivos para diferentes coberturas nivales con el fin de hacer más eficiente el uso del agua durante la temporada de su utilización. Cabe mencionar que por las condiciones climáticas y la altura de la cordillera de los Andes en el sector de estudio las transiciones entre recurso nival, recurso hídrico y permafrost tienen su propia dinámica, especialmente por la alta tasa de sublimación.

Hay que indicar que la existencia de glaciares en regiones áridas no es común. Atacama es una de las pocas regiones geográficas donde se puede observar este fenómeno. A parte de la dinámica general de un glaciar, se puede agregar factores especiales debido a la altura extrema y el clima extremo que se presenta en estas regiones. Los procesos de sublimación, descongelamiento y probablemente el comportamiento interno son diferentes a comparación de glaciares en regiones polares.



Figura 1: Procesos entre criósfera e hidrosfera, especialmente sus transiciones entre si.

Para la Universidad de Atacama, como institución pública con sello regional es de alta importancia investigar temas de la Región. Especialmente temas de alta importancia que involucran un probable avance en un futuro desarrollo de la Región. Además, se pretende formar grupos de investigadores potentes, con el objetivo de asegurar "Atacama" como centro de investigación en algunos temas relevantes para la zona.

3 Estado de Avance del Proyecto

3.1 Logro por Objetivos del Proyecto

Objetivo General del proyecto:

Identificación, caracterización y monitoreo inicial de glaciares y crioformas, que actúan como reservas hídricas estratégicas en la III Región de Atacama y de los mecanismos de transferencia sólido-líquido a las cuencas hídricas aportantes. Se prestará un énfasis particular a las zonas de tratado binacionales entre la Región de Atacama y La Rioja, Catamarca y San Juan. Además de definir una línea base hídrico-criosférica, se pretende establecer también, los factores ambientales que regulan su comportamiento, determinar la significancia hidrológica de Inventario de glaciares y crioformas de Cuenca de la región y sus cuencas endorreicas asociadas.

- **Objetivo Específico 1:** Entregar a la comunidad un inventario de glaciares y crioformas del sector cordillerano entre 26°S y 29° Lat.S. Generar inventario de glaciares y crioformas de la Cuenca Chañaral, incluyendo cuencas endorreicas asociadas, de la cuenca del río Copiapó y del río Huasco. Se pretende cubrir el sector cordillerano entre 26°S y 29°S.

Hitos asociados a objetivo específico 1				
Descripción de Hito	**Fecha de cumplimiento programada en el Proyecto**	**Fecha de cumplimiento real**	**Logrado (SI/NO)**	**Medios de Verificación auditables**
1. Compra de equipos: Adquisición de equipos asociados a la realización del proyecto	Diciembre de 2014 a mayo 2016	Diciembre de 2014 a mayo 2016	Si	-Órdenes de compra -Facturas -Existencia física de equipo: Computadores Georadar Estaciones meteorológicos Departamento de Geología. -Inventario oficial de la Universidad de Atacama
2. Reconocimiento foto aéreas, imágenes satelitales, búsqueda de antecedentes.	Diciembre 2014 a junio 2015	Diciembre de 2014 a agosto 2015	Si	Datos bajados, publicación, tesistas.

Hitos asociados a objetivo específico 1				
Descripción de Hito	**Fecha de cumplimiento programada en el Proyecto**	**Fecha de cumplimiento real**	**Logrado (SI/NO)**	**Medios de Verificación auditables**
3. Visitas a terreno a los lugares preelegidos, generación de un plan de visitas por prioridad, mapeo litológico y de las estructuras crioformas.	Diciembre 2014 – Enero 2016	Marzo 2015 – enero 2016	Si	Evidencias de terreno (cortometraje) Viáticos de la UDA
4. Modelamiento de los sectores anteriormente estudiados. Estudios geofísicos con "Georadar, Radar de penetración Terrestre" en sectores anteriormente definidos.	Diciembre 2014 a junio 2015	Diciembre 2014 a septiembre 2015	Si	Existencia de los datos modelados en las publicaciones y las tesis de los participantes

<u>Análisis Cualitativo del Avance del Objetivo Específico 1</u>:

Hito 1.1. Compra de equipos e instalación física del laboratorio

Para cumplir con el primer objetivo específico se habilitó una sala de "Inventario de Glaciares" en el Departamento de Geología. La sala albergó a los 6 participantes permanentes más los científicos visitantes. Además, se instaló en la sala los computadores y los equipos científicos comprados. En la sala se realizaron los talleres y las reuniones respectivamente.

La descarga de los datos (imágenes satelitales) se realizó con apoyo de la Unidad de computación de la Universidad de Atacama. Como se trata de grandes cantidades de datos estas descargas superaron extremamente el tráfico de datos normales. Con el objetivo de minimizar errores se habilitó un servidor en forma preferente para los datos requeridos.

MODIS:
Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer).

Es un espectrorradiómetro que captura 36 bandas de medición de radiación, captando frecuencia de luz visible e infrarroja, esta información deriva en distintos productos, entre ellos la cobertura nival, cuenta con una resolución temporal diaria, y una resolución espacial entre 250 metros y 1000 metros por celda o pixel (NASA, 2015).

Características de MODIS:

Rango espectral:	20 bandas dentro de 0,4 a 3,0 micras; 16 bandas dentro de 3 a 14,5 micras
Ancho cobertura:	2.300 kilómetros a 110° (± 55 °)
Longitud cobertura:	Cubre la superficie de la tierra en 1 día
Resolución espacial:	250 m, 500 m, y 1 km
Potencia:	162,5 W (promedio), 225 W (máximo)
Velocidad de datos:	6.2 Mbps (promedio), 10,5 Mbps (durante el día), 3.2 Mbps (nocturna)
Instrumento Nadir IFOV:	250 m (2 bandas), 500 m (5 bandas), 1.000 m (29 bandas)

Adquisición de un georadar:



Figura 2: Equipo Georadar

Hito 1.2. Reconocimiento mediante foto aéreas, imágenes satelitales, búsqueda de antecedentes.

En primer lugar se clasificó los tipos de criósfera, incluyendo la nieve estacional como objetivo de análisis multiespectral. Los tipos de la criósfera que se diferenciaron en este estudio son:

Glaciar descubierto (GD):
Para este proyecto se consideraron dos tipos de glaciares descubiertos presentes en esta región. Primero, los glaciares propiamente tal, que se define como un cuerpo de hielo formado a partir de la recristalización de nieve, cuya vida es al menos comparable a la del ser humano y de suficiente tamaño como para desarrollar un movimiento perceptible, y en el cual se identifica una región donde domina la acumulación y otra donde domina la ablación. Segundo, los glaciares reservorios glaciaretes, o "glaciar reservoirs", hay numerosos cuerpos de hielo estables que debido a su falta de comportamiento dinámico glaciar, no son referidos como "glaciares" en muchas clasificaciones.

Como se explica en el ítem de geomorfología, Lliboutry (1958) utilizó en Chile el nombre de reservorios glaciales ("glaciar reservoirs"), pero en la mayoría de los textos modernos locales se les denomina con el nombre de "glaciaretes". Los glaciares reservorios constituyen importantes reservas hídricas, dado que su área acumulada suele superar la de los glaciares propiamente dichos, y dado que son más pequeños suelen ensuciarse más en años poco nevados por lo que su desgaste acelerado es fundamental para contrarrestar los efectos hídricos negativos de la escasez de nieve estacional.

Glaciar Cubierto (GC):
Son cuerpos de hielo masivo que derivan de un glaciar descubierto, con una cubierta detrítica externa. Se diferencian del hielo de permafrost debido a que este último se encuentra intermezclado con detrito. Estas cubiertas detríticas se desarrollan en las áreas de ablación y pueden llegar a formar cuerpos muy extensos, que se caracterizan por morfologías de Termokarst (Milana, 2005). Las características del termokarst son una consecuencia de la profundización de la capa activa y el deshielo de la parte superior del permafrost.

Permafrost:
Además de los cuerpos criosféricos delimitados que se han mencionado, se delimitaron geoformas que contienen permafrost en su estructura, que según Milana (2005) es el suelo independientemente de su composición que se mantiene congelado por al menos dos años consecutivos. Nótese que "congelado" implica una proporción de agua al estado sólido, prefiriéndose esta definición a la de tipo térmica en que tiene incidencia

hídrica y es un tipo de suelo detectable mediante técnicas geofísicas, mientras que el suelo por debajo de 0ºC pero seco, no. Debido a la estacionalidad del clima, la parte superior que se descongela durante la estación más cálida, se le denomina capa activa. Para estos cuerpos criosféricos que contienen permafrost se delimitaron las siguientes crioformas: glaciares de roca, protalus lobe y laderas de criofluxión.

Glaciar de Roca (GR):
Los glaciares de roca son unidades geomorfológicas y geocriogénicas (debido a que están asociadas a hielo), caracterizadas por presentar estructuras fluidales y un frente distintivo. Estos cuerpos fluyen ladera abajo por la deformación plástica, debido a que internamente tienen un núcleo de permafrost. También se les denomina "permafrost de montaña", concepto que da lugar a confusiones ya que el permafrost es un término más amplio y a veces conflictivo, ya hay mucho permafrost de montaña que no evoluciona o forma glaciares de roca. Hay muchas variedades de glaciares de roca en función de su forma y génesis, y su actividad es evaluada en función de la inclinación de su frente. Los Glaciares de Roca se diferencian de las geoformas asociadas a permafrost (protalus lobe y laderas de criofluxión) debido a que los últimos son de mucho menos relieve. Las clasificaciones genéticas de estos cuerpos los separan en glaciares de roca glacigénicos y criogénicos (Corte, 1976). Esto significa que si bien pueden originarse de la transformación de glaciares normales (glacigénico) o de la acumulación de avalanchas o flujos de roca y nieve (criogénicos), su morfología final es similar, pero no su estructura interna tal como se ha definido en la Zona del Elqui para ambos tipos genéticos de glaciares de roca (Milana y Guell, 2008). Hay varias otras clasificaciones morfológicas, utilizándose aquí una clasificación simple que los califica en glaciares de roca de valle, de circo y de talud, según su ubicación.

Lóbulo de Talud (PL):
Éstas se crean por la lenta reptación de la superficie del suelo por efecto de la gravedad. Tal reptación es posible debido a la plasticidad que da el hielo al suelo, permitiendo el flujo del mismo, como un manto de alta viscosidad. Éste, al ser detenido por un cambio de pendiente, se apila formando arrugas. Si este flujo ocurre durante un tiempo significativo, al pie de las laderas se pueden formar los lóbulos de talud (protalus lobe), que son muy frecuentes en nuestra cordillera árida (Milana, 2010). Los protalus lobe, generalmente se encuentran localizados lejos del hielo glaciar, es generalmente aceptado que son de origen no glaciar, aunque el hielo podría ser originado por bancos de nieve y luego enterrarse por detritos desde los acantilados de arriba (Whalley & Azizi, 2003).

Ladera de Criofluxión (LC):
Se caracterizan por tener por la formación de ¨arrugas¨ en el suelo, producidas por la reptación de los suelos congelados, es la formación de terracillas como resultados de estas arrugas. Las mismas suelen tener un espaciamiento bastante regular, que depende

de la pendiente en la que se encuentran. Por la pendiente y tipo de detrito que hay en ellas, estas laderas no podrían retener agua tal como lo hace un acuífero, pero sí son extremadamente adecuadas para retenerla en su fase sólida, como hielo, e ir liberándola, a medida que el calor del verano funde este hielo (Milana, 2010).

Además, en forma separada se analizó la magnitud de presencia de nieve estacional en la Región de Atacama. Como es un proceso muy dinámico se analizó imágenes satelitales entre el año 2000 a 2015 en forma semanal. Hay que indicar que la cantidad de datos necesarios para este proceso superó la capacidad de un procesamiento normal. Se manifiesta que la nieve estacional es un recurso renovable, que normalmente en ciclos anuales se renueva. Por ende, la nieve se puede clasificar como RECURSO hídrico.

Hito 1.3. Visitas a terreno a los lugares preelegidos, generación de un plan de visitas por prioridad, mapeo litológico y de las crioformas.

Durante la ejecución se realizó varias salidas a terreno, especialmente al sector Tres Cruces y Quebrada Montosa – Cerro Potro. El objetivo de las salidas a terreno era obtener una visión directa de lo estudiado por metodologías de remote sensing. Además, se re-evaluó las observaciones y las conclusiones obtenidas con las imágenes satelitales.

Hay que mencionar que la situación climática en la Región de Atacama durante del año 2015 no permitió un desarrollo de este punto como se ha planificado inicialmente. Justamente el evento de altas precipitaciones e inundaciones en 25 de marzo de 2015, la destrucción de las mayores vías de acceso, la inestabilidad climática hasta los fines del año 2015 nos obligó enfocar el programa a métodos de remote sensing.

<u>Salidas a terreno:</u>

<u>7.1. – 9.1. 2014:</u>
Salida a terreno de reconocimiento:
La primera salida a terreno se realizó con el objetivo reconocer a los accesos y validar los permisos.

<u>15.1. a 17.1. 2014:</u>
Salida a terreno guiada por Sr. Dr. Juan Pablo Milana.
Participantes:
Sr. Ayón García, Srta. Catherine Medina, Sr. Juan Campos, Sr. Christopher Ulloa, Sr. José Espinoza y Sr. Gonzalo Amigo.

Recolección de datos, visualización del sector Maricunga – Tres Cruces.

23. 3. 2015:
Se inició una salida a terreno, planificada por varios días (6) pero por las condiciones climáticas, la salida fue interrumpida el 24 de marzo del 2015. Los participantes lograron volver a Copiapó en medio del inicio del aluvión.

31.3.2016 – 3.4. 2016
Salida: jueves 31 de marzo al domingo 3 de abril. Comprobación de inventario glaciar, lugar: Los Maranceles (Cuenca del Río Copiapó)

7.4.-9.4.2016
Salida: jueves 7 de abril al sábado 9 de abril. Comprobación de inventario glaciar Los Tronquitos (Cuenca del Río Copiapó)

14.4.2016 – 17.4.2016
Salida a terreno de 14 de abril al 17 de abril, comprobación de inventario, Volcán Copiapó y Nevado Tres Cruces (Cuencas Alto - Andinas)

12.5.2016:
Salida a terreno: jueves 12 de mayo adquisición de registro audiovisual para el documental y análisis de la situación nival.



Figura 3: Salida a terreno



Figura 4: Trabajos en terreno

Hito 1.4.: Modelamiento de los sectores anteriormente estudiados. Estudios geofísicos con "Georadar, Radar de penetración Terrestre" en sectores anteriormente definidos.

Modelación del permafrost en Atacama

En este trabajo, la delimitación de geoformas con presencia de hielo (permafrost), en relación al modelo teórico para predecir la presencia de permafrost desarrollado por Gruber (2012), obtiene que un 98,3% del total de área relevada coinciden con el modelo teórico. Al analizar en detalle los cuerpos, el modelo arroja valores bajos de probabilidad de ocurrencia a una gran cantidad de ellos. Las zonas de transición (coloración verde en el modelo de Gruber) donde el permafrost es dudoso se correlaciona con un 10,5% de las hectáreas de los cuerpos, y generalmente en condiciones favorables como en pendientes orientadas hacia el Sur. Las bajas probabilidades encontradas para una cantidad de cuerpos importantes, se pueden atribuir a la baja resolución espacial del modelo (1 km de pixel), a la utilización de modelos globales de temperatura que no siempre funcionan correctamente en estas latitudes con baja densidad de estaciones meteorológicas, o bien al factor de tiempo de respuesta de los sistemas criosféricos. En este sentido, es interesante mencionar que en los estudios de Schrott (1992) en el Paso Agua Negra, justo al sur de la región, se determinó la existencia de un "talik" que es una zona desconectada entre la capa activa y el permafrost, que indica que este último es relíctico.

.

La importancia de la correcta modelación de permafrost asociado a zonas áridas cobra gran relevancia, en el marco del cambio climático. Según Bolch (2006), con el documentado retroceso de los cuerpos glaciares, el hielo asociado a permafrost podría aumentar el futuro suministro de agua, y la fusión del hielo presente en el permafrost, podrían convertirse en una fuente cada vez más importante de agua dulce en estas regiones áridas de montaña. Esto tendría gran importancia para la región de Atacama donde se encuentra el desierto más seco del mundo (Clark, 2006).

Potencialidad hídrica de la criósfera de Atacama

En la mayor parte de los estudios de glaciares y permafrost en los Andes Centrales se calcula principalmente su volumen para estimar el contenido en agua equivalente. Conocer el dato volumétrico es relevante para conocer el total de reservas en forma de hielo en el marco del constante cambio climático. Este valor tiene un significado a largo plazo sobre el uso del agua proveniente desde estas reservas, sin embargo, la aplicación de ecuaciones calibradas para sistemas Alpinos (Chen y Ohmura, 1990) no es aplicable de manera directa para estos glaciares áridos, debido a las diferentes condiciones climáticas y topográficas. Sumado a esto, la escasez de datos instrumentales de las profundidades de los glaciares, no hacen comprobable la eficacia de las ecuaciones.

La metodología aplicada en esta memoria apunta a obtener un valor de productividad de la configuración actual de toda la criósfera en su conjunto en base a su extensión de área. Es difícil calcular con exactitud el valor de la contribución hídrica de la criósfera, sin embargo, Milana (2005) sugiere parámetros obtenidos del único lugar de la Región de Atacama con información meteorológica, fluviométrica y criosférica suficientemente detallada como para realizar estas estimaciones. Es importante destacar que los valores calculados por Milana son válidos únicamente para la cuenca donde fueron calculados ya que un glaciar descubierto no producirá lo mismo a los 5.000 m s.n.m. con una temperatura media anual de -7,18°C, que a los 6.000 m s.n.m. con una temperatura media anual de -15,63°C, sumado a las diferencias que genera la deriva latitudinal, que registra valores de humedad inferiores acercándose a la diagonal árida. Sin embrago con el fin de obtener una visión general del comportamiento hídrico de la criósfera en Atacama se extrapolaron los valores calculados.

Al utilizar los valores obtenidos por Milana (op. cit.), es interesante resaltar que si bien los glaciares descubiertos representan un 2% del área de los cuerpos criosféricos, aportan un 26% del caudal de base, mientras que las clases que representan *permafrost* como las laderas de criofluxión presentarían un rendimiento hídrico muy bajo; pero debido a su gran extensión de área (90% del total de la criósfera inventariada), representa un 61% para el total de aporte hídrico, superando a la productividad de los

GD. Los lóbulos de talud son una gran cantidad de cuerpos (2.160) pero su extensión en área es poca debido a su reducido tamaño, por lo que su aporte es bajo y solo representan un 3% del caudal de base total.

Según los resultados la cuenca con mayor productividad hídrica de la región de Atacama es el conjunto Altoandinas, es importante recalcar que éstas son las cuencas con mayor superficie sobre los 4.000 m s.n.m. (74% del área total), es decir, están asociadas a temperaturas muy bajas, esto podría originar una sobrevaloración de la productividad relativa calculada para los cuerpos.

La cuenca del Río Huasco tiene una gran cantidad de cuerpos de GR mientras que de GD tiene la menor área de las tres cuencas que se presentan en la cordillera principal, llegando a tener una productividad hídrica muy cercana para estas dos clases con valores que rodean a 500 l s^{-1}.

Resumen:

A pesar de la fuerte reducción de los recursos hídricos de GD y GR en el norte de la región, los PL y LC sobreviven mejor en estas condiciones más áridas. Los cuerpos de permafrost, parcialmente inspeccionados en terreno, son la principal reserva hídrica de este segmento hiperárido de los Andes. Estos cuerpos a pesar de tener baja eficiencia para la producción de agua (Milana, 2005), dado que son muy extensos en la región, son los más importantes para los ecosistemas locales, ya que dependen de la escasa agua presente en este, el desierto más seco del mundo.

El modelo de distribución teórica del *permafrost* desarrollado por Gruber (2012) arroja altos valores de coincidencia con el mapeo de cuerpos asociados a permafrost, donde el 98,3% de las hectáreas están dentro del modelo teórico, resultando de gran ayuda como una guía para la detección de estas reservas, sin embargo, debido a su baja resolución muchos cuerpos inventariados con morfologías asociadas a permafrost, en el modelo, entregaron una probabilidad de ocurrencia bastante baja donde el 10,5% de las hectáreas se encuentran en la probabilidad mínima de ocurrencia donde el permafrost es escaso o dudoso, por lo que se hace imperativo desarrollar modelos de alta resolución que permitan tener mayor certeza de donde están presentes estas importantes reservas hídricas. Todo esto con el fin de promover marcos de protección para esta importante fuente de recurso hídrico, que se encuentra comprometida climática y antrópicamente.

Objetivo Específico 2: Estimación de la cantidad del recurso hídrico criosférico de la región de Atacama, Chile y de los compartidos en zonas binacionales. En base al inventario de glaciares y crioformas de Cuenca de la región y sus cuencas endorreicas asociadas, y al modelado de la distribución de permafrost en la III región, se busca cuantificar la cantidad y calidad del recurso criosférico.

Hitos				
Descripción Hito	**Fecha de cumplimiento programada en el Proyecto**	**Fecha de cumplimiento real**	**Logrado (SI/NO)**	**Medios de Verificación auditable**
Análisis e interpretación de imágenes satelitales	Diciembre 2014 a junio 2015	Diciembre 2014 a agosto 2015	Si	Existencia de las cartas digitales de cada cuenca.
Uso de modelos matemáticos avanzados (Redes neuronales)	12/2014 – 6/2015	12/2014 – 9/2015	si	Capacitación en Redes neuronales y el uso de la metodología en los trabajos.
Discusión y publicación de datos relevantes para cada sector	12/2014 – 3/2016	12/2014 – 4/2016	si	Existencia de las publicaciones y las tesis de las personas

Análisis Cualitativo del Avance del Objetivo Específico 2:

Hito 2.1. Análisis e interpretación de imágenes satelitales

Las imágenes satelitales son una herramienta potente en el área de remote sensing. Las bandas multiespectrales permiten un análisis avanzado y profundo de la situación de la superficie. Multiespectral significa que un detector analiza cantidad de una banda (rango de frecuencia) especial y emite un valor de la intensidad. La combinación de tres bandas, traspasado al sistema RGB permite un análisis visual. Las limitaciones de la metodología son la resolución de cada pixel, la cantidad de bandas y la situación climática.

Para cada tipo de crioforma se definieron sus características específicas, obteniendo la selección del satélite y selección de bandas óptimas.

En concreto se analizaron varios parámetros de las crioformas presente en la Región de Atacama. Las crioformas consideradas:

a) Glaciar cubierto
b) Glaciar de roca
c) Glaciar descubierto
d) Ladera criofluxión

e) Protolus lobe

De estos elementos detectados se analizaron varios parámetros:
a) Ubicación geográfica exacta
b) altura
c) extensión
d) orientación
e) Inclinación

Con estos datos fue posible generar varios análisis estadísticos:
a) Cantidad de crioforma en total
b) Distribución latitudinal
c) Distribución por altura
d) Orientaciones preferidas

Finalmente se diferenció entre recursos y reservas criosféricas: Se entiende por **"reserva"** a los depósitos de hielo que se encuentran estables en el lugar donde yacen (con más de 3 años de permanencia). El presente informe comprende la evaluación de dos clases principales de cuerpos de hielos:

A) Los que se enmarcan en cuerpos glaciarios (glaciares descubiertos, cubiertos y de rocas).

B) Los cuerpos de hielo que no son glaciares pero que presentan alguna expresión macromorfológica en el terreno y por ello son factibles de reconocer en proceso de fotointerpretación (crioformas: protalus lobes, permafrost reptante, suelos poligonales, etc).

La nieve estacional actúa como "**recurso"** cuando se fusiona el mismo año en que precipita (es decir, tiene tiempos de permanencia de entre días y meses) donde una fracción se recristaliza pasando a formar parte de una de las 2 primeras clases, esto se produce, durante años hídricamente más benignos, o sea con mayor precipitación nival (Milana, 2005). En años de poca precipitación o en fechas de máxima ablación, las reservas se pueden derretir parcialmente y generar recurso hídrico el cual es aportado a los cursos superficiales y subterráneos.

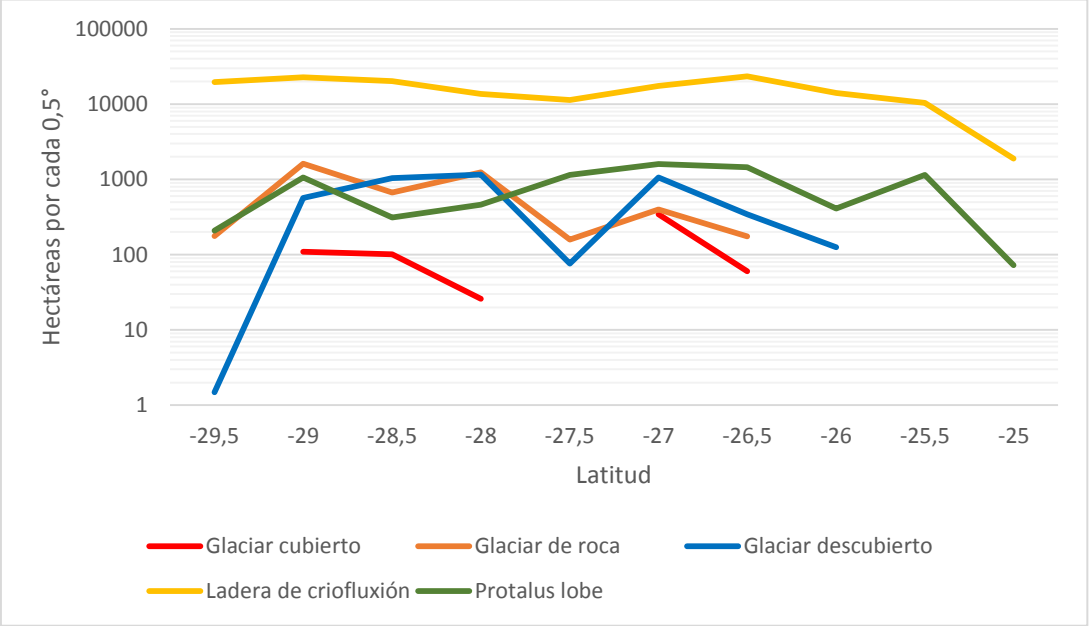


Figura 5: Distribución latitudinal del área de crioformas en la región de Atacama.

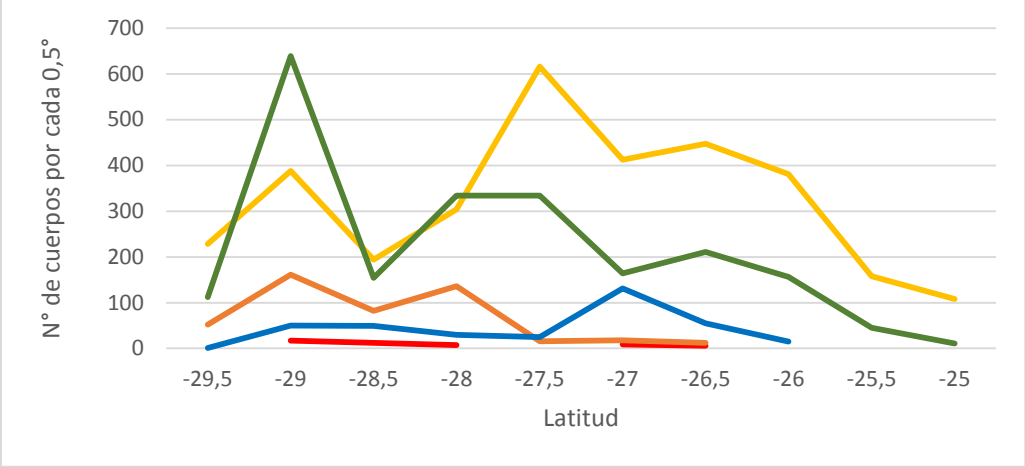


Figura 6. Variación latitudinal de la cantidad de cuerpos de crioformas por clase para la región de Atacama.

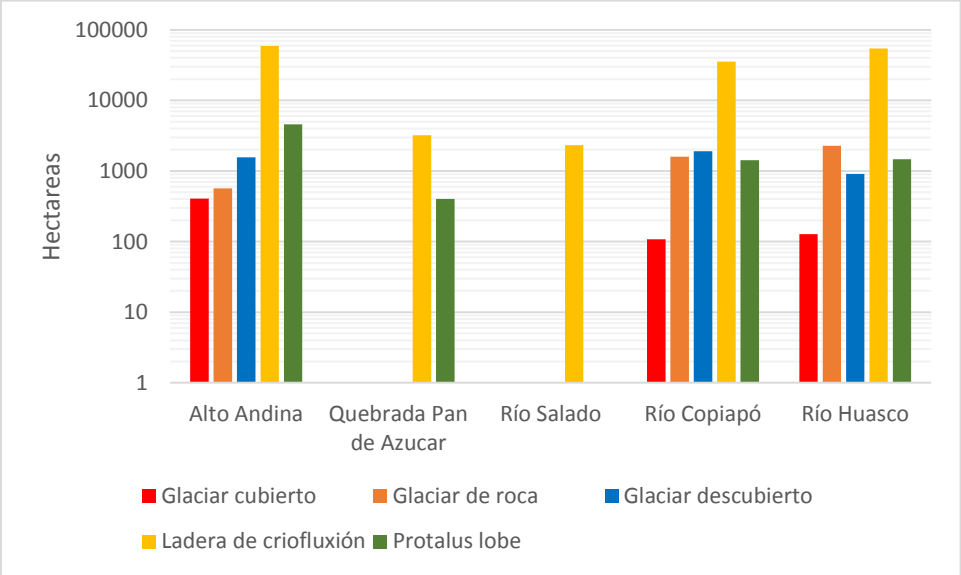


Figura 7: Distribución del área de crioformas por cuencas principales en la región de Atacama. (Elaboración propia).

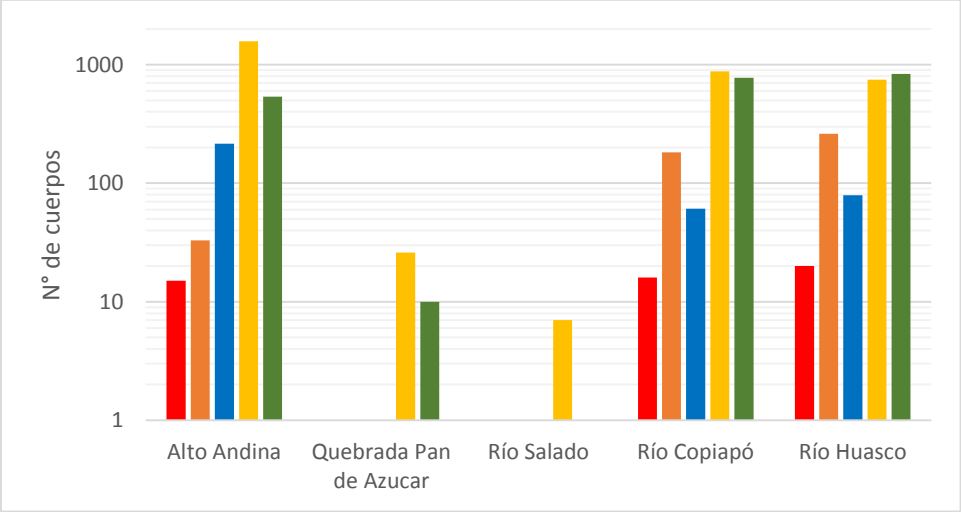


Figura 8: Cantidad de cuerpos de crioformas por cuencas principales de la región de Atacama (Código de color figura anterior). (4.1.)

Área y número de cuerpos

El sector sur del área de estudio entre los 28°S y hasta los 29°S, presenta la mayor concentración de área y cantidad de cuerpos de glaciares de roca, con una leve tendencia a la baja hacia los 29,5°, esto se podría deber a que este inventario solo alcanzó los 29°43' S. Al norte de los 28° la clase GR está marcada por una fuerte disminución en área y numero de cuerpos, disminuyendo en un orden de magnitud ambos parámetros.

Los glaciares descubiertos se presentan continuos desde los 29°S hasta los 27°S con áreas sobre las 1000 ha, con una anomalía de solo 76 ha a los 27,5°S, en esta misma latitud existe una gran concentración de hielo descubierto del lado Argentino en el sector del Monte Pissis. En la latitud 27° S se observa una anomalía en la cantidad de cuerpos de GD causada por los múltiples cuerpos de tamaño medio y pequeño, por ejemplo, en el Nevado Ojos del Salado existen 40 cuerpos y en el Nevado Tres Cruces existen 55 cuerpos de glaciares descubiertos. En la cabecera del Río Copiapó, se encuentra ubicado el glaciar El Potro específicamente a los 28°22' S, este es el glaciar descubierto de mayor tamaño de toda el área de estudio, con aproximadamente 7 km^2.
La cantidad de cuerpos y sus áreas tienden a disminuir hacia el sector septentrional de la región, llegando a desaparecer las clases GD, GC, GR, estas no se encuentran al norte de los 26,5°S y son reemplazadas por clases de permafrost como laderas de criofluxión y protalus lobe, es importante destacar que estas GD, GC y GR sólo se presentan en la Cordillera Principal. Por ende las cuencas de Río Salado y Quebrada Pan de Azúcar que tienen como máximas cumbres las pertenecientes a la Cordillera de Domeyko no presentan estas clases de cuerpos criosféricos.

Los cuerpos que se mantienen latitudinalmente a lo largo del área de estudio son las laderas de criofluxión y los protalus lobe. Existe una anomalía en la cantidad de cuerpos de PL a los 29°S que se puede explicar por las mayores pendientes que hay en el sector. Las LC también presentan una anomalía en la cantidad de cuerpos a los 27° con una tendencia a disminuir hacia el norte con el punto más bajo del área de estudio a los 25°, que pudo verse influenciado debido a que este inventario solo consideró hasta los 25,2° S. Sin embargo la tendencia general de la criósfera es a disminuir de sur a norte por el efecto de la diagonal árida sudamericana (Fig. 4.2 y 4.3). Agrupando los resultados en las cuencas principales, es posible apreciar que las cuencas Altoandinas, Copiapó y Huasco se comportan similarmente presentando las 5 clases estudiadas, mientras que las cuencas de río Salado y Pan de Azúcar solo presentan clases del tipo permafrost. Los GD presentan su mayor concentración en la Cuenca Copiapó con 1.906 ha, seguida por Altoandinas con 1.567 ha y finalmente por Huasco con 906 ha (Tabla 4.1). Los GC

presentan su mayor concentración de área en las cuencas Altoandinas con 404 ha seguidas por Huasco con 128 ha y finalmente Copiapó con 108 ha. Los GR tienen su mayor concentración en la cuenca de Huasco con 2.272 ha, seguida por Copiapó con 1.595 ha y finalmente con una cuarta parte del área de Huasco, están las cuencas Altoandinas con 565 ha (Tabla 4.2). Los PL presentan su mayor concentración en área en las cuencas Altoandinas con 4.538 ha seguido por Huaco y Copiapó con aprox. 1.400 ha, con un orden de magnitud menos que la cuenca Altoandinas esta finalmente la quebrada Pan de Azúcar con 400 ha. Las LC se presentan en mayor área en las cuencas Altoandinas con 59.252 ha, seguidas por Huasco con 54.292 ha, y Copiapó con 35.533 ha, finalmente con un orden de magnitud menos que las cuencas anteriores están Quebrada Pan de Azúcar con 3.194 ha, y el río Salado con 2.312 ha. (Fig. 4.4 y 4.5).

Rasgos altitudinales (hipsometría)

La criósfera de Atacama presenta una distribución normal como lo indica el histograma de frecuencias (Fig. 4.9) con una asimetría positiva y un sesgo hacia los valores más altos. La altitud regional promedio es de 4.659 +/- 42 m s.n.m., para un intervalo de confianza del 95%, presentando alturas entre 3.499,14 y 6.722,24 m s.n.m.
La clase de la criósfera que en promedio domina las cumbres de los Andes Centrales entre los 25°18´S y los 29°43´S son los glaciares descubiertos ubicados en promedio a 5.614,48 m s.n.m. siguiendo directamente por los glaciares cubiertos que en promedio tienen una altitud de 5.192,28 m s.n.m., en tercer lugar representando a las clase del permafrost tienen lugar las laderas de criofluxión que se encuentran a alturas promedio de 4.683,44 m s.n.m. En un promedio de 4.504,77 m (s.n.m.) se encuentran los cuerpos de Protalus lobe. La clase criosférica con menores altitudes promedio fueron los glaciares de roca con 4.426,85 m s.n.m. En la Tabla 4.4 es posible obtener la totalidad de los datos entregados por el análisis estadístico.

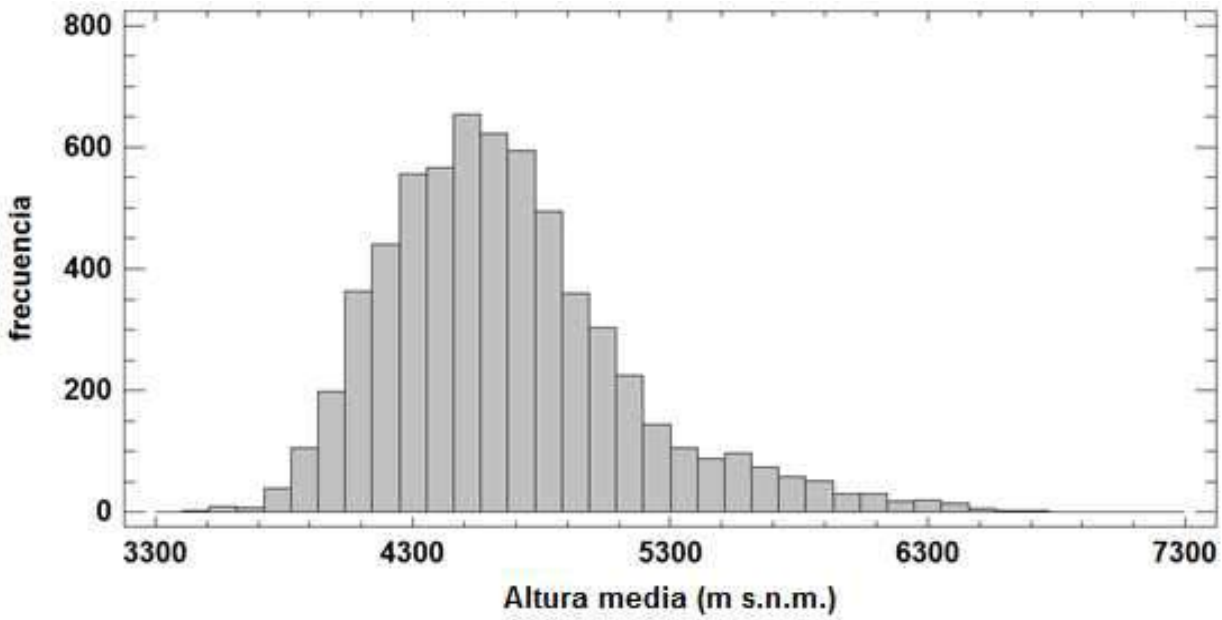


Figura 9: Histograma de frecuencia para altura media en m s.n.m., de los 6.280 cuerpos criosféricos relevados para la región de Atacama.

Cobertura nival en Atacama.

Para analizar las zonas de mayor acumulación nival concentradas en un año, se utilizaron imágenes diarias MODIS, las cuales se trataron matemáticamente basadas en las distintas áreas de cobertura nival concentradas en los puntos de mayor fusión nival mediante el modelo de degree day. Este mapa queda ilustrado en la figura 4.1-1, en el cual se observan dos mapas por año, el que se encuentra al lado izquierdo presenta la concentración de las distintas áreas por cada año para la región de atacama y el mapa presente en el lado derecho indica la cantidad de fusión existente en base a la cantidad de área cubierta de manto nival. El mapa presente en el lado izquierdo de cada año indica la concentración de manto nival siendo el 100% una permanencia de nieve durante todo el año, y 0% ausencia de manto nival durante el transcurso del año, donde observamos que existe una gran variabilidad en cada uno de los años, siendo el año 2002 el que presenta mayor permanencia de cobertura nival y el año 2014 una menor permanencia de cobertura nival, considerando los 15 años de estudios a partir del año 2000. El mapa presente en el lado derecho de cada mapa indica la fusión generada en base al área del manto nival, la cual se encuentra expresada en hectómetros cúbicos por pixel correspondiente a cada año. Estos mapas denotan una diferencia debido a la presencia de mayor aporte por fusión a cotas entre los 3400 a 5000 m.s.n.m, marcado además por una fusión en orden decreciente de su Sur a Norte en la Región de Atacama.

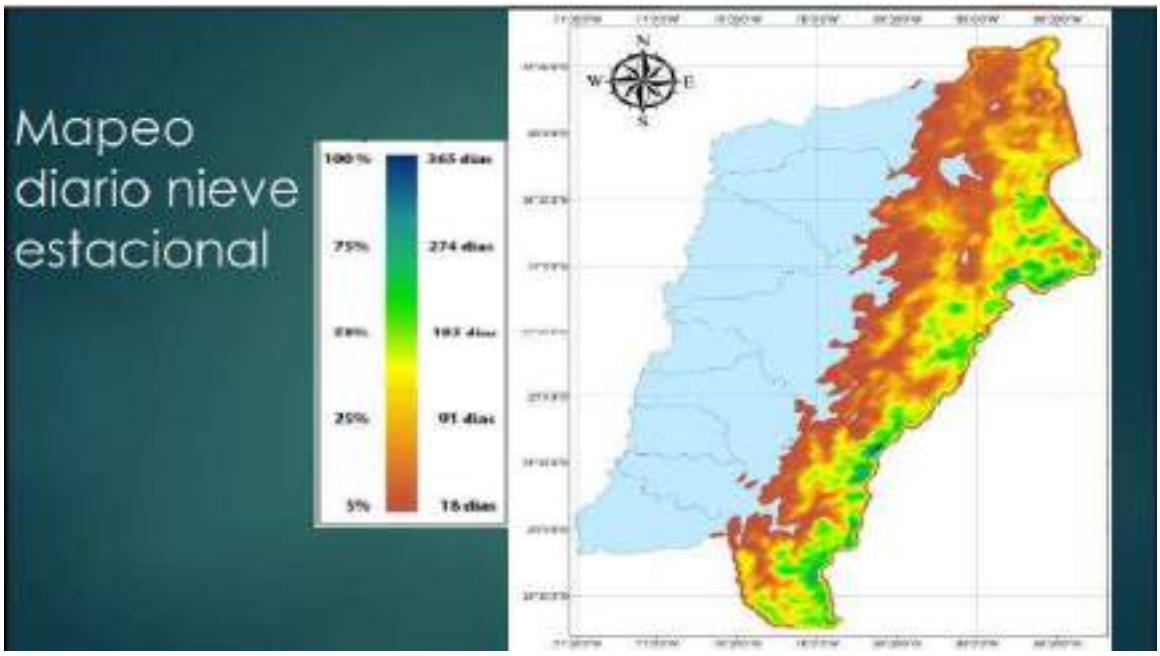


Figura 10: Mapeo diario nieve estacional: Cantidad de nieve presente estadísticamente en un sector.

2.2 Uso de modelos matemáticos avanzados (Redes neuronales)

La metodología de las redes neuronales artificiales tiene varias ventajas en comparación de principios o modelos matemáticos tradicionales. Las redes neuronales son sistemas que reaccionan mejor en ambientes y/o procesos no-lineales. Las características principales de "aprendizaje" son:

a) El sistema puede generar nuevos enlaces o borrar enlaces
b) El sistema puede cambiar la jerarquización de la información disponible
c) Los valores de reacción pueden ser cambiadas
d) El sistema mismo puede agregar o eliminar neuronas

Es decir, redes neuronales pueden adaptarse a ciertas características en forma independiente, son en cierta forma inmunes a errores – una tolerancia a fallas. Normalmente se aplican modelos con una etapa de aprendizaje y de auto-organización.

Un buen ejemplo son los programas modernos de OCR (Reconocimiento automático de caracteres). Estos programas se adaptan a la situación del escrito y tienen una fase de aprendizaje.

La complejidad de los datos usados no permite el uso de modelos matemáticos simples, lineales – se pretende generar datos o modelos que conducen a predicciones más confiables, donde modelos lineales son limitados.

Hito 2.3: Discusión y publicación de datos relevantes para cada sector

En esta sección se estiman los aportes hídricos de base en litros por segundo, para cada una de las cuencas principales, siguiendo los lineamientos metodológicos ya expuestos. Los resultados fueron: 3.983 l.s-1 para la cuenca Alto Andina, 3.161 l.s-1 para la cuenca río Copiapó, 3.471 l s-1 para la cuenca río Huasco, 99 l s-1 para la cuenca río Salado y 155 l.s-1 para la Quebrada Pan de Azúcar. Los GD tienen mayor aporte hídrico en la cuenca del río Copiapó con 1.220 l.s-1 y la cuenca con menor aporte dentro de las tienen hielo descubierto es Huasco con 580 l.s-1. Para el caso de los GR el mayor aporte hídrico se produce en Huasco 454 l.s-1, mientras que el menor se produce en las cuencas Altoandinas con 1.13 l s-1. La cuenca con mayor aporte hídrico proveniente del permafrost es la Altoandina con 2.848 l.s-1, seguida por Huasco y finalmente Copiapó, las cuencas del río Salado y Quebrada Pan de Azúcar concentran los valores más bajos. En la Tabla 4.5 es posible obtener los aportes hídricos por clase y por cuenca con más detalle. La Figura 4.20 muestra el aporte hídrico (l.s-1) al caudal de base de las cuencas principales por cada tipo de cuerpo criosféricos estudiado.

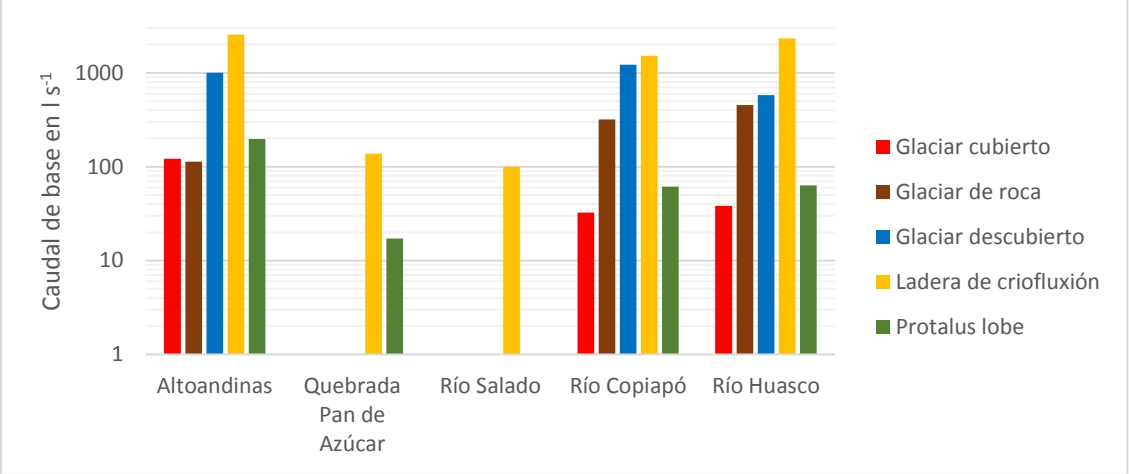


Fig. 11: Productividad hídrica en litros por segundo, por clase y por cuencas principales, eje y en escala logarítmica en base 10. (Garcia, 2016)

Cuencas	Glaciar cubierto	Glaciar de roca	Glaciar descubierto	Ladera de criofluxión	Protalus lobe	Total general
Altoandinas	121	113	1003	2548	197	3.983
Quebrada Pan de Azúcar				137	17	155
Río Salado				99		99
Río Copiapó	33	319	1220	1528	61	3.161
Río Huasco	38	455	580	2335	63	3.471
Total general	**192**	**887**	**2.804**	**6.647**	**339**	**10.869**

Tabla x. Tabla con los valores de productividad hídrica obtenidos, por clase y por cuenca.

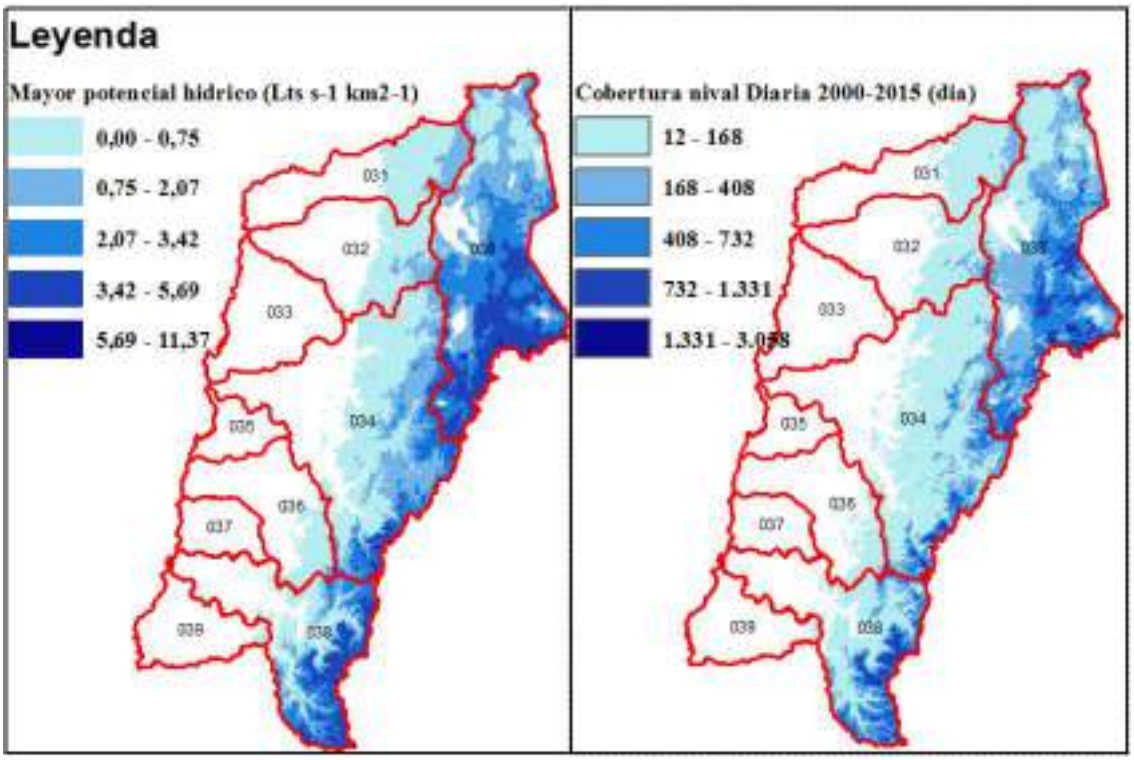


Figura 12: A la izquierda, Subcuencas con mayor productividad hídrica promedio, y a la derecha cobertura nival diaria. (José Espinoza)

Objetivo Específico 3: Identificación de posibles zonas de captación nival, diseño teórico de estaciones de captación y modelo experimental. Generar un modelo integral.

Hitos				
Descripción Hito	**Fecha de cumplimiento programada en el Proyecto**	**Fecha de cumplimiento real**	**Logrado (SI/NO)**	**Medios de Verificación auditable**
Análisis histórico de las precipitaciones nivales con el fin de definir modelos de escorrentía en base a redes neuronales	12/2014 – 6/2014	12/2014 – 6/2014	si	Datos presentados en las publicaciones.

Hitos				
Descripción Hito	**Fecha de cumplimiento programada en el Proyecto**	**Fecha de cumplimiento real**	**Logrado (SI/NO)**	**Medios de Verificación auditable**
Posterior a la identificación de los potenciales sectores de captación nival, se realiza el diseño experimental de las estaciones de captación nival.	3/2015 – 12/ 2015	4/2015 – 12/2015	si	Publicación y tesis de titulación

Análisis Cualitativo del Avance del Objetivo Específico 3:

Como fue anteriormente mencionado la nieve se puede titular como ***RECURSO*** nival, de acuerdo que la nieve se renueva cíclicamente. Los procesos naturales, la acumulación de nieve, la sublimación, la fusión y finalmente la evaporación de agua recién generada por el proceso de descongelamiento son generalmente bien conocidos. Solamente hay que mencionar que en el sector estudiado se encuentra en una situación geográfica muy particular, debido a:

a) La gran altura del área
b) La presión atmosférica muy baja
c) Temperaturas nocturnas muy bajas
d) Insolación muy alta y muy frecuente, altamente energético
e) La aridez en general
f) La falta de vegetación
g) La baja cantidad de humedad atmosférica

Estos factores están generalmente fuera del rango común respecto a áreas “normales” de nuestro globo terrestre. Como estos factores directamente influyen al sistema hielo – nieve – agua, se estima un comportamiento diferente a lo observado en regiones boreales o árticas.

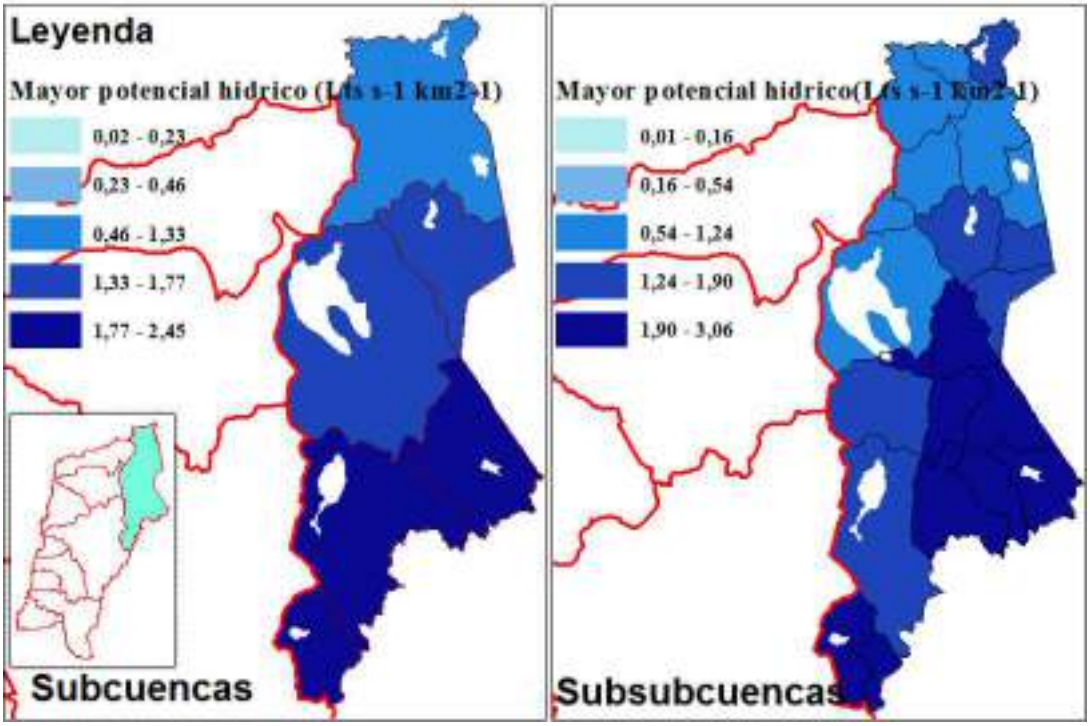


Figura 13: Productividad nival en diferentes cuencas y subcuencas de Atacama

3.2 Identificación de los potenciales sectores de captación nival, se realiza el diseño experimental de las estaciones de captación nival.



Figura 14: Situación nival en la cordillera de los Andes

Cobertura nival en Atacama.

Para analizar las zonas de mayor acumulación nival concentradas en un año, se utilizaron imágenes diarias MODIS, las cuales se trataron matemáticamente basadas en las distintas áreas de cobertura nival concentradas en los puntos de mayor fusión nival mediante el modelo de degree day. Este mapa queda ilustrado en la figura 4.1-1, en el cual se observan dos mapas por año, el que se encuentra al lado izquierdo presenta la concentración de las distintas áreas por cada año para la región de atacama y el mapa presente en el lado derecho indica la cantidad de fusión existente en base a la cantidad de área cubierta de manto nival. El mapa presente en el lado izquierdo de cada año indica la concentración de manto nival siendo el 100% una permanencia de nieve durante todo el año, y 0% ausencia de manto nival durante el transcurso del año, donde observamos que existe una gran variabilidad en cada uno de los años, siendo el año 2002 el que presenta mayor permanencia de cobertura nival y el año 2014 una menor permanencia de cobertura nival, considerando los 15 años de estudios a partir del año 2000. El mapa presente en el lado derecho de cada mapa indica la fusión generada en base al área del manto nival, la cual se encuentra expresada en hectómetros cúbicos por pixel correspondiente a cada año. Estos mapas denotan una diferencia debido a la presencia de mayor aporte por fusión a cotas entre los 3400 a 5000 m.s.n.m, marcado además por una fusión en orden decreciente de su Sur a Norte en la Región de Atacama.

La superficie total de la Región de Atacama desde la altura 2.000 m.s.n.m. hasta 6.900 m.s.n.m. es de aproximadamente 4.178.481 hectáreas, de los cuales, la cobertura nival promedio es solo de 275.239 hectáreas representando solo el 7% del total del área. En la figura se observa esta relación, entre área total de la región, y cobertura nival, además de eso, se muestra en una línea azul, el porcentaje cubierto de nieve de la superficie, superando el 60% del área de las cuencas cubiertas por la nieve a grandes alturas.

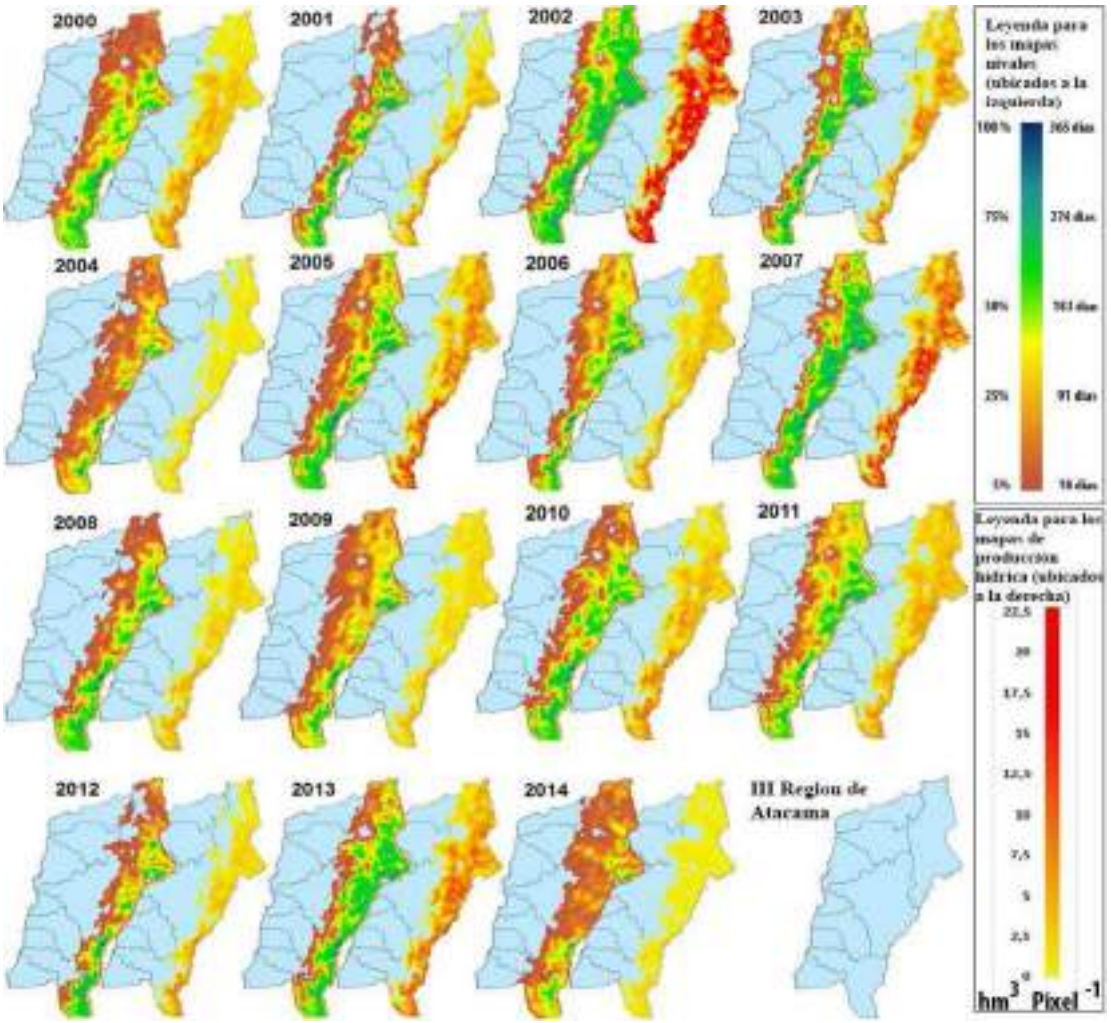


Figura 15: Mapas del manto nival (izquierda) y la de fusión de esté (derecha), para los años 2000 al 2014 (Figura 4.1.1, Espinoza, 2016)

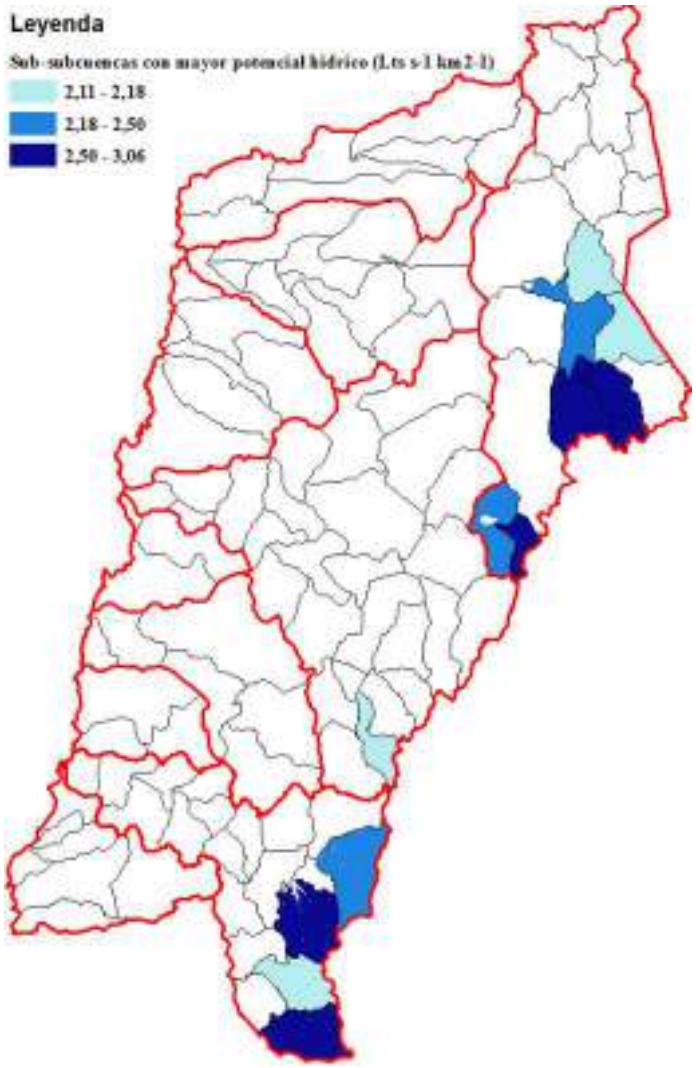


Figura 16: Sectorización de potencial hídrico presente en la Región de Atacama.

Se puede identificar cuatro sectores con un potencial significante en recursos nivales durante los últimos 15 años. Los cuatro sectores con mayores probabilidades de caídas de nieve son:

a) Área al este y sureste del Salar de Maricunga; Los sectors Juncal, Laguna Verde y Campo Piedra Pomez llegando a Cerros Tres Cruces.
b) Sector al este de la Laguna Negro San Francisco y sus alrededores
c) Un sector de dimensiones menores en las nacientes de los afluentes pertenecientes a la cuenca del río Copiapó, Sector Potro, Montosa.
d) La cordillera de los Andes en el extremo sur-este de la Región de Atacama entre los nacientes del Río Huasco hasta al límite de la Región de Coquimbo.

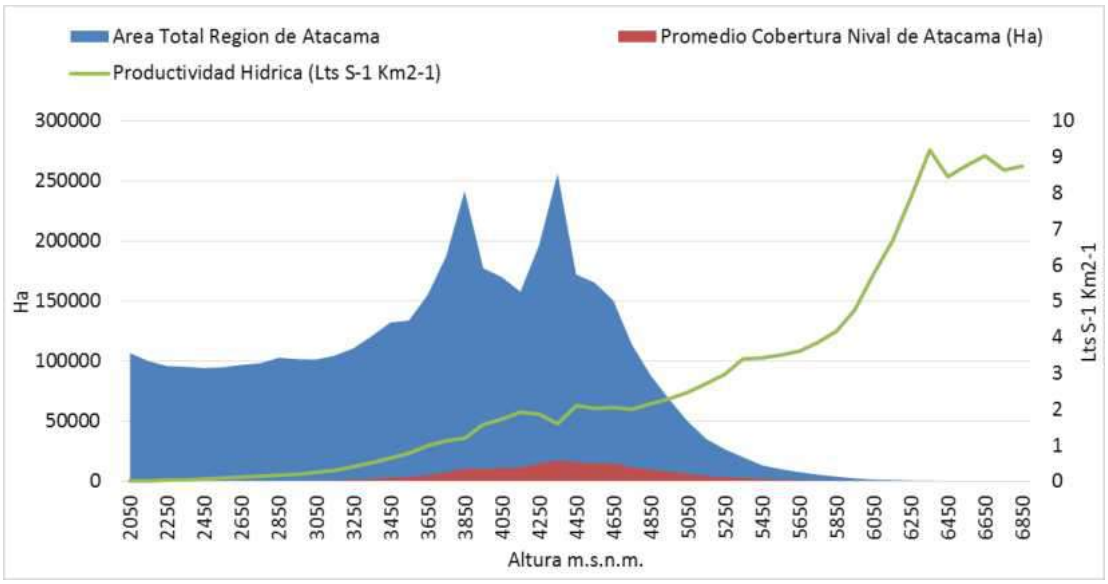


Figura 17: Área total de la Región de Atacama, y la cobertura nival promedio en todas las imágenes analizadas en la región, así como su porcentaje en base al área total.

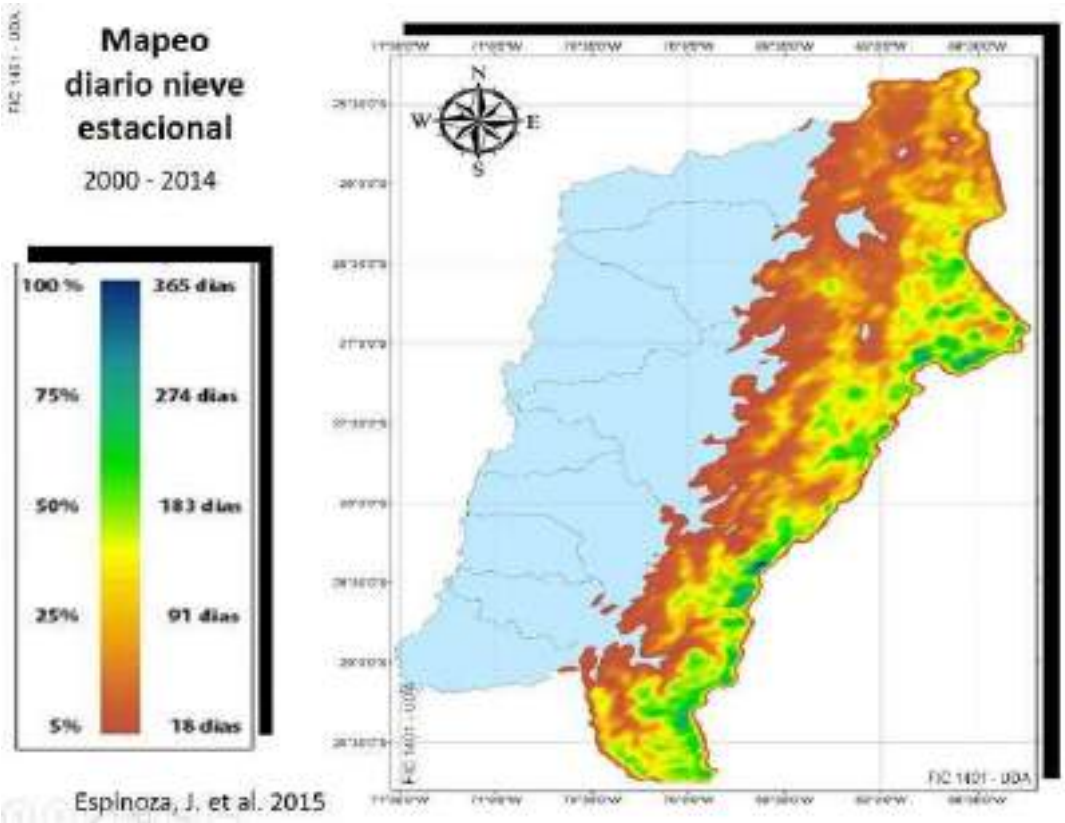


Figura 18: mapeo diario de nieve estacional: Los colores verdes a azul grafican las áreas con mayor cantidad de días con nieve.

Un probable aprovechamiento del recurso nival tiene que tomar algunos factores en consideración como la frecuencia y magnitud de caídas de nieve, la altura, la accesibilidad.

En total se definió 11 puntos de un probable aprovechamiento del recurso nival. Los 11 puntos se dividen a 4 sectores:

1) Al este del Salar de Maricunga, Sector Tres Cruces Llano Piedra Pómez (5)
2) Sector cerca Laguna Negro Francisco (2, más uno cerca Pantanillo)
3) Sector nacientes cuenca Río Copiapó (1)
4) Sector nacientes cuenca Río Huasco (2)

De los 11 puntos definidos 5 se encuentran en la cuenca entre al este y al sur del Salar de Maricunga, cerca Cerros Tres Cuces y Ojos del Salado. El sector destaca por su relativa seguridad en recursos nivales y su accesibilidad.

Según antes mencionado la mayor acumulación de recursos nivales se encuentra entre 3900 m hasta 5000 m de altura.

Un proyecto debería aprovechar la morfología natural y procesos naturales de acumulación de nieve.

El tercer sector con interés se ubica en los nacientes del Río Huasco, cerca de la frontera a Argentina. La extensión de las áreas de altas cantidades de recursos nivales no son tan importantes, pero suficiente para un factible aprovechamiento.

El cuarto sector se ubica en los nacientes de los afluentes de la cuenca del Río Copiapó, en la cercanía del Río Manflas y Rio Montosa. La accesibilidad no es la mejor, pero también se puede definir una cierta posibilidad de un aprovechamiento exitoso de los recursos nivales de este sector.

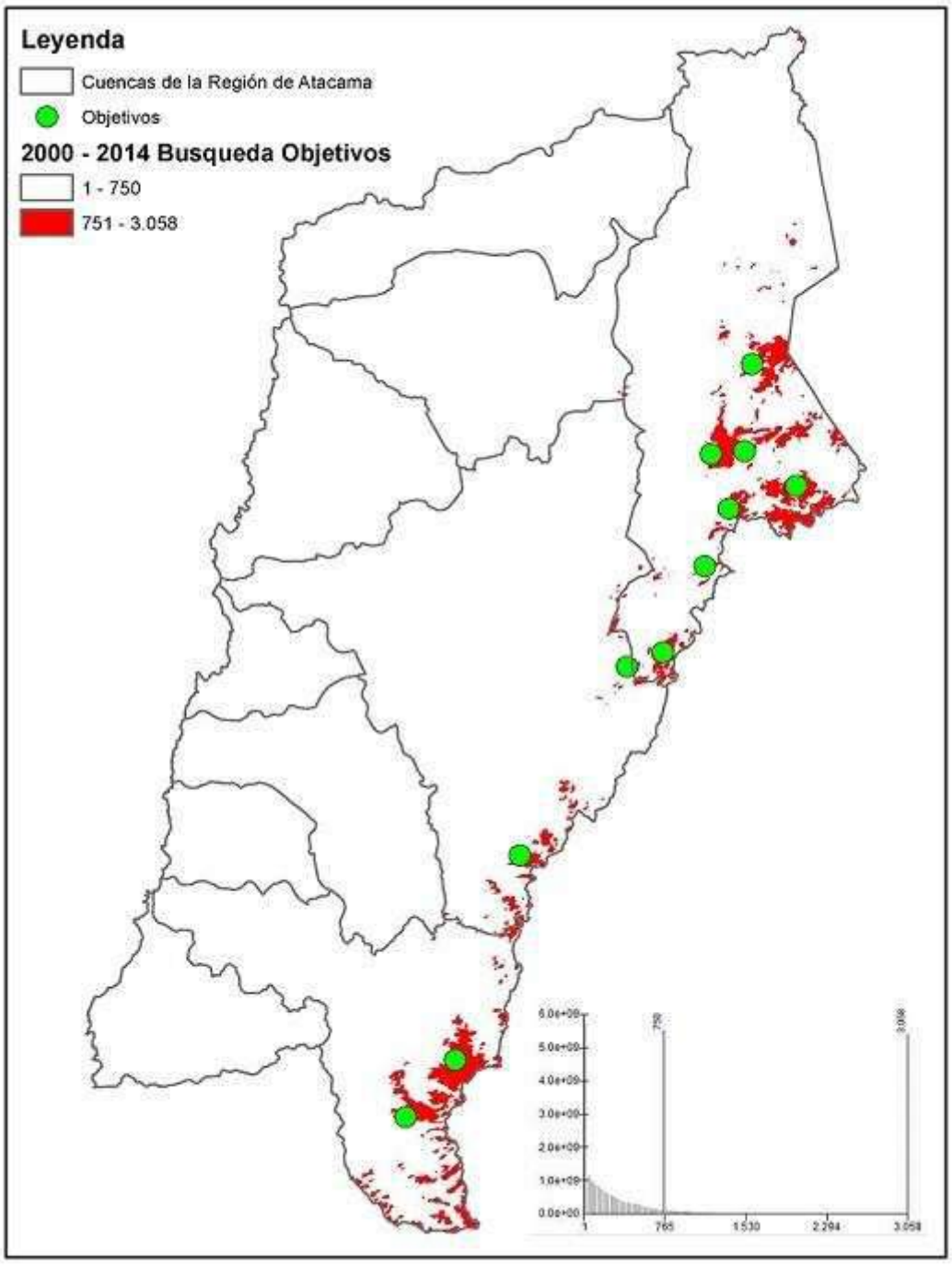


Figura 19: Puntos de mayor interés en aprovechamiento de recursos nivales

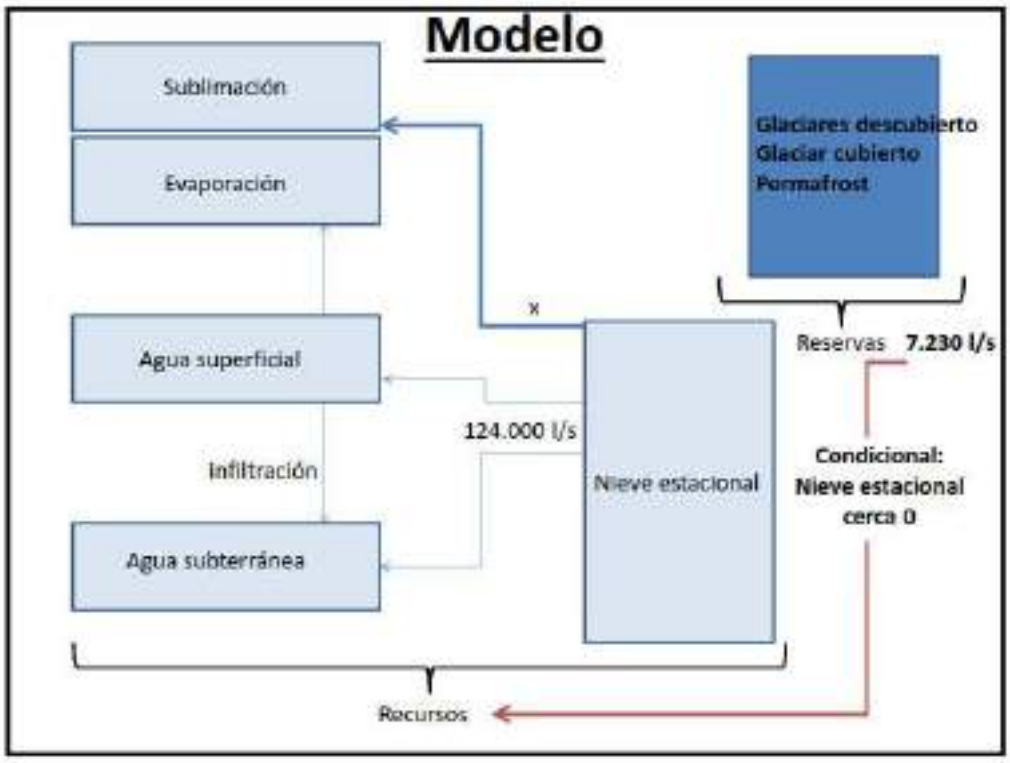


Figura 20: Modelo integral de la situación

Un modelo integral finalmente muestra las conexiones entre las diferentes recursos y reservas hídricas (líquidos y sólidos). Se puede indicar que la nieve estacional puede llegar a cifras alrededores de 124.000 l/s en forma teorética. Hay que tomar en consideración que problemas técnicos impiden el aprovechamiento de la totalidad de los recursos.

También hay que indicar, que en los años sin recursos nivales, los glaciares cubiertos, glaciares descubiertos y el permafrost se convierte en recurso hídrico.

Técnicas de captación de nieve para generar agua potable

Un metro cúbico de nieve corresponde entre 60 a 500 litros de agua, el valor definitivo depende de la consistencia y compactación del recurso nival. El clima árido del desierto de Atacama puede ser un argumento para valores bajas, las cantidades grandes de acumulación y los procesos de compactación podrían ser un argumento para números más altas.

Por razones climáticas no existe experiencia en el traspaso de nieve a agua potable, la razón se puede buscar en la correlación entre precipitaciones de agua y de nieve en regiones de climas templadas "normales". En la Región de Atacama se vive en un ambiente especial: Por un lado, las precipitaciones en lluvias no logran una filtración suficiente para generar un equilibrio. Pero, por otro lado, como mostrado en este proyecto, existen extensos recursos de nieve en la Región de Atacama que no entran en su totalidad a la hidrosfera del sector.

Se puede indicar la alta taza en sublimación y la evaporación impiden un traspaso de grandes partes del recurso nival a las napas de agua subterránea.

Se puede generar procesos que fortalecen el traspaso de nieve a agua, se puede diferenciar entre:

a) Procesos activos invasivos: Corresponde a métodos donde se acumula la nieve y procesos activos que producen en derretimiento.
b) Procesos activos: La nieve se acumula por procesos naturales, se genera procesos que llegan a un derretimiento.
c) Procesos pasivos: Simplemente se aprovecha la nieve naturalmente acumulada y genera métodos que impiden la evaporación inmediata después del proceso.

Algunas precauciones en este proceso hay que tomar in consideración:

a) Contaminación de la nieve (química, partículas)
b) Aspectos ambientales en un ecosistema frágil
c) Una cierta autonomía del proceso
d) Eficiencia del proceso versus complejidad del proceso
e) Distancia hacia el consumidor
f) Épocas de inoperatividad durante los meses sin nieve

Pero hay que indicar la nieve es una reserva estacional, sin proceso grandes cantidades se subliman y se pierde el recurso.

Un proceso de conversión de nieve a agua potable instalado en la cordillera de los andes tiene que ser relativamente simple, ampliable a un sistema "industrial". Como las cantidades de recursos nivales en la Región no son menor, el sistema no necesariamente tiene que ser muy eficiente, lo importante es que es constante.

Como el recurso con mayor disponibilidad en Atacama y los Andes es la energía solar se puede diseñar un sistema de tubería, encima de planchas de color negro que permiten la transmisión de un líquido de calor elevada. Con este sistema se "ataca" la nieve en el momento de su caída, es decir no se permite una acumulación, se produce un descongelamiento inmediatamente después de caída. Sí se acumula nieve, la tubería con un medio tibio (agua tibia) igualmente cumple su función y produce un descongelamiento en la nieva ya acumulada.

En resumen, se puede definir un sistema de siguientes características:

a) Lugar adecuado a respecto de disponibilidad de nieve
b) Lugar de altura moderada, acceso relativamente fácil
c) La morfología puede apoyar el proceso (ladera hacia al norte)
d) Aprovechando energía solar
e) Sistemas relativamente pasivos con poca intervención permanente humana
f) Sistemas de acuerdo de las normas ambientales vigentes
g) Evitando la sublimación y la evaporación
h) Se puede pensar en sistemas activas de descongelamiento.

Bibliografía:

ACGR: Glossary of permafrost and related ground ice terms, Associate Committee on Geotechnical Research (ACGR), *National Research Council of Canada*, Ottawa, 1988.

Aguado, E. y Burt, J.E. (2004) - Understanding Weather y Climate. New Jersey, Pearson Education Inc.

Aguilar, G.; Riquelme, R.; Martinod, J.; Darrozes, J. (2013) - Rol del clima y la tectónica en la geomorfología de los Andes Semiáridos chilenos entre los 27-32°S. *Andean Geology.* 40 (1): 79-101.

Amigo, Gonzalo (2016): Línea Base Hídrico – Criosferica para la cuencas Alto - Andinas, Región de Atacama, Chile. -173 páginas, tesis de memoria para obtener el Título Geólogo de la Universidad de Atacama, Facultad de Ingeniería, Departamento de Geología; Copiapó/ Chile.

Amigo, G., García, A., Ulloa, C., Milana, J.P. (2015) - Línea Base de la Criósfera en las Cuencas Alto-Andinas de la Región de Atacama, Chile. *XIV Congreso Geológico Chileno*. La Serena (Chile).

Andersson, J.G. (1906) - Solifluction, a component of subaerial denudation. *Journal of Geology* 14, pp. 91–112.

Azizi, F. y Whalley, W. B. (1995) - Finite element analysis of the creep of debris containing thin ice bodies. In: Proceedings of the 5th International Offshore and Polar Engineering Conference, Volume 2. International Society of Offshore and Polar Engineers, The Hague, pp. 336–341.

Azócar, G. y Brenning, A. (2010) - Hydrological and geomorphological significance of rock glaciers in the dry Andes, Chile (27°-33°S). *Permafrost and Periglacial Processes* 21, 42-53.

Ballantyne, C.K., Harris, C., (1994) - The Periglaciation of Great Britain. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Bockheim, J. G (1995) - Permafrost distribution in the southern circumpolar region and its relation to the environment: a review and recommendations for further research, Permafrost Periglac., 6, pp. 27–45.

Bolch T, Marchenko SS. 2009. Significance of glaciers, rockglaciers and ice-rich permafrost in the Northern Tien Shan as water towers under climate change conditions. In Selected papers from the Workshop ‘‘Assessment of Snow, Glacier and Water Resources in Asia’’ held in Almaty, Kazakhstan, 28–30 November 2006, Braun L, Hagg W, Severskiy IV, Young GJ (eds). Bundesanstalf für Gewässerkunde: Koblenz, Germany. IHP/HWRP-Berichte, Nr.8; 132–144.

Brenning A, Azócar GF. 2009. Statistical analysis of topographic and climatic controls and multispectral signatures of rock glaciers in the dry Andes Chile, (27-–33-S). Permafrost and Periglacial Processes In press. DOI:10.1002/ppp.670

Brenning A. 2005. Climatic and geomorphological controls of rock glaciers in the Andes of Central Chile: Combining statistical modelling and field mapping. PhD dissertation, Humboldt-Universita¨t zu Berlin: 153p.

Brenning, A., Azocar, G. (2010) - Minería y glaciares rocosos: impactos ambientales, antecedentes políticos y legales, y perspectivas futuras. *Rev. geogr. Norte Gd.* n.47. pp. 143-158.

Brown, J., Ferrians Jr, O. J., Heginbottom, J. A., and Melnikov, E. S (1997) - Circum-Arctic map of permafrost and ground-ice conditions, Washington, DC: U.S. Geological Survey in

Cooperation with the Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Circum-Pacific Map Series CP-45, scale 1:10,000,000, 1 sheet.

Campos, Juan (2016): Predicción de caudales aplicando modelos de precipitación nival simple y redes neuronales artificiales para la cuenca del río Huasco, Región de Atacama, Chile. – 120 páginas, tesis de memoria para obtener el Título Geólogo de la Universidad de Atacama, Facultad de Ingeniería, Departamento de Geología; Copiapó/ Chile.

Campos, J., García, A., Espinoza, J., Milana, J.P. (2015) - Estudio de las relaciones entre la cobertura nival y los caudales en la Cuenca del Río Huasco y posibilidad de pronóstico de caudales usando dicha información. *XIV Congreso Geológico Chileno*. La Serena (Chile).

Capps, S. R. J. 1910. Rock glaciers in Alaska. *Journal of Geology* 18, 359–375.

Castro, M., Delgado, S., Ferri-Hidalgo, L., Salazar, L., Falaschi, D., Lenzano, G., Masiokas, M., Pitté, P., Ruiz, L., (2012) - Manual para la realización del Inventario Nacional de Glaciares y Ambiente Periglacial. IANIGLA-CONICET. Inédito, p. 131.

Chen J, Ohmura A. (1990) - Estimation of Alpine glacier water resources and their change since the 1870s. In Hydrology in Mountainous Regions, I-Hydrological Measurements; the Water Cycle, Proceedings of two Lausanne Symposia, August 1990, Lang H, Musy A (eds). IAHS Press: Wallingford, Oxfordshire, UK 193: 127–135.

Clark, D., Clark, M. y Gillespie, A. 1993. Debris- Covered Glaciers in the Sierra Nevada, California, and their implication for Snowline Reconstructions: Quaternary Research 41: 139-153.

Clarke, J., (2006) - Antiquity of aridity in the Chilean Atacama Desert. *Geomorphology*, 73, pp. 101-114. doi:10.1016/j.geomorph.2005.06.008

CMC, 2010 - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL OPTIMIZACIÓN PROYECTO MINERO CERRO CASALE

Corte, A.E. 1976. The Hhydrological Significance of Rock Glaciers, Journal. of Glaciology, v. 17,Nº 75, p. 157-158.

Corte, A.E. 1980. Glaciers and glaciolithic systems of the Central Andes. World Glacier Invetory (Proceedings of the Riederalp Workshop, september, 1978): IAHS-AISH Publ. N° 126, p.124.

Corte, A.E. 1990. GEOCRIOLOGÍA El frío en la Tierra. Ediciones Culturales de Mendoza. 444pp.

Croce, F.; Milana, J.P. 2002 Internal Structure and Behaviour of a Rock Glacier in the Arid Andes of Argentina. Permafrost and Periglacial Processes, Wiley InterScience, v. 13, pp. 289-299.

Espinoza, José (2016): Estructura espacial y temporal de las precipitaciones nivales en La Región de Atacama y modelación del aporte hídrico por fusión de la cobertura nival. – 199 páginas, tesis de memoria para obtener el Título Geólogo de la Universidad de Atacama, Facultad de Ingeniería, Departamento de Geología; Copiapó/ Chile.

Espinoza, J., García, A., Milana, J.P. (2015) - Estructura espacial y temporal de las precipitaciones nivales en La Región de Atacama y modelación del aporte hídrico por fusión del manto nival. *XIV Congreso Geológico Chileno*. La Serena (Chile).

French, H.M., 1996. The Periglacial Environment, 2nd ed. *Longman*, Essex.

García, Ayón (2016): Línea Base Hídrico – Criosferica para la Región de Atacama, Chile. – 121 páginas, , tesis de memoria para obtener el Título Geólogo de la Universidad de Atacama, Facultad de Ingeniería, Departamento de Geología; Copiapó/ Chile.

García, A., Ulloa, C., Medina, C., Amigo, G., Milana, J.P. (2015) - Sustitución progresiva de geoformas criosféricas por la creciente aridez de la diagonal árida de América del Sur, Andes centrales entre 25°30'S y 29°30'S; Atacama, Chile. *XIV Congreso Geológico Chileno*. La Serena (Chile).

Garín, C. (1987) - Inventario de Glaciares de los Andes Chilenos desde los 18° a los 32° de latitud sur. Revista de Geografía Norte Grande 14: 35-48.

Garreaud, R.D., Vuille M. y Clements, A. (2003) - The climate of the Altiplano: observed current conditions and mechanisms of past changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 3054: 1-18.

Garreaud, R.D., Vuille M., Compagnucci, R. y Marengo, J. (2007) - Present-day South American Climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 3, pp. 1-10.

Gestión Ambiental Consultores (GAC). (2012) - Línea de base: medio físico: glaciares. En EIA Proyecto expansión Andina 244, CODELCO, Cap. 2.4.7. http://seia.sea.gob.cl/ Expediente 6044819 [Abril 2015].

Ginot, P.M., Schwikowski, H.W., Gäggeler, U., Schotterer, Ch., Kull, M., Funk, A., Rivera, F., Stampfli, W., Stichler. (2002) - First results of a paleoatmospheric chemistry and climate study of Cerro Tapado, Chile. *The Patagonian Icefields, A Unique National Laboratory for Environmental and Climate Change Studies.* Eds. G. Casassa, F. Sepulveda, R.M. Sinclair, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp. 157-167.

Golder Associates. (2005) -. Estudio de impacto ambiental modificaciones Proyecto Pascua-Lama. Línea base de la criósfera. Technical report, Santiago, Chile.

Grinsted, A. (2013) - An estimate of global glacier volumen. *The Cryosphere*, 7, pp. 141–151. DOI:10.5194/tc-7-141-2013

Gruber, S. (2012) - Derivation and analysis of a high-resolution estimate of global permafrost zonation. *The Cryosphere*. 6, pp. 221-233.

Haeberli,W. 1985. Creep of mountain permafrost: internal structure and flow alpine rock glaciers. Mitteilungen der Versuchansalt für Wasserbau., Hidrologie und Glaziologie 77: 1-142.

Hamilton, S. J. y Whalley, W. B. 1995. Rock glacier nomenclature: a re-assessment. Geomorphology, 14, 73–80.

Haselton, K., Hilley, G., Strecker, M. (2002) - Average Pleistocene Climatic Patterns in the Southern Central Andes: Controls on Mountain Glaciation and Paleoclimate Implications. The Journal of Geology110, pp. 211–226]

Houston, J y Hartley, Aj. (2003) The central andean west-slope rainshadow and its potential contribution to the origin of HYPER-ARIDITY in the Atacama desert. *International Journal of Climatology,* 23, pp. 1453-1464.

Jorgenson, M. T., Racine, C. H., Walters, J. C., and Osterkamp, T. E.: Permafrost degradation and ecological changes associated with a warming climate in Central Alaska, Climatic Change, 48, 551–579, 2001.

Juliá, C., Montecinos, S., y Maldonado, a. (2008) - Características Climáticas de la Región de Atacama. In: F. A. Squeo, G. Arancio y J. R. Gutiérrez (eds.) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación. Ediciones Universidad de La Serena (Chile), pp. 25 -42.

Kalthoff, N., Bischoff-Gauss, I., Fiebig-Wittmaack, M., Fiedler, F., Th¨urauf, J., Novoa, J.-

E., Pizarro, C., Gallardo, L., and Rondanelli, R.: Mesoscale wind regime in Chile at 30 S, J. Appl. Meteorology, 41, 953–970, 2002.

King, L.: Zonation and ecology of high mountain permafrost in Scandinavia, Geogr. Ann. A, 68, 131–139, 1986.
Kull, C., Grosjean. M. (2000) - Late Pleistocene climate conditions in the north Chilean Andes drawn from a climate glacier model: *Journal of Glaciology* 46, pp. 622-632.

Kull, C., Grosjean, M. (2002) – Modeling modern and late Pleistocene glacio-climatological conditions in the North Chilean Andes (20-30°S). *Climatic Change* 52, pp. 359-381.

Le Quesne, C., et al. (2006), Ancient Austrocedrus chronologies used to reconstruct central Chile precipitation variability from A. D. 1200 to 2000, Journal of Climate, 19, 5731 – 5744.

Lecomte, K.L., Milana, J.P., Formica, S. y Depetris, P. 2007. Hydrochemical appraisal of iceand rock-glacier meltwater in the hyperarid Agua Negra drainage basin, Andes of Argentina. Hydrological Processes, doi: 10.1002/ hyp.6816

Lliboutry, L. (1956) - Nieves y glaciares de Chile. Fundamentos de glaciología. Ediciones Universidad de Chile, Santiago. 471 pp.

Lliboutry, L.: (1998) -Glaciers of the Dry Andes, in R. S. J. Williams and J. G. Ferrigno (eds), Satellite Image Atlas of Glaciers of the World SOUTH AMERICA, United States Geological Survey Professional Paper 1386–I.

Loomis, S. R. (1970) – Morphologi and ablation processes on glacier ice. PArt I. Morphology andstructure of an ice-cored medial moraine, KaskawulshGlacier, Yukon. Arctic Institute ofNorth America Research Paper 57, p. 1-65.

Lundstrom, S. C., McCafferty, A. E., and Coe, J. A. (1993) – Photogrammetric analysis of 1984-89 surfce altitude change of the partially debris-covered Eliot Glacier, Mount Hood, Oregon, U.S.A. Annals of Glaciology 17, pp. 167-170.

Matsuoka N. (2001) - Solifluction rates, processes and landforms: a global review. Earth-Science Reviews 35: 107–134.

Matsuoka, N. Ikeda, A.; Date, T., (2005) - Morphometric analysis of solifluction lobes and rock glaciers in the Swiss Alps. Permafrost and Periglacial Processes, V. 16, 99-113.

Medina, Catherine (2016): Línea Base Hídrico – Criosferica para la cuenca del río Huasco, Región de Atacama, Chile. 123 páginas, tesis de memoria para obtener el Título Geólogo de la Universidad de Atacama, Facultad de Ingeniería, Departamento de Geología; Copiapó/ Chile.

Medina, C., Ulloa, C., García, A., Campos, J., Milana, J.P. (2015) - Inventario de Glaciares y Crioformas (reservas hídricas criosféricas) integrado para el Valle del Río Huasco. *XIV Congreso Geológico Chileno*. La Serena (Chile).

Milana, J.P. 1998. Predicción de caudales de ríos alimentados por deshielo mediante balances de energía: Aplicación en los Andes Centrales, Argentina. Asociación Argentina de Sedimentología, revista, v. 5 (2), pp. 53-69.

Milana, J.P. 2005. Línea base de la criósfera proyecto pascua-lama (informe de glaciares y permafrost), Junta de Vigilancia del Río Huasco y sus Afluentes: 134p., Chile.

Milana, J.P. y Güell, A. (2008) - Diferencias mecánicas e hídricas del permafrost en glaciares de rocas glacigénicos y criogénicos, obtenidas de datos sísmicos en El Tapado, Chile. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63 (3), pp. 310-325.

Milana J.P. 2010. Hielo y desierto. Los glaciares áridos de San Juan. Elite Group: 196p., Argentina.

Milana, J.P. y Schmok, J. (2015) - El modelo de Glaciar Reservorio indicado por Georadar, Glaciar Guanaco, III Región de Chile y Argentina., Chile. *XIV Congreso Geológico Chileno*. La Serena (Chile).

Miller, A. (1976) - The Climate of Chile. Climates of Central and South America. W. Schwerdtfeger. Amsterdam, *Elsevier Scientific Publishing Company*: pp. 113-145.

Nakawo, M., Raymond, C.F. y Fountain, A. (eds). 2000. Debris-covered glaciers. International Association of hydological Sciences, Publication 264, IAHS Press, 288 p., Wallingford.

Nelson, F. E., Anisimov, O. A., and Shiklomanov, N. I.: Subsidence risk from thawing permafrost, Nature, 410, 889–890, 2001.

Nicholson, L., Marin, J., Lopez, D., Rabatel, A., Bown, F. and A. Rivera. 2009. Glacier inventory of the upper Huasco valley, Norte Chico, Chile: glacier characterisitcs, glacier change and comparison to central Chile. Annals of Glaciology 50(53): 111-118.

Olea. P., Quevedo. D. (2015) - Distribución espacio-temporal de la precipitación durante

el evento meteorológico del 24 a 26 de marzo de 2015 y sus efectos sobre la generación de flujos aluviales. *XIV Congreso Geológico Chileno.* La Serena (Chile).

Ohmura, A. (2004) - Cryosphere During the Twentieth Century. The State of the Planet: Frontiers and Challenges Geophysics 1503 in Geophysics, Geophysical Monograph 150, IUGG Volume 19, *International Union of Geodesy and Geophysics and the American Geophysical Union*, 239-257, doi: 10.1029/150GM19

Østrem, G. (1959).- Ice melting under a thin layer of moraine and the existence of ice in moraine ridges. Geografiska Annaler 41, pp. 228-230.

Outcalt, S. I. y Benedict, J.B. 1965. Photo interpretation of two types of rock glaciers in the Colorado Front Range, U.S.A., Journal of Glaciology 5(42): 849-856.

Peña, H. y Nazarala, B. (1987). Snowmelt-Runoff Simulation Model of a Central Chile Andean Basin with Relevant Orographic Effects. Large Scale Effects of Seasonal Snow Cover. IAHS Publication, 215 (166), pp. 161-171.

Richmond, G. M. 1952. Comparison of rock glaciers and block streams in the La Sal Mountains, Utah. Geological Society of America Bulletin, 83, 1292–1293.

Schrott, L. 1991. Global solar radiation, soil temperature and permafrost in the Central Andes, Argentina: a progress report. Permafrost and Periglacial Processes, v. 2:59-66.

Schrott, L. 1994. The hidrological significance of hight mountain permafrost and its relation to solar radiation, a cause study in the hight Andes of San Juan, Argentina. Geographisches Institut, Universität Heidelberg, Germany. 18 p.

Stichler, W., Schotterer, U., Fröhlich, K., Ginot, P., Kull, C., Gäggeler, H., y Pouyaud, B. (2001). Influence of sublimation on stable isotope records recovered from high-altitude glaciers in the tropical Andes. Journal of Geophysical Research: Atmospheres (1984–2012), 106(D19), 22613-22620.

Strahler, A.N. y Strahler, A.H. (1986) - Geografía Física. Barcelona, Ediciones Omega S.A.

Ulloa, Christopher (2016): Linea base Hídrico-Criosférica para la cuenca del río Copiapó, Chile. – 110 páginas, tesis de memoria para obtener el Título Geólogo de la Universidad de Atacama, Facultad de Ingeniería, Departamento de Geología; Copiapó/ Chile.

Ulloa, C., García, A., Amigo, G., Milana, J.P. (2015) - Línea base de la Criósfera para la cuenca del Río Copiapó, Chile. *XIV Congreso Geológico Chileno.* La Serena (Chile).

Vivero, S. (2008) - Inventario de glaciares descubiertos de las cuencas del río Copiapó y variaciones recientes en sus frentes. Technical report. Dirección General de Aguas: Santiago, Chile.

Wahrhaftig, C. y Cox, A. 1959. Rock glaciers in the Alaska Range, Geological Society of. America, Bulletin 70: 383-436.

Walter, K. M., Zimov, S. A., Chanton, J. P., Verbyla, D., and Chapin, F. S.: Methane bubbling from Siberian thaw lakes as a positive feedback to climate warming, Nature, 443, 71–75, 2006.

Wang, B. and French, H. M. (1995) - Permafrost on the Tibet Plateau, China, Quaternary Sci. Rev., 14, 255–274, doi:10.1016/0277-3791(95)00006-B.

Washburn, A.L. (1979) - Geocryology: A Survey of Periglacial Processes and Environments. Edward Arnold, London.

Washburn, A.L., (1979) - Geocryology: A Survey of Periglacial Processes and Environments*. Edward Arnold*, Londres (UK).

Whalley, W. B. y Azizi, F. (2003). Rock glaciers and protalus landforms: analogous forms and ice sources on Earth and Mars. Journal of Geophysical Research, Planets, 108, 8032, doi: 8010.1029/2002JE001864.

Whalley, W. B. (1974) – Rock glaciers relativeto true glacier as part of a glacier debris-transport system. Geographical Papers 24, Geographical Departament, University of Reading.

Zech, R., May, J.H., Kull, C., Ilgner, J., Kubik, P.W., Veit, H. (2008) - Timing of the late Quaternary glaciation in the Andes from ~15 to 40°S. *Journal of Quaternary Science,* 23 (6-7), pp. 635–647.

Zhang, T. y Wang , N. (2015) – Introduction – Changing cryosphere under a warming climate. *Artic Antartic and Alpine Research*, Vol. 47, 2, pp.191-193.

Zhou, J., y Lau, K. M. 1998. Does a monsoon climate exist over South America?. Journal of Climate, 11(5), 1020-1040.

Objetivo Específico 4: Recursos humanos capacitados en temas avanzados. Poner a disposición de la comunidad un grupo de profesionales altamente capacitados en materia de la criósfera.

Hitos				
Descripción Hito	**Fecha de cumplimiento programada en el Proyecto**	**Fecha de cumplimiento real**	**Logrado (SI/NO)**	**Medios de Verificación auditable**
Charlas de científicos extranjeros y nacionales.	4/2015 – 8/2015	10/2014 – 6/2016	sí	Simposio Internacional Charla Dölling Charla Milana
Capacitaciones por científicos extranjeros			si	Programa y listados de asistencia
Pasantillas de los participantes				
Presentación de trabajos en congresos	Sept. 2015	Sept. 2015	si	Publicaciones y certificados
Titulaciones realizadas	Enero / marzo 2016	Enero / marzo 2016	si	Existencia de las tesis
Cursos dictados por parte de los participantes (Adicional)		Marzo 2016 – Julio 2016	si	Dos participantes del proyecto dictaron cursos electivos para la carrera de geología (UDA)

Análisis Cualitativo del Avance del Objetivo Específico 4:

Hito 4.1. Charlas y seminarios

SEMINARIO INTERNACIONAL DE GLACIARES Y GLACIARISMO ALTOANDINO EN CHILE Y ARGENTINA

29 de Octubre de 2014, Salón Minas, Facultad de Ingeniería UDA, Copiapó. Extracción del programa:

10:00 – 10:20 hrs. Dr. Igor Parra Vergara, Microbiólogo "Doctor Europeus", Universidades de Montpellier y Roma, Arqueólogo MA, Universidad de Barcelona: Procesos de formación, equilibrio y retroceso de los glaciares terrestres como parte del ciclo global del agua: el caso particular de los glaciares sur andinos.

10:20 – 10:40 hrs. **Dr. Juan Pablo Milana**, Glaciólogo PhD, Universidad de San Juan, Argentina: Experiencia en Argentina en el Estudio y Conservación de Glaciares en Zonas Áridas.

10:40 – 11:00 hrs. **Dr. Wolfgang Griem**, Geólogo PhD, Director Escuela de Geología Universidad de Atacama: Descripción del proyecto aprobado FIC-R "Inventario de glaciares, ambiente periglacial y otras reservas hídricas criosféricas de la III Región de Atacama y áreas binacionales, para determinar nuevas fuentes de agua".

12:00 – 12:20 hrs. **Sr. Carlos Estévez Valencia**, Director General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Chile: Estrategia Nacional de Conservación de Glaciares.

12:20 – 12:40 hrs. **Sr. Luis Lemus Aracena**, Diputado distrito N°9, Presidente de la Comisión de Recursos Hídricos de la Cámara, Chile: Estado del arte del proyecto de Ley de Protección de Glaciares en Chile.

Seminario criosfera, primeros resultados

27.7.2015: Seminario de primeros resultados del proyecto FIC 1401 - criósfera. Exposiciones de Dr. Wolfgang Griem, Ayón García, José Espinoza, Catherine Medina, Christopher Ulloa. Juan Campos y Juan Campos. Sala D12, Universidad de Atacama - 17:20 hrs - 180 personas asistentes.

Se invitaron autoridades del gobierno regional, directores y funcionarios de entidades públicas, académicos de la UDA, alumnos de la UDA y público en general. El evento se desarrolló entre 17:20 hrs hasta las 21:00 hrs – frente de un público que superó 180 personas. Debido a la gran cantidad de personas y una ronda de preguntas extendida el seminario terminó a las 21:00 hrs.

Programa del seminario:

1) Dr. Wolfgang Griem, Director del Proyecto): Proyecto Criósfera en Atacama: Que es la criósfera ? – Primeros resultados del proyecto FIC 1401.
2) Sr. Christopher Ulloa: Criósfera de Atacama
3) Srta. Catherine Medina: Mapeo de la criósfera
4) Sr. José Espinoza: Mapeo de nieve estacional
5) Sr. Juan Campos: Rol de la criósfera en el sistema hídrico
6) Sr. Ayón García: Primeros resultados del proyecto

Discusión

Hay que mencionar que la cantidad de personas que participaron en este seminario superó a todas las expectativas por parte de los realizadores.



Figura 21: Realización del seminario “Criósfera” en la sala D12. – 27.7.2015

Charla:

Dr. Oscar Dölling en la sala D12 de la Universidad de Atacama.

Se realizó 27.8.2015 una Charla científica: REDES NEURONALES ARTIFICIALES APLICADAS A PREDICCIÓN DE CAUDALES FLUVIALES por el Dr. Oscar Dolling. Publicado en varios medios de comunicación Regionales y con alto interés por parte de los expertos (académicos y alumnos de los últimos niveles) en la UDA. Cabe mencionar que el tema de las redes neuronales es un tema transversal que marca importancia en las ciencias matemáticas, computacionales y en este caso aplicada en las ciencias de la tierra.

Publicado en Atacama en línea: http://atacamaenlinea.cl/?p=18029 /

Atacama Noticias: http://atacamanoticias.cl/2015/08/28/experto-argentino-enseno-a-desarrollar-modelos-de-prediccion-y-simulacion-del-comportamiento-glaciar/



Figura 22: Charla de Dr. Dölling en la UDA

12.12.2015: Charla en “Visión Atacama” : Proyecto FIC Glaciar dio a conocer resultados preliminares en Encuentro “Visión Regional”



Figura 23: Charla en “Visión Atacama”, 2015

Charla:

24.3.2016: Criósfera en Atacama, charla en Día Mundial del Agua: CORFO, Hotel Diego de Almeida, Copiapó: Presentaciones de Dr. Wolfgang Griem, Sr. Ayon García. Alrededor de 40 personas.
Realización de un Stand en la plaza información proyecto (Dia del agua)

Hito 4.2: Cursos y capacitaciones dictadas para los participantes:

Fecha: 26.-29. 1.2015.
Lugar: Universidad de Atacama, Departamento de Geología
Relator: Dr. Juan Pablo Milana
Entre 26 a 29 de enero se realizó la capacitación "reconocimiento de geoformas por medio de imágenes satelitales" por Dr. Juan Pablo Milana (Universidad San Juan, Argentina). Los participantes fueron: Sr. Ayón García, Sr. Jose Espinoza, Srta. Catherine Medina, Sr. Juan Campos, Sr. Christopher Ulloa y Sr. Gonzalo Amigo – todos los alumnos de la carrera de Geología y participantes en el proyecto.

Fecha: 18.8. – 19.8. 2015
Titulo: Uso del georadar
Relator: Sr. Jorge Véliz
Capacitación en Georadar, capacitación teórica y práctica del uso: Se realizó una capacitación por parte de Sr. Jorge Veliz de la Empresa GSSI. En total fueron 16 horas de clases: Especialmente teoría de funcionamiento, análisis de datos y connotaciones prácticas. Dos días (18.8. y 19.8.) 8:00 hrs – 17:00 hrs



Figura 24: Calibración del georadar en el marco del Curso de capacitación

Fecha: 24.8.2015 – 28.8.2015
Relator: Dr. Oscar Dölling

Curso “REDES NEURONALES ARTIFICIALES APLICADAS A PREDICCIÓN DE CAUDALES FLUVIALES”
Dictado por Dr. Oscar Dölling académico de la Universidad Nacional de San Juan (Argentina). Curso de 5 días de duración (con evaluación final).
Objetivo del curso era obtener habilidades avanzadas en el uso de redes neuronales y sus bases matemáticas.
24.8.2015 – 28.8.2015

Fecha: 15.3.2016 – 21.3.2016
Capacitaciones durante la estadía en San Juan, Argentina
Relator: Dr. Oscar Dölling (San Juan, Argentina)

1) Miércoles 16.3. 2016: Practico Redes neuronales Software y ambiente de simulación (Departamento de Ingeniería UNSJ, Dr. Oscar Dolling).

2) Viernes 18.3. 2016: Charla “Metodologías aplicadas al estudio del ambiente glacial y periglacial en Atacama, Chile” (Departamento de Ingeniería UNSJ), practica Redes neuronales, validación del caso para la Región de Atacama. (Departamento de Ingeniería UNSJ, Dr. Oscar Dölling).



Figura 25: Registro de las actividades en la Universidad de San Juan, Argentina entre 15.3.2016 a 21.3.2016

Fecha: 10.5.2016 – 12.5.2016:
Relator: Dr. Juan Pablo Milana
Lugar: Dependencias de la Universidad de Atacama, Departamento de Geología

Curso UDA (10 al 12 de mayo), “Rudimentos de geofísica aplicada al estudio de los glaciares y ambiente periglacial”.

Hito 4.3.Pasantías:

Primera gira a San Juan (Argentina; Curso Oscar Dölling: 15 a 19 de diciembre 2014:
Gira de los alumnos a San Juan (Argentina): Se realizó una pasantía a la Universidad San Juan con el objetivo de participar en un taller dictado por el académico Prof. Dr. O. Dölling: Elementos de Climatología Moderna, Introducción al Uso de Redes Neuronales para el Cálculo de Aporte Hídrico Nival en Cuencas Hidrogeológicas. Los Participantes eran: Sra. Carla Latorre (Académica del Departamento de Geología, Sr. Ayon García, Srta. Catherine Medina, Gonzalo Amigo, José Espinoza y Sr. Christopher Ulloa.
El curso se realizó entre 15 a 19 de diciembre 2014 en San Juan / Argentina. (véase anexos).

Durante la ida y vuelta se realizó una salida a terreno: Geomorfología glacial de la Alta Cordillera de los Andes.

15.3.2016 – 21.3.2016
Pasantía a la Universidad de San Juan (Argentina)

Programa Pasantía:
La pasantía se desarrolló en la Universidad Nacional de San Juan en el la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, y se desarrollaron las siguientes actividades:

Martes 15.3. 2016: Salida Copiapó 11:00hrs con destino San Juan. Llegada a San Juan: 18:00hrs

Miércoles 16.3. 2016: Jornada de la mañana: Practico Redes neuronales Software y ambiente de simulación (Departamento de Ingeniería UNSJ, Dr. Oscar Dolling).
Jornada de la tarde: Practica Redes neuronales aplicación del software al caso de la Región de Atacama. (Departamento de Ingeniería UNSJ, Dr. Oscar Dolling).

Jueves 17.3. 2016: Jornada de la mañana: Revisión de tesis Catherine Medina y José Espinoza (Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Dr. Juan Pablo Milana)
Jornada de la tarde: Charla Glaciares Áridos de Atacama (Rectorado Universidad Nacional de San Juan)

Viernes 18.3. 2016: Jornada de la mañana: Charla “Metodologías aplicadas al estudio del ambiente glacial y periglacial en Atacama, Chile” (Departamento de Ingeniería UNSJ)

Jornada de la tarde: Practico Redes neuronales, validación del caso para la Región de Atacama. (Departamento de Ingeniería UNSJ, Dr. Oscar Dolling).

Sábado 19.3. 2016: Jornada de la mañana: Trabajo en publicación para Quaternary International "Present day structure of snow fall from Atacama Desert to Puna Plateau, as an indication of different past climatic scenarios and as a tool for predicting desert hydrological resources" (Departamento de Ciencias exactas UNSJ, Dr. Juan Pablo Milana)

Domingo 20.3. 2016: Jornada de la mañana y tarde: Trabajo en publicación Quaternary International "Progressive replacement of glacial and cryospheric landforms as a result of increasing aridity near the arid diagonal of South America, as indicated by cryosphere inventory. Chilean Andes from 29 º30`S to 25º20´S (Departamento de Ciencias exactas UNSJ, Dr. Juan Pablo Milana)

Lunes 21.3. 2016: Salida San Juan 07:00 AM con destino Copiapó (vía aeropuerto de Mendoza).

Hito 4.4: Presentación de trabajos en congresos científicos:

Se presentaron 6 trabajos en el Congreso Geológico de Chile en septiembre de 2015. El congreso geológico es una de las más importantes reuniones de científicos nacionales e internacionales en Chile en el ámbito de las geociencias. A continuación se detallan las contribuciones científicas:

ULLOA, Chr., García, A., Gonzalo A. & Milana J.P. (2015) Línea base de la ciosfera para la cuenca del Río Copiapó. Congreso Geológico en la Serena (Septiembre 2015).

García, A., Ulloa, Chr., Medina, C., Amigo, G. Compos, J., Milana J.P. (2015): Sustitución progresiva de geoformas criosféricas por la creciente aridez de la diagonal árida de América del Sur, Andes centrales entre 25°30´S y 29°30S; Atacama. Congreso Geológico en la Serena (Septiembre 2015).

Medina, C., Ulloa, Chr., Capos, J., Garcia A., Milana J.P. (2015): Inventario de Glaciares y Crioformas (reservas hídricas criosfericas) integrado para el Valle del Río Huasco. Congreso Geológico en la Serena (Septiembre 2015).

Espinoza, J., Garcia A., Campos, J. Milana, J.P. (2015): Estructura espacial y temporal de las precipitaciones nivales en la Región de Atacama y modelación del aporte hídrico por fusión del manto nival. Congreso Geológico en la Serena (Septiembre 2015).

Amigo, G., García A., Ulloa, Chr., Medina, C. Milana, J.P. (2015): Línea Base de la Criosfera en las Cuencas Alro-Andinas de la Región de Atacama, Chile. Congreso Geológico en la Serena (Septiembre 2015).

Campos, J., García A., Espinoza, J. Milana, J.P. (2015): Estudio de las relaciones entre la cobertura nival y los caudales en la Cuenca del Río Huasco y posibilidad de pronóstico de caudales usando dicha información. Congreso Geológico en la Serena (Septiembre 2015).

Hito 4.5: Titulaciones de los participantes:

En enero 2016 y marzo 2016 se titularon 6 alumnos como geólogos de la Universidad de Atacama. Los trabajos de titulación se relacionaron directamente con el desarrollo del proyecto.

García, Ayón (2016): Línea Base Hídrico – Criosferica para la Región de Atacama, Chile. – 121 páginas, , tesis de memoria para obtener el Título Geólogo de la Universidad de Atacama, Facultad de Ingeniería, Departamento de Geología; Copiapó/ Chile.

Ulloa, Christopher (2016): Linea base Hídrico-Criosférica para la cuenca del río Copiapó, Chile. – 110 páginas, tesis de memoria para obtener el Título Geólogo de la Universidad de Atacama, Facultad de Ingeniería, Departamento de Geología; Copiapó/ Chile.

Campos, Juan (2016): Predicción de caudales aplicando modelos de precipitación nival simple y redes neuronales artificiales para la cuenca del río Huasco, Región de Atacama, Chile. – 120 páginas, tesis de memoria para obtener el Título Geólogo de la Universidad de Atacama, Facultad de Ingeniería, Departamento de Geología; Copiapó/ Chile.

Medina, Catherine (2016): Línea Base Hídrico – Criosferica para la cuenca del río Huasco, Región de Atacama, Chile. 123 páginas, tesis de memoria para obtener el Título Geólogo de la Universidad de Atacama, Facultad de Ingeniería, Departamento de Geología; Copiapó/ Chile.

Amigo, Gonzalo (2016): Línea Base Hídrico – Criosferica para la cuencas Alto - Andinas, Región de Atacama, Chile. -173 páginas, tesis de memoria para obtener el Título Geólogo de la Universidad de Atacama, Facultad de Ingeniería, Departamento de Geología; Copiapó/ Chile.

Espinoza, José (2016): Estructura espacial y temporal de las precipitaciones nivales en La Región de Atacama y modelación del aporte hídrico por fusión de la cobertura nival. – 199 páginas, tesis de memoria para obtener el Título Geólogo de la Universidad de Atacama, Facultad de Ingeniería, Departamento de Geología; Copiapó/ Chile.



Figura 26: Titulación de alumnos participantes en el proyecto.

Hito 4. 6. Cursos ofrecidos a la carrera de Geología por parte de participantes en el proyecto:

Se dictaron cursos relacionados con el proyecto como electivos en la carrera de geología:

Sr. Ayón García: 1 curso: Criósfera de zonas áridas (202) electivo
Sr. Christopher Ulloa: 1 curso, 2 grupos: Modelos digitales de elevación aplicados a la Geología. (202, electivo).

3.2 Logro de los Indicadores (indicadores de cumplimiento)

N°	Nombre Indicador	Fórmula de Cálculo	N° OE asociado	Valor real a la fecha (incluir numerador y denominador)	% de cumplimiento	Logrado (SI/NO)	Medios de Verificación auditable
1.	LEVAMIENTO	% Relevamiento = (Área total inventariada) / (propuesta de área inventariada) * 100	1, 2	Todas crioformas Atacama/ 171.926 ha	100 %	si	Tesis de título, publicaciones.
2.	Avance curricular:	%Tesis = No. de tesis logradas / No de tesis propuesta * 100	2, 4	6/6	100%	si	Tesis en la UDA disponible
3.	Recurso Nival	Mapas nivales semanales para la III Región de los últimos 5 años utilizando sensores MODIS / Landsat 8.	1,2,3	15/5 años	100% (+)	si	En las publicaciones, tesis José Espinoza
4.	No. Áreas pilotos	Número de áreas pilotos captadas / No. De áreas pilotos planificadas *100	3	4/3	100% (+)	si	Tesis José Espinoza, Charla

N°	Nombre Indicador	Fórmula de Cálculo	N° OE asociado	Valor real a la fecha (incluir numerador y denominador)	% de cumplimiento	Logrado (SI/NO)	Medios de Verificación auditable
5.	Divulgación	No. de publicaciones realizadas / número de publicaciones en propuesta * 100	4	8/4	200%	si	Publicaciones científicas

3.3 Análisis Cualitativo del Avance de los Indicadores:

Los resultados del proyecto tienen alta importancia en la definición de recursos hídricos no tradicionales para Atacama. Las actividades planificadas en el proyecto se cumplieron con éxito, algunos tópicos, como la difusión, charlas y difusión científica llegaron a un nivel extremadamente elevado. Se puede indicar que un buen porcentaje de atacameños lograron conocen esta iniciativa. Las restricciones dadas por la situación del aluvión en 25. Del marzo 2015 fue mitigada perfectamente mediante remote sensing y modelamiento de los datos. Los resultados son robutos y marcan un claro camino para solucionar la escasez hídrica de la Región de Atacama.

3.4 Resumen Ejecución financiera del Proyecto ($ Nominales)

En el presente informe, se da a conocer la ejecución del gasto del proyecto FIC denominado "Inventario de glaciares, ambiente periglacial y otras reservas hídricas criosféricas de la III región de Atacama y áreas binacionales, para determinar nuevas fuentes de agua", código BIP: 30337509 y adjudicado por la Universidad de Atacama en el Concurso año 2014.
El período de ejecución del proyecto fue desde el 18 de noviembre de 2014 y hasta el 31 de mayo de 2016, teniendo una duración en el plazo de ejecución de 18 meses.

A continuación se presenta el detalle de la ejecución del gasto de los aportes entregados por el Gobierno Regional de Atacama.

Ejecución de los Recursos aportados por el Gobierno Regional de Atacama

Aportes Entregados

Monto Adjudicado por el Proyecto	: $131.497.783
Monto Transferido por el GORE	: $115.080.575
Monto Ejecutado	: $106.649.070
Saldo a Reintegrar	: $8.431.505

Ejecución por Ítem de Aportes Entregados:

ITEM	MONTO APROBADO ($)	MONTO EJECUTADO ($)	SALDO
Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento	$ 46.593.281	$ 45.563.445	$ 1.029.836
Gastos de Operación	$ 58.894.502	$ 35.373.125	$ 23.521.377
Gastos de Honorarios	$ 23.510.000	$ 23.330.000	$ 180.000
Gastos de Difusión	$ 2.500.000	$ 2.382.500	$ 117.500
TOTAL	**$ 131.497.783**	**$ 106.649.070**	**$ 24.848.713**

Dado que el monto transferido por el Gobierno Regional al proyecto fue de $ 115.080.575 y el monto ejecutado por el proyecto fue de $106.649.070 el saldo real a reintegrar es de $8.431.505.-

A continuación se presenta un detalle del gasto por Item y por sub-ítem.





CONTROL PRESUPUESTARIO PRESUPUESTO GORE					Cuota N°1					Cuota N°2				Cuota N°3					Cuota N°4			
					32.874.000					32.874.000				32.874.000					16.458.575			
				GASTOS MENSUALES																		
Partidas (Detallar)	Costo Unitario	Cantidad	Sub Total		nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	SALDO
Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento			**46.593.281**		**0**	**0**	**29.455.094**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1.907.951**	**3.184.506**	**4.709.550**	**0**	**0**	**0**	**118.989**	**2.000.000**	**0**	**0**	**310.400**	**3.876.955**	**1.029.836**
Equipo y software de Georadar	29.455.094	1	29.455.094				29.455.094																	0
Software y sistema red neuronal acumulación y fusión nival	2.000.000	1	2.000.000																2.000.000					0
GPS de alta precisión para diferencial	0	0	0																					0
Estaciones meteorológicas básicas	1.264.244	3	3.792.732																				3.775.085	17.647
Sensores de medición climáticas	985.986	1	985.986										985.986											0
Servidor para descarga de imágenes MODIS /Landsat	1.907.951	1	1.907.951									1.907.951												0
Estación de Trabajo portátil para procesamiento de imágenes satelitales	1.019.568	1	1.019.568											1.019.568										0
Densimetro de nieve	25.000	1	25.000																					25.000
Balanza de sublimación	125.000	1	125.000																					125.000
Balizas satelitales recco	0	0	0																					0
Teléfono satelital y baterías extras	481.950	1	481.950										481.950											0
Equipamiento alta montaña (domo, oximetro, estanque de oxigeno con mascarillas, botiquin para 20 personas, carpas, colchonetas, cocina, radios, etc.)	6.800.000	1	6.800.000										1.716.570	3.689.982				118.989				310.400	101.870	862.189
Gastos de Operación			**58.894.502**		**0**	**1.472.847**	**965.121**	**0**	**653.084**	**26.116**	**0**	**4.141.748**	**2.655.382**	**4.660.403**	**460.285**	**3.886.884**	**780.328**	**291.259**	**2.212.745**	**0**	**4.585.908**	**3.353.459**	**5.227.556**	**23.521.377**
Arriendo Camioneta High-LUX	438.250	26	11.394.502						653.084			695.544	1.076.324		126.618	277.460					242.760	1.323.751	511.458	6.487.503
Recargas Teléfono satelital	233.333	3	700.000																105.745				242.165	352.090
Combustible	700	4.000	2.800.000			124.960				26.116		107.741	120.400	53.600		43.200	191.300						323.834	1.808.849
Alojamiento y Alimentación terreno (10 personas/90 días	8.000	900	7.200.000									567.979	36.367	104.845		1.268.873	562.128				526.088		532.495	3.601.225
Fungibles, gastos menores (oxigeno, gas, neumáticos, reparaciones, nylon, bolsas basura, etc)	1.000.000	3	3.000.000									17.320	241.332					14.940	307.000				709.285	1.710.123
Insumos geológicos (Bolsas de muestreo, , libretas, cartas, plásticos, lápices, marcadores, pintura etc)	1.000.000	1	1.000.000									28.550						188.418				388.151	397.664	-2.783
Insumos computacionales: CD´s, tinta, cadridges, cables, entre otros.	3.500.000	1	3.500.000										1.158.845	420.890				87.901				864.557	555.365	412.442
Pasaje Experto San Juan – Copiapó (i/v) (Dr. Juan Pablo Milana)	500.000	4	2.000.000				748.274									483.518							469.983	298.225
Pasaje Experto San Juan – Copiapó (i/v)	500.000	1	500.000											418.807	90.413									-9.220
Pasaje Experto Santiago – Copiapó(i/v)	200.000	5	1.000.000																					1.000.000
Pasaje Pasantía Alumnos (4), Académico (1) a San Juan	500.000	5	2.500.000																		1.751.314		362.326	386.360
Estadía y alimentación San Juan (Alumnos; 10 días)	250.000	10	2.500.000			1.347.887															899.640		1.080.981	-828.508
Estadía y alimentación San Juan (Académico 35 días)	100.000	35	3.500.000																		658.106			2.841.894
Viáticos terreno académicos (UDA) participantes (c/pernoctación)	50.000	94	4.700.000									344.614	22.114	84.771		202.717					508.000	777.000	42.000	2.718.784
Pasantias doctorado a UCN - viatico	80.000	10	800.000											375.938	243.254									180.808
Pasajes pasantias – doctorado	60.000	5	300.000				216.847									43.800	26.900							12.453
Servicio de capacitación del equipo geofisico (georadar)	4.500.000	1	4.500.000											1.963.500										2.536.500
Honorarios Manutención expertos externos (días)	140.000	50	7.000.000									2.380.000		1.238.052		1.567.316			1.800.000					14.632
Gastos de Honorarios			**23.510.000**		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3.450.000**	**1.916.667**	**1.916.667**	**1.916.666**	**0**	**3.560.000**	**3.020.000**	**1.510.000**	**1.330.000**	**1.690.000**	**1.260.000**	**1.760.000**	**180.000**
Honorario Alumnos participantes y tesistas	1.605.000	12	19.260.000									2.700.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000		3.060.000	2.520.000	1.260.000	1.080.000	1.440.000	1.260.000	1.260.000	180.000
Honorario alumnos apoyo Coordinación (15 meses)	250.000	17	4.250.000									750.000	416.667	416.667	416.666		500.000	500.000	250.000	250.000	250.000		500.000	0
Gastos de Difusión			**2.500.000**		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2.500**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**714.000**	**0**	**1.666.000**	**117.500**
Edición de un libro, materiales menores: Gastos de reportaje, CD´s, papel, fotocopias	2.500.000	1	2.500.000									2.500									714.000		1.666.000	117.500
		TOTAL	**131.497.783**		**0**	**1.472.847**	**30.420.215**	**0**	**653.084**	**26.116**	**0**	**9.502.199**	**7.756.555**	**11.286.620**	**2.376.951**	**3.886.884**	**4.340.328**	**3.430.248**	**5.722.745**	**1.330.000**	**6.989.908**	**4.923.859**	**12.530.511**	**24.848.713**
						31.401.153	**980.938**	**980.938**	**327.854**	**301.738**	**33.175.738**	**23.673.539**	**15.916.984**	**4.630.364**	**2.253.413**	**31.240.529**	**26.900.201**	**23.469.953**	**17.747.208**	**16.417.208**	**9.427.300**	**20.962.016**	**8.431.505**	

3.5 Análisis de la Ejecución Financiera

3.6 Dificultades durante su ejecución (externas e internas)

La situación climática durante el año 2015, las fuertes lluvias y la imposibilidad de realizar trabajos en terreno implicaron un cierto cambio en el enfoque del trabajo. Por razones de seguridad y falta de caminos de acceso se tuvo que reducir considerablemente la cantidad de días en terreno. Además hay que indicar que por la naturaleza del sector las salidas a terreno están aseguradas solamente entre Noviembre y Abril.

La otra dificultad fueron las tomas del Departamento de Geología por parte de un grupo de alumnos. En septiembre de 2015 y en Junio – Julio de 2016 no fue posible acceder a los datos.

4 Hitos de difusión

4.1 Charlas y seminarios para el público interesado
Véase en Hito 4.1. (pág. 48)

El contenido de algunas charlas se encuentra disponibes para descargar en:
http://www.geo.uda.cl/glaciar/glaciar-Atacama-download-recursos-01.htm

4.2. Charlas científicas

Seminario Internacional de Glaciares y Glaciarismo Altoandino en Chile y Argentina.
29. de Octubre de 2014.
Expositores participantes en el proyecto:
Dr. Juan Pablo Milana: Experiencia argentina en Estudio y Conservación de Glaciares en Zonas Áridas.
Dr. Wolfgang Griem: Descripción del proyecto aprobado FIC-R “Inventario de glaciares, ambiente periglacial y otras reservas hídricas criosféricas de la III Región de Atacama y áreas binacionales, para determinar nuevas fuentes de agua”.

ULLOA, Chr., García, A., Gonzalo A. & Milana J.P. (2015) Línea base de la ciosfera para la cuenca del Río Copiapó. Congreso Geológico en la Serena (Septiembre 2015).

García, A., Ulloa, Chr., Medina, C., Amigo, G. Compos, J., Milana J.P. (2015): Sustitución progresiva de geoformas criosféricas por la creciente aridez de la diagonal árida de América del Sur, Andes centrales entre 25°30´S y 29°30S; Atacama. Congreso Geológico en la Serena (Septiembre 2015).

Medina, C., Ulloa, Chr., Capos, J., Garcia A., Milana J.P. (2015): Inventario de Glaciares y Crioformas (reservas hídricas criosfericas) integrado para el Valle del Río Huasco. Congreso Geológico en la Serena (Septiembre 2015).

Espinoza, J., Garcia A., Campos, J. Milana, J.P. (2015): Estructura espacial y temporal de las precipitaciones nivales en la Región de Atacama y modelación del aporte hídrico por fusión del manto nival. Congreso Geológico en la Serena (Septiembre 2015).

Amigo, G., García A., Ulloa, Chr., Medina, C. Milana, J.P. (2015): Línea Base de la Criosfera en las Cuencas Alro-Andinas de la Región de Atacama, Chile. Congreso Geológico en la Serena (Septiembre 2015).

Campos, J., García A., Espinoza, J. Milana, J.P. (2015): Estudio de las relaciones entre la cobertura nival y los caudales en la Cuenca del Río Huasco y posibilidad de pronóstico de caudales usando dicha información. Congreso Geológico en la Serena (Septiembre 2015).

4.3. Comunicaciones en la prensa

Hay que indicar que el conocimiento sobre el “proyecto glaciares” en la comunidad en Atacama es amplia. Una serie de publicaciones en diarios, charlas y reportajes apoyaron un profundo conocimiento de este proyecto.

22.12.2014:
Lanzamiento de proyectos FIC - UDA
Diversos diarios regionales y en línea

Radio Maray, 29.7.2015:
UDA presentó primeros avances de estudio que desarrolla inventario de glaciares de la Región (Articulo en línea, radio Maray)

29.7.2015: UDA presentó primeros avances de estudio que desarrolla inventario de glaciares de la región. Página UDA, Maray, Chile Sustentable, Diario Chañarcillo

28.8.2015: EXPERTO ARGENTINO ENSEÑÓ A DESARROLLAR MODELOS DE PREDICCIÓN Y SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO GLACIAR:
Dr. Oscar Dölling, Universidad Nacional de San Juan (Argentina): Charla: Redes Neuronales artificiales aplicadas a predicción de caudales en cuencas Nivales. (Invitado en el marco de la ejecución del proyecto FIC 1401 - financiado por el gobierno Regional de Atacama.)
página UDA, Atacama Noticias, Atacama en línea

12.12.2015: Proyecto FIC Glaciar dio a conocer resultados preliminares en Encuentro "Visión Regional"
Atacama Noticias, página UDA

24.3.2016: Proyecto FIC Glaciar UDA se sumó a actividades conmemorativas del Día Mundial del Agua.
Diario Chañarcillo, Diario Atacama. U Estatales - comunicado
,

7.6.2016: Ley de glaciares:
Geólogos de la Universidad de Atacama Presentaron Observaciones a la ley de glaciares.

Página UDA y otros.



PORTADA CR NICA POL TICA POLICIAL DEPORTES ECONOMA OPINI N CHILE

Chanarcillo : Unico diario autenticamente regional

Crónica

Publicado el 22/12/2014 08:28:00

Universidad de Atacama lanzó Proyectos FIC 2014 en Ruta de la Innovación y el Emprendimiento“

TWITTER FACEBOOK

Seis son los proyectos que la Universidad de Atacama se adjudicó del Fondo de Innovación para la Competitividad del Gobierno Regional 2014 y cuyo lanzamiento oficial se realizó este viernes 19 de diciembre en la jornada denominada Ruta de la Innovación y Emprendimiento UDA", ocasión en que las autoridades regionales y universitarias pudieron conocer estas iniciativas que abordan temáticas prioritarias para el desarrollo económico y social de la región.

El Fondo de Innovación para la Competitividad busca masificar el desarrollo de la I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación) en la Región de Atacama, a través de sus distintas líneas de financiamiento, propiciando alianzas público - privada, con el fin de mejorar la calidad de vida de los atacameños y atacameñas, destinando recursos a proyectos de investigación científica, innovación empresarial, transferencia tecnológica y emprendimiento, entre otros.

Para la provisión 2014, los seis proyectos adjudicados a la Universidad de Atacama se han focalizado en áreas de investigación y desarrollo estratégicas para la zona. A cargo del

Figura 27: Publicación en el diario Regional del lanzamiento de los proyectos.



Actualidad

UDA da a conocer avances del inventario de glaciares

PROYECTO. *Académicos de la Universidad de Atacama compartieron los avances del estudio que busca conocer las cuencas de criohormas en la cordillera.*

Falta de pescado produjo malestar en los consumidores

CHAÑARAL. *Vecinos indicaron que hay poca variedad y escasez del producto.*

Figura: 28: Publicación en el Diario Atacama, 27. marzo 2016.

Página Internet oficial de la UDA:
Se trabajó en una plataforma de información del proyecto, una página informativa sobre criósfera, glaciares y su importancia en las geociencias.

La jerarquía del sitio es:
Entrada: http://www.geo.uda.cl/glaciar/glaciar-Atacama-00.htm
Objetivos del Proyecto: http://www.geo.uda.cl/glaciar/glaciar-Atacama-intro-01.htm
Programa: http://www.geo.uda.cl/glaciar/glaciar-Atacama-programa-01.htm
Participantes: http://www.geo.uda.cl/glaciar/glaciar-Atacama-participantes-01.htm
Resultados: http://www.geo.uda.cl/glaciar/glaciar-Atacama-Resultados-01.htm
Glosario: http://www.geo.uda.cl/glaciar/glaciar-Atacama-glosario-01.htm
Recursos nivales: http://www.geo.uda.cl/glaciar/glaciar-Atacama-Crio-y-agua-01.htm
Metodologías: http://www.geo.uda.cl/glaciar/glaciar-Atacama-metodologias-01.htm
Extensión: http://www.geo.uda.cl/glaciar/glaciar-Atacama-Relacion-medio-01.htm
Downloads y recursos: http://www.geo.uda.cl/glaciar/glaciar-Atacama-download-recursos-01.htm
Aquí se encuentran las charlas y videos disponible
Literatura: http://www.geo.uda.cl/glaciar/glaciar-Atacama-Literatura-01.htm
Un listado de la literatura y de las citas generadas
Galería de Fotos: http://www.geo.uda.cl/glaciar/glaciar-Atacama-foto-01.htm

Resumen de las actividades públicas:

Como existe una serie de actividades de difusión, difusión científica se resume:

Nombre	Lugar	Fecha	Característica	Notas
Seminario Glaciar	UDA	10/2014	Divulgación - científica	Charlas: Dr. Milana, Dr. Griem 70 personas
Lanzamiento proyecto	UDA	12/2014	Divulgación para todo el público	Charla Griem
Seminario: Criosfera	UDA	7/ 2015	Seminario, Charlas, difusión científica	Griem, Ulloa, Medina, Espinoza, Campos, García. 180 participantes
Presentación CORFO	Corfo, Copiapó	8/2015	Charla	Información a CORFO
Charla Redes neuronales	UDA	8/ 2015	Charla científica	Dr. O. Dölling, 30 personas
6 Presentaciones	La Serena	9/2015	2 Charlas	Ulloa, Garcia,

en el Congreso geológico de La Serena			científicas 4 posters científicas	Medina, Espinoza, Campos, Riveros, Milana
Resultados proyecto criosfera en Visión Regional"	Hotel Chagall	12/2015	Charla divulgación científica	Charla Griem, Garcia
6 presentaciones públicas defensa tesis	UDA	1/2016 y 3/2016	Charlas científicas públicas ante de la comisión de evaluación	6 charlas con discusión en dos sesiones (40 personas)
Seminario Avance proyecto	Hotel Diego de Almagro	3/2016	Divulgación - científica	40 personas, Día mundial de agua
Stand en plaza	Plaza Copiapó	3/2016	Divulgación científica	Mucho interés
Lanzamiento Documental	Centro Cultural de Copiapó	6/2016	Divulgación	Alrededor 70 personas sala de cámara

5 Desafíos futuros

Temas relacionados con la criósfera muestran varios aspectos de interés regional, nacional y global. Por un lado, la simple necesidad de aumentar los recursos hídricos disponibles, además, los mecanismos y factores de cuerpos criosféricos en sectores áridos y de altura. Pero los intereses más importantes deberían tener preguntas relacionadas con el cambio climático global y su presencia en la criósfera de la cordillera de los Andes en Atacama.

6 Conclusiones

La ejecución de este proyecto permitió una mirada más cercana de la casi desconocida criósfera en Atacama. La magnitud de la importancia de los glaciares, permafrost y otras crioformas en Atacama no eran de conocimiento científico y público.

La ejecución de este proyecto permitió lograr los siguientes avances:

- Conocimiento integral de la distribución de crioformas en la Región de Atacama, Chile.
- Conocimiento de la cantidad de crioformas en Atacama
- Conocimiento de la distribución espacial y temporal de recursos nivales en la Región de Atacama.
- Conocimiento de los mecanismos que operan para la formación de recursos nivales y glaciares y permafrost.
- Amplio conocimiento en la comunidad de la Región de Atacama sobre la importancia de la criósfera
- Datos concretos de la disponibilidad teórica en recursos nivales traducidos en recursos hídricos
- Personas capacitadas en la Región de Atacama en el área de crioformas, criósfera y la aplicación de redes neuronales artificiales.

7 Anexos

7.1 ANEXO 1: Tesis de Titulación (6)

7.2 ANEXO 2: Publicaciones científicas

7.3 ANEXO 3: Charlas

7.4. ANEXO 4: Notas de Prensa

7.5 ANEXO 5: Cortes de Prensa

Folio015088

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

CLASIFICACIÓN DE HUMEDALES EN LA CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA VERTEBRADA, SEGÚN SU VALOR AMBIENTAL Y LA PRESIÓN ANTRÓPICA.

Diego B. Demangel Miranda

Santiago, Chile
2011

Folio015089

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

CLASIFICACIÓN DE HUMEDALES EN LA CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA VERTEBRADA, SEGÚN SU VALOR AMBIENTAL Y LA PRESIÓN ANTRÓPICA.

CLASSIFICATIONS OF WETLANDS IN THE COPIAPÓ RIVER BASIN FOR THE CONSERVATION OF VERTEBRATE FAUNA, ACCORDING TO ITS ENVIRONMENTAL VALUE AND THE ANTHROPOGENIC PRESSURE.

Diego B. Demangel Miranda

Santiago, Chile
2011

Folio015090

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

Título

CLASIFICACIÓN DE HUMEDALES EN LA CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA VERTEBRADA, SEGÚN SU VALOR AMBIENTAL Y LA PRESIÓN ANTRÓPICA.

Memoria para optar al título profesional de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

Diego B. Demangel Miranda

Profesor Guía	**Calificaciones**
Sr. Jorge Pérez Q. Ingeniero Agrónomo, M.S., Ph.D.	7, 0
Profesores Evaluadores	
Sr. Cristian Estades F. Ingeniero Forestal, M.S., Ph.D.	6, 5
Sr. Luis Morales S. Físico, M.S., Dr.	6, 5
Colaborador	
Sr. Gabriel Lobos V. Médico Veterinario, Dr.	

Santiago, Chile
2011

Folio015091

A los seres que me han querido,
al resto de la naturaleza viva,
en memoria de los ecosistemas arruinados...

Folio015092

ÍNDICE

RESUMEN 1
ABSTRACT 2
INTRODUCCIÓN 3
Objetivo General 5
Objetivos Específicos 5
MATERIALES Y MÉTODOS 6
Lugar de estudio 6
Levantamiento de información y revisión bibliográfica 6
Técnicas de detección y captura 9
Criterios de clasificación de especies según estados de conservación 9
Valoración ambiental 10
Presión Antrópica 12
Relevancia Ambiental 14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 15
Problemas en el levantamiento de información 16
Análisis de sensibilidad de las fórmulas 18
Valoración ambiental 20
Presión Antrópica 23
Relevancia Ambiental 27
CONCLUSIONES 30
BIBLIOGRAFÍA 32
APÉNDICES 38
Apéndice I. Sitios de muestreo 38
Apéndice II. Listado de especies 39
Apéndice III. Estados de conservación 43
Apéndice IV. Composición específica por sitio 44
ANEXOS 45
Anexo I. Criterios de clasificación de especies 45
Anexo II. Cálculo del Índice de Influencia Humana y de la Huella Humana 46

Folio015093

RESUMEN

Los humedales de la cuenca del río Copiapó se encuentran en una situación crítica debido a la intervención y la extracción de agua para actividades humanas. Se realizó una clasificación de 30 humedales en base a su relevancia ambiental para la conservación, la cual se obtuvo a partir de la ponderación del valor ambiental, definido como la combinación de algunos atributos comunitarios de la fauna vertebrada (riqueza de especies, singularidad, especies amenazadas), y de la presión antrópica (una medida de la intervención humana actual y potencial) a partir de cartografías de usos del territorio. Además, se analizaron y compararon tres ecuaciones de valor ambiental propuestas. Los resultados mostraron las dificultades en el levantamiento de información y la importancia de los algoritmos elegidos para la valoración de sitios. Se destaca lo inevitable de establecer criterios subjetivos de priorización o, en su defecto, utilizar objetivos de conservación predeterminados. Por medio de las ecuaciones propuestas se determinó la presencia de tres sitios de alta relevancia ambiental: el Estuario del Río Copiapó (ya se encuentra dentro de un área de protección oficial); Río Manflas (se encuentra próximo a un sitio prioritario para la conservación, que corresponde a una declaración de intenciones por organismos públicos); y Piedra Colgada (se encuentra ubicado en una zona de alta presión antrópica y denota deterioro ambiental). Se recomienda la protección oficial de los dos últimos sitios mencionados y medidas de restauración del cause asociado al sector de Piedra Colgada.

PALABRAS CLAVES: Copiapó, sitios prioritarios, conservación, fauna de Chile, biodiversidad.

Folio015094

ABSTRACT

The wetlands of the Copiapó River basin are in critical condition as a result of human intervention and water extraction. A total of 30 sites wetlands were classified based on the environmental relevance for conservation, which was obtained from the combination of the environmental value, defined as the combination of some community attributes of the vertebrate fauna (species richness, singularities, threatened species), and the anthropogenic pressure, a measure of the actual and potential human intervention in the territory. Three equations of environmental value are proposed and discussed, which showed the difficulties of data collection and the choice of algorithms, where stands out the inevitability of using subjective criteria or establishing objectives for conservation. Using the three proposed equations, 3 sites were defined as of high environmental relevance: the Estuary of the Copiapó river is already inside an officially protected area; Manflas river is near to a site of priority for the conservation, that corresponds to a statement of purpose for public organisms; Piedra Colgada is in an area of "high" anthropogenic pressure. It is recommended the protection of the last two mentioned sites and restoration measures in the riverbed associated to the Piedra Colgada zone.

KEY WORDS: Copiapó, priority sites, conservation, fauna of Chile, biodiversity.

Folio015095

INTRODUCCIÓN

Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más productivos y de mayor importancia ecológica del planeta y constituyen el hábitat de numerosas especies de animales y plantas (Mitsch y Gosselink, 1986). Los humedales brindan beneficios a través de la pesca, el mantenimiento de las capas freáticas, el almacenamiento de aguas, control de inundaciones, turismo y recreación, estabilización de la línea de costa, la absorción de contaminantes y purificación de las aguas (Dugan, 1992; Möller y Muñoz, 1998), entre otros.

Un humedal es un terreno cuya capa freática está frecuentemente sobre, cerca o al nivel de la superficie, y por lo cual se encuentra saturada de agua por un período suficiente como para que se desarrollen condiciones acuáticas que alberguen un tipo especial de vegetación y diversos tipos de actividad biológica adaptados a un ambiente de alta humedad. En general un humedal es un ambiente de transición entre el acuático y el terrestre, presentando características de ambos, lo que lo hace muy interesante en cuanto a su riqueza biológica (Möller y Muñoz, 1998). Sin embargo la definición universalmente conocida de humedal corresponde a la utilizada por la convención de RAMSAR, que lo define como: "Las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (Secretaría de la Convención de RAMSAR, 2006).

El interés y la valoración creciente de los ecosistemas de humedal contrastan con las también crecientes presiones e intervenciones sobre los mismos. El valor de este tipo de sistemas como refugio de especies, núcleos de biodiversidad o reguladores del régimen hidrológico local o regional (para dar sólo algunos ejemplos) se ve amenazado (Malvárez, 1999). Es por esto que los humedales resultan en este momento un centro de atención crítico para cada vez más profesionales e instituciones que buscan ampliar y profundizar su conocimiento para definir pautas y medidas de conservación, intervención y manejo. Una limitante en tal sentido es la escasez de material bibliográfico referido específicamente a nuestros humedales y sus particularidades.

Existe acuerdo en que las áreas protegidas son una herramienta valiosa en la conservación de la biodiversidad (Bruner *et al.,* 2001; Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2003). Actualmente Chile cuenta con casi el 20% de su territorio dedicado a protección, muy por encima del objetivo de 10 – 12% propuesto por organizaciones internacionales de conservación (IUCN, 1993; CBD, 2004). Sin embargo, estudios regionales muestran que la cobertura es deficiente para un gran número de especies vertebradas, ya sea por no encontrarse cubiertas en ningún área o por la escasa representatividad de algunos ecosistemas, situación que no mejora al evaluar especies endémicas y amenazadas (Tognelli *et al.* 2008).

Folio015096

En Chile el 41% de la superficie total corresponde climatológicamente a zonas áridas y semiáridas (Benites *et al.*, 1994). La situación de los humedales en estas zonas donde el agua es escasa, vuelve aún más susceptible el conflicto entre las actividades humanas y los procesos biológicos que tanto dependen de éstos. La cuenca del río Copiapó es un caso particular en donde existen múltiples usos del territorio y actividades económicas altamente demandantes de agua, como lo son la minería y la agricultura correspondientes al 45% y 11% del PIB Regional (DGA, 2004), respectivamente. La actividad minera de la cuenca ha ido en aumento en la última década, cuyos efectos antrópicos han cambiado la cantidad y la calidad natural del agua (DGA, 2004). El panorama actual de la biodiversidad de los humedales en la cuenca resulta preocupante. Si bien históricamente los sitios para la conservación han sido designados en zonas remotas y en otras áreas que no son adecuadas para las actividades comerciales (Margules y Pressey, 2000), el objetivo de protección en esta cuenca ha sido relegado hasta el punto de encontrar situaciones aberrantes desde el punto de vista ambiental como la desaparición de gran parte del río Copiapó en la zona de los valles transversales producto de la extracción humana, o el pastoreo de centenares de animales sobre gran parte de los pequeños parches de vegetación que aún reciben algo de agua.

Aunque la cuenca del río Copiapó no posee áreas bajo protección oficial pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado, SNASPE, existen algunos humedales conocidos con gran riqueza de especies como la desembocadura del río Copiapó, recientemente declarada parte del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama (Gaymer, 2008).

Las experiencias recientes en la aplicación de algoritmos de selección de sitios para la conservación en Chile, han estado orientadas a grandes extensiones de terreno (regiones políticas, ecorregiones y todo el territorio nacional) y, en general, no consideran ambientes que se encuentran en condiciones azonales, como es el caso de los humedales (Squeo *et al.*, 2008; Ramírez de Arellano *et al.*, 2008). A pesar de que constituyen una valiosa experiencia en la definición de metodologías y en la integración de las principales variables en la priorización de sitios, no se adecuan al trabajo con sitios de áreas diferentes, de distribución azonal y/o discreta en el territorio.

Es por estas razones que resulta urgente idear un método que se sitúe en el contexto actual de la información de terreno existente, que considere las particularidades de la cuenca, que establezca cuáles son los humedales con mayor valor ambiental y en qué condiciones se encuentran como resultado de la intervención directa e indirecta de las actividades humanas, y que, en definitiva, se transforme en una herramienta práctica para la toma de decisiones.

Folio015097

Objetivo General

Clasificar los sitios de relevancia ambiental vinculados al agua en la cuenca del Río Copiapó considerando el componente fauna vertebrada y la Presión Antrópica.

Objetivos Específicos

Identificar y valorar los principales sitios vinculados al agua dentro de la cuenca del Río Copiapó, en base a los atributos de la fauna vertebrada.

Estimar la Presión Antrópica en los distintos sitios muestreados en la cuenca.

Jerarquizar, según el valor de la fauna vertebrada y la Presión Antrópica, los sitios identificados a los que se debería otorgar mayor atención para su conservación.

Folio015098

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La cuenca del Río Copiapó se ubica en la Región de Atacama entre los 27 y 29º de latitud sur y los 69 y 71º de longitud oeste; abarca una superficie aproximada de 18.681 km^2. Su relieve es muy irregular y accidentado, predominando la alternancia de los valles en sentido transversal con interfluvios montañosos denominados serranías. Sus cumbres más importantes son el Nevado Jotabeche con 5.862 msnm y el Volcán Copiapó con 6.050 msnm (DGA, 2004). Lagunas altiplánicas que se encuentran a esta latitud, como por ejemplo la laguna Santa Rosa y del Negro Francisco, son de tipo endorreica y no pertenecen a la cuenca, quedando fuera de los propósitos de este estudio.

De acuerdo a DMC (s/a), la Región de Atacama presenta clima desértico pero que con el incremento de las precipitaciones hace que la condición de desierto no sea tan rigurosa, destacándose tres condiciones climáticas: una en el sector costero, con influencias marítimas, otra en la pampa intermedia y por último el sector cordillerano con incremento de las precipitaciones y régimen térmico frío.

El Río Copiapó se forma a 1230 msnm., a partir de los dos tributarios más importantes, el Jorquera que viene del norte y el Pulido que viene del sureste. Aguas abajo, aproximadamente dos kilómetros y medio, se agrega el Río Manflas proveniente del sur con un reducido caudal. Prácticamente estos ríos son los únicos que aportan agua superficial, lo cual implica que sólo aproximadamente un tercio de la hoya hidrográfica es activa (DGA, 2004).

Levantamiento de información y revisión bibliográfica

El levantamiento de información faunística consideró dos fuentes: la principal corresponde a un muestreo de la cuenca realizado entre los días 1 al 10 de diciembre de 2008 y la secundaria a una revisión bibliográfica de estudios de diversa índole realizados dentro del área de estudio. Los sitios de muestreo se distribuyeron de manera tal que quedaran representadas las seis subcuencas (Copiapó Bajo, Copiapó Medio, Río Manflas, Río Pulido, Río Jorquera y Quebrada Paipote), no obstante se concentraron fundamentalmente en los ambientes de altura de la cuenca siendo bastante menor en la zona intermedia y baja, las cuales se encuentran ocupadas por parronales, que representan un área de alta modificación antrópica, donde casi no existe vegetación nativa y en general no está permitido el acceso.

Folio015099

Se incluyeron algunos sitios que, a pesar de no estar representados en las definiciones de humedales anteriormente expuestas, la flora que albergan evidencia una estrecha relación con el agua, como, por ejemplo, aquellos sitios con gran cobertura de especies vegetales que obtienen la fuente de agua a algunos metros de profundidad.

A partir de una base cartográfica (sistema de información geográfica, SIG) se identificaron sitios asociados al agua (vegas, esteros, ríos) potenciales para el estudio, considerando los de mayor tamaño y la cercanía a caminos. Además, se consultó con personal de CONAMA Copiapó y de CONAF (instituciones directamente relacionadas con la contribución a la conservación de la biodiversidad) quienes orientaron la selección de los sitios de muestreo a través del conocimiento previo de algunos sitios con especies conspicuas. Finalmente, con los antecedentes recopilados, guiándose por las características de la vegetación (por ejemplo: formaciones azonales del tipo vega) y considerando las facilidades de acceso una vez en terreno, se muestreó un total de 24 sitios (ver Figura 1).

Se examinó la base de datos del SEA (s/a) en busca de proyectos con estudios fauna asociados a alguno de los humedales que no fue posible acceder en terreno (Environmental & Science Ltda., 2008; SGA consultores, 2008). Además se revisaron algunos trabajos de biodiversidad: Manflas y Montosa (realizados el año 2004, Juan Carlos Torres-Mura & Iván Lazo, "com. pers."); estudio del estuario del Río Copiapó (Gaymer, 2008). Del total de documentos revisados se incluyeron solamente 6 sitios (ver Apéndice 1).

Se efectuó una revisión amplia de la bibliografía atingente a vertebrados para facilitar el reconocimiento de las especies en terreno, contando además con algunas guías de campo en al momento de la identificación. Entre las fuentes consultadas figuraron para peces: Arratia (1981), Campos *et al*. (1998), Habit *et al*. (2006), Ruiz y Marchant (2004), Vila *et al*. (1999); anfibios y reptiles: Cei (1962), Díaz (1984), Díaz-Páez y Ortiz (2003), Donoso-Barros (1966), Donoso-Barros (1970), Lobos *et al*. (1999), Nuñez y Jaksic (1992), Veloso y Navarro (1988), Vidal y Labra (2008); aves: Araya y Millie (1988), Egli (2006), Jaramillo *et al.* (2005), Martínez y González (2004), Rottmann (1995); mamíferos: Campos (1986), Iriarte (2008), Mann (1978), Miller y Rottmann (1976), Muñoz y Yañez (2000). Especies de difícil determinación como por ejemplo especies parecidas dentro de un mismo género, fueron debidamente fotografiadas para su posterior identificación con la ayuda de expertos.

Folio015100

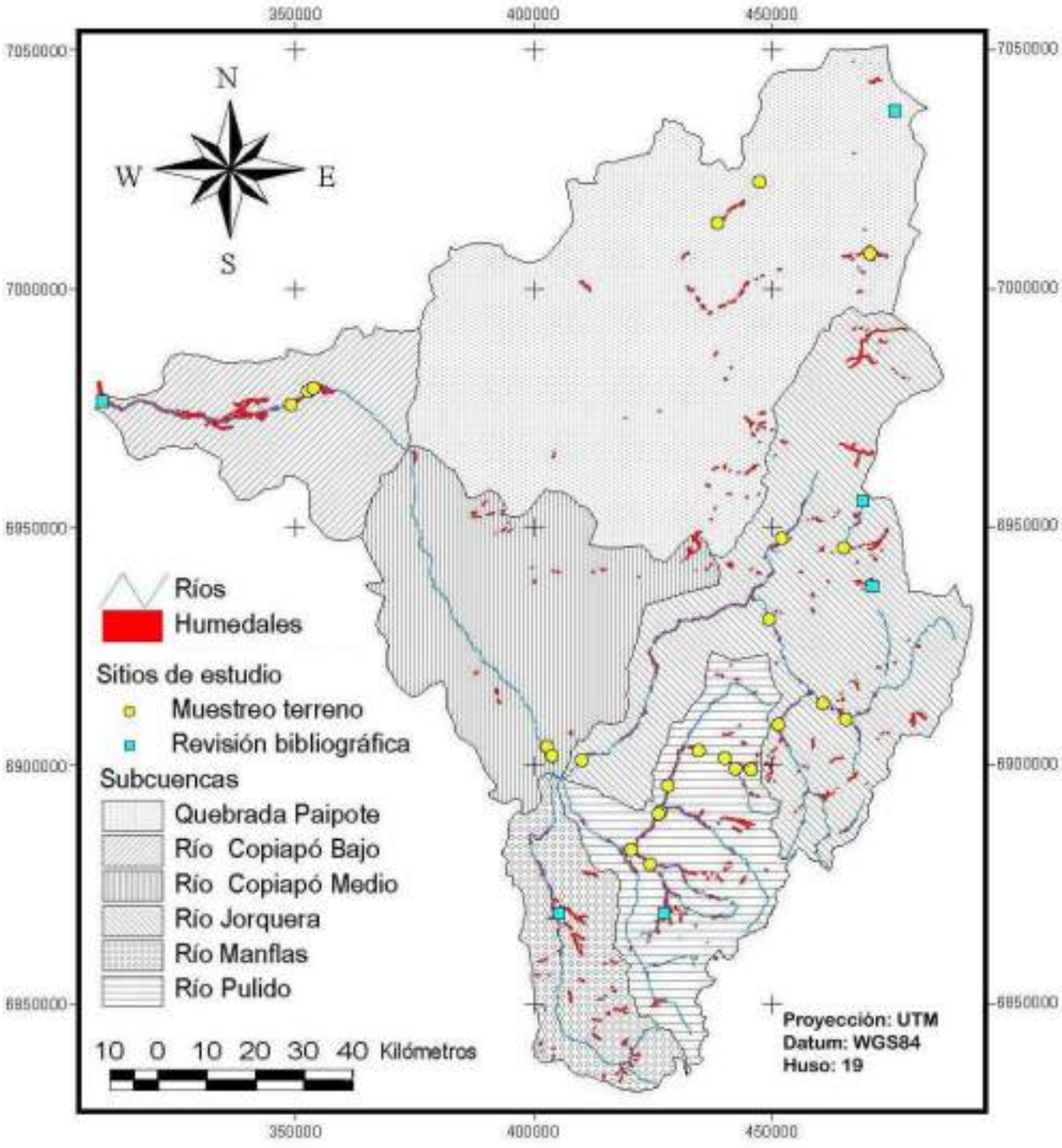


Figura 1. Sitios de estudio obtenidos de la campaña a terreno y de la revisión bibliográfica de vertebrados terrestres y peces de aguas continentales en la cuenca del Río Copiapó (ver Apéndice 1).

Técnicas de detección y captura

El muestreo de fauna vertebrada consistió en la aplicación de las siguientes técnicas de detección y captura:

Para la detección de peces se utilizaron chinguillos (redes); una vez identificados, los peces fueron devueltos al agua. En cada estación de muestreo se prospectó una superficie cercana a los 100 m^2. Se revisaron aquellos sitios que presentaban un mayor potencial para la presencia de peces.

Para los anfibios se realizaron búsquedas activas durante el día y al anochecer, poniendo especial énfasis en aquellos ambientes más favorables para esta fauna (arroyos, quebradas, zonas húmedas).

En el caso de reptiles se realizaron observaciones directas y capturas con lazos de nudo escurridizo. Los reconocimientos de reptiles se ejecutaron en transectos de 100 10 m, prospectando los ambientes característicos de este grupo.

Las aves fueron observadas mediante el uso de binoculares, poniendo énfasis en escuchar sus cantos. Se contó con la presencia de guías de campo y con el registro de sus vocalizaciones. Para minimizar las dudas en la identificación de especies, algunos ejemplares fueron fotografiados y caracterizados posteriormente.

La presencia de micromamíferos fue determinada mediante observación directa, y el uso de trampas Sherman para captura viva. En los trampeos se utilizaron 80 trampas Sherman por noche sebadas con avena y vainilla. Para los macromamíferos se realizó observación directa con el apoyo de binoculares e indirecta (por medio del reconocimiento de huellas, feces, entre otros).

Criterios de clasificación de especies según estados de conservación

Los estados de conservación de las especies de la fauna vertebrada chilena fueron descritos según el Reglamento para la clasificación de especies (Gobierno de Chile, 2005b) (ver Apéndice III).

La clasificación de especies fue revisada en el portal Web del Ministerio del Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente, 2011) en donde se encuentran los resultados de los Procesos de Clasificación de Especies Silvestres y, además, se presentan algunas especies consideradas exóticas en el territorio chileno.

Folio015102

Cabe destacar que existen especies clasificadas bajo estados de conservación distintos según zona geográfica, y/o para las cuales no se encuentra mencionado el grado de amenaza de la región estudiada. En estos casos se consideró la presencia o ausencia de un estado de conservación específico para el área de estudio.

Para efectos de esta memoria se considerarán especies amenazadas aquellas que se encuentren clasificadas en las categorías "En Peligro de Extinción o Vulnerable" de manera congruente con las intenciones actuales del Gobierno (Gobierno de Chile, 2011).

Valoración ambiental

La valoración ambiental se realizó ponderando tres atributos comunitarios de la fauna vertebrada detectada en cada sitio:

-Riqueza relativa (Rr): corresponde a la proporción entre el número de especies en cada sitio con respecto a la totalidad de especies encontradas en la cuenca. El valor máximo que puede alcanzar esta variable es 1 y correspondería al caso en que el total de las especies encontradas en la cuenca estuviesen representadas en un solo sitio.

-Especies amenazadas relativas (Ar): corresponde a la proporción del número de especies amenazadas en un sitio con respecto a la totalidad de especies bajo algún grado de amenaza en la cuenca. El valor máximo que podría tomar esta variable también puede ser 1.

-Singularidad del sitio (Ss): Esta variable es una medida de la exclusividad de las especies presentes en cada sitio. Si todas las especies presentes en un sitio sólo se encontraran en este sitio, entonces, esta variable tomaría el valor 1, lo cual representaría el máximo grado de singularidad posible. Esta variable también puede entenderse como la sumatoria de las singularidades parciales de todas las especies presentes en el sitio.

Se proponen tres ecuaciones que asignan distintas combinaciones de estos atributos considerando razonamientos de agregación que buscan mantener una coherencia en la manera en que se relacionan, bajo el prisma de la biología de la conservación.

Folio015103

$$Vs \quad \frac{Rr \quad Ar \quad Ss}{3} \qquad \text{(Ecuación 1)}$$

$$Vs \quad \frac{Rr \quad Ss \quad Ar}{2} \qquad \text{(Ecuación 2)}$$

$$Vs \quad \frac{Rr \quad Ar}{2} \quad Ss \qquad \text{(Ecuación 3)}$$

Vs: Valor del sitio.
Rr: Riqueza relativa del sitio con respecto a la cuenca.
Ar: Especies amenazadas relativas del sitio con respecto a la cuenca.
Ss: Singularidad del sitio en relación a la cuenca.

Estas ecuaciones buscan normalizar las características de cada sitio con las características a nivel de cuenca. Los dígitos divisores son para eliminar el factor de los pesos de cada variable sumada.

La Ecuación 1 da igual importancia a las tres variables, mientras que la Ecuación 2 le da mayor relevancia a las especies amenazadas relativas, esto debido a que la riqueza relativa y la singularidad del sitio pueden adquirir valores menores o iguales a 1, por lo cual, al multiplicarse, el producto no puede ser mayor que el menor de sus factores. Por su parte, en la Ecuación 3, el crecimiento depende en mayor medida de la singularidad del sitio que de las otras dos variables por separado.

La Singularidad de una especie fue evaluada con la siguiente fórmula:

$$Se \quad \frac{1}{Número\ de\ sitios\ donde\ se\ presenta\ la\ especie} \qquad \text{(Ecuación 4)}$$

mientras que la singularidad del sitio fue evaluada como:

$$Ss \quad \frac{\sum_{i\ 1}^{n} Se}{Rs} \qquad \text{(Ecuación 5)}$$

Ss: Singularidad del sitio.
Se: Singularidad de la especie i.
Rs: Riqueza del sitio.

Los resultados numéricos de la valoración ambiental fueron ordenados de forma descendente y el rango se dividió en tercios que categorizan los sitios en niveles de valor

Folio015104

ambiental (alto, medio y bajo). Se realizó el mismo procedimiento para las tres ecuaciones de valoración ambiental y sus resultados fueron comparados.

Paralelamente se obtuvieron resultados del valor ambiental evaluado por unidad de superficie (hectárea). El área de cada sitio fue estimada por medio del Software Google Earth Pro (ver Apéndice 1).

Se realizó un análisis de sensibilidad para probar en qué grado afecta la ponderación de los tres atributos comunitarios distintos (riqueza relativa, especies amenazadas relativas y singularidad del sitio).

Dos de las tres variables (riqueza relativa, especies amenazadas relativas y singularidad del sitio) fueron fijadas en el valor que se obtuvo al promediar la totalidad de los sitios muestreados, mientras que la variable restante se hizo cambiar a una tasa de 0,01 entre los valores 0 y 1. Con el mismo método fueron probadas las tres variables. Se construyeron gráficas en las cuales se representan las respuestas del valor de los vertebrados a cada una de las variables y en donde se contrastan las tres ecuaciones propuestas.

Los resultados fueron discutidos y analizados junto con expertos[1] para determinar si existe una combinación de factores más aceptada por ellos.

Presión Antrópica

La Presión Antrópica corresponde a la condición en que se encuentra un sitio como resultado de la influencia directa e indirecta de las actividades humanas sobre la superficie terrestre. Se puede entender como una clasificación de la intervención actual en conjunto con el riesgo asociado a intervenciones potenciales.

La Presión Antrópica es una clasificación de la Huella Humana (WCS y CIESIN, 2005), que a su vez corresponde al Índice de Influencia Humana normalizado para cada bioma mundial (ver Figura 2). En la cuenca del Río Copiapó se encuentran representados dos biomas: Bosques mediterráneos, bosque abierto y matorral y Pastizales y matorrales montanos (Olson *et al.*, 2004).

El Índice de Influencia Humana se obtuvo superponiendo ocho capas de usos humanos en las cuales se asignó una puntuación a cada factor que presuma influencia sobre los

[1] Pedro Cattan A., Médico Veterinario, Dr. en Ciencias, Centro de Estudios de Vida Silvestre, Universidad de Chile.
Gabriel Lobos V., Médico Veterinario, Dr. en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Centro de Estudios de Vida Silvestre, Universidad de Chile.
Jorge Pérez Q., Ingeniero Agrónomo, Ph.D. en Ecología, Departamento Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Universidad de Chile.

ecosistemas mundiales. Las capas superpuestas fueron: densidad demográfica (humanos por km^2), distancia a ferrocarriles dentro de 2 km, distancia a carreteras dentro de 15 km, distancia a ríos navegables dentro de 15 km, distancia a la línea de costa dentro de los 15 km, la luminosidad de noche detectada por satélites, áreas construidas con asentamientos humanos y usos agrícolas (Sanderson *et al.*, 2002) (ver Anexo I). Los valores mínimo y máximo que puede tomar el Índice de Influencia Humana a nivel mundial son 0 y 64, respectivamente. La medición se realizó a una resolución espacial de 1 km^2 y las capas utilizadas están fechadas alrededor del año 2000.

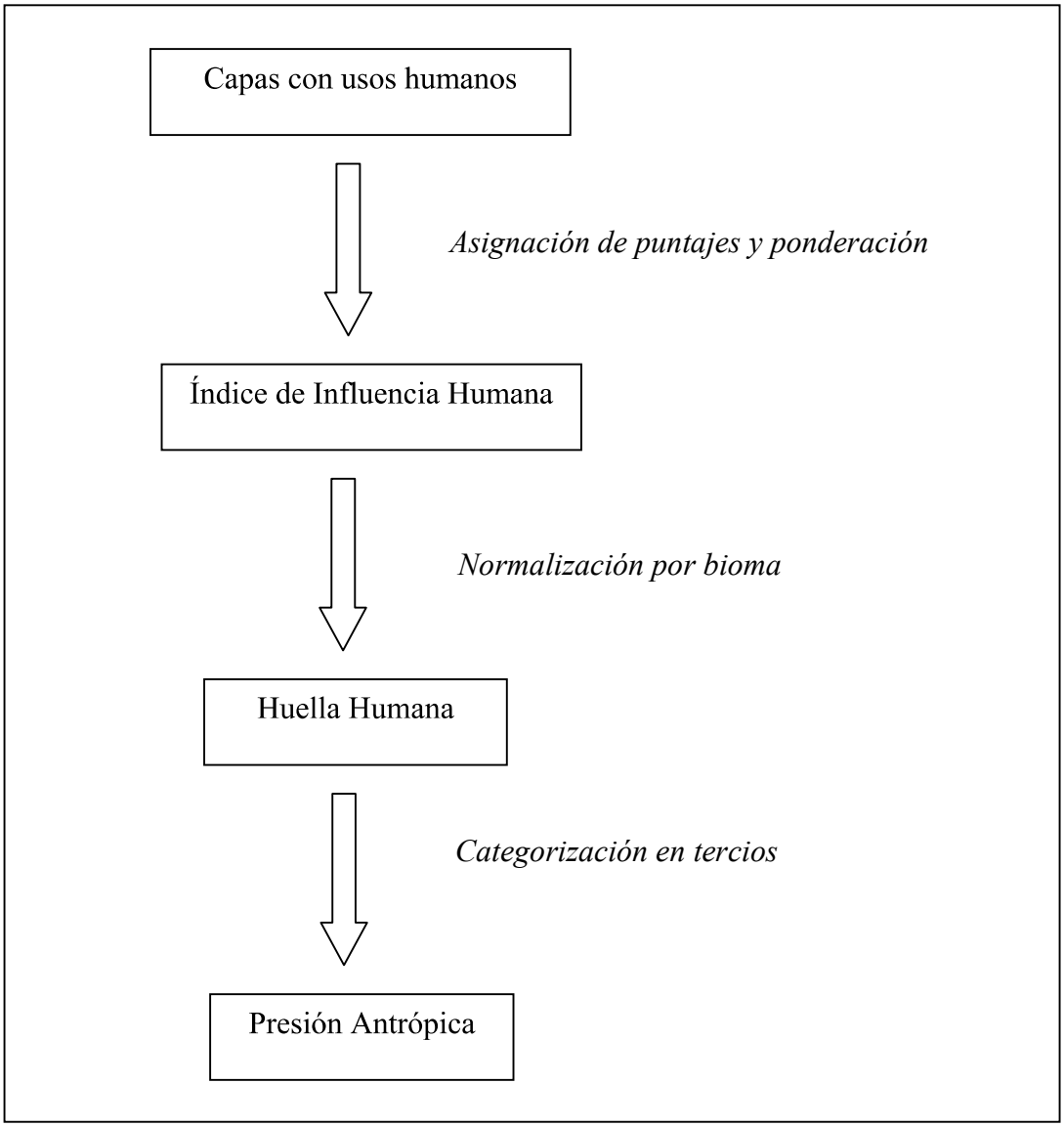


Figura 2. Esquema metodológico para la obtención de la Presión Antrópica.

La espacialización de la Huella Humana (WCS y CIESIN, 2005) se proyectó en el sistema UTM 19S datum WGS84 y luego fue ajustado a los límites de la cuenca. El modelo fue

Folio015106

llevado a formato vectorial (polígonos) y se revisó el área por medio del Software Google Earth en busca de posibles errores como la consideración de salares y de zonas nevadas como ciudades. Se realizaron las correcciones correspondientes en el sector norte de la cuenca asignando el valor promedio de los sitios colindantes. Finalmente se midió la Huella Humana en cada sitio.

Los resultados numéricos de la Huella Humana fueron ordenados de forma descendente y el rango se dividió en tercios que categorizan los sitios en niveles de Presión Antrópica (baja, media y alta).

Relevancia Ambiental

Se ponderaron las categorías obtenidas del Valor Ambiental y de la Presión Antrópica a partir de una matriz de doble entrada (ver Cuadro 1), obteniéndose una clasificación de los humedales según su Relevancia Ambiental para la conservación. Se discuten en forma general algunas recomendaciones para cada categoría de conservación obtenida.

Cuadro 1. Matriz para la clasificación de sitios según su relevancia ambiental para la conservación de la fauna nativa.

Relevancia Ambiental		**Presión Antrópica**		
		Alta	**Media**	**Baja**
Valor Ambiental	**Alto**	Alta	Alta	Media
	Medio	Alta	Media	Baja
	Bajo	Media	Baja	Baja

Folio015107

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el área de estudio se registraron 152 especies de vertebrados, de las cuales 21 corresponden a mamíferos, 114 a aves, 12 a reptiles, 3 a anfibios y 2 especies a peces (ver Apéndice II). Del total, 11 especies se consideran de origen exótico (ver Apéndice II) y, a pesar de que pueden ser consideradas como un indicador de la influencia humana sobre el territorio, fueron excluidas de la valoración hecha para este estudio.

Del total de especies nativas encontradas en la cuenca la gran mayoría (79,4%) corresponden a aves (ver Cuadro 2). Esto resulta coherente con los antecedentes generales de la fauna nativa de la Región de Atacama. De los 259 vertebrados nativos presentes en esta región, según la revisión bibliográfica de literatura general, 27 (10,4%) especies corresponden a mamíferos (Iriarte, 2008), 195 (75,3%) a aves (Jaramillo *et al.,* 2005), 29 (11,2%) a reptiles, 6 (2,3%) a anfibios (Vidal y Labra, 2008) y 2 (0,8%) a peces (Campos *et al.*, 1998). Si se comparan estos antecedentes con los porcentajes de las especies encontradas presentados en el Cuadro 2, es posible apreciar el gran parecido en la composición específica de los sitios estudiados con la Región de Atacama. Esto estaría indicando el alto grado de representatividad de las especies encontradas en la cuenca.

Cuadro 2. Composición específica de vertebrados nativos y especies amenazadas encontradas en los sitios de estudio de la cuenca del Río Copiapó.

Taxa	Especies encontradas	Especies amenazadas[1]	Proporción de especies amenazadas (%)
Mamíferos	13 (9,2%)	3	23,08
Aves	112 (79,4%)	4	3,57
Reptiles	12 (8,5%)	5	41,67
Anfibios	3 (2,1%)	3	100
Peces	1 (0,7%)	0	0
Total	141 (100%)	16	11,35

[1] Las especies amenazadas corresponden a las clasificadas “En Peligro” y “Vulnerable” según lo publicado en el sitio oficial del Ministerio del Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente, 2011).

Del total de especies halladas en la cuenca, 31 se encontraban clasificadas bajo algún grado de amenaza (ver Apéndice III), de éstas, 15 se consideran “Especies amenazadas” para efectos de este estudio (ver Cuadro 3). A lo anterior se agrega una especie clasificada como “Fuera de Peligro” y las especies consideradas de origen exótico. Las especies restantes no se encontraban listadas.

Cuadro 3. Especies amenazadas en los sitios de estudio de la cuenca del Río Copiapó.

Nombre común	Nombre científico	Estado de Conservación[1]
MAMÍFEROS		
Guanaco	*Lama guanicoe*	En Peligro
Tuco-tuco de Atacama	*Ctenomys fulvus*	Vulnerable
Vizcacha	*Lagidium viscacia*	En Peligro
AVES		
Bandurria	*Theristicus melanopis*	En Peligro
Piuquén	*Chloephaga melanoptera*	Vulnerable
Gaviota garuma	*Larus modestus*	Vulnerable
Gaviota andina	*Larus serranus*	Vulnerable
REPTILES		
Lagartija de Ortiz	*Liolaemus juanortizi*	En Peligro
Lagarto de Müller	*Liolaemus lorenzmuelleri*	Vulnerable
Lagarto nítido	*Liolaemus nitidus*	Vulnerable
Corredor de Atacama	*Microlophus atacamensis*	Vulnerable
Iguana	*Callopistes maculatus*	Vulnerable
ANFIBIOS		
Sapo de Atacama	*Rhinella atacamensis*	En Peligro
Sapo espinoso	*Rhinella spinulosa*	Vulnerable
Sapo de cuatro ojos	*Pleurodema thaul*	En Peligro

[1] Los estados de conservación corresponden a lo publicado en el sitio oficial del Ministerio del Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente, 2011).

Problemas en el levantamiento de información

En el levantamiento de información se presentaron una serie de sesgos y dificultades que se detallan a continuación:

Movilidad

Una debilidad de los métodos de valoración de sitios a través de mediciones de fauna está dada por la movilidad de la fauna. Las aves, las cuales representan la mayor cantidad de especies de fauna vertebrada encontrada en los sitios, poseen una gran proporción de especies total o parcialmente migratorias (Jaramillo *et al.,* 2005). Una medición adecuada de este grupo taxonómico requiere necesariamente de mayor resolución temporal, lo cual incrementa sustancialmente los costos operacionales. También existen antecedentes sobre fluctuaciones notorias en la densidad de las poblaciones de micromamíferos (Iriarte, 2008; Muñoz y Yañez, 2000) y migraciones locales en macromamíferos (Muñoz y Yañez, 2000).

Temporalidad

Resulta extremadamente complejo obtener mediciones de terreno en sitios distantes en un período de tiempo breve y a una misma hora del día. También se verificó que los estudios provenientes de fuentes secundarias de información no han sido realizados contemporáneamente al estudio en cuestión. En general los datos han sido obtenidos en

Folio015109

otras épocas del año, en más de una campaña a terreno o simplemente no aparecen especificadas las fechas en los cuales fueron tomados.

Tamaño del sitio

A pesar de que, en general, los humedales se presentan de manera discreta en el espacio debido a su estrecha dependencia con un cuerpo de agua, es complejo establecer límites del humedal, sobre todo de aquéllos que pertenecen a la sección de un río y de los que poseen especies vegetales que no están restringidas exclusivamente a estos sistemas. En el mismo sentido, existen humedales en los cuales se han documentado grandes variaciones en el tamaño del espejo de agua (Malvárez, 1999) y otros en que se evidencia la presencia de agua superficial en el pasado. También, se verificó que los estudios publicados, en general, no poseen una superficie determinada, mencionándose sólo el nombre del río, del sector o de la localidad más cercana. Además, en la revisión bibliográfica, muchas veces el área abarcada pudo incluir extensiones mayores que se escapan a las formaciones de humedales.

Técnicas de detección y captura

Existen micromamíferos que aparecen con frecuencia (*Abrothrix sp.*, *Oligoryzomys sp.* y *Phyllotis sp.*) mientras que otros difícilmente aparecen (*Abrocoma bennetti*), a pesar de estar en la distribución y hábitat propicios para esta especie. Esto podría estar indicando que existen especies de mamíferos que caen fácilmente en las trampas Sherman mientras que otras, a pesar de encontrarse en los sitios, por motivos de timidez u otros, resulta complejo que entren en estas trampas[2]. La detección de fecas de especies que no son capturadas por los métodos usuales puede ser un reflejo de esta limitación.

Esfuerzo de muestreo

Dada las diferencias naturales de todos los sitios estudiados resulta complejo establecer tiempos y métodos de muestreo que homogenicen los esfuerzos. Sitios de mayor tamaño, en general, requieren de mayor esfuerzo, pero este aumento no depende exclusivamente del factor área. El relieve, el tipo de cobertura (suelo descubierto, agua, piedras, matorrales, etc.) y las especies presentes condicionan la experiencia en terreno. En la inclusión de sitios por medio de revisión bibliográfica, se verificó que muchas veces no están especificados los métodos de detección y captura y, en los casos en que si se encuentra especificado, no existe uniformidad en las técnicas y en los tiempos ocupados.

[2]Gabriel lobos, Dr. en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Universidad de Chile, 2011 “Comunicación personal”.

Folio015110

Análisis de sensibilidad de las fórmulas

Se pudo comprobar que todas las variables responden de manera directamente proporcional, no obstante, las razones de crecimiento de las variables son distintas entre las tres ecuaciones propuestas (ver Figura 3).

Considerando la respuesta del valor del sitio a la variación de la singularidad del sitio se puede apreciar que las ecuaciones 1 y 3 son sensibles mientras que la Ecuación 2 responde en una medida bastante menor a esta variable (ver Figura 3).

Al interpretar la respuesta del valor del sitio a la variación de la riqueza relativa del sitio se puede apreciar que las ecuaciones 1 y 2 son sensibles mientras que la respuesta de la Ecuación 3 es casi nula, con lo cual se puede afirmar que la Ecuación 3 da escasa importancia a la riqueza de especies de los lugares (ver Figura 3). Además se puede apreciar que las tres ecuaciones responden a la variación de las especies amenazadas relativas del sitio, aunque esta respuesta es notoriamente mayor en la Ecuación 2 que en la Ecuación 3.

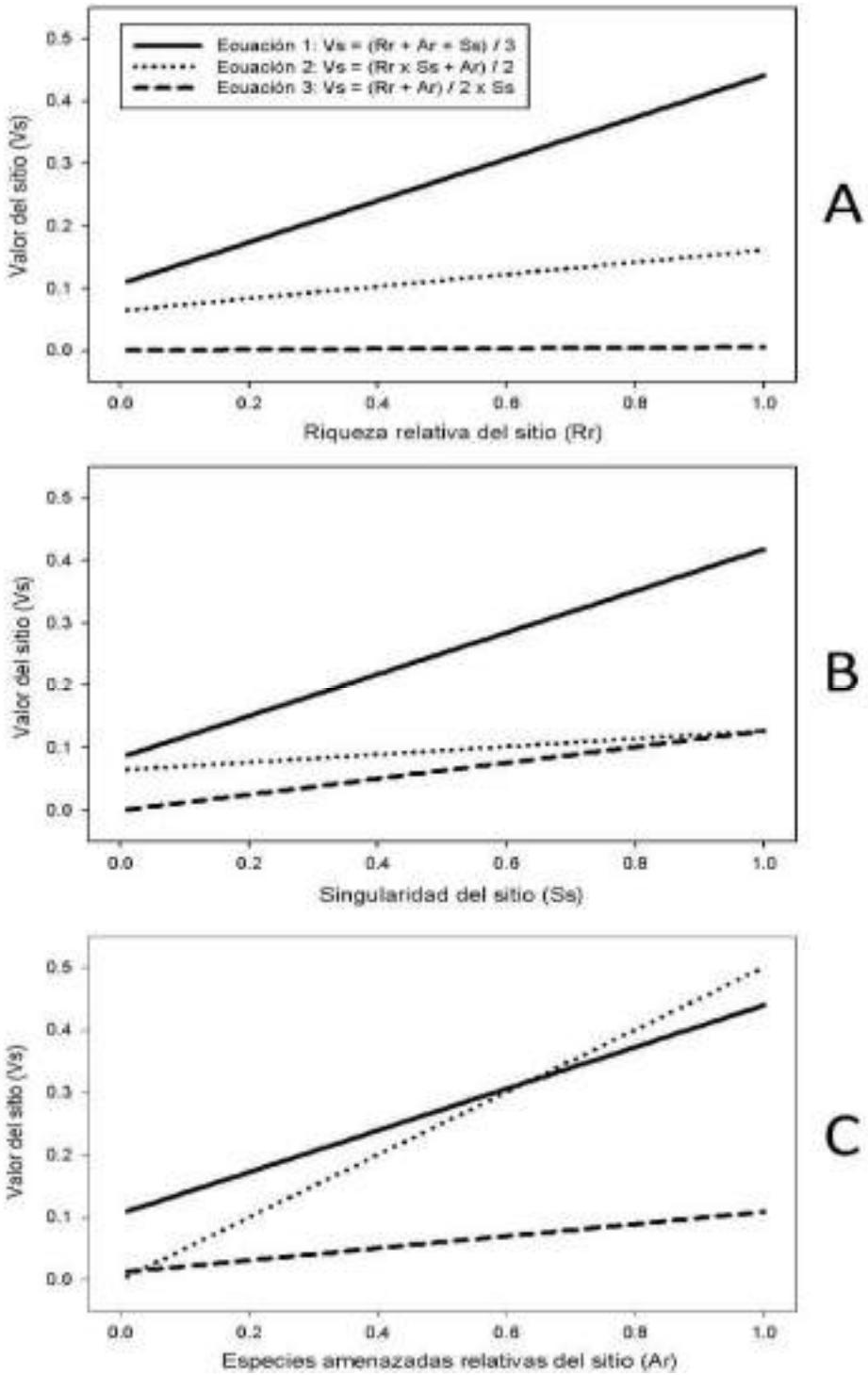


Figura 3. A: Respuesta del valor del sitio a la variación de la riqueza de especies relativas del sitio para las tres ecuaciones propuestas. B: Respuesta del valor del sitio a la variación de la singularidad del sitio para las tres ecuaciones propuestas. C: Respuesta del valor del sitio a la variación de las especies amenazadas relativas a la cuenca para las tres ecuaciones propuestas.

Folio015112

Valoración ambiental

Al utilizar las tres ecuaciones propuestas para la valoración ambiental de los vertebrados de cada sitio, se obtuvo resultados bastante similares sobre todo en los sectores de alto valor (ver Cuadro 4). El sitio con mayor valor ambiental fue S1 (Estuario) y coincide en las tres ecuaciones. Los 4 sitios de mayor valor son exactamente los mismos entre las ecuaciones 1 y 2.

El sitio que presentó mayor diferencia de ranking fue S14 (Río Pulido 3), que al ser evaluado con la ecuación 1 queda 11 puestos arriba con respecto a las otras dos ecuaciones. A pesar de existir diferencias numéricas apreciables al evaluar los sitios con las tres ecuaciones la posición relativa en el ranking de los sitios es bastante parecida entre las tres maneras de valorar (ver Cuadro 4). La gran mayoría de los sitios (22) no varían más de 2 puestos al ser evaluados con las distintas ecuaciones.

Al categorizar de manera cualitativa los resultados numéricos del valor ambiental, se obtuvo algunas diferencias entre las tres ecuaciones. La Ecuación 3 categoriza sólo un sitio en valor ambiental "alto" mientras que las otras dos ecuaciones asignan tres sitios en esta categoría. La Ecuación 3 asigna 27 sitios en valor ambiental bajo mientras que las ecuaciones 1 y 2 sitúan 24 y 21 sitios en esta categoría, respectivamente (ver Cuadro 4).

El método utilizado para valorar ambientalmente los sitios está basado en la presencia o ausencia de especies y no considera la dinámica poblacional y la calidad del hábitat. Pueden existir sitios con alto Valor Ambiental que posean una alta cantidad de especies, que las especies presentes sean singulares y/o exista una alta proporción de especies amenazadas, no obstante, basado en el modelo de "Fuentes y Sumideros" de Pulliam (1988), que busca explicar la dinámica de regulación de las poblaciones, es esperable que existan sitios donde el número de nacimientos exceda al de muertes, conformándose una subpoblación donadora o "fuente", mientras que en otros sitios el número de muertes puede superar al de nacimientos y esta subpoblación "sumidero" se esté manteniendo en el tiempo gracias a las inmigraciones desde otras subpoblaciones. En el mismo sentido puede que las especies presentes no estén utilizando el sitio de manera considerable para otras necesidades vitales como la alimentación. Cabe destacar que esta limitante no se solucionaría si incluyéramos la abundancia de las especies, aumentáramos el esfuerzo de muestreo, la resolución temporal e intentáramos minimizar cualquiera de los problemas en el levantamiento de información antes descritos. Es por esto que en las metodologías que buscan establecer cuáles sitios son propicios para la conservación de una o más especies se debe considerar la calidad del hábitat para las especies estudiadas (van Horne, 1983). Sólo de esta manera se podrá aseverar en qué sitios se producen los procesos biológicos mínimos para la sobrevivencia de la o las especies que se desean conservar y, por consiguiente, cuántos y cuáles sitios son necesarios conservar.

Folio015113

Cuadro 4. Ranking del Valor Ambiental de los sitios de estudio en la cuenca del Río Copiapó obtenido por las tres ecuaciones propuestas.

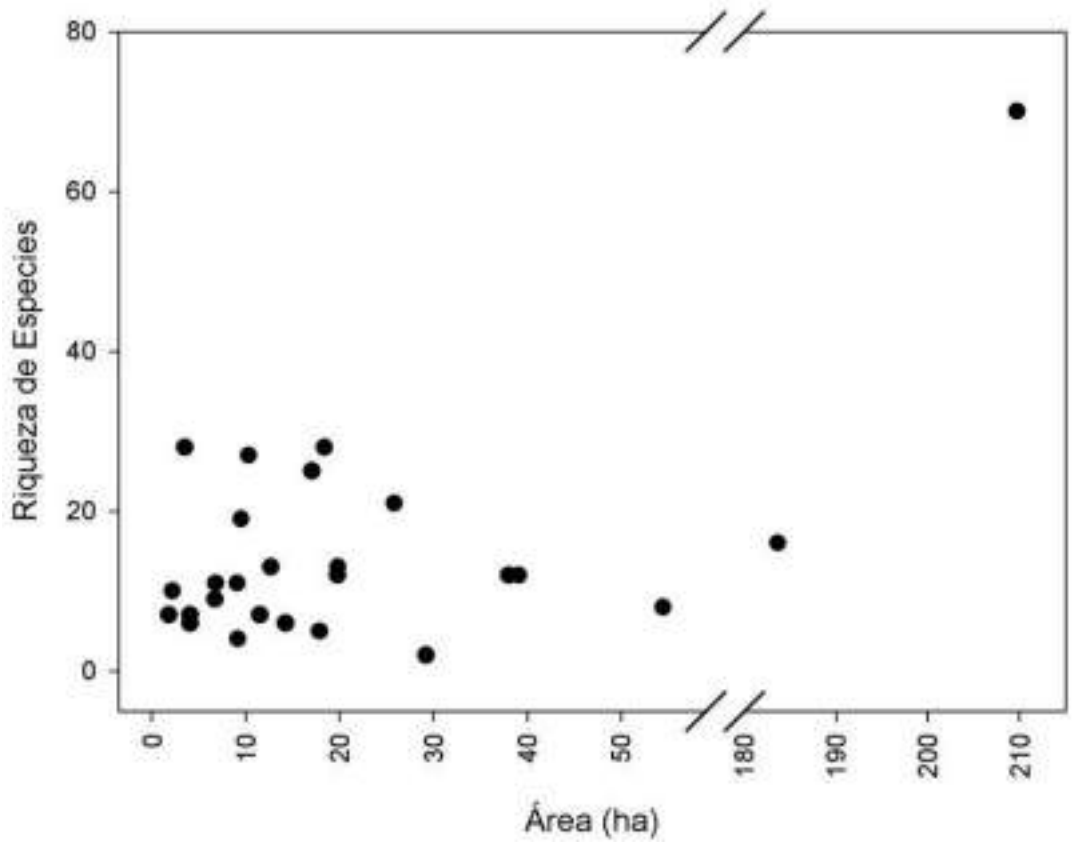
	Ecuación 1		Ecuación 2		Ecuación 3	
Ranking	**NºID Sitio**	**Valor Ambiental**	**NºID Sitio**	**Valor Ambiental**	**NºID Sitio**	**Valor Ambiental**
1º	S1	Alto	S1	Alto	S1	Alto
2º	S7	Alto	S7	Alto	S9	Medio
3º	S9	Alto	S9	Alto	S7	Medio
4º	S23	Medio	S23	Medio	S2	Bajo
5º	S2	Medio	S21	Medio	S23	Bajo
6º	S19	Medio	S19	Medio	S19	Bajo
7º	S5	Bajo	S25	Medio	S5	Bajo
8º	S25	Bajo	S24	Medio	S25	Bajo
9º	S24	Bajo	S26	Medio	S27	Bajo
10º	S26	Bajo	S27	Bajo	S26	Bajo
11º	S27	Bajo	S2	Bajo	S24	Bajo
12º	S21	Bajo	S5	Bajo	S4	Bajo
13º	S4	Bajo	S6	Bajo	S21	Bajo
14º	S14	Bajo	S18	Bajo	S6	Bajo
15º	S6	Bajo	S30	Bajo	S18	Bajo
16º	S18	Bajo	S22	Bajo	S3	Bajo
17º	S30	Bajo	S4	Bajo	S30	Bajo
18º	S3	Bajo	S3	Bajo	S11	Bajo
19º	S11	Bajo	S11	Bajo	S10	Bajo
20º	S10	Bajo	S10	Bajo	S20	Bajo
21º	S20	Bajo	S20	Bajo	S22	Bajo
22º	S22	Bajo	S28	Bajo	S28	Bajo
23º	S28	Bajo	S17	Bajo	S17	Bajo
24º	S29	Bajo	S16	Bajo	S16	Bajo
25º	S17	Bajo	S14	Bajo	S14	Bajo
26º	S16	Bajo	S15	Bajo	S15	Bajo
27º	S15	Bajo	S8	Bajo	S8	Bajo
28º	S8	Bajo	S12	Bajo	S12	Bajo
29º	S13	Bajo	S13	Bajo	S13	Bajo
30º	S12	Bajo	S29	Bajo	S29	Bajo

* Las celdas sombreadas representan aquellas que varían más de 3 puestos al ser evaluados con las diferentes fórmulas.

** Nº ID Sitio: S1 Estuario, S2 Piedra Colgada 1, S3 Piedra Colgada 2, S4 Serranía Poblete, S5 Tranque Lautaro, S6 Unión ríos Manflas y Copiapó, S7 Río Manflas, S8 Río Jorquera, S9 Río Montosa, S10 Río El Potro, S11 Río Pulido 1, S12 Río Pulido 2, S13 Río Ramadillas, S14 Río Pulido 3, S15 Río Pulido 4, S16 Río Pircas Coloradas 1, S17 Río Pircas Coloradas 2, S18 Vega en Río Pircas Coloradas, S19 Vega en Río Cachitos, S20 Unión ríos de la Gallina y Pircas Negras, S21 Río Turbio 1, S22 Río Turbio 2, S23 Vega en Río Figueroa, S24 Caspiche, S25 Sector Mina Refugio, S26 Quebrada las Guanacas, S27 Sector Mina La Coipa, S28 Quebrada San Andrés 1, S29 Quebrada San Andrés 2, S30 Sector La Pepa.

Folio015114

Como se aprecia en la Figura 4, no existe una tendencia clara en la proporción de la riqueza de especies con el tamaño del humedal. Los problemas en el levantamiento de información descritos anteriormente pueden resultar explicativos de la ausencia de esta proporción directa esperable entre la riqueza de especies y el tamaño del humedal (Blanco, 1999). No obstante, los humedales en zonas desérticas son unidades ecosistémicas discretas en el espacio donde la riqueza de especies puede ser reflejo de otros aspectos particulares como la diversidad de hábitats, de la situación geográfica particular (por ejemplo un estuario) y la posición relativa a otros humedales (por ejemplo humedales dentro de las rutas migratorias de aves). En un sentido similar apunta la revisión realizada por Urbina-Cardona y Reynoso (2005): "los valores de riqueza observada y en general de cualquier índice de diversidad, son una función de factores tales como la unidad de muestreo (tipo de técnica utilizada, el tamaño del área de muestreo y el número de replicas y repeticiones realizadas), la distribución espacial de las poblaciones objetivo y la heterogeneidad del hábitat."



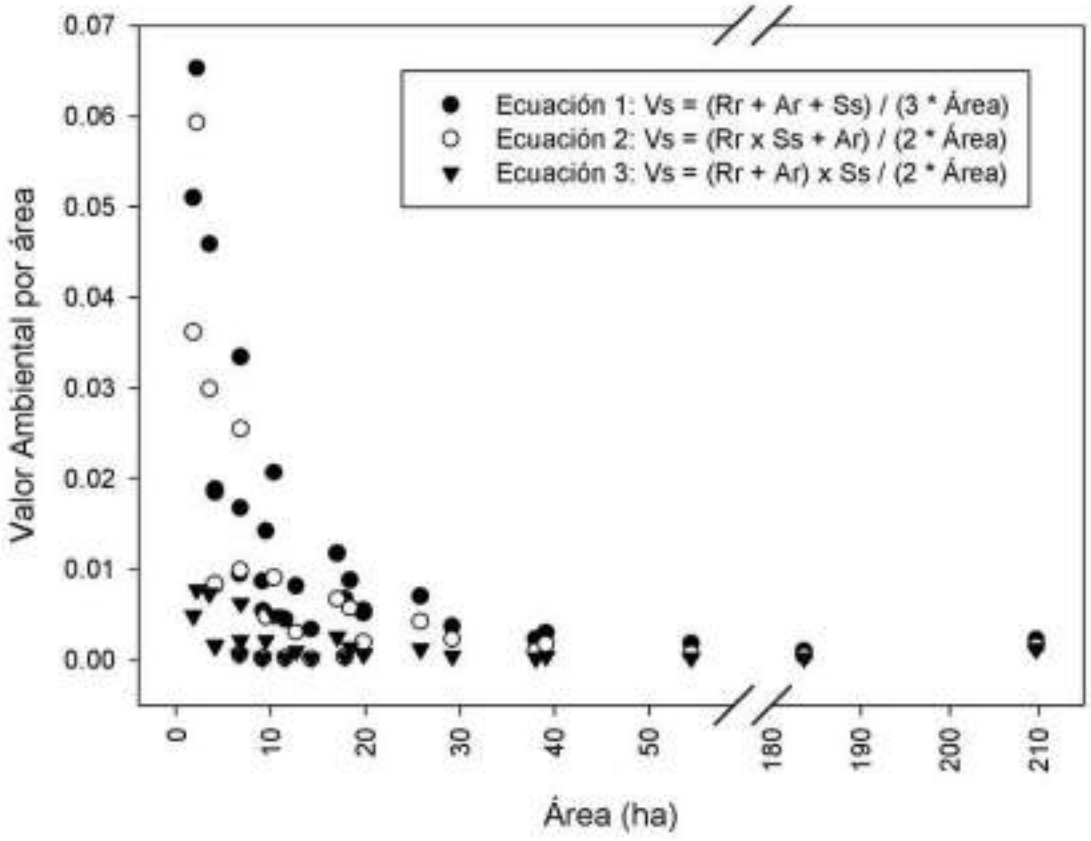
*S/I: Sitios sin información del área.

Figura 4. Relación entre el área de los sitios y la riqueza de especies en cada sitio de estudio.

Al evaluar las ecuaciones de valoración por tamaño del sitio, los resultados sí muestran una dependencia estrecha entre el área y el valor ambiental. A medida que aumenta el área es posible observar que disminuye considerablemente el Valor Ambiental del sitio (ver Figura

Folio015115

5), lo cual resulta esperable dada las consideraciones vistas en el párrafo anterior. No se consideró el tamaño del sitio en la valoración final.



* S/I: Sitios sin información del área.

Figura 5. Respuesta del Valor Ambiental del los sitios de estudio evaluados por área al aumento del área.

El tamaño de un humedal se relaciona de manera directamente proporcional con la biomasa capaz de albergar (Blanco, 1999), por lo cual una medición de biodiversidad que pretenda estandarizarse por unidad de superficie debiese contemplar la abundancia de la fauna.

Presión Antrópica

La carta del Índice de Influencia Humana generada para la cuenca del Río Copiapó varió entre los valores 0 y 46 (ver Figura 6). Gráficamente es posible apreciar que dentro de la cuenca existen dos centros con alta influencia humana. El primero, en la zona medio-baja de la cuenca, representa el sector más densamente poblado en donde se ubica la ciudad de

Folio015116

Copiapó, además allí existen otros centros poblados y algunos usos humanos intensivos (industrias, mineras, plantaciones agrícolas, entre otros). El segundo, ubicado en la zona noreste de la cuenca, representa un sector con alta actividad minera.

El Índice de Influencia Humana proviene de un estudio a nivel planetario, por lo cual resultaría factible aumentar la resolución espacial de la carta de este índice en estudios posteriores. También, dada la gran cantidad de proyectos mineros recientemente aprobados y en calificación dentro de la Región de Atacama (SEA, s/a), es necesario actualizar este índice en estudios posteriores ya que, en algunos sectores, resulta esperable un aumento considerable de éste.

Del total de sitios evaluados seis quedan categorizados en nivel de alta Presión Antrópica, dieciséis en media y ocho en baja (ver Cuadro 5). Cabe destacar que la Presión Antrópica es un indicador que clasifica sitios en una zona geográfica delimitada dando mayor relevancia a aquellos sitios con más intervenciones humanas reales y potenciales. Este indicador busca medir las zonas con mayor riesgo y no las de gran naturalidad o zonas prístinas.

Los sitios muestreados, en mayor o menor medida, ya se encuentran bajo algún grado de Presión Antrópica debido a las distintas facilidades de acceso. Es probable que existan sitios remotos con mayor valor en cuanto a la fauna vertebrada y que justamente por esta condición de aislamiento no resultaría urgente tomar medidas de conservación según las consideraciones hechas por este estudio. No obstante, estos sitios remotos pueden estar siendo afectados por otros tipos de impactos como el sobrepastoreo, la caza y el consumo de huevos por parte de pobladores de zonas aledañas (Malvárez, 1999), la alteración del flujo de los ríos y la recolección de leña (Dinerstein *et al.*, 1995). Otra limitación de este estudio es que no se considera el hecho de que los humedales que se encuentran en la zona baja de la cuenca se podrían ver directamente afectados en caso de contaminación de las aguas o brotes epidemiológicos que se originen en los humedales aguas arriba, riesgo que disminuye en las zonas altas de la cuenca.

Folio015117

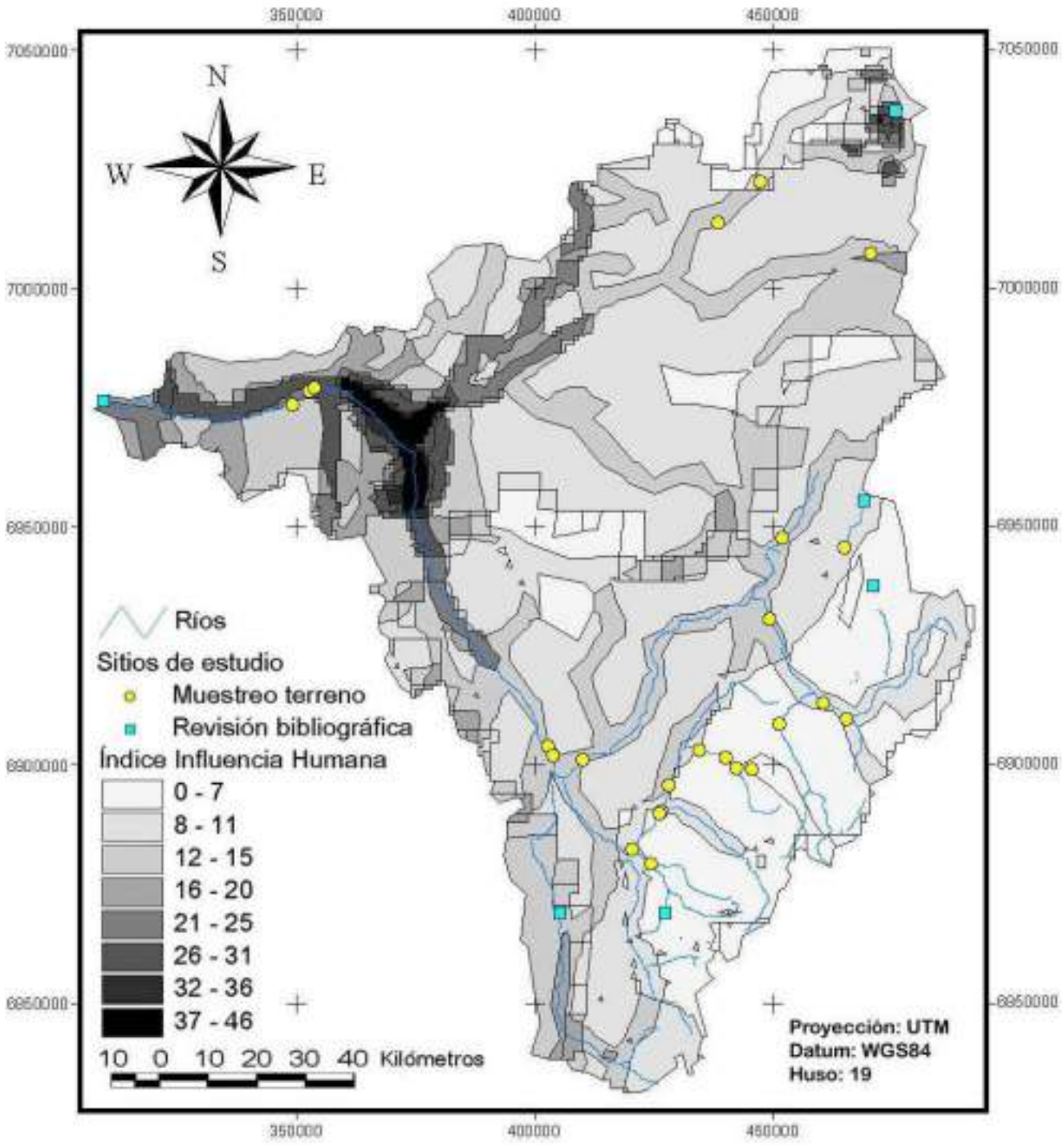


Figura 6. Índice de Influencia Humana en la Cuenca del Río Copiapó, basado en WCS y CIESIN (2005).

Folio015118

Cuadro 5. Presión Antrópica estimada en base a la Huella Humana en los sitios de estudio en la cuenca del Río Copiapó.

NºID Sitio	Sitio	Huella Humana	Presión Antrópica*
S2	Piedra Colgada 1	40	Alta
S3	Piedra Colgada 2	40	Alta
S27	Sector Mina La Coipa	38	Alta
S4	Serranía Poblete	34	Alta
S30	Sector La Pepa	30	Alta
S1	Estuario	28	Alta
S7	Río Manflas	23	Media
S22	Río Turbio 2	21	Media
S23	Vega en Río Figueroa	21	Media
S28	Quebrada San Andrés 1	21	Media
S5	Tranque Lautaro	20	Media
S6	Unión ríos Manflas y Copiapó	20	Media
S8	Río Jorquera	20	Media
S14	Río Pulido 3	20	Media
S29	Quebrada San Andrés 2	17	Media
S20	Unión ríos de la Gallina y Pircas Negras	15	Media
S21	Río Turbio 1	15	Media
S25	Mina Refugio	15	Media
S26	Quebrada las Guanacas	15	Media
S10	Río El Potro	14	Media
S11	Río Pulido 1	14	Media
S13	Río Ramadillas	14	Media
S9	Río Montosa	8	Baja
S15	Río Pulido 4	8	Baja
S16	Río Pircas Coloradas 1	8	Baja
S17	Río Pircas Coloradas 2	8	Baja
S19	Vega en Río Cachitos	8	Baja
S24	Caspiche	8	Baja
S12	Río Pulido 2	7	Baja
S18	Vega en Pircas Coloradas	1	Baja

* Presión Antrópica: $1 \leq$ Baja < 14; $14 \leq$ Media < 27; $27 \leq$ Alta ≤ 40.

La Huella Humana en todos los sitios de muestreo evaluada por unidad de superficie posee un valor promedio de 21,4, bastante cercano al promedio de todos los píxeles de la cuenca (17,7). El valor más alto de la Huella Humana es 71 y corresponde al sector en que se ubica la ciudad de Copiapó, mientras que para los sitios de muestreo este valor máximo es 40 y corresponde al sector de Piedra Colgada. En la zona noreste de la cuenca se encuentra el sitio Sector Mina La Coipa (40) el cual se ubica cercano a otro de los centros de alto valor de la Huella Humana (66) producto de la actividad minera, como se mencionó anteriormente. Existen dos zonas cordilleranas donde el valor de la Huella Humana es nulo, ubicadas en el este de la subcuenca del Río Pulido y en el sureste de la subcuenca del Río Jorquera.

Folio015119

Relevancia Ambiental

Al ponderar el Valor Ambiental con la Presión Antrópica se obtuvo una clasificación bastante similar entre las tres ecuaciones, ya que del total 22 (73,3%) de los sitios quedan exactamente en el mismo nivel de Relevancia Ambiental. Entre las ecuaciones 1 y 2 tan sólo cuatro sitios quedan clasificados en distinto nivel (ver Cuadro 6), mientras que los otros 26 sitios quedan en el mismo nivel. Por su parte, entre las ecuaciones 1 y 3 quedan 5 sitios clasificados en diferente nivel y entre las ecuaciones 2 y 3 quedan 7 sitios en distinto nivel de Relevancia Ambiental.

Existen otras maneras alternativas de establecer los tres niveles cualitativos del Valor Ambiental y de la Presión Antrópica como, por ejemplo, dividir el ranking de los sitios en cuantiles predeterminados, lo cual anularía la distribución del valor de los sitios en cada cuenca particular, al no considerar el valor proporcional entre los distintos sitios. También se podría establecer niveles a partir de la desviación estándar, lo cual correspondería a otra manera razonable de separar los sitios que destacan del total de la muestra[3].

Las ecuaciones 1, 2 y 3 asignan 3, 2 y 1 sitios en Relevancia Ambiental alta, respectivamente. El único sitio que queda en Relevancia Ambiental alta indistintamente de las ecuaciones utilizadas fue S1 (Estuario). Esto pone de manifiesto que en la selección de sitios por medio de atributos comunitarios la elección de distintos algoritmos matemáticos puede ser determinante en la asignación de niveles de importancia. Resulta necesario establecer prioridades en los atributos que se considerarán, ya que, si bien las operaciones matemáticas pueden transformarse en una herramienta de medición exacta, la combinación de estos atributos no representa un comportamiento descriptivo de un fenómeno natural o biológico. Debe representar justamente el criterio utilizado por del investigador en el diseño de los indicadores y métodos de medición.

Dadas las limitaciones que se presentan al valorar la complejidad del fenómeno biológico resulta razonable la elección de algoritmos parsimoniosos[4], que en este caso sería la simple agregación a través de una sumatoria de factores (representada por la Ecuación 1).

Si consideramos que la Estrategia Nacional de Biodiversidad (CONAMA, 2003) y el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD, 2004) establecen la protección de al menos el 10% de la superficie de los ecosistemas relevantes, respectivamente, entonces la Ecuación 1, al asignar 3 sitios (equivalentes al 10% del total), sería la que mejor se acomoda a este objetivo de conservación[5].

---

[3] Pedro Cattan, Dr. en Ciencias, Universidad de Chile, 2011 “Comunicación personal”.
[4]Gabriel Lobos, Dr. en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Universidad de Chile, 2011 “Comunicación personal”.
[5] Jorge Pérez, Ph.D. en Ecología, Universidad de Chile, 2011 “Comunicación personal”.

Folio015120

La Ecuación 1, que corresponde a la de mayor parsimonia, clasifica 3 sitios en Relevancia Ambiental alta. Estos sitios coinciden con los clasificados en Relevancia Ambiental alta si se consideran las tres ecuaciones propuestas (ver Cuadro 6):

> El Estuario (S1) registró el mayor valor de sitio y posee Presión Antrópica alta, por lo cual se considera un sitio de alta Relevancia Ambiental. Resulta notable que en un solo sitio se encuentre representada la mitad de la fauna vertebrada y más de la mitad de todas las especies de aves registradas en la cuenca (ver Apéndice IV). Este sitio ya se encuentra bajo protección oficial dado que forma parte del Área Marina y Costera Protegida "Punta Morro-desembocadura Río Copiapó" (Gobierno de Chile, 2005a).
>
> El sitio Piedra Colgada 1 (S2) corresponde a una formación vegetal compuesta principalmente por chañares (*Geoffroea decorticans*) y sectores con totorales (*Typha angustifolia*) donde se evidencia presencia de agua en el pasado lo que sugiere índices de biodiversidad históricos mayores a los actuales. Fue posible corroborar con los lugareños la presencia pasada de agua y de especies asociadas (Anseriformes y Gruiformes). Este sitio registró el mayor nivel de Huella Humana entre todos los sitios evaluados, esto resulta comprensible ya que se encuentra ubicado dentro de un sector con poblados y tierras usadas para la agricultura. Es esperable que medidas de protección, como la fiscalización de la prohibición de caza o el establecimiento de algún tipo de área protegida oficial, en conjunto con la restauración de la vegetación acuática a través del reestablecimiento del cause del Río Copiapó en, al menos, el caudal ecológico mínimo, posibiliten una comunidad de fauna vertebrada estable y más diversa.
>
> El sitio Río Manflas (S7), si bien se encuentra en un sector con Presión Antrópica media, es el segundo sitio con mayor Valor Ambiental. Este sitio se encuentra cercano al Sitio Prioritario de Interés: Las juntas del Río Copiapó (Muñoz *et al.*, 1996), lo cual denota un reconocimiento previo de la importancia de los atributos de la biodiversidad allí presente. No obstante cabe resaltar que la condición de sitio prioritario sólo denota una proposición de intenciones y no corresponde a una medida de conservación efectiva. Otro aspecto destacable es que posee el 100% de los anfibios y más de la mitad de los mamíferos encontrados en la cuenca (ver Apéndice IV). Se recomienda la protección por medio del establecimiento de algún tipo de área protegida de carácter oficial.

Los sitios que no quedaron clasificados en Relevancia Ambiental alta poseen una menor prioridad para la toma de medidas de conservación respectivas, no obstante, considerando el aumento esperable del Índice de Influencia Humana, se recomienda reevaluar el nivel de Relevancia Ambiental de éstos. Además, es esperable que gran parte de las especies presentes en los sitios evaluados formen parte de dinámicas poblacionales dentro o fuera de la cuenca. En este sentido, los sitios clasificados con menor nivel de Relevancia Ambiental, según las consideraciones hechas por este estudio, junto con otros sitios no evaluados,

Folio015121

posiblemente también deban considerarse si se desea que las especies presentes en la cuenca perduren en el tiempo. Es por esto que se recomienda la inclusión de nuevos criterios en la valoración de sitios, como los lugares de reproducción de las especies, y, en la medida de lo posible, se deben incorporar otros criterios que consideren la naturaleza de las poblaciones de estos organismos vivos, como los propuestos por Pulliam (1988) y van Horne (1983), aumentando la precisión en la elección de sitios para la conservación.

Cuadro 6. Relevancia Ambiental de los sitios de estudio estimada con las tres ecuaciones de valoración ambiental propuestas, cuenca del Río Copiapó, Región de Atacama.

Nº ID Sitio	Sitio	Relevancia Ambiental		
		Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3
S1	Estuario	Alta	Alta	Alta
S2	Piedra Colgada 1	Alta	Media	Media
S3	Piedra Colgada 2	Media	Media	Media
S4	Serranía Poblete	Media	Media	Media
S5	Tranque Lautaro	Baja	Baja	Baja
S6	Unión ríos Manflas y Copiapó	Baja	Baja	Baja
S7	Río Manflas	Alta	Alta	Media
S8	Río Jorquera	Baja	Baja	Baja
S9	Río Montosa	Media	Media	Baja
S10	Río El Potro	Baja	Baja	Baja
S11	Río Pulido 1	Baja	Baja	Baja
S12	Río Pulido 2	Baja	Baja	Baja
S13	Río Ramadillas	Baja	Baja	Baja
S14	Río Pulido 3	Baja	Baja	Baja
S15	Río Pulido 4	Baja	Baja	Baja
S16	Río Pircas Coloradas 1	Baja	Baja	Baja
S17	Río Pircas Coloradas 2	Baja	Baja	Baja
S18	Vega en Río Pircas Coloradas	Baja	Baja	Baja
S19	Vega en Río Cachitos	Baja	Baja	Baja
S20	Unión ríos de la Gallina y Pircas Negras	Baja	Baja	Baja
S21	Río Turbio 1	Baja	Media	Baja
S22	Río Turbio 2	Baja	Baja	Baja
S23	Vega en Río Figueroa	Media	Media	Baja
S24	Caspiche	Baja	Baja	Baja
S25	Sector Mina Refugio	Baja	Media	Baja
S26	Quebrada las Guanacas	Baja	Media	Baja
S27	Sector Mina La Coipa	Media	Media	Media
S28	Quebrada San Andrés 1	Baja	Baja	Baja
S29	Quebrada San Andrés 2	Baja	Baja	Baja
S30	Sector La Pepa	Media	Media	Baja

* Para facilitar las comparaciones entre las tres ecuaciones de valoración ambiental propuestas se sombrearon con gris oscuro y gris claro las celdas que representan a los sitios de relevancia ambiental alta y media, respectivamente.

Folio015122

CONCLUSIONES

Los humedales estudiados en la cuenca del Río Copiapó poseen diferencias considerables en la fauna que albergan y en las características de ésta, lo cual permite realizar valoraciones comparativas. Las distintas agregaciones de los atributos comunitarios considerados resultan en ordenaciones jerárquicas similares entre los sitios, sin embargo, al establecer niveles cualitativos de Valor Ambiental se pueden generar diferencias sustanciales entre los distintos niveles de relevancia.

La disposición actual de capas de información, que representan de manera espacializada los usos humanos del territorio, permiten la incorporación de características cualitativas (visibles en terreno) como una medida cuantitativa de la influencia humana sobre los ecosistemas. De esta manera se abre una puerta ancha al factor humano que permite la inclusión de múltiples nuevos aspectos cuantificables de la presión que ejercemos sobre los ambientes naturales.

El Estuario del Río Copiapó posee el mayor valor de sitio indistintamente para todas las ecuaciones de valoración ocupadas. Este sitio ya ha sido considerado un lugar de importancia para la conservación de la naturaleza y forma parte de un área protegida oficial. A éste se agregan dos sitios más (Piedra Colgada 1 y Río Manflas) que son clasificados con Relevancia Ambiental alta. Piedra Colgada se encuentra ubicado en una zona de alta Presión Antrópica y en terreno fue posible evidenciar su deterioro, por lo cual se recomiendan medidas de restauración y protección. Por su parte el sector de Río Manflas presenta cualidades destacadas en la composición de la fauna que alberga y se encuentra próximo a un sitio declarado prioritario para la conservación por las autoridades, por lo que se recomienda la adopción de alguna forma de protección oficial.

Una debilidad notoria de los métodos de valoración de sitios a través de mediciones de fauna está dada por los sesgos y las dificultades en el levantamiento de información. Mediciones adecuadas requieren necesariamente de mayor resolución temporal, lo cual incrementaría sustancialmente los costos operacionales. Además, la imposibilidad práctica de homogenizar los esfuerzos de muestreo, constituyen una importante fuente de imprecisiones. Si bien es posible incluir sitios a partir de un levantamiento bibliográfico, esto aumenta las fuentes de error y dificulta aún más el análisis.

Los métodos de valoración de sitios basados en la presencia o ausencia, no consideran la dinámica poblacional y la calidad del hábitat para las especies presentes. Esto es una debilidad notoria, ya que las medidas de conservación basadas en estos métodos pueden omitir aspectos fundamentales para la supervivencia de las especies, como lo es la conservación de los sitios en donde se reproducen éstas.

Folio015123

Previo a la toma de decisiones que involucre medidas de conservación o intervención de los humedales de la cuenca del Río Copiapó, se recomienda considerar criterios de Relevancia Ambiental que, en la medida de lo posible, aumenten la resolución temporal e incluyan abundancia de las especies presentes y la calidad del hábitat para éstas. Dado el aumento de actividades humanas en la cuenca y, por consiguiente, el aumento de la Presión Antrópica, resulta esperable que estudios posteriores clasifiquen en Relevancia Ambiental alta a aquellos sitios que presentan Valor Ambiental alto y que en este estudio sólo quedaron clasificados en Relevancia Ambiental media, dado que la medición del Índice de Influencia Humana fue hecha hace aproximadamente una década cuando la Presión Antrópica era baja en estos sitios.

Al intentar dar Valor Ambiental a un sitio es necesario tener claridad sobre cuales son los aspectos que se están o se desean priorizar. Para esto resulta conveniente establecer objetivos de conservación tales como: superficies o porcentajes del ecosistema a conservar; sitios en los cuales exista una alta representación del ecosistema o de una zona geográfica, ya sea por la composición específica de especies, de alguna taxa en particular u otros; sitios con especies singulares; sitios que alberguen especies amenazadas; etc.

La valoración de sitios para la conservación por medio de los atributos comunitarios de la fauna vertebrada y de los usos humanos del territorio, permite una jerarquización que conceptualmente considera la importancia y la urgencia de su conservación. No obstante, los métodos de valoración están sujetos a supuestos y ocupan criterios que, aunque no siempre resultan evidentes, muchas veces se vislumbran al momento de operar. Resulta inevitable que el criterio esté dado por un observador y, probablemente, el nivel de exactitud dependerá del grado de experticia que se posee en relación a una visión más aceptada. Sin embargo, existiendo claridad sobre los principios y el comportamiento de los métodos utilizados, es posible obtener clasificaciones comparativas que cumplan con objetivos de conservación propuestos.

Folio015124

BIBLIOGRAFÍA

Araya, B. y G. Millie. 1988. Guía de campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 389 pp.

Arratia, G. 1981. Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Publicación Ocasional Nº 34, Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 108 p.

Benites, J., D. Saintraint y K. Morimoto. 1994. Degradación de tierras y producción agrícola en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile y Paraguay, p. 83-116 Erosión de suelos en América Latina. FAO, Santiago, Chile.

Blanco, D. 1999. Los Humedales como hábitat de aves acuáticas, pp. 215 – 224 *In*: Malvérez, A. Tópicos sobre Humedales Subtropicales y Templados de Sudamérica. UNESCO, Montevideo, Uruguay. 229 pp.

Bruner, A.G., R.E. Gullison, R.E. Rice and G.A.B. da Fonseca. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. Science, 291, 125–128.

Campos, H. 1986. Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile. 248 pp.

Campos, H, G. Dazarola, B. Dyer, L. Fuentes, J. Gavilan, L. Huaquin, G. Martinez, R. Melendez, G. Pequeño, F. Ponce, V. Ruiz, W. Sielfeld, D. Soto, R. Vega & I. Vila. 1998. Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 101-122.

Cei, J.M. 1962. Batracios de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 128 pp.

CONAMA. 2003. Estrategia Nacional de Biodiversidad. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 21 pp.

CBD. 2004. 2010 biodiversity target. Convention on Biological Diversity. Disponible en: http://www.biodiv.org/doc/decisions/COP-07-dec-en.pdf . Leído el 20 de agosto del 2009.

DGA. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Copiapó. Dirección General de Aguas, Gobierno de Chile. Realizado por Cade-Idepe Consultores en Ingeniería. 122 pp.

Díaz, N. 1984. Sapos y ranas, las 35 especies chilenas. Naturaleza, Chile. 3:8-13.

Díaz-Páez, H. y J.C. Ortiz. 2003. Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 509-525.

Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder y G. Ledec. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. World Bank, Washington, D.C.

DMC. s/a. Climas de Chile, Región de Atacama. Dirección Meteorológica de Chile. Disponible en: http://www.meteochile.cl/climas/climas_tercera_region.html . Leído el 02 de diciembre del 2008

Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Santiago. 458 pp.

Donoso-Barros, R. 1970. Catálogo Herpetológico Chileno. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 31: 49-124.

Dugan, P. (Ed). 1992. Conservación de Humedales. Un análisis de temas de actualidad y 7 acciones necesarias. UICN, Suiza. 100 pp.

Egli, G. 2006. Voces de Aves Chilenas (grabación). Segunda edición, Unión de Ornitólogos de Chile, Santiago. 1 CD (68 min.), estéreo + guía de identificación.

Environmental & Science Ltda. 2008. Explotación Minera Proyecto Purén. Programa de seguimiento ambiental para flora y fauna. Disponible en: http://seia.sea.gob.cl/externos/fiscalizacion/archivos/digital__idExp6305_idFis12080.pdf Leído el 26 de enero del 2010.

Gaymer, C., U. Rojas, F. Squeo, G. Luna-Jorquera, A. Cortés, G. Arancio, C. Dumont, M. Cortéz, D. Hiriart y D. López. 2008. AMCP-MU Isla Grande de Atacama: Flora y Fauna Marina y Terrestre, 12: 223 – 249, *In*: Squeo F., G. Arancio y J. Gutiérrez (Eds), Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 456 pp.

Gobierno de Chile. 2005a. Declara Área Marina y Costera Protegida "Punta Morro-desembocadura Río Copiapó" un sector de la III Región de Atacama entre Punta Morro y la desembocadura del Río Copiapó y terrenos de playa fiscales de la Isla Chata Chica e Isla Grande. Ministerio de Defensa Nacional y Subsecretaría de Marina. Diario Oficial de la Republica de Chile, Santiago, 12 de Septiembre de 2005. 5 pp.

Gobierno de Chile. 2005b. Reglamento para la clasificación de las especies silvestres. Diario Oficial de la Republica de Chile, Santiago, 11 de Mayo de 2005.7 pp.

Folio015126

Gobierno de Chile. 2011. Proyecto de ley: Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Silvestres Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas. Diario Oficial de la Republica de Chile, Santiago, 26 de Enero de 2011. 63 pp.

Habit, E., B. Dyer & I. Vila. 2006. Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Gayana 70(1): 100-113.

Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions. Barcelona, España, 420 pp.

IUCN. 1993. Parks for life: report of the IV world congress on national parks and protected areas. IUCN The World Conservation Union in collaboration with WWF World Wide Fund for Nature. Gland, Switzerland. 252 pp.

Jaramillo, A., D. Burke y D. Beadle. 2005. Aves de Chile. Lynx Edicions. Barcelona, España, 240 pp.

Johnson, A.W. 1965,1967. The Birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Vol. 1 y 2. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires. 447 pp.

Johnson, A.W. 1972. Supplement to the Birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires. 116 pp.

WCS y CIESIN. 2005. Last of the Wild. Wildlife Conservation and Center for International Earth Science Information Network. Disponible en: http://sedac.ciesin.columbia.edu/wildareas/downloads.jsp . Leído el 26 de julio del 2011.

Lobos, G., P.E. Cattan y M. Lopez. 1999. Antecedentes de la ecología trófica del sapo africano *Xenopus laevis* en la zona central de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 48: 7-18.

Luebert, F. y P. Pliscoff. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile, Editorial Universitaria, Santiago, 316 pp.

Malvárez, A. (Ed). 1999. Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. UNESCO, Montevideo, Uruguay. 229 pp.

Mann, G. 1978. Los pequeños Mamíferos de Chile. Gayana, Zoología. 40: 1-342.

Margules, C.R. and R.L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. Nature, 405: 243–253.

Martínez, D. y G. González. 2004. Las Aves de Chile. La Nueva Guía de Campo. Ediciones del Naturalista, 620 pp.

Folio015127

Miller, S.D. y J. Rottmann. 1976. Guía para el reconocimiento de Mamíferos Chilenos. Editorial Gabriela Mistral, Santiago.

Ministerio de Medio Ambiente. 2011. Inventario de especies silvestres. Disponible en: http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx. Gobierno de Chile. Leído el 7 de abril de 2011.

Mitsch, W.J. and J.G. Gosselink. 1986. Wetlands. Van Nostrand Reinhold, New York. 539 pp.

Möller, P. y A. Muñoz. 1998. Humedales y educación ambiental. Guía practica para padres profesores y monitores. CEA Ediciones, Valdivia, Chile. 99 pp.

Muñoz, M., H. Nuñez y J. Yañez (Eds). 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad Biológica en Chile. Ministerio de Agricultura, Santiago. 203 pp.

Muñoz, A. y J. Yañez (Eds). 2000. Mamíferos de Chile. Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA), Valdivia, Chile. viii + 464 pp.

Nuñez, H. y F. Jaksic. 1992. Lista comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 43: 63-91.

Olson, D.M., E. Dinerstein, E.D. Wikramanayake, N.D. Burgess, G.V.N. Powell, E.C. Underwood, J.A. D'Amico, I. Itoua, H.E. Strand, J.C. Morrison, C.J. Loucks, T.F. Allnutt, T.H. Ricketts, Y. Kura, J.F. Lamoreux, W.W. Wettengel, P. Hedao, and K.R. Kassem. 2004. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. BioScience 51:933-938.

Philippi, R.A. 1964. Catálogo de las Aves Chilenas con su distribución geográfica. Investigaciones zoológicas Chilenas. 11: 1-79.

Pulliam, H. R. 1988. Sources, Sinks and Population Regulation. The American Naturalist. 132(5): 652-661.

Ramírez de Arellano, P., M. Tognelli, C. Garin y P. Marquet. 2008. Vacíos de Conservación y Sitios Prioritarios para la Conservación de los Vertebrados Nativos de la Región de Atacama. 13: 251 – 266, *In*: Squeo F., G. Arancio y J. Gutiérrez (Eds), Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama, ediciones Universidad de La Serena, Chile. 456 pp.

Rottmann, J. 1995. Guía de identificación de Aves de ambientes acuáticos. UNORCH, Chile. 80 pp.

Folio015128

Ruiz, V. y M. Marchant. 2004. Ictiofauna de aguas continentales chilenas. Universidad de Concepción. Chile. 356 pp.

SAG. 2003. Cartilla de Caza. Servicio Agrícola y Ganadero, Departamento de los Recursos Naturales Renovables. 56 pp.

Sánchez-Azofeifa, G.A., G.C. Daily, A.S.P. Pfaff and C. Busch. 2003. Integrity and isolation of Costa Rica's national parks and biological reserves: examining the dynamics of land-cover change. Biological Conservation. 109: 123–135.

Sanderson, E.W., M. Jaiteh, M.A. Levy, K.N. Redford, A.V. Wannebo and G. Woolmer. 2002. The human footprint and the last of the wild. Bioscience. 52: 891-904.

SEA. s/a. Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Servicio de Evaluación Ambiental. Disponible en: http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyecto.php . Leído el 10 de enero del 2009.

Secretaría de la Convención de RAMSAR. 2006. Manual de la Convención de RAMSAR: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

SGA consultores. 2008. Estudio de Vertebrados Terrestres Proyecto Ampliación Caspiche Central Región de Atacama. Disponible en: http://seia.sea.gob.cl/archivos/Anexo_4__GLV_fauna_caspiche_2_20080712.pdf . Leído el 10 de enero del 2010.

Squeo, F., L. Letelier, R. Estévez, L. Caviares, D. Mico y G. Arancio. 2008. Definición de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Flora Nativa de la Región de Atacama. 8: 137 – 163, *In*: Squeo F. G. Arancio y J. Gutiérrez (Eds), Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 456 pp.

Tognelli, M., P. Ramirez de Arellano and P. Marquet. 2008. How well do the existing and proposed reserve networks represent vertebrate species in Chile?. Diversity and Distributions. 14: 148-158.

Urbina-Cardona, J. y V. Reynoso. 2005. Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en la Reserva de Los Tuxtlas, Veracruz, México 191-207. *In*: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (Eds.) Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. Editorial Monografías Tercer Milenio, Zaragoza, España. 242 pp.

van Horne, B. 1983. Density as a Misleading Indicator of Habitat Quality. The journal of Wildlife Management. 47 (4): 893-901.

Folio015129

Veloso, A. y J. Navarro. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino. 6: 481-539.

Vidal M. y A. Labra (Eds). 2008. Herpetología de Chile. GraficAndes, Santiago. 593 pp.

Vila I., L. Fuentes y M. Contreras. 1999. Peces límnicos de Chile. Boletín del Museo de Historia Natural, Chile, 48: 61- 75.

Folio015130

APÉNDICES

Apéndice I. Sitios de muestreo

Cuadro. Sitios de muestreo de vertebrados en la cuenca del Río Copiapó.

Nº ID Sitio	Sitio	Coordenadas (UTM 19S, WGS 84)			Área Estimada (ha) **
		Oeste	Norte	Altitud	
S1*	Estuario	310001	6976604	9	209,7
S2	Piedra Colgada 1	353894	6979282	265	10,3
S3	Piedra Colgada 2	352786	6978514	253	19,8
S4	Serranía Poblete	349104	6975677	233	9,5
S5	Tranque Lautaro	402709	6904097	748	183,7
S6	Unión ríos Manflas y Copiapó	403946	6901921	1161	39,1
S7*	Río Manflas	405083	6868962	2890	S/I
S8	Río Jorquera	409933	6901230	1325	11,5
S9*	Río Montosa	427305	6868848	2800	S/I
S10	Río El Potro	424384	6879332	2014	19,8
S11	Río Pulido 1	420438	6882338	2013	12,7
S12	Río Pulido 2	426249	6889941	2095	14,2
S13	Río Ramadillas	426618	6890214	2092	9,2
S14	Río Pulido 3	428157	6895891	2353	17,9
S15	Río Pulido 4	434487	6903023	2778	6,7
S16	Río Pircas Coloradas 1	440111	6901588	2999	4,1
S17	Río Pircas Coloradas 2	442304	6899444	2971	4,1
S18	Vega en Río Pircas Coloradas	445457	6899132	3700	6,8
S19	Vega en Río Cachitos	451259	6908684	3278	17,0
S20	Unión ríos de la Gallina y Pircas Negras	465366	6909647	3289	54,5
S21	Río Turbio 1	460512	6913042	3159	2,2
S22	Río Turbio 2	449300	6930640	2814	1,8
S23	Vega en Río Figueroa	451928	6947724	2904	6,8
S24*	Caspiche	471030	6937429	4300	18,4
S25*	Sector Mina Refugio	469050	6955485	3900	25,8
S26	Quebrada las Guanacas	465004	6945674	3586	3,5
S27*	Sector Mina La Coipa	475585	7037305	4180	S/I
S28	Quebrada San Andrés 1	438469	7013830	2398	38,0
S29	Quebrada San Andrés 2	447357	7022428	2668	9,1
S30	Sector La Pepa	470496	7007483	3327	29,2

* Sitios obtenidos a partir de la revisión bibliográfica.
** El área fue estimada por medio del software Google Earth Pro.
*** S/I: sitios sin información de área.

Folio015131

Apéndice II. Listado de especies

Cuadro. Especies encontradas en los distintos sitios de estudio de la cuenca del Río Copiapó.

ORDEN	FAMILIA	Nombre común	Nombre científico
MAMÍFEROS			
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Llaca o Marmosa	*Thylamys elegans*
CARNIVORA	Felidae	Puma	*Puma concolor*
CARNIVORA	Canidae	Zorro rojo o Culpeo	*Pseudalopex culpaeus*
CARNIVORA	Canidae	Zorro chilla o gris	*Pseudalopex griseus*
ARTIODACTYLA	Camelidae	Guanaco	*Lama guanicoe*
RODENTIA	Ctenomidae	Tuco-tuco de Atacama	*Ctenomys fulvus*
RODENTIA	Chinchillidae	Vizcacha	*Lagidium viscacia*
RODENTIA	Abrocomidae	Ratón chinchilla común	*Abrocoma bennetti*
RODENTIA	Cricetidae	Ratoncito andino	*Abrothrix andinus*
RODENTIA	Cricetidae	Ratón oliváceo	*Abrothrix olivaceus*
RODENTIA	Cricetidae	Ratón orejudo de Darwin	*Phyllotis darwini*
RODENTIA	Cricetidae	Ratón orejudo amarillo	*Phyllotis xanthopygus*
RODENTIA	Cricetidae	Ratón de cola larga	*Oligoryzomys longicaudatus*
AVES			
PELECANIFORMES	Phalacrocoracidae	Yeco	*Phalacrocorax brasilianus*
CICONIFORMES	Ardeidae	Garza grande	*Ardea alba*
CICONIFORMES	Ardeidae	Garza chica	*Egretta thula*
CICONIFORMES	Ardeidae	Huairavo	*Nycticorax nycticorax*
CICONIFORMES	Threskiornithidae	Bandurria	*Theristicus melanopis*
CICONIFORMES	Cathartidae	Cóndor	*Vultur gryphus*
CICONIFORMES	Cathartidae	Jote de cabeza negra	*Coragyps atratus*
CICONIFORMES	Cathartidae	Jote de cabeza colorada	*Cathartes aura*
ANSERIFORMES	Anatidae	Piuquén	*Chloephaga melanoptera*
ANSERIFORMES	Anatidae	Pato gargantillo	*Anas bahamensis*
ANSERIFORMES	Anatidae	Pato jergón chico	*Anas flavirostris*
ANSERIFORMES	Anatidae	Pato jergón grande	*Anas georgica*
ANSERIFORMES	Anatidae	Pato colorado	*Anas cyanoptera*
ANSERIFORMES	Anatidae	Pato real	*Anas sibilatrix*
ANSERIFORMES	Anatidae	Pato juarjual	*Lophonetta specularioides*
ANSERIFORMES	Anatidae	Pato cortacorrientes	*Merganetta armata*
FALCONIFORMES	Accipitridae	Vari	*Circus cinereus*
FALCONIFORMES	Accipitridae	Aguila	*Geranoaetus melanoleucus*
FALCONIFORMES	Accipitridae	Aguilucho	*Buteo polyosoma*
FALCONIFORMES	Accipitridae	Peuco	*Parabuteo unicinctus*
FALCONIFORMES	Falconidae	Carancho cordillerano	*Phalcoboenus megalopterus*
FALCONIFORMES	Falconidae	Traro	*Polyborus plancus*
FALCONIFORMES	Falconidae	Tiuque	*Milvago chimango*
FALCONIFORMES	Falconidae	Cernícalo	*Falco sparverius*

(continúa)

Folio015132

Cuadro (continuación).

ORDEN	FAMILIA	Nombre común	Nombre científico
AVES			
FALCONIFORMES	Falconidae	Halcón perdiguero	*Falco femoralis*
GRUIFORMES	Rallidae	Pidén	*Pardirallus sanguinolentus*
GRUIFORMES	Rallidae	Tagüita del norte	*Gallinula chloropus*
GRUIFORMES	Rallidae	Tagua	*Fulica armillata*
GRUIFORMES	Rallidae	Tagua de frente roja	*Fulica rufifrons*
GRUIFORMES	Rallidae	Tagua chica	*Fulica leucoptera*
CHARADRIIFORMES	Charadridae	Queltehue	*Vanellus chilensis*
CHARADRIIFORMES	Charadridae	Chorlo nevado	*Charadrius alexandrinus*
CHARADRIIFORMES	Charadridae	Chorlo de campo	*Oreopholus ruficollis*
CHARADRIIFORMES	Haematopodidae	Pilpilén	*Haematopus palliatus*
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Pitotoy grande	*Tringa melanoleuca*
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Pitotoy chico	*Tringa flavipes*
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Zarapito	*Numenius phaeopus*
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Playero blanco	*Calidris alba*
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Playero de Baird	*Calidris bairdii*
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Becacina	*Gallinago paraguaiae*
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Becacina de la puna	*Gallinago andina*
CHARADRIIFORMES	Thinocoridae	Perdicita cordillerana	*Attagis gayi*
CHARADRIIFORMES	Thinocoridae	Perdicita cojón	*Thinocorus orbignyianus*
CHARADRIIFORMES	Thinocoridae	Perdicita	*Thinocorus rumicivorus*
CHARADRIIFORMES	Laridae	Gaviota garuma	*Larus modestus*
CHARADRIIFORMES	Laridae	Gaviota dominicana	*Larus dominicanus*
CHARADRIIFORMES	Laridae	Gaviota andina	*Larus serranus*
CHARADRIIFORMES	Laridae	Gaviota de Franklin	*Larus pipixcan*
CHARADRIIFORMES	Laridae	Rayador	*Rynchops niger*
COLUMBIFORMES	Columbidae	Tortolita quiguagua	*Columbina cruziana*
COLUMBIFORMES	Columbidae	Tortolita cuyana	*Columbina picui*
COLUMBIFORMES	Columbidae	Tortolita de la puna	*Metriopelia aymara*
COLUMBIFORMES	Columbidae	Tórtola cordillerana	*Metropelia melanoptera*
COLUMBIFORMES	Columbidae	Tórtola	*Zenaida auriculata*
COLUMBIFORMES	Columbidae	Paloma de alas blancas	*Zenaida meloda*
STRIGIFORMES	Tytonidae	Lechuza	*Tyto alba*
STRIGIFORMES	Strigidae	Tucúquere	*Bubo virginianus*
STRIGIFORMES	Strigidae	Chuncho	*Glaucidium nanum*
STRIGIFORMES	Strigidae	Pequén	*Athene cunicularia*
STRIGIFORMES	Strigidae	Nuco	*Asio flammeus*
CAPRIMULGIFORMES	Caprimulgidae	Gallina ciega	*Caprimulgus longirostris*
APODIFORMES	Trochilidae	Picaflor cordillerano	*Oreotrochilus leucopleurus*
APODIFORMES	Trochilidae	Picaflor gigante	*Patagona gigas*
APODIFORMES	Trochilidae	Picaflor del norte	*Rhodopis vesper*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Minero de la puna	*Geositta punensis*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Minero cordillerano	*Geositta rufipennis*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Bandurrilla de pico recto	*Upucerthia ruficauda*

(continúa)

Folio015133

Cuadro (continuación).

ORDEN	FAMILIA	Nombre común	Nombre científico
AVES			
PASSERIFORMES	Furnariidae	Bandurrilla	*Upucerthia dumetaria*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Churrete acanelado	*Cinclodes fuscus*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Churrete chico	*Cinclodes oustaleti*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Churrete costero	*Cinclodes nigrofumosus*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Churrete de alas blancas	*Cinclodes atacamensis*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Colilarga	*Sylviorthorhynchus desmursii*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Tijeral	*Leptasthenura aegithaloides*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Canastero chico	*Asthenes modesta*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Trabajador	*Phleocryptes melanops*
PASSERIFORMES	Rhinocryptidae	Turca	*Pteroptochos megapodius*
PASSERIFORMES	Rhinocryptidae	Tapaculo	*Scelorchilus albicollis*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Mero gaucho	*Agriornis montana*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Dormilona de nuca rojiza	*Muscisaxicola rufivertex*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Dormilona fraile	*Muscisaxicola flavinucha*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Dormilona de frente negra	*Muscisaxicola frontalis*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Dormilona cenicienta	*Muscisaxicola alpina*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Dormilona tontita	*Muscisaxicola macloviana*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Colegial	*Lessonia rufa*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Colegial del norte	*Lessonia oreas*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Fío-fío	*Elaenia albiceps*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Siete-colores	*Tachuris rubrigastra*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Cachudito	*Anairetes palurus*
PASSERIFORMES	Phyotomidae	Rara	*Phytotoma rara*
PASSERIFORMES	Hirundinidae	Golondrina chilena	*Tachycineta meyeni*
PASSERIFORMES	Hirundinidae	Golondrina de dorso negro	*Pygochelidon cyanoleuca*
PASSERIFORMES	Hirundinidae	Golondrina bermeja	*Hirundo rustica*
PASSERIFORMES	Troglodytidae	Chercán	*Troglodytes aedon*
PASSERIFORMES	Troglodytidae	Chercán de las vegas	*Cistothorus platensis*
PASSERIFORMES	Muscicapidae	Zorzal	*Turdus flacklandii*
PASSERIFORMES	Mimidae	Tenca	*Mimus thenca*
PASSERIFORMES	Motacillidae	Bailarín chico	*Anthus correndera*
PASSERIFORMES	Emberizidae	Chirihue dorado	*Sicalis auriventris*
PASSERIFORMES	Emberizidae	Chirihue verdoso	*Sicalis olivascens*
PASSERIFORMES	Emberizidae	Chirihue	*Sicalis luteola*
PASSERIFORMES	Emberizidae	Chincol	*Zonotrichia capensis*
PASSERIFORMES	Icteridae	Trile	*Agelaius thilius*
PASSERIFORMES	Icteridae	Loica	*Sturnella loyca*
PASSERIFORMES	Fringillidae	Cometocino de Gay	*Phrygilus gayi*
PASSERIFORMES	Fringillidae	Cometocino del norte	*Phrygilus atriceps*
PASSERIFORMES	Fringillidae	Pájaro plomo	*Phrygilus unicolor*
PASSERIFORMES	Fringillidae	Yal	*Phrygilus fruticeti*
PASSERIFORMES	Fringillidae	Platero	*Phrygilus alaudinus*
PASSERIFORMES	Fringillidae	Diuca	*Diuca diuca*

(continúa)

Folio015134

Cuadro (continuación)

ORDEN	FAMILIA	Nombre común	Nombre científico
AVES			
PASSERIFORMES	Fringillidae	Jilguero negro	*Carduelis atratus*
PASSERIFORMES	Fringillidae	Jilguero cordillerano	*Carduelis uropygialis*
REPTILES			
SQUAMATA	Colubridae	Culebra de cola larga	*Philodryas chamissonis*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagartija de Atacama	*Liolaemus atacamensis*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagartija de dos manchas	*Liolaemus bisignatus*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagartija de Isabel	*Lioaleamus isabelae*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagartija de Ortiz	*Liolaemus juanortizi*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagarto de Müller	*Liolaemus lorenzmulleri*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagarto nítido	*Liolaemus nitidus*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagartija de Plate	*Liolaemus platei*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagartija de Rosenmann	*Liolaemus rosenmanni*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagartija	*Liolaemus vallecurensis*
SQUAMATA	Tropiduridae	Corredor de Atacama	*Microlophus atacamensis*
SQUAMATA	Teiidae	Iguana	*Callopistes maculatus*
ANFIBIOS			
ANURA	Bufonidae	Sapo de Atacama	*Rhinella atacamensis*
ANURA	Bufonidae	Sapo espinoso	*Rhinella spinulosus*
ANURA	Leptodactylidae	Sapito de cuatro ojos	*Pleurodema thaul*
PECES			
MUGILIFORMES	Mugilidae	Lisa	*Mugil cephalus*

* Las especies listadas corresponden a las encontradas en los sitios de muestreo y en los sitios revisados bibliográficamente.

Cuadro. Especies exóticas presentes en la cuenca del Río Copiapó.

Nombre Común	Nombre científico
Laucha	*Mus musculus*
Rata	*Rattus rattus*
Liebre	*Lepus europaeus*
Conejo	*Oryctolagus cuniculus*
Cabra	*capra hircus*
Oveja	*Ovis sp.*
Burro	*Equus asinus*
Caballo	*Equus caballus*
Garza boyera	*Bubulcus ibis*
Mirlo	*Molothrus bonariensis*
Trucha	*Salmo trutta*

Folio015135

Apéndice III. Estados de conservación

Cuadro. Estado de conservación de las especies listadas.

Nombre común	Nombre científico	Estado de Conservación[1]
MAMÍFEROS		
Tuco-tuco de Atacama	*Ctenomys fulvus*	Vulnerable
Yaca	*Thylamys elegans*	Rara
Vizcacha	*Lagidium viscacia*	En Peligro
Zorro Chilla	*Pseudalopex griseus*	Insuficientemente Conocida
Zorro Culpeo	*Pseudalopex culpaeus*	Insuficientemente Conocida
Puma	*Puma concolor*	Insuficientemente Conocida
Guanaco	*Lama guanicoe*	En Peligro
AVES		
Bandurria	*Theristicus melanopis*	En Peligro
Piuquén	*Chloephaga melanoptera*	Vulnerable
Pato gargantillo	*Anas bahamensis*	Rara
Halcón perdiguero	*Falco femoralis*	Insuficientemente Conocida
Gaviota garuma	*Larus modestus*	Vulnerable
Gaviota andina	*Larus serranus*	Vulnerable
Nuco	*Asio flammeus*	Insuficientemente Conocida
Perdicita cordillerana	*Attagis gayi*	Rara
Pato cortacorriente	*Merganetta armata*	Insuficientemente Conocida
REPTILES		
Lagartija de Ortiz	*Liolaemus juanortizi*	En Peligro
Lagartija de Isabel	*Liolaemus isabelae*	Rara
Lagartija de Rosenmann	*Liolaemus rosenmanni*	Rara
Lagartija de Plate	*Liolaemus platei*	Rara
Lagartija de Atacama	*Liolaemus atacamensis*	Rara
Culebra de cola larga	*Philodryas chamissonis*	Rara
Iguana	*Callopistes maculatus*	Vulnerable
Lagartija	*Liolaemus vallecurensis*	Rara
Lagarto de Müller	*Liolaemus lorenzmuelleri*	Vulnerable
Corredor de Atacama	*Microlophus atacamensis*	Vulnerable
Lagartija de dos manchas	*Liolaemus bisignatus*	Rara
Lagarto nítido	*Liolaemus nitidus*	Vulnerable
ANFIBIOS		
Sapo de Atacama	*Rhinella atacamensis*	En Peligro
Sapo espinoso	*Rhinella spinulosa*	Vulnerable
Sapo de cuatro ojos	*Pleurodema thaul*	En Peligro
PECES		
Lisa	*Mugil cephalus*	Fuera de Peligro

[1] Los estados de conservación corresponden a lo publicado en el sitio oficial del Ministerio del Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente, 2011).

Folio015136

Apéndice IV. Composición específica por sitio

Cuadro. Composición específica de vertebrados nativos de los sitios de estudio en la cuenca del Río Copiapó.

Nº ID Sitio	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces
S1	5	60	4	0	1
S2	1	22	4	0	0
S3	0	8	4	0	0
S4	0	15	4	0	0
S5	0	13	3	0	0
S6	0	10	0	2	0
S7	7	47	4	3	0
S8	0	5	2	0	0
S9	7	46	3	1	0
S10	0	11	1	1	0
S11	1	10	1	1	0
S12	0	5	1	0	0
S13	0	3	1	0	0
S14	0	4	1	0	0
S15	0	7	2	0	0
S16	0	5	1	0	0
S17	1	5	1	0	0
S18	3	5	1	0	0
S19	4	20	1	0	0
S20	0	7	1	0	0
S21	4	5	1	0	0
S22	2	4	1	0	0
S23	6	21	1	1	0
S24	5	15	1	0	0
S25	2	24	2	0	0
S26	2	16	1	0	0
S27	4	7	1	0	0
S28	3	6	2	0	0
S29	0	0	2	0	0
S30	2	7	1	0	0
Total Cuenca	**13**	**112**	**12**	**3**	**1**

* Nº ID Sitio: S1 Estuario, S2 Piedra Colgada 1, S3 Piedra Colgada 2, S4 Serranía Poblete, S5 Tranque Lautaro, S6 Unión ríos Manflas y Copiapó, S7 Río Manflas, S8 Río Jorquera, S9 Río Montosa, S10 Río El Potro, S11 Río Pulido 1, S12 Río Pulido 2, S13 Río Ramadillas, S14 Río Pulido 3, S15 Río Pulido 4, S16 Río Pircas Coloradas 1, S17 Río Pircas Coloradas 2, S18 Vega en Río Pircas Coloradas, S19 Vega en Río Cachitos, S20 Unión ríos de la Gallina y Pircas Negras, S21 Río Turbio 1, S22 Río Turbio 2, S23 Vega en Río Figueroa, S24 Caspiche, S25 Sector Mina Refugio, S26 Quebrada las Guanacas, S27 Sector Mina La Coipa, S28 Quebrada San Andrés 1, S29 Quebrada San Andrés 2, S30 Sector La Pepa.

Folio015137

ANEXOS

Anexo I. Criterios de clasificación de especies

Los estados de conservación de las especies de la fauna vertebrada chilena fueron descritos según el Reglamento para la clasificación de especies (Gobierno de Chile, 2005b). A continuación se presentan en orden descendente de riesgo.

> Una especie se considerará "En Peligro de Extinción" cuando enfrente un riesgo muy alto de extinción.
>
> Una especie se considerará "Vulnerable" cuando, no pudiendo ser clasificada en la categoría denominada "En Peligro de Extinción", enfrente un riesgo alto de extinción.
>
> Una especie se considerará "Insuficientemente Conocida" cuando existiendo presunciones fundadas de riesgo, no haya información suficiente para asignarla a una de las categorías de conservación a que se refieren los artículos anteriores.
>
> Una especie se considerará "Rara" cuando sus poblaciones ocupen un área geográfica pequeña, o estén restringidas a un hábitat muy específico que, en sí, sea escaso en la naturaleza. También se considerará "Rara" aquella especie que en forma natural presente muy bajas densidades poblacionales, aunque ocupe un área geográfica mayor. Para los propósitos del presente reglamento, las especies clasificadas como "Raras" podrán también ser clasificadas en alguna de las categorías mencionadas anteriormente, de acuerdo a la información disponible.
>
> Una especie se considerará "Fuera de Peligro" cuando haya estado incluida en alguna de las categorías señaladas en los artículos anteriores y en la actualidad se la considere relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que la amenaza que existía ha cesado.

Cabe destacar que para esta clasificación, de manera implícita, se asume que cualquier especie que no cumpla con los criterios antes señalados no quedará clasificada, situación que podría causar confusión, ya que estas especies puede que se encuentren sin riesgos de conservación o que simplemente no hayan sido evaluadas.

Folio015138

Anexo II. Cálculo del Índice de Influencia Humana y de la Huella Humana

Para el cálculo del Índice de Influencia Humana se utilizan los procedimientos desarrollados por Sanderson *et al.* (2002) en donde se establecen categorías y puntuaciones para cada una de los ocho tipos de influencia consideradas.

Cuadro. Categorías y puntuaciones consideraras en el Índice de Influencia Humana.

Variable category	Influence Score
Influence of Population Density/sq. km	
0 – 0.5	0
0.6 – 1.5	1
1.6 – 2.5	2
2.6 – 3.5	3
3.6 – 4.5	4
4.6 – 5.5	5
5.6 - 6.5	6
6.6 – 7.5	7
7.6 – 8.5	8
8.6 – 9.5	9
> 9.5	10
Influence Score of Railroads	
Within 2 km of railroads	8
Beyond 2 km of railroads	0
Influence Score of Major Roads	
Within 2 km of roads	8
Within 2 to 15 km of major roads	4
Beyond 15 km of major roads	0
Influence Score of Navigable Rivers	
Within 15 km of navigable rivers	4
Beyond 15 km of navigable rivers	0
Influence Score of Coastlines	
Within 15 km of coastlines	4
Beyond 15 km of coastlines	0

(continúa)

Cuadro (continuación).

Variable category	Influence Score
Influence Score of Nighttime Stable Lights Values	
0	0
1-38	3
39 - 88	6

Folio015139

>=89	10
Urban Polygons	
Inside urban polygons	10
Outside urban polygons	0
Land Cover Categories	
Urban areas	10
Irrigated agriculture	8
Rain-fed agriculture	3
Other cover types including forests, tundra, and deserts	0

Fuente: WCS y CIESIN, 2005.

El Índice de Influencia Humana se calcula sumando las puntuaciones por influencia de las ocho variables de entada. El rango final puede ir de 0 (sin influencia humana) a 64 (máximo grado de influencia humana).

Para el cálculo de la Huella Humana se normaliza el Índice de Influencia Humana por cada bioma terrestre mediante la siguiente ecuación:

$$Z \quad \frac{X \quad X\min * X\max \quad X\min}{Y\max \quad Y\min} \quad X\min \qquad \text{(Ecuación)}$$

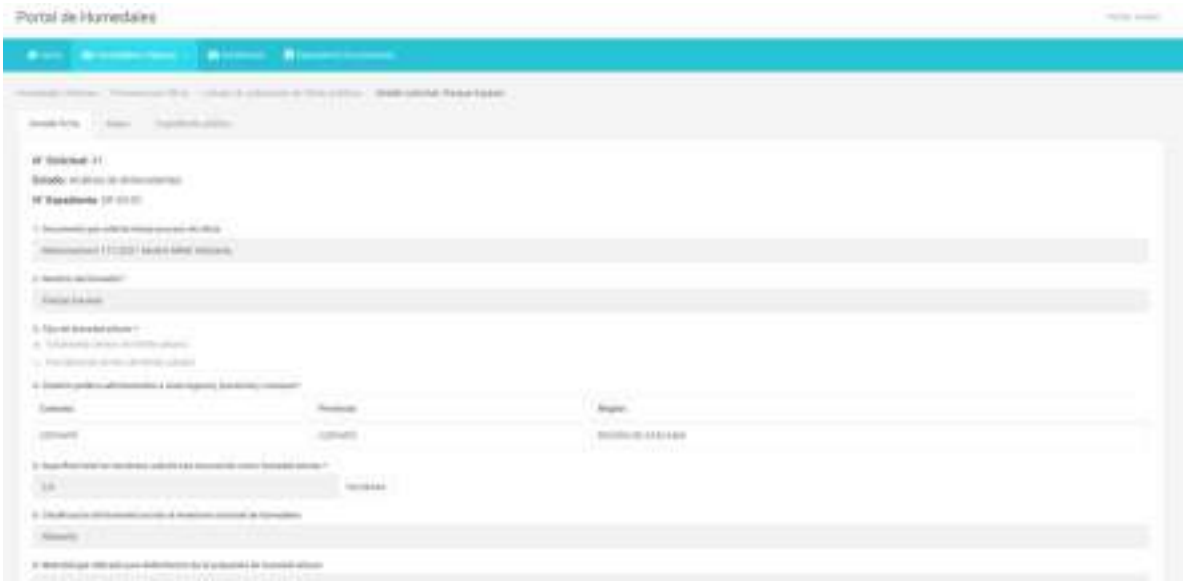
Z = Valor de Huella Humana
X = Valor de entrada del Índice de Influencia Humana
Xmin = Índice de Influencia Humana mínimo en el bioma
Xmax = Índice de Influencia Humana máximo en el bioma
Ymin = Índice de Influencia Humana máximo en la Tierra (0)
Ymax = Índice de Influencia Humana máximo en la Tierra (64) (WCS y CIESIN, 2005)

La normalización asigna 0 a los valores mínimos del Índice de Influencia Humana y 100 a los valores máximos dentro de cada bioma.

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales disponibles en el repositorio digital de Sistemas de Humedales del MMA, cuyo link de acceso es el siguiente:

https://sistemahumedales.mma.gob.cl/OficioHU/DetailsPublico/41



Folio015141

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

CLASIFICACIÓN DE HUMEDALES EN LA CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA VERTEBRADA, SEGÚN SU VALOR AMBIENTAL Y LA PRESIÓN ANTRÓPICA.

Diego B. Demangel Miranda

Santiago, Chile
2011

Folio015142

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

CLASIFICACIÓN DE HUMEDALES EN LA CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA VERTEBRADA, SEGÚN SU VALOR AMBIENTAL Y LA PRESIÓN ANTRÓPICA.

CLASSIFICATIONS OF WETLANDS IN THE COPIAPÓ RIVER BASIN FOR THE CONSERVATION OF VERTEBRATE FAUNA, ACCORDING TO ITS ENVIRONMENTAL VALUE AND THE ANTHROPOGENIC PRESSURE.

Diego B. Demangel Miranda

Santiago, Chile
2011

Folio015143

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

Título

CLASIFICACIÓN DE HUMEDALES EN LA CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA VERTEBRADA, SEGÚN SU VALOR AMBIENTAL Y LA PRESIÓN ANTRÓPICA.

Memoria para optar al título profesional de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

Diego B. Demangel Miranda

Profesor Guía	**Calificaciones**
Sr. Jorge Pérez Q. Ingeniero Agrónomo, M.S., Ph.D.	7, 0
Profesores Evaluadores	
Sr. Cristian Estades F. Ingeniero Forestal, M.S., Ph.D.	6, 5
Sr. Luis Morales S. Físico, M.S., Dr.	6, 5
Colaborador	
Sr. Gabriel Lobos V. Médico Veterinario, Dr.	

Santiago, Chile
2011

Folio015144

A los seres que me han querido,
al resto de la naturaleza viva,
en memoria de los ecosistemas arruinados...

Folio015145

ÍNDICE

RESUMEN 1
ABSTRACT 2
INTRODUCCIÓN 3
Objetivo General 5
Objetivos Específicos 5
MATERIALES Y MÉTODOS 6
Lugar de estudio 6
Levantamiento de información y revisión bibliográfica 6
Técnicas de detección y captura 9
Criterios de clasificación de especies según estados de conservación 9
Valoración ambiental 10
Presión Antrópica 12
Relevancia Ambiental 14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 15
Problemas en el levantamiento de información 16
Análisis de sensibilidad de las fórmulas 18
Valoración ambiental 20
Presión Antrópica 23
Relevancia Ambiental 27
CONCLUSIONES 30
BIBLIOGRAFÍA 32
APÉNDICES 38
Apéndice I. Sitios de muestreo 38
Apéndice II. Listado de especies 39
Apéndice III. Estados de conservación 43
Apéndice IV. Composición específica por sitio 44
ANEXOS 45
Anexo I. Criterios de clasificación de especies 45
Anexo II. Cálculo del Índice de Influencia Humana y de la Huella Humana 46

Folio015146

RESUMEN

Los humedales de la cuenca del río Copiapó se encuentran en una situación crítica debido a la intervención y la extracción de agua para actividades humanas. Se realizó una clasificación de 30 humedales en base a su relevancia ambiental para la conservación, la cual se obtuvo a partir de la ponderación del valor ambiental, definido como la combinación de algunos atributos comunitarios de la fauna vertebrada (riqueza de especies, singularidad, especies amenazadas), y de la presión antrópica (una medida de la intervención humana actual y potencial) a partir de cartografías de usos del territorio. Además, se analizaron y compararon tres ecuaciones de valor ambiental propuestas. Los resultados mostraron las dificultades en el levantamiento de información y la importancia de los algoritmos elegidos para la valoración de sitios. Se destaca lo inevitable de establecer criterios subjetivos de priorización o, en su defecto, utilizar objetivos de conservación predeterminados. Por medio de las ecuaciones propuestas se determinó la presencia de tres sitios de alta relevancia ambiental: el Estuario del Río Copiapó (ya se encuentra dentro de un área de protección oficial); Río Manflas (se encuentra próximo a un sitio prioritario para la conservación, que corresponde a una declaración de intenciones por organismos públicos); y Piedra Colgada (se encuentra ubicado en una zona de alta presión antrópica y denota deterioro ambiental). Se recomienda la protección oficial de los dos últimos sitios mencionados y medidas de restauración del cause asociado al sector de Piedra Colgada.

PALABRAS CLAVES: Copiapó, sitios prioritarios, conservación, fauna de Chile, biodiversidad.

Folio015147

ABSTRACT

The wetlands of the Copiapó River basin are in critical condition as a result of human intervention and water extraction. A total of 30 sites wetlands were classified based on the environmental relevance for conservation, which was obtained from the combination of the environmental value, defined as the combination of some community attributes of the vertebrate fauna (species richness, singularities, threatened species), and the anthropogenic pressure, a measure of the actual and potential human intervention in the territory. Three equations of environmental value are proposed and discussed, which showed the difficulties of data collection and the choice of algorithms, where stands out the inevitability of using subjective criteria or establishing objectives for conservation. Using the three proposed equations, 3 sites were defined as of high environmental relevance: the Estuary of the Copiapó river is already inside an officially protected area; Manflas river is near to a site of priority for the conservation, that corresponds to a statement of purpose for public organisms; Piedra Colgada is in an area of "high" anthropogenic pressure. It is recommended the protection of the last two mentioned sites and restoration measures in the riverbed associated to the Piedra Colgada zone.

KEY WORDS: Copiapó, priority sites, conservation, fauna of Chile, biodiversity.

Folio015148

INTRODUCCIÓN

Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más productivos y de mayor importancia ecológica del planeta y constituyen el hábitat de numerosas especies de animales y plantas (Mitsch y Gosselink, 1986). Los humedales brindan beneficios a través de la pesca, el mantenimiento de las capas freáticas, el almacenamiento de aguas, control de inundaciones, turismo y recreación, estabilización de la línea de costa, la absorción de contaminantes y purificación de las aguas (Dugan, 1992; Möller y Muñoz, 1998), entre otros.

Un humedal es un terreno cuya capa freática está frecuentemente sobre, cerca o al nivel de la superficie, y por lo cual se encuentra saturada de agua por un período suficiente como para que se desarrollen condiciones acuáticas que alberguen un tipo especial de vegetación y diversos tipos de actividad biológica adaptados a un ambiente de alta humedad. En general un humedal es un ambiente de transición entre el acuático y el terrestre, presentando características de ambos, lo que lo hace muy interesante en cuanto a su riqueza biológica (Möller y Muñoz, 1998). Sin embargo la definición universalmente conocida de humedal corresponde a la utilizada por la convención de RAMSAR, que lo define como: "Las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (Secretaría de la Convención de RAMSAR, 2006).

El interés y la valoración creciente de los ecosistemas de humedal contrastan con las también crecientes presiones e intervenciones sobre los mismos. El valor de este tipo de sistemas como refugio de especies, núcleos de biodiversidad o reguladores del régimen hidrológico local o regional (para dar sólo algunos ejemplos) se ve amenazado (Malvárez, 1999). Es por esto que los humedales resultan en este momento un centro de atención crítico para cada vez más profesionales e instituciones que buscan ampliar y profundizar su conocimiento para definir pautas y medidas de conservación, intervención y manejo. Una limitante en tal sentido es la escasez de material bibliográfico referido específicamente a nuestros humedales y sus particularidades.

Existe acuerdo en que las áreas protegidas son una herramienta valiosa en la conservación de la biodiversidad (Bruner *et al.,* 2001; Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2003). Actualmente Chile cuenta con casi el 20% de su territorio dedicado a protección, muy por encima del objetivo de 10 – 12% propuesto por organizaciones internacionales de conservación (IUCN, 1993; CBD, 2004). Sin embargo, estudios regionales muestran que la cobertura es deficiente para un gran número de especies vertebradas, ya sea por no encontrarse cubiertas en ningún área o por la escasa representatividad de algunos ecosistemas, situación que no mejora al evaluar especies endémicas y amenazadas (Tognelli *et al.* 2008).

Folio015149

En Chile el 41% de la superficie total corresponde climatológicamente a zonas áridas y semiáridas (Benites *et al.*, 1994). La situación de los humedales en estas zonas donde el agua es escasa, vuelve aún más susceptible el conflicto entre las actividades humanas y los procesos biológicos que tanto dependen de éstos. La cuenca del río Copiapó es un caso particular en donde existen múltiples usos del territorio y actividades económicas altamente demandantes de agua, como lo son la minería y la agricultura correspondientes al 45% y 11% del PIB Regional (DGA, 2004), respectivamente. La actividad minera de la cuenca ha ido en aumento en la última década, cuyos efectos antrópicos han cambiado la cantidad y la calidad natural del agua (DGA, 2004). El panorama actual de la biodiversidad de los humedales en la cuenca resulta preocupante. Si bien históricamente los sitios para la conservación han sido designados en zonas remotas y en otras áreas que no son adecuadas para las actividades comerciales (Margules y Pressey, 2000), el objetivo de protección en esta cuenca ha sido relegado hasta el punto de encontrar situaciones aberrantes desde el punto de vista ambiental como la desaparición de gran parte del río Copiapó en la zona de los valles transversales producto de la extracción humana, o el pastoreo de centenares de animales sobre gran parte de los pequeños parches de vegetación que aún reciben algo de agua.

Aunque la cuenca del río Copiapó no posee áreas bajo protección oficial pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado, SNASPE, existen algunos humedales conocidos con gran riqueza de especies como la desembocadura del río Copiapó, recientemente declarada parte del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama (Gaymer, 2008).

Las experiencias recientes en la aplicación de algoritmos de selección de sitios para la conservación en Chile, han estado orientadas a grandes extensiones de terreno (regiones políticas, ecorregiones y todo el territorio nacional) y, en general, no consideran ambientes que se encuentran en condiciones azonales, como es el caso de los humedales (Squeo *et al.*, 2008; Ramírez de Arellano *et al.*, 2008). A pesar de que constituyen una valiosa experiencia en la definición de metodologías y en la integración de las principales variables en la priorización de sitios, no se adecuan al trabajo con sitios de áreas diferentes, de distribución azonal y/o discreta en el territorio.

Es por estas razones que resulta urgente idear un método que se sitúe en el contexto actual de la información de terreno existente, que considere las particularidades de la cuenca, que establezca cuáles son los humedales con mayor valor ambiental y en qué condiciones se encuentran como resultado de la intervención directa e indirecta de las actividades humanas, y que, en definitiva, se transforme en una herramienta práctica para la toma de decisiones.

Folio015150

Objetivo General

Clasificar los sitios de relevancia ambiental vinculados al agua en la cuenca del Río Copiapó considerando el componente fauna vertebrada y la Presión Antrópica.

Objetivos Específicos

Identificar y valorar los principales sitios vinculados al agua dentro de la cuenca del Río Copiapó, en base a los atributos de la fauna vertebrada.

Estimar la Presión Antrópica en los distintos sitios muestreados en la cuenca.

Jerarquizar, según el valor de la fauna vertebrada y la Presión Antrópica, los sitios identificados a los que se debería otorgar mayor atención para su conservación.

Folio015151

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La cuenca del Río Copiapó se ubica en la Región de Atacama entre los 27 y 29º de latitud sur y los 69 y 71º de longitud oeste; abarca una superficie aproximada de 18.681 km^2. Su relieve es muy irregular y accidentado, predominando la alternancia de los valles en sentido transversal con interfluvios montañosos denominados serranías. Sus cumbres más importantes son el Nevado Jotabeche con 5.862 msnm y el Volcán Copiapó con 6.050 msnm (DGA, 2004). Lagunas altiplánicas que se encuentran a esta latitud, como por ejemplo la laguna Santa Rosa y del Negro Francisco, son de tipo endorreica y no pertenecen a la cuenca, quedando fuera de los propósitos de este estudio.

De acuerdo a DMC (s/a), la Región de Atacama presenta clima desértico pero que con el incremento de las precipitaciones hace que la condición de desierto no sea tan rigurosa, destacándose tres condiciones climáticas: una en el sector costero, con influencias marítimas, otra en la pampa intermedia y por último el sector cordillerano con incremento de las precipitaciones y régimen térmico frío.

El Río Copiapó se forma a 1230 msnm., a partir de los dos tributarios más importantes, el Jorquera que viene del norte y el Pulido que viene del sureste. Aguas abajo, aproximadamente dos kilómetros y medio, se agrega el Río Manflas proveniente del sur con un reducido caudal. Prácticamente estos ríos son los únicos que aportan agua superficial, lo cual implica que sólo aproximadamente un tercio de la hoya hidrográfica es activa (DGA, 2004).

Levantamiento de información y revisión bibliográfica

El levantamiento de información faunística consideró dos fuentes: la principal corresponde a un muestreo de la cuenca realizado entre los días 1 al 10 de diciembre de 2008 y la secundaria a una revisión bibliográfica de estudios de diversa índole realizados dentro del área de estudio. Los sitios de muestreo se distribuyeron de manera tal que quedaran representadas las seis subcuencas (Copiapó Bajo, Copiapó Medio, Río Manflas, Río Pulido, Río Jorquera y Quebrada Paipote), no obstante se concentraron fundamentalmente en los ambientes de altura de la cuenca siendo bastante menor en la zona intermedia y baja, las cuales se encuentran ocupadas por parronales, que representan un área de alta modificación antrópica, donde casi no existe vegetación nativa y en general no está permitido el acceso.

Folio015152

Se incluyeron algunos sitios que, a pesar de no estar representados en las definiciones de humedales anteriormente expuestas, la flora que albergan evidencia una estrecha relación con el agua, como, por ejemplo, aquellos sitios con gran cobertura de especies vegetales que obtienen la fuente de agua a algunos metros de profundidad.

A partir de una base cartográfica (sistema de información geográfica, SIG) se identificaron sitios asociados al agua (vegas, esteros, ríos) potenciales para el estudio, considerando los de mayor tamaño y la cercanía a caminos. Además, se consultó con personal de CONAMA Copiapó y de CONAF (instituciones directamente relacionadas con la contribución a la conservación de la biodiversidad) quienes orientaron la selección de los sitios de muestreo a través del conocimiento previo de algunos sitios con especies conspicuas. Finalmente, con los antecedentes recopilados, guiándose por las características de la vegetación (por ejemplo: formaciones azonales del tipo vega) y considerando las facilidades de acceso una vez en terreno, se muestreó un total de 24 sitios (ver Figura 1).

Se examinó la base de datos del SEA (s/a) en busca de proyectos con estudios fauna asociados a alguno de los humedales que no fue posible acceder en terreno (Environmental & Science Ltda., 2008; SGA consultores, 2008). Además se revisaron algunos trabajos de biodiversidad: Manflas y Montosa (realizados el año 2004, Juan Carlos Torres-Mura & Iván Lazo, "com. pers."); estudio del estuario del Río Copiapó (Gaymer, 2008). Del total de documentos revisados se incluyeron solamente 6 sitios (ver Apéndice 1).

Se efectuó una revisión amplia de la bibliografía atingente a vertebrados para facilitar el reconocimiento de las especies en terreno, contando además con algunas guías de campo en al momento de la identificación. Entre las fuentes consultadas figuraron para peces: Arratia (1981), Campos *et al*. (1998), Habit *et al*. (2006), Ruiz y Marchant (2004), Vila *et al*. (1999); anfibios y reptiles: Cei (1962), Díaz (1984), Díaz-Páez y Ortiz **(**2003), Donoso- Barros (1966), Donoso-Barros (1970), Lobos *et al*. (1999), Nuñez y Jaksic (1992), Veloso y Navarro (1988), Vidal y Labra (2008); aves: Araya y Millie (1988), Egli (2006), Jaramillo *et al.* (2005), Martínez y González (2004), Rottmann (1995); mamíferos: Campos (1986), Iriarte (2008), Mann (1978), Miller y Rottmann (1976), Muñoz y Yañez (2000). Especies de difícil determinación como por ejemplo especies parecidas dentro de un mismo género, fueron debidamente fotografiadas para su posterior identificación con la ayuda de expertos.

Folio015153

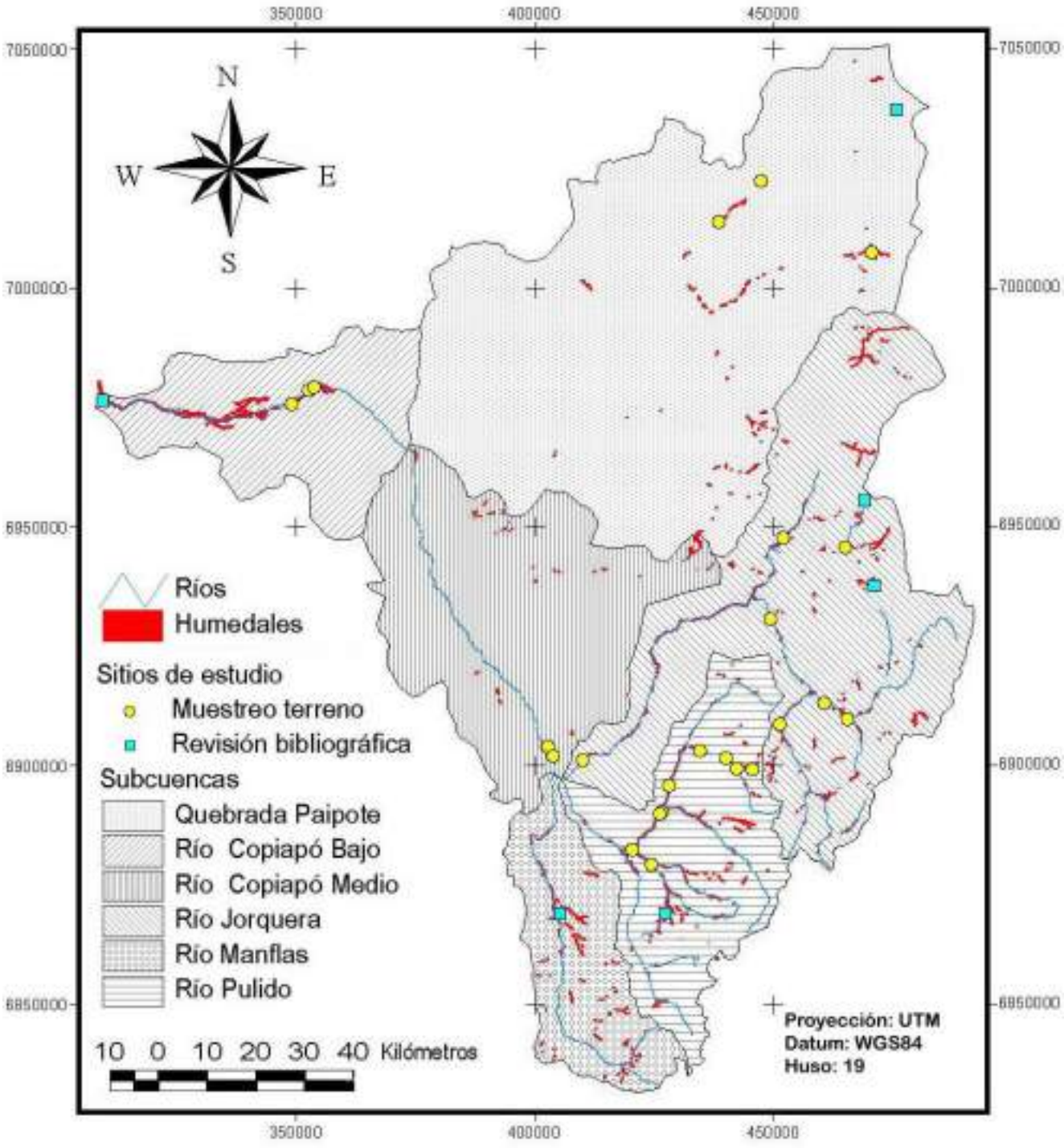


Figura 1. Sitios de estudio obtenidos de la campaña a terreno y de la revisión bibliográfica de vertebrados terrestres y peces de aguas continentales en la cuenca del Río Copiapó (ver Apéndice 1).

Técnicas de detección y captura

El muestreo de fauna vertebrada consistió en la aplicación de las siguientes técnicas de detección y captura:

- Para la detección de peces se utilizaron chinguillos (redes); una vez identificados, los peces fueron devueltos al agua. En cada estación de muestreo se prospectó una superficie cercana a los 100 m^2. Se revisaron aquellos sitios que presentaban un mayor potencial para la presencia de peces.

- Para los anfibios se realizaron búsquedas activas durante el día y al anochecer, poniendo especial énfasis en aquellos ambientes más favorables para esta fauna (arroyos, quebradas, zonas húmedas).

- En el caso de reptiles se realizaron observaciones directas y capturas con lazos de nudo escurridizo. Los reconocimientos de reptiles se ejecutaron en transectos de 100×10 m, prospectando los ambientes característicos de este grupo.

- Las aves fueron observadas mediante el uso de binoculares, poniendo énfasis en escuchar sus cantos. Se contó con la presencia de guías de campo y con el registro de sus vocalizaciones. Para minimizar las dudas en la identificación de especies, algunos ejemplares fueron fotografiados y caracterizados posteriormente.

- La presencia de micromamíferos fue determinada mediante observación directa, y el uso de trampas Sherman para captura viva. En los trampeos se utilizaron 80 trampas Sherman por noche sebadas con avena y vainilla. Para los macromamíferos se realizó observación directa con el apoyo de binoculares e indirecta (por medio del reconocimiento de huellas, feces, entre otros).

Criterios de clasificación de especies según estados de conservación

Los estados de conservación de las especies de la fauna vertebrada chilena fueron descritos según el Reglamento para la clasificación de especies (Gobierno de Chile, 2005b) (ver Apéndice III).

La clasificación de especies fue revisada en el portal Web del Ministerio del Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente, 2011) en donde se encuentran los resultados de los Procesos de Clasificación de Especies Silvestres y, además, se presentan algunas especies consideradas exóticas en el territorio chileno.

Folio015155

Cabe destacar que existen especies clasificadas bajo estados de conservación distintos según zona geográfica, y/o para las cuales no se encuentra mencionado el grado de amenaza de la región estudiada. En estos casos se consideró la presencia o ausencia de un estado de conservación específico para el área de estudio.

Para efectos de esta memoria se considerarán especies amenazadas aquellas que se encuentren clasificadas en las categorías "En Peligro de Extinción o Vulnerable" de manera congruente con las intenciones actuales del Gobierno (Gobierno de Chile, 2011).

Valoración ambiental

La valoración ambiental se realizó ponderando tres atributos comunitarios de la fauna vertebrada detectada en cada sitio:

-Riqueza relativa (Rr): corresponde a la proporción entre el número de especies en cada sitio con respecto a la totalidad de especies encontradas en la cuenca. El valor máximo que puede alcanzar esta variable es 1 y correspondería al caso en que el total de las especies encontradas en la cuenca estuviesen representadas en un solo sitio.

-Especies amenazadas relativas (Ar): corresponde a la proporción del número de especies amenazadas en un sitio con respecto a la totalidad de especies bajo algún grado de amenaza en la cuenca. El valor máximo que podría tomar esta variable también puede ser 1.

-Singularidad del sitio (Ss): Esta variable es una medida de la exclusividad de las especies presentes en cada sitio. Si todas las especies presentes en un sitio sólo se encontraran en este sitio, entonces, esta variable tomaría el valor 1, lo cual representaría el máximo grado de singularidad posible. Esta variable también puede entenderse como la sumatoria de las singularidades parciales de todas las especies presentes en el sitio.

Se proponen tres ecuaciones que asignan distintas combinaciones de estos atributos considerando razonamientos de agregación que buscan mantener una coherencia en la manera en que se relacionan, bajo el prisma de la biología de la conservación.

Folio015156

$$Vs = \frac{(Rr + Ar + Ss)}{3} \qquad \text{(Ecuación 1)}$$

$$Vs = \frac{(Rr \times Ss + Ar)}{2} \qquad \text{(Ecuación 2)}$$

$$Vs = \left(\frac{Rr + Ar}{2}\right) * Ss \qquad \text{(Ecuación 3)}$$

Vs: Valor del sitio.
Rr: Riqueza relativa del sitio con respecto a la cuenca.
Ar: Especies amenazadas relativas del sitio con respecto a la cuenca.
Ss: Singularidad del sitio en relación a la cuenca.

Estas ecuaciones buscan normalizar las características de cada sitio con las características a nivel de cuenca. Los dígitos divisores son para eliminar el factor de los pesos de cada variable sumada.

La Ecuación 1 da igual importancia a las tres variables, mientras que la Ecuación 2 le da mayor relevancia a las especies amenazadas relativas, esto debido a que la riqueza relativa y la singularidad del sitio pueden adquirir valores menores o iguales a 1, por lo cual, al multiplicarse, el producto no puede ser mayor que el menor de sus factores. Por su parte, en la Ecuación 3, el crecimiento depende en mayor medida de la singularidad del sitio que de las otras dos variables por separado.

La Singularidad de una especie fue evaluada con la siguiente fórmula:

$$Se = \frac{1}{Número\ de\ sitios\ donde\ se\ presenta\ la\ especie} \qquad \text{(Ecuación 4)}$$

mientras que la singularidad del sitio fue evaluada como:

$$Ss = \frac{\sum_{i=1}^{n} Se}{Rs} \qquad \text{(Ecuación 5)}$$

Ss: Singularidad del sitio.
Se: Singularidad de la especie i.
Rs: Riqueza del sitio.

Los resultados numéricos de la valoración ambiental fueron ordenados de forma descendente y el rango se dividió en tercios que categorizan los sitios en niveles de valor

Folio015157

ambiental (alto, medio y bajo). Se realizó el mismo procedimiento para las tres ecuaciones de valoración ambiental y sus resultados fueron comparados.

Paralelamente se obtuvieron resultados del valor ambiental evaluado por unidad de superficie (hectárea). El área de cada sitio fue estimada por medio del Software Google Earth Pro (ver Apéndice 1).

Se realizó un análisis de sensibilidad para probar en qué grado afecta la ponderación de los tres atributos comunitarios distintos (riqueza relativa, especies amenazadas relativas y singularidad del sitio).

Dos de las tres variables (riqueza relativa, especies amenazadas relativas y singularidad del sitio) fueron fijadas en el valor que se obtuvo al promediar la totalidad de los sitios muestreados, mientras que la variable restante se hizo cambiar a una tasa de 0,01 entre los valores 0 y 1. Con el mismo método fueron probadas las tres variables. Se construyeron gráficas en las cuales se representan las respuestas del valor de los vertebrados a cada una de las variables y en donde se contrastan las tres ecuaciones propuestas.

Los resultados fueron discutidos y analizados junto con expertos[1] para determinar si existe una combinación de factores más aceptada por ellos.

Presión Antrópica

La Presión Antrópica corresponde a la condición en que se encuentra un sitio como resultado de la influencia directa e indirecta de las actividades humanas sobre la superficie terrestre. Se puede entender como una clasificación de la intervención actual en conjunto con el riesgo asociado a intervenciones potenciales.

La Presión Antrópica es una clasificación de la Huella Humana (WCS y CIESIN, 2005), que a su vez corresponde al Índice de Influencia Humana normalizado para cada bioma mundial (ver Figura 2). En la cuenca del Río Copiapó se encuentran representados dos biomas: Bosques mediterráneos, bosque abierto y matorral y Pastizales y matorrales montanos (Olson *et al.*, 2004).

El Índice de Influencia Humana se obtuvo superponiendo ocho capas de usos humanos en las cuales se asignó una puntuación a cada factor que presuma influencia sobre los

[1] Pedro Cattan A., Médico Veterinario, Dr. en Ciencias, Centro de Estudios de Vida Silvestre, Universidad de Chile.
Gabriel Lobos V., Médico Veterinario, Dr. en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Centro de Estudios de Vida Silvestre, Universidad de Chile.
Jorge Pérez Q., Ingeniero Agrónomo, Ph.D. en Ecología, Departamento Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Universidad de Chile.

Folio015158

ecosistemas mundiales. Las capas superpuestas fueron: densidad demográfica (humanos por km^2), distancia a ferrocarriles dentro de 2 km, distancia a carreteras dentro de 15 km, distancia a ríos navegables dentro de 15 km, distancia a la línea de costa dentro de los 15 km, la luminosidad de noche detectada por satélites, áreas construidas con asentamientos humanos y usos agrícolas (Sanderson *et al.*, 2002) (ver Anexo I). Los valores mínimo y máximo que puede tomar el Índice de Influencia Humana a nivel mundial son 0 y 64, respectivamente. La medición se realizó a una resolución espacial de 1 km^2 y las capas utilizadas están fechadas alrededor del año 2000.

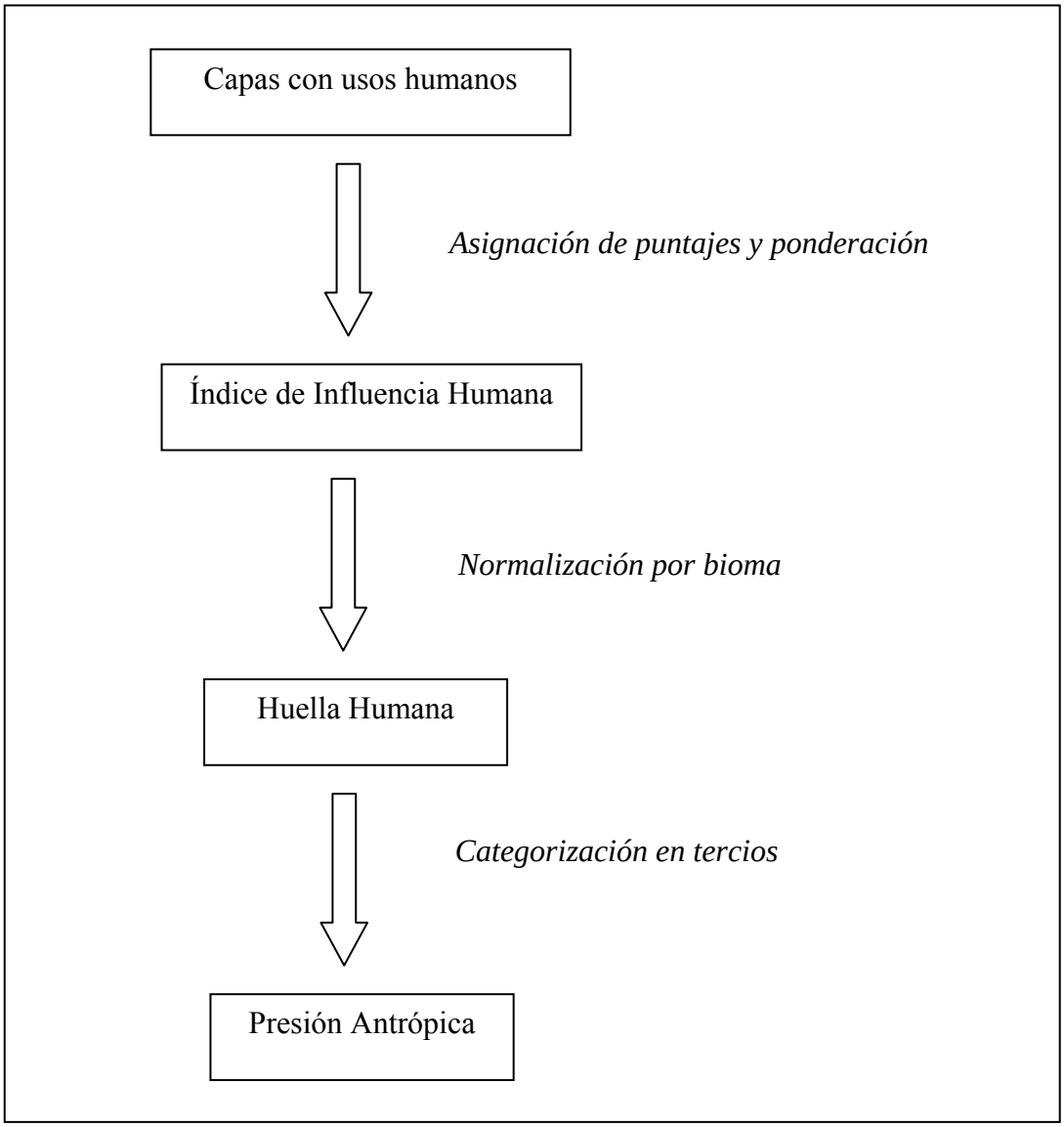


Figura 2. Esquema metodológico para la obtención de la Presión Antrópica.

La espacialización de la Huella Humana (WCS y CIESIN, 2005) se proyectó en el sistema UTM 19S datum WGS84 y luego fue ajustado a los límites de la cuenca. El modelo fue

Folio015159

llevado a formato vectorial (polígonos) y se revisó el área por medio del Software Google Earth en busca de posibles errores como la consideración de salares y de zonas nevadas como ciudades. Se realizaron las correcciones correspondientes en el sector norte de la cuenca asignando el valor promedio de los sitios colindantes. Finalmente se midió la Huella Humana en cada sitio.

Los resultados numéricos de la Huella Humana fueron ordenados de forma descendente y el rango se dividió en tercios que categorizan los sitios en niveles de Presión Antrópica (baja, media y alta).

Relevancia Ambiental

Se ponderaron las categorías obtenidas del Valor Ambiental y de la Presión Antrópica a partir de una matriz de doble entrada (ver Cuadro 1), obteniéndose una clasificación de los humedales según su Relevancia Ambiental para la conservación. Se discuten en forma general algunas recomendaciones para cada categoría de conservación obtenida.

Cuadro 1. Matriz para la clasificación de sitios según su relevancia ambiental para la conservación de la fauna nativa.

Relevancia Ambiental		**Presión Antrópica**		
		Alta	**Media**	**Baja**
Valor Ambiental	**Alto**	Alta	Alta	Media
	Medio	Alta	Media	Baja
	Bajo	Media	Baja	Baja

Folio015160

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el área de estudio se registraron 152 especies de vertebrados, de las cuales 21 corresponden a mamíferos, 114 a aves, 12 a reptiles, 3 a anfibios y 2 especies a peces (ver Apéndice II). Del total, 11 especies se consideran de origen exótico (ver Apéndice II) y, a pesar de que pueden ser consideradas como un indicador de la influencia humana sobre el territorio, fueron excluidas de la valoración hecha para este estudio.

Del total de especies nativas encontradas en la cuenca la gran mayoría (79,4%) corresponden a aves (ver Cuadro 2). Esto resulta coherente con los antecedentes generales de la fauna nativa de la Región de Atacama. De los 259 vertebrados nativos presentes en esta región, según la revisión bibliográfica de literatura general, 27 (10,4%) especies corresponden a mamíferos (Iriarte, 2008), 195 (75,3%) a aves (Jaramillo *et al.,* 2005), 29 (11,2%) a reptiles, 6 (2,3%) a anfibios (Vidal y Labra, 2008) y 2 (0,8%) a peces (Campos *et al.*, 1998). Si se comparan estos antecedentes con los porcentajes de las especies encontradas presentados en el Cuadro 2, es posible apreciar el gran parecido en la composición específica de los sitios estudiados con la Región de Atacama. Esto estaría indicando el alto grado de representatividad de las especies encontradas en la cuenca.

Cuadro 2. Composición específica de vertebrados nativos y especies amenazadas encontradas en los sitios de estudio de la cuenca del Río Copiapó.

Taxa	Especies encontradas	Especies amenazadas[1]	Proporción de especies amenazadas (%)
Mamíferos	13 (9,2%)	3	23,08
Aves	112 (79,4%)	4	3,57
Reptiles	12 (8,5%)	5	41,67
Anfibios	3 (2,1%)	3	100
Peces	1 (0,7%)	0	0
Total	141 (100%)	16	11,35

[1] Las especies amenazadas corresponden a las clasificadas “En Peligro” y “Vulnerable” según lo publicado en el sitio oficial del Ministerio del Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente, 2011).

Del total de especies halladas en la cuenca, 31 se encontraban clasificadas bajo algún grado de amenaza (ver Apéndice III), de éstas, 15 se consideran “Especies amenazadas” para efectos de este estudio (ver Cuadro 3). A lo anterior se agrega una especie clasificada como “Fuera de Peligro” y las especies consideradas de origen exótico. Las especies restantes no se encontraban listadas.

Folio015161

Cuadro 3. Especies amenazadas en los sitios de estudio de la cuenca del Río Copiapó.

Nombre común	Nombre científico	Estado de Conservación[1]
MAMÍFEROS		
Guanaco	*Lama guanicoe*	En Peligro
Tuco-tuco de Atacama	*Ctenomys fulvus*	Vulnerable
Vizcacha	*Lagidium viscacia*	En Peligro
AVES		
Bandurria	*Theristicus melanopis*	En Peligro
Piuquén	*Chloephaga melanoptera*	Vulnerable
Gaviota garuma	*Larus modestus*	Vulnerable
Gaviota andina	*Larus serranus*	Vulnerable
REPTILES		
Lagartija de Ortiz	*Liolaemus juanortizi*	En Peligro
Lagarto de Müller	*Liolaemus lorenzmuelleri*	Vulnerable
Lagarto nítido	*Liolaemus nitidus*	Vulnerable
Corredor de Atacama	*Microlophus atacamensis*	Vulnerable
Iguana	*Callopistes maculatus*	Vulnerable
ANFIBIOS		
Sapo de Atacama	*Rhinella atacamensis*	En Peligro
Sapo espinoso	*Rhinella spinulosa*	Vulnerable
Sapo de cuatro ojos	*Pleurodema thaul*	En Peligro

[1] Los estados de conservación corresponden a lo publicado en el sitio oficial del Ministerio del Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente, 2011).

Problemas en el levantamiento de información

En el levantamiento de información se presentaron una serie de sesgos y dificultades que se detallan a continuación:

Movilidad

Una debilidad de los métodos de valoración de sitios a través de mediciones de fauna está dada por la movilidad de la fauna. Las aves, las cuales representan la mayor cantidad de especies de fauna vertebrada encontrada en los sitios, poseen una gran proporción de especies total o parcialmente migratorias (Jaramillo *et al.,* 2005). Una medición adecuada de este grupo taxonómico requiere necesariamente de mayor resolución temporal, lo cual incrementa sustancialmente los costos operacionales. También existen antecedentes sobre fluctuaciones notorias en la densidad de las poblaciones de micromamíferos (Iriarte, 2008; Muñoz y Yañez, 2000) y migraciones locales en macromamíferos (Muñoz y Yañez, 2000).

Temporalidad

Resulta extremadamente complejo obtener mediciones de terreno en sitios distantes en un período de tiempo breve y a una misma hora del día. También se verificó que los estudios provenientes de fuentes secundarias de información no han sido realizados contemporáneamente al estudio en cuestión. En general los datos han sido obtenidos en

Folio015162

otras épocas del año, en más de una campaña a terreno o simplemente no aparecen especificadas las fechas en los cuales fueron tomados.

Tamaño del sitio

A pesar de que, en general, los humedales se presentan de manera discreta en el espacio debido a su estrecha dependencia con un cuerpo de agua, es complejo establecer límites del humedal, sobre todo de aquéllos que pertenecen a la sección de un río y de los que poseen especies vegetales que no están restringidas exclusivamente a estos sistemas. En el mismo sentido, existen humedales en los cuales se han documentado grandes variaciones en el tamaño del espejo de agua (Malvárez, 1999) y otros en que se evidencia la presencia de agua superficial en el pasado. También, se verificó que los estudios publicados, en general, no poseen una superficie determinada, mencionándose sólo el nombre del río, del sector o de la localidad más cercana. Además, en la revisión bibliográfica, muchas veces el área abarcada pudo incluir extensiones mayores que se escapan a las formaciones de humedales.

Técnicas de detección y captura

Existen micromamíferos que aparecen con frecuencia (*Abrothrix sp.*, *Oligoryzomys sp.* y *Phyllotis sp.*) mientras que otros difícilmente aparecen (*Abrocoma bennetti*), a pesar de estar en la distribución y hábitat propicios para esta especie. Esto podría estar indicando que existen especies de mamíferos que caen fácilmente en las trampas Sherman mientras que otras, a pesar de encontrarse en los sitios, por motivos de timidez u otros, resulta complejo que entren en estas trampas[2]. La detección de fecas de especies que no son capturadas por los métodos usuales puede ser un reflejo de esta limitación.

Esfuerzo de muestreo

Dada las diferencias naturales de todos los sitios estudiados resulta complejo establecer tiempos y métodos de muestreo que homogenicen los esfuerzos. Sitios de mayor tamaño, en general, requieren de mayor esfuerzo, pero este aumento no depende exclusivamente del factor área. El relieve, el tipo de cobertura (suelo descubierto, agua, piedras, matorrales, etc.) y las especies presentes condicionan la experiencia en terreno. En la inclusión de sitios por medio de revisión bibliográfica, se verificó que muchas veces no están especificados los métodos de detección y captura y, en los casos en que si se encuentra especificado, no existe uniformidad en las técnicas y en los tiempos ocupados.

[2]Gabriel lobos, Dr. en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Universidad de Chile, 2011 “Comunicación personal”.

Folio015163

Análisis de sensibilidad de las fórmulas

Se pudo comprobar que todas las variables responden de manera directamente proporcional, no obstante, las razones de crecimiento de las variables son distintas entre las tres ecuaciones propuestas (ver Figura 3).

Considerando la respuesta del valor del sitio a la variación de la singularidad del sitio se puede apreciar que las ecuaciones 1 y 3 son sensibles mientras que la Ecuación 2 responde en una medida bastante menor a esta variable (ver Figura 3).

Al interpretar la respuesta del valor del sitio a la variación de la riqueza relativa del sitio se puede apreciar que las ecuaciones 1 y 2 son sensibles mientras que la respuesta de la Ecuación 3 es casi nula, con lo cual se puede afirmar que la Ecuación 3 da escasa importancia a la riqueza de especies de los lugares (ver Figura 3). Además se puede apreciar que las tres ecuaciones responden a la variación de las especies amenazadas relativas del sitio, aunque esta respuesta es notoriamente mayor en la Ecuación 2 que en la Ecuación 3.

Folio015164

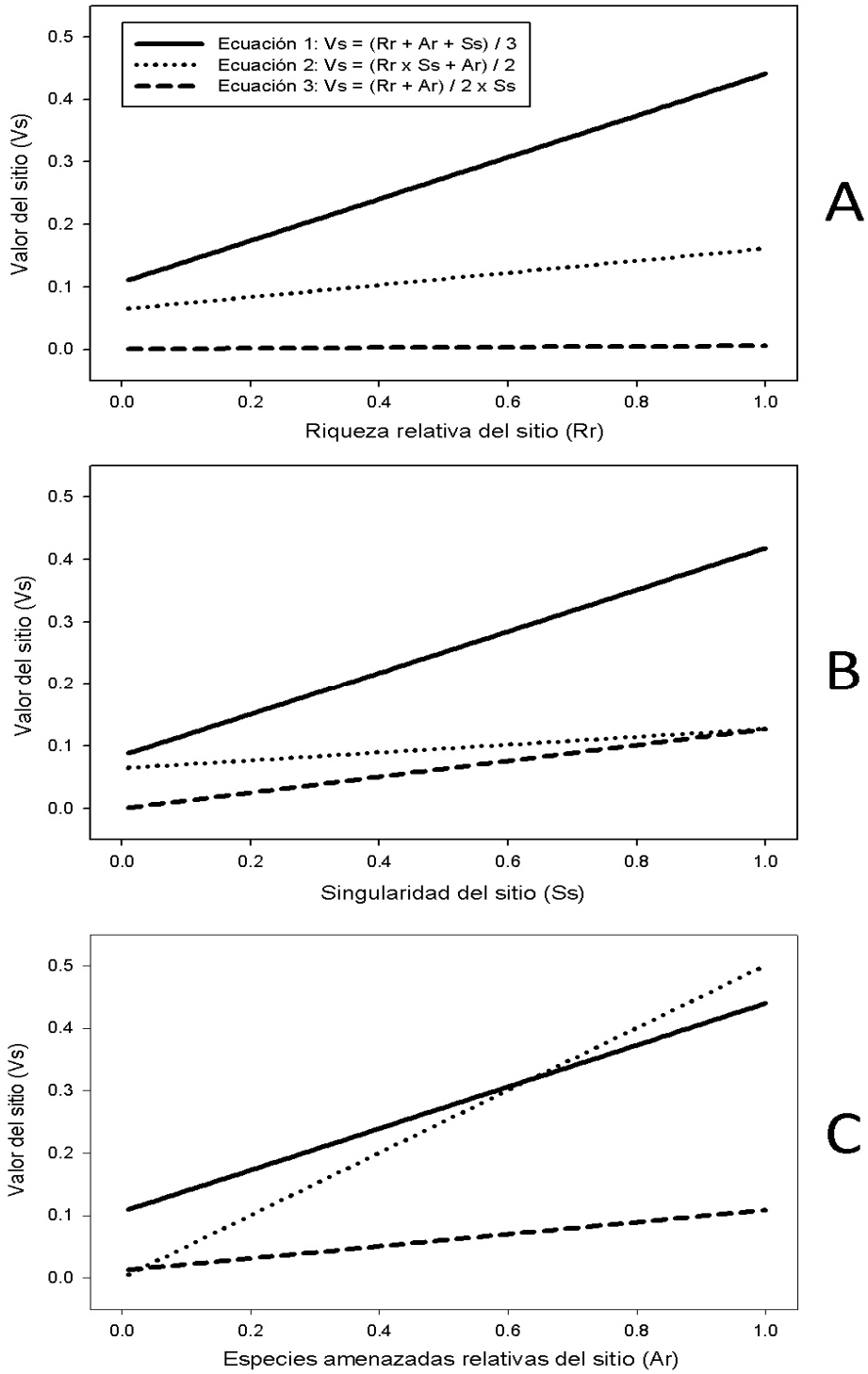


Figura 3. A: Respuesta del valor del sitio a la variación de la riqueza de especies relativas del sitio para las tres ecuaciones propuestas. B: Respuesta del valor del sitio a la variación de la singularidad del sitio para las tres ecuaciones propuestas. C: Respuesta del valor del sitio a la variación de las especies amenazadas relativas a la cuenca para las tres ecuaciones propuestas.

Folio015165

Valoración ambiental

Al utilizar las tres ecuaciones propuestas para la valoración ambiental de los vertebrados de cada sitio, se obtuvo resultados bastante similares sobre todo en los sectores de alto valor (ver Cuadro 4). El sitio con mayor valor ambiental fue S1 (Estuario) y coincide en las tres ecuaciones. Los 4 sitios de mayor valor son exactamente los mismos entre las ecuaciones 1 y 2.

El sitio que presentó mayor diferencia de ranking fue S14 (Río Pulido 3), que al ser evaluado con la ecuación 1 queda 11 puestos arriba con respecto a las otras dos ecuaciones. A pesar de existir diferencias numéricas apreciables al evaluar los sitios con las tres ecuaciones la posición relativa en el ranking de los sitios es bastante parecida entre las tres maneras de valorar (ver Cuadro 4). La gran mayoría de los sitios (22) no varían más de 2 puestos al ser evaluados con las distintas ecuaciones.

Al categorizar de manera cualitativa los resultados numéricos del valor ambiental, se obtuvo algunas diferencias entre las tres ecuaciones. La Ecuación 3 categoriza sólo un sitio en valor ambiental "alto" mientras que las otras dos ecuaciones asignan tres sitios en esta categoría. La Ecuación 3 asigna 27 sitios en valor ambiental bajo mientras que las ecuaciones 1 y 2 sitúan 24 y 21 sitios en esta categoría, respectivamente (ver Cuadro 4).

El método utilizado para valorar ambientalmente los sitios está basado en la presencia o ausencia de especies y no considera la dinámica poblacional y la calidad del hábitat. Pueden existir sitios con alto Valor Ambiental que posean una alta cantidad de especies, que las especies presentes sean singulares y/o exista una alta proporción de especies amenazadas, no obstante, basado en el modelo de "Fuentes y Sumideros" de Pulliam (1988), que busca explicar la dinámica de regulación de las poblaciones, es esperable que existan sitios donde el número de nacimientos exceda al de muertes, conformándose una subpoblación donadora o "fuente", mientras que en otros sitios el número de muertes puede superar al de nacimientos y esta subpoblación "sumidero" se esté manteniendo en el tiempo gracias a las inmigraciones desde otras subpoblaciones. En el mismo sentido puede que las especies presentes no estén utilizando el sitio de manera considerable para otras necesidades vitales como la alimentación. Cabe destacar que esta limitante no se solucionaría si incluyéramos la abundancia de las especies, aumentáramos el esfuerzo de muestreo, la resolución temporal e intentáramos minimizar cualquiera de los problemas en el levantamiento de información antes descritos. Es por esto que en las metodologías que buscan establecer cuáles sitios son propicios para la conservación de una o más especies se debe considerar la calidad del hábitat para las especies estudiadas (van Horne, 1983). Sólo de esta manera se podrá aseverar en qué sitios se producen los procesos biológicos mínimos para la sobrevivencia de la o las especies que se desean conservar y, por consiguiente, cuántos y cuáles sitios son necesarios conservar.

Folio015166

Cuadro 4. Ranking del Valor Ambiental de los sitios de estudio en la cuenca del Río Copiapó obtenido por las tres ecuaciones propuestas.

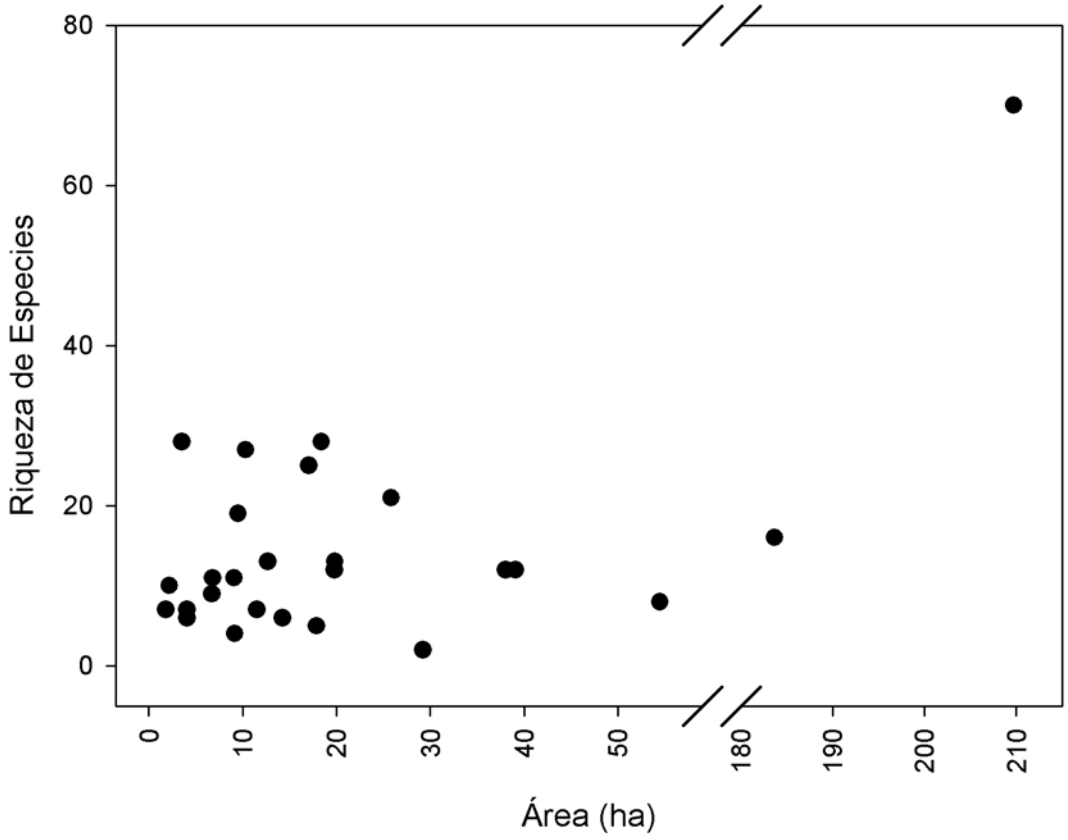
	Ecuación 1		Ecuación 2		Ecuación 3	
Ranking	**NºID Sitio**	**Valor Ambiental**	**NºID Sitio**	**Valor Ambiental**	**NºID Sitio**	**Valor Ambiental**
1º	S1	Alto	S1	Alto	S1	Alto
2º	S7	Alto	S7	Alto	S9	Medio
3º	S9	Alto	S9	Alto	S7	Medio
4º	S23	Medio	S23	Medio	S2	Bajo
5º	S2	Medio	S21	Medio	S23	Bajo
6º	S19	Medio	S19	Medio	S19	Bajo
7º	S5	Bajo	S25	Medio	S5	Bajo
8º	S25	Bajo	S24	Medio	S25	Bajo
9º	S24	Bajo	S26	Medio	S27	Bajo
10º	S26	Bajo	S27	Bajo	S26	Bajo
11º	S27	Bajo	S2	Bajo	S24	Bajo
12º	S21	Bajo	S5	Bajo	S4	Bajo
13º	S4	Bajo	S6	Bajo	S21	Bajo
14º	S14	Bajo	S18	Bajo	S6	Bajo
15º	S6	Bajo	S30	Bajo	S18	Bajo
16º	S18	Bajo	S22	Bajo	S3	Bajo
17º	S30	Bajo	S4	Bajo	S30	Bajo
18º	S3	Bajo	S3	Bajo	S11	Bajo
19º	S11	Bajo	S11	Bajo	S10	Bajo
20º	S10	Bajo	S10	Bajo	S20	Bajo
21º	S20	Bajo	S20	Bajo	S22	Bajo
22º	S22	Bajo	S28	Bajo	S28	Bajo
23º	S28	Bajo	S17	Bajo	S17	Bajo
24º	S29	Bajo	S16	Bajo	S16	Bajo
25º	S17	Bajo	S14	Bajo	S14	Bajo
26º	S16	Bajo	S15	Bajo	S15	Bajo
27º	S15	Bajo	S8	Bajo	S8	Bajo
28º	S8	Bajo	S12	Bajo	S12	Bajo
29º	S13	Bajo	S13	Bajo	S13	Bajo
30º	S12	Bajo	S29	Bajo	S29	Bajo

* Las celdas sombreadas representan aquellas que varían más de 3 puestos al ser evaluados con las diferentes fórmulas.

** Nº ID Sitio: S1 Estuario, S2 Piedra Colgada 1, S3 Piedra Colgada 2, S4 Serranía Poblete, S5 Tranque Lautaro, S6 Unión ríos Manflas y Copiapó, S7 Río Manflas, S8 Río Jorquera, S9 Río Montosa, S10 Río El Potro, S11 Río Pulido 1, S12 Río Pulido 2, S13 Río Ramadillas, S14 Río Pulido 3, S15 Río Pulido 4, S16 Río Pircas Coloradas 1, S17 Río Pircas Coloradas 2, S18 Vega en Río Pircas Coloradas, S19 Vega en Río Cachitos, S20 Unión ríos de la Gallina y Pircas Negras, S21 Río Turbio 1, S22 Río Turbio 2, S23 Vega en Río Figueroa, S24 Caspiche, S25 Sector Mina Refugio, S26 Quebrada las Guanacas, S27 Sector Mina La Coipa, S28 Quebrada San Andrés 1, S29 Quebrada San Andrés 2, S30 Sector La Pepa.

Folio015167

Como se aprecia en la Figura 4, no existe una tendencia clara en la proporción de la riqueza de especies con el tamaño del humedal. Los problemas en el levantamiento de información descritos anteriormente pueden resultar explicativos de la ausencia de esta proporción directa esperable entre la riqueza de especies y el tamaño del humedal (Blanco, 1999). No obstante, los humedales en zonas desérticas son unidades ecosistémicas discretas en el espacio donde la riqueza de especies puede ser reflejo de otros aspectos particulares como la diversidad de hábitats, de la situación geográfica particular (por ejemplo un estuario) y la posición relativa a otros humedales (por ejemplo humedales dentro de las rutas migratorias de aves). En un sentido similar apunta la revisión realizada por Urbina-Cardona y Reynoso (2005): "los valores de riqueza observada y en general de cualquier índice de diversidad, son una función de factores tales como la unidad de muestreo (tipo de técnica utilizada, el tamaño del área de muestreo y el número de replicas y repeticiones realizadas), la distribución espacial de las poblaciones objetivo y la heterogeneidad del hábitat."



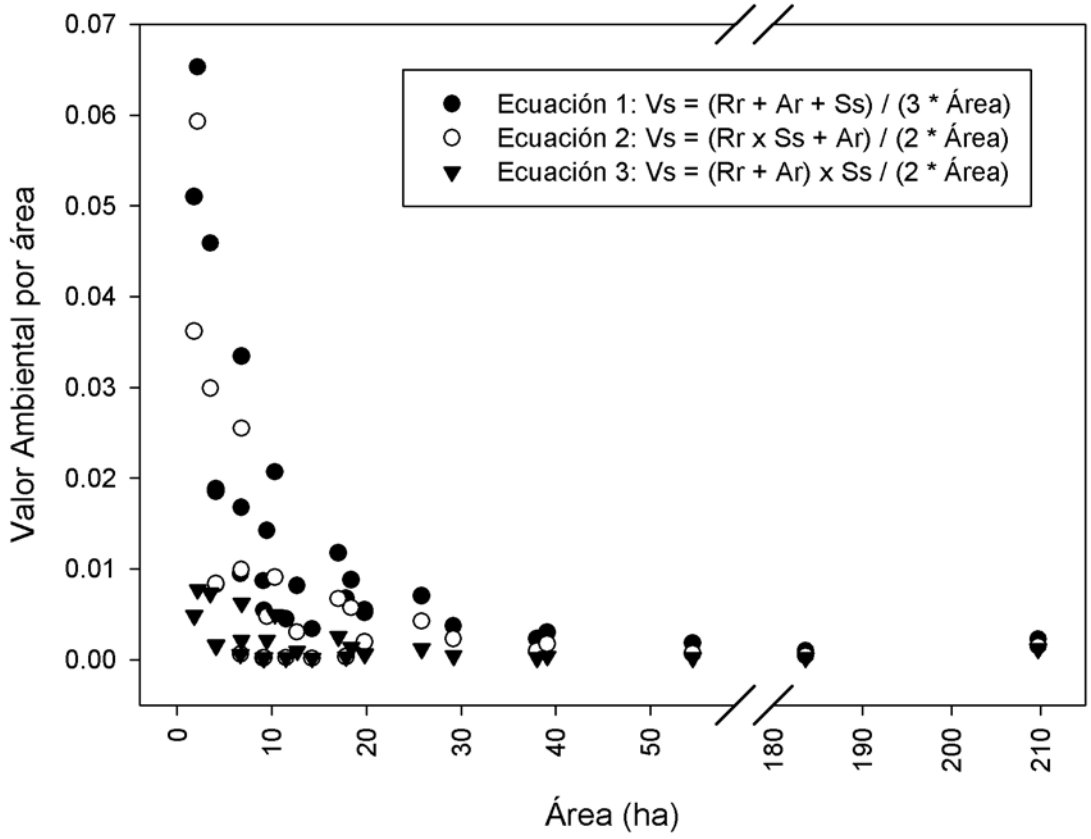
*S/I: Sitios sin información del área.

Figura 4. Relación entre el área de los sitios y la riqueza de especies en cada sitio de estudio.

Al evaluar las ecuaciones de valoración por tamaño del sitio, los resultados sí muestran una dependencia estrecha entre el área y el valor ambiental. A medida que aumenta el área es posible observar que disminuye considerablemente el Valor Ambiental del sitio (ver Figura

Folio015168

5), lo cual resulta esperable dada las consideraciones vistas en el párrafo anterior. No se consideró el tamaño del sitio en la valoración final.



* S/I: Sitios sin información del área.

Figura 5. Respuesta del Valor Ambiental del los sitios de estudio evaluados por área al aumento del área.

El tamaño de un humedal se relaciona de manera directamente proporcional con la biomasa capaz de albergar (Blanco, 1999), por lo cual una medición de biodiversidad que pretenda estandarizarse por unidad de superficie debiese contemplar la abundancia de la fauna.

Presión Antrópica

La carta del Índice de Influencia Humana generada para la cuenca del Río Copiapó varió entre los valores 0 y 46 (ver Figura 6). Gráficamente es posible apreciar que dentro de la cuenca existen dos centros con alta influencia humana. El primero, en la zona medio-baja de la cuenca, representa el sector más densamente poblado en donde se ubica la ciudad de

Folio015169

Copiapó, además allí existen otros centros poblados y algunos usos humanos intensivos (industrias, mineras, plantaciones agrícolas, entre otros). El segundo, ubicado en la zona noreste de la cuenca, representa un sector con alta actividad minera.

El Índice de Influencia Humana proviene de un estudio a nivel planetario, por lo cual resultaría factible aumentar la resolución espacial de la carta de este índice en estudios posteriores. También, dada la gran cantidad de proyectos mineros recientemente aprobados y en calificación dentro de la Región de Atacama (SEA, s/a), es necesario actualizar este índice en estudios posteriores ya que, en algunos sectores, resulta esperable un aumento considerable de éste.

Del total de sitios evaluados seis quedan categorizados en nivel de alta Presión Antrópica, dieciséis en media y ocho en baja (ver Cuadro 5). Cabe destacar que la Presión Antrópica es un indicador que clasifica sitios en una zona geográfica delimitada dando mayor relevancia a aquellos sitios con más intervenciones humanas reales y potenciales. Este indicador busca medir las zonas con mayor riesgo y no las de gran naturalidad o zonas prístinas.

Los sitios muestreados, en mayor o menor medida, ya se encuentran bajo algún grado de Presión Antrópica debido a las distintas facilidades de acceso. Es probable que existan sitios remotos con mayor valor en cuanto a la fauna vertebrada y que justamente por esta condición de aislamiento no resultaría urgente tomar medidas de conservación según las consideraciones hechas por este estudio. No obstante, estos sitios remotos pueden estar siendo afectados por otros tipos de impactos como el sobrepastoreo, la caza y el consumo de huevos por parte de pobladores de zonas aledañas (Malvárez, 1999), la alteración del flujo de los ríos y la recolección de leña (Dinerstein *et al.*, 1995). Otra limitación de este estudio es que no se considera el hecho de que los humedales que se encuentran en la zona baja de la cuenca se podrían ver directamente afectados en caso de contaminación de las aguas o brotes epidemiológicos que se originen en los humedales aguas arriba, riesgo que disminuye en las zonas altas de la cuenca.

Folio015170

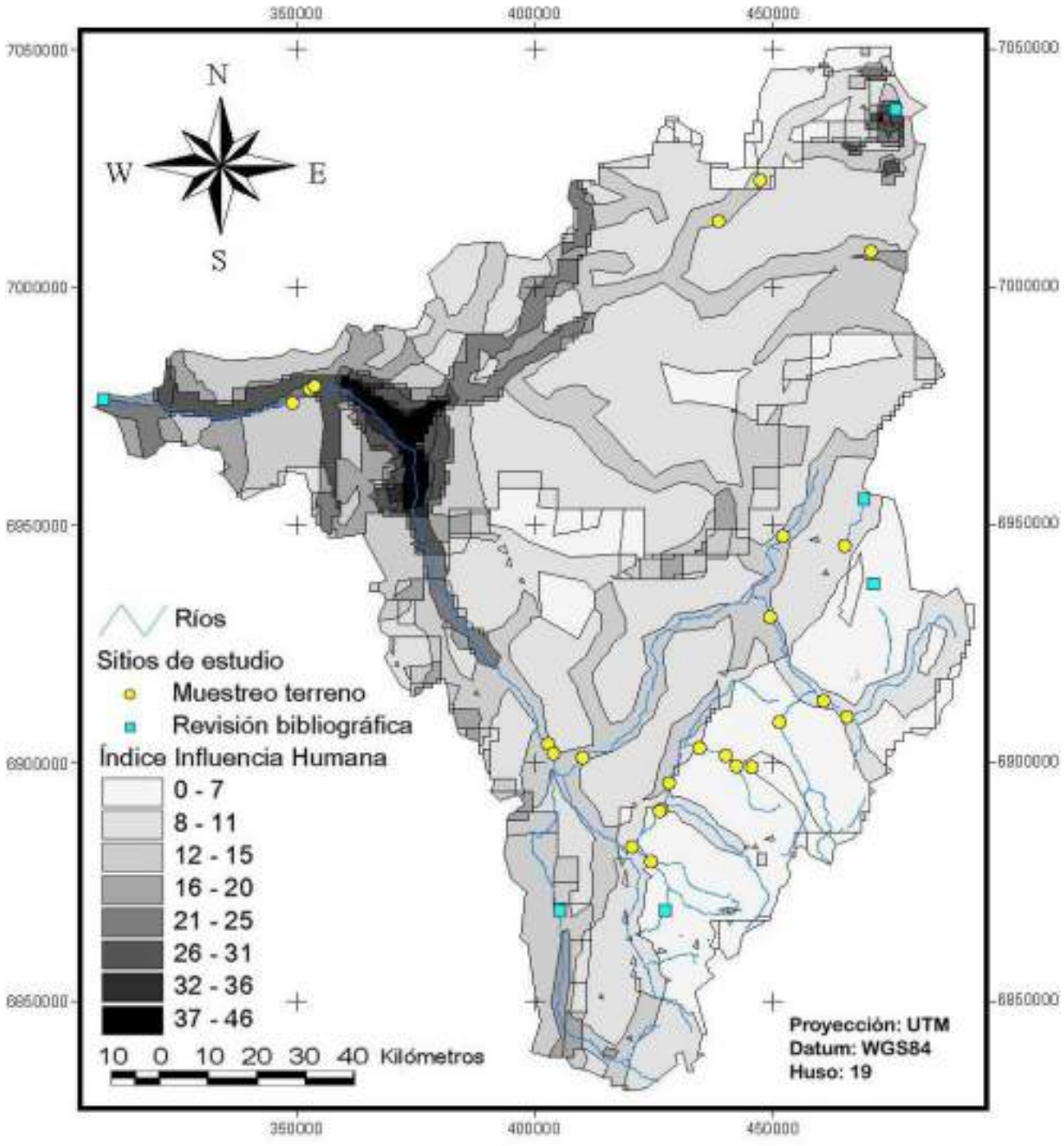


Figura 6. Índice de Influencia Humana en la Cuenca del Río Copiapó, basado en WCS y CIESIN (2005).

Folio015171

Cuadro 5. Presión Antrópica estimada en base a la Huella Humana en los sitios de estudio en la cuenca del Río Copiapó.

NºID Sitio	Sitio	Huella Humana	Presión Antrópica*
S2	Piedra Colgada 1	40	Alta
S3	Piedra Colgada 2	40	Alta
S27	Sector Mina La Coipa	38	Alta
S4	Serranía Poblete	34	Alta
S30	Sector La Pepa	30	Alta
S1	Estuario	28	Alta
S7	Río Manflas	23	Media
S22	Río Turbio 2	21	Media
S23	Vega en Río Figueroa	21	Media
S28	Quebrada San Andrés 1	21	Media
S5	Tranque Lautaro	20	Media
S6	Unión ríos Manflas y Copiapó	20	Media
S8	Río Jorquera	20	Media
S14	Río Pulido 3	20	Media
S29	Quebrada San Andrés 2	17	Media
S20	Unión ríos de la Gallina y Pircas Negras	15	Media
S21	Río Turbio 1	15	Media
S25	Mina Refugio	15	Media
S26	Quebrada las Guanacas	15	Media
S10	Río El Potro	14	Media
S11	Río Pulido 1	14	Media
S13	Río Ramadillas	14	Media
S9	Río Montosa	8	Baja
S15	Río Pulido 4	8	Baja
S16	Río Pircas Coloradas 1	8	Baja
S17	Río Pircas Coloradas 2	8	Baja
S19	Vega en Río Cachitos	8	Baja
S24	Caspiche	8	Baja
S12	Río Pulido 2	7	Baja
S18	Vega en Pircas Coloradas	1	Baja

* Presión Antrópica: $1 \leq$ Baja < 14; $14 \leq$ Media < 27; $27 \leq$ Alta ≤ 40.

La Huella Humana en todos los sitios de muestreo evaluada por unidad de superficie posee un valor promedio de 21,4, bastante cercano al promedio de todos los píxeles de la cuenca (17,7). El valor más alto de la Huella Humana es 71 y corresponde al sector en que se ubica la ciudad de Copiapó, mientras que para los sitios de muestreo este valor máximo es 40 y corresponde al sector de Piedra Colgada. En la zona noreste de la cuenca se encuentra el sitio Sector Mina La Coipa (40) el cual se ubica cercano a otro de los centros de alto valor de la Huella Humana (66) producto de la actividad minera, como se mencionó anteriormente. Existen dos zonas cordilleranas donde el valor de la Huella Humana es nulo, ubicadas en el este de la subcuenca del Río Pulido y en el sureste de la subcuenca del Río Jorquera.

Folio015172

Relevancia Ambiental

Al ponderar el Valor Ambiental con la Presión Antrópica se obtuvo una clasificación bastante similar entre las tres ecuaciones, ya que del total 22 (73,3%) de los sitios quedan exactamente en el mismo nivel de Relevancia Ambiental. Entre las ecuaciones 1 y 2 tan sólo cuatro sitios quedan clasificados en distinto nivel (ver Cuadro 6), mientras que los otros 26 sitios quedan en el mismo nivel. Por su parte, entre las ecuaciones 1 y 3 quedan 5 sitios clasificados en diferente nivel y entre las ecuaciones 2 y 3 quedan 7 sitios en distinto nivel de Relevancia Ambiental.

Existen otras maneras alternativas de establecer los tres niveles cualitativos del Valor Ambiental y de la Presión Antrópica como, por ejemplo, dividir el ranking de los sitios en cuantiles predeterminados, lo cual anularía la distribución del valor de los sitios en cada cuenca particular, al no considerar el valor proporcional entre los distintos sitios. También se podría establecer niveles a partir de la desviación estándar, lo cual correspondería a otra manera razonable de separar los sitios que destacan del total de la muestra[3].

Las ecuaciones 1, 2 y 3 asignan 3, 2 y 1 sitios en Relevancia Ambiental alta, respectivamente. El único sitio que queda en Relevancia Ambiental alta indistintamente de las ecuaciones utilizadas fue S1 (Estuario). Esto pone de manifiesto que en la selección de sitios por medio de atributos comunitarios la elección de distintos algoritmos matemáticos puede ser determinante en la asignación de niveles de importancia. Resulta necesario establecer prioridades en los atributos que se considerarán, ya que, si bien las operaciones matemáticas pueden transformarse en una herramienta de medición exacta, la combinación de estos atributos no representa un comportamiento descriptivo de un fenómeno natural o biológico. Debe representar justamente el criterio utilizado por del investigador en el diseño de los indicadores y métodos de medición.

Dadas las limitaciones que se presentan al valorar la complejidad del fenómeno biológico resulta razonable la elección de algoritmos parsimoniosos[4], que en este caso sería la simple agregación a través de una sumatoria de factores (representada por la Ecuación 1).

Si consideramos que la Estrategia Nacional de Biodiversidad (CONAMA, 2003) y el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD, 2004) establecen la protección de al menos el 10% de la superficie de los ecosistemas relevantes, respectivamente, entonces la Ecuación 1, al asignar 3 sitios (equivalentes al 10% del total), sería la que mejor se acomoda a este objetivo de conservación[5].

---

[3] Pedro Cattan, Dr. en Ciencias, Universidad de Chile, 2011 “Comunicación personal”.
[4]Gabriel Lobos, Dr. en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Universidad de Chile, 2011 “Comunicación personal”.
[5] Jorge Pérez, Ph.D. en Ecología, Universidad de Chile, 2011 “Comunicación personal”.

Folio015173

La Ecuación 1, que corresponde a la de mayor parsimonia, clasifica 3 sitios en Relevancia Ambiental alta. Estos sitios coinciden con los clasificados en Relevancia Ambiental alta si se consideran las tres ecuaciones propuestas (ver Cuadro 6):

- El Estuario (S1) registró el mayor valor de sitio y posee Presión Antrópica alta, por lo cual se considera un sitio de alta Relevancia Ambiental. Resulta notable que en un solo sitio se encuentre representada la mitad de la fauna vertebrada y más de la mitad de todas las especies de aves registradas en la cuenca (ver Apéndice IV). Este sitio ya se encuentra bajo protección oficial dado que forma parte del Área Marina y Costera Protegida "Punta Morro-desembocadura Río Copiapó" (Gobierno de Chile, 2005a).

- El sitio Piedra Colgada 1 (S2) corresponde a una formación vegetal compuesta principalmente por chañares (*Geoffroea decorticans*) y sectores con totorales (*Typha angustifolia*) donde se evidencia presencia de agua en el pasado lo que sugiere índices de biodiversidad históricos mayores a los actuales. Fue posible corroborar con los lugareños la presencia pasada de agua y de especies asociadas (Anseriformes y Gruiformes). Este sitio registró el mayor nivel de Huella Humana entre todos los sitios evaluados, esto resulta comprensible ya que se encuentra ubicado dentro de un sector con poblados y tierras usadas para la agricultura. Es esperable que medidas de protección, como la fiscalización de la prohibición de caza o el establecimiento de algún tipo de área protegida oficial, en conjunto con la restauración de la vegetación acuática a través del reestablecimiento del cause del Río Copiapó en, al menos, el caudal ecológico mínimo, posibiliten una comunidad de fauna vertebrada estable y más diversa.

- El sitio Río Manflas (S7), si bien se encuentra en un sector con Presión Antrópica media, es el segundo sitio con mayor Valor Ambiental. Este sitio se encuentra cercano al Sitio Prioritario de Interés: Las juntas del Río Copiapó (Muñoz *et al.*, 1996), lo cual denota un reconocimiento previo de la importancia de los atributos de la biodiversidad allí presente. No obstante cabe resaltar que la condición de sitio prioritario sólo denota una proposición de intenciones y no corresponde a una medida de conservación efectiva. Otro aspecto destacable es que posee el 100% de los anfibios y más de la mitad de los mamíferos encontrados en la cuenca (ver Apéndice IV). Se recomienda la protección por medio del establecimiento de algún tipo de área protegida de carácter oficial.

Los sitios que no quedaron clasificados en Relevancia Ambiental alta poseen una menor prioridad para la toma de medidas de conservación respectivas, no obstante, considerando el aumento esperable del Índice de Influencia Humana, se recomienda reevaluar el nivel de Relevancia Ambiental de éstos. Además, es esperable que gran parte de las especies presentes en los sitios evaluados formen parte de dinámicas poblacionales dentro o fuera de la cuenca. En este sentido, los sitios clasificados con menor nivel de Relevancia Ambiental, según las consideraciones hechas por este estudio, junto con otros sitios no evaluados,

Folio015174

posiblemente también deban considerarse si se desea que las especies presentes en la cuenca perduren en el tiempo. Es por esto que se recomienda la inclusión de nuevos criterios en la valoración de sitios, como los lugares de reproducción de las especies, y, en la medida de lo posible, se deben incorporar otros criterios que consideren la naturaleza de las poblaciones de estos organismos vivos, como los propuestos por Pulliam (1988) y van Horne (1983), aumentando la precisión en la elección de sitios para la conservación.

Cuadro 6. Relevancia Ambiental de los sitios de estudio estimada con las tres ecuaciones de valoración ambiental propuestas, cuenca del Río Copiapó, Región de Atacama.

Nº ID Sitio	Sitio	Relevancia Ambiental		
		Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3
S1	Estuario	Alta	Alta	Alta
S2	Piedra Colgada 1	Alta	Media	Media
S3	Piedra Colgada 2	Media	Media	Media
S4	Serranía Poblete	Media	Media	Media
S5	Tranque Lautaro	Baja	Baja	Baja
S6	Unión ríos Manflas y Copiapó	Baja	Baja	Baja
S7	Río Manflas	Alta	Alta	Media
S8	Río Jorquera	Baja	Baja	Baja
S9	Río Montosa	Media	Media	Baja
S10	Río El Potro	Baja	Baja	Baja
S11	Río Pulido 1	Baja	Baja	Baja
S12	Río Pulido 2	Baja	Baja	Baja
S13	Río Ramadillas	Baja	Baja	Baja
S14	Río Pulido 3	Baja	Baja	Baja
S15	Río Pulido 4	Baja	Baja	Baja
S16	Río Pircas Coloradas 1	Baja	Baja	Baja
S17	Río Pircas Coloradas 2	Baja	Baja	Baja
S18	Vega en Río Pircas Coloradas	Baja	Baja	Baja
S19	Vega en Río Cachitos	Baja	Baja	Baja
S20	Unión ríos de la Gallina y Pircas Negras	Baja	Baja	Baja
S21	Río Turbio 1	Baja	Media	Baja
S22	Río Turbio 2	Baja	Baja	Baja
S23	Vega en Río Figueroa	Media	Media	Baja
S24	Caspiche	Baja	Baja	Baja
S25	Sector Mina Refugio	Baja	Media	Baja
S26	Quebrada las Guanacas	Baja	Media	Baja
S27	Sector Mina La Coipa	Media	Media	Media
S28	Quebrada San Andrés 1	Baja	Baja	Baja
S29	Quebrada San Andrés 2	Baja	Baja	Baja
S30	Sector La Pepa	Media	Media	Baja

* Para facilitar las comparaciones entre las tres ecuaciones de valoración ambiental propuestas se sombrearon con gris oscuro y gris claro las celdas que representan a los sitios de relevancia ambiental alta y media, respectivamente.

Folio015175

CONCLUSIONES

Los humedales estudiados en la cuenca del Río Copiapó poseen diferencias considerables en la fauna que albergan y en las características de ésta, lo cual permite realizar valoraciones comparativas. Las distintas agregaciones de los atributos comunitarios considerados resultan en ordenaciones jerárquicas similares entre los sitios, sin embargo, al establecer niveles cualitativos de Valor Ambiental se pueden generar diferencias sustanciales entre los distintos niveles de relevancia.

La disposición actual de capas de información, que representan de manera espacializada los usos humanos del territorio, permiten la incorporación de características cualitativas (visibles en terreno) como una medida cuantitativa de la influencia humana sobre los ecosistemas. De esta manera se abre una puerta ancha al factor humano que permite la inclusión de múltiples nuevos aspectos cuantificables de la presión que ejercemos sobre los ambientes naturales.

El Estuario del Río Copiapó posee el mayor valor de sitio indistintamente para todas las ecuaciones de valoración ocupadas. Este sitio ya ha sido considerado un lugar de importancia para la conservación de la naturaleza y forma parte de un área protegida oficial. A éste se agregan dos sitios más (Piedra Colgada 1 y Río Manflas) que son clasificados con Relevancia Ambiental alta. Piedra Colgada se encuentra ubicado en una zona de alta Presión Antrópica y en terreno fue posible evidenciar su deterioro, por lo cual se recomiendan medidas de restauración y protección. Por su parte el sector de Río Manflas presenta cualidades destacadas en la composición de la fauna que alberga y se encuentra próximo a un sitio declarado prioritario para la conservación por las autoridades, por lo que se recomienda la adopción de alguna forma de protección oficial.

Una debilidad notoria de los métodos de valoración de sitios a través de mediciones de fauna está dada por los sesgos y las dificultades en el levantamiento de información. Mediciones adecuadas requieren necesariamente de mayor resolución temporal, lo cual incrementaría sustancialmente los costos operacionales. Además, la imposibilidad práctica de homogenizar los esfuerzos de muestreo, constituyen una importante fuente de imprecisiones. Si bien es posible incluir sitios a partir de un levantamiento bibliográfico, esto aumenta las fuentes de error y dificulta aún más el análisis.

Los métodos de valoración de sitios basados en la presencia o ausencia, no consideran la dinámica poblacional y la calidad del hábitat para las especies presentes. Esto es una debilidad notoria, ya que las medidas de conservación basadas en estos métodos pueden omitir aspectos fundamentales para la supervivencia de las especies, como lo es la conservación de los sitios en donde se reproducen éstas.

Folio015176

Previo a la toma de decisiones que involucre medidas de conservación o intervención de los humedales de la cuenca del Río Copiapó, se recomienda considerar criterios de Relevancia Ambiental que, en la medida de lo posible, aumenten la resolución temporal e incluyan abundancia de las especies presentes y la calidad del hábitat para éstas. Dado el aumento de actividades humanas en la cuenca y, por consiguiente, el aumento de la Presión Antrópica, resulta esperable que estudios posteriores clasifiquen en Relevancia Ambiental alta a aquellos sitios que presentan Valor Ambiental alto y que en este estudio sólo quedaron clasificados en Relevancia Ambiental media, dado que la medición del Índice de Influencia Humana fue hecha hace aproximadamente una década cuando la Presión Antrópica era baja en estos sitios.

Al intentar dar Valor Ambiental a un sitio es necesario tener claridad sobre cuales son los aspectos que se están o se desean priorizar. Para esto resulta conveniente establecer objetivos de conservación tales como: superficies o porcentajes del ecosistema a conservar; sitios en los cuales exista una alta representación del ecosistema o de una zona geográfica, ya sea por la composición específica de especies, de alguna taxa en particular u otros; sitios con especies singulares; sitios que alberguen especies amenazadas; etc.

La valoración de sitios para la conservación por medio de los atributos comunitarios de la fauna vertebrada y de los usos humanos del territorio, permite una jerarquización que conceptualmente considera la importancia y la urgencia de su conservación. No obstante, los métodos de valoración están sujetos a supuestos y ocupan criterios que, aunque no siempre resultan evidentes, muchas veces se vislumbran al momento de operar. Resulta inevitable que el criterio esté dado por un observador y, probablemente, el nivel de exactitud dependerá del grado de experticia que se posee en relación a una visión más aceptada. Sin embargo, existiendo claridad sobre los principios y el comportamiento de los métodos utilizados, es posible obtener clasificaciones comparativas que cumplan con objetivos de conservación propuestos.

Folio015177

BIBLIOGRAFÍA

Araya, B. y G. Millie. 1988. Guía de campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 389 pp.

Arratia, G. 1981. Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Publicación Ocasional Nº 34, Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 108 p.

Benites, J., D. Saintraint y K. Morimoto. 1994. Degradación de tierras y producción agrícola en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile y Paraguay, p. 83-116 Erosión de suelos en América Latina. FAO, Santiago, Chile.

Blanco, D. 1999. Los Humedales como hábitat de aves acuáticas, pp. 215 – 224 *In*: Malvérez, A. Tópicos sobre Humedales Subtropicales y Templados de Sudamérica. UNESCO, Montevideo, Uruguay. 229 pp.

Bruner, A.G., R.E. Gullison, R.E. Rice and G.A.B. da Fonseca. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. Science, 291, 125–128.

Campos, H. 1986. Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile. 248 pp.

Campos, H, G. Dazarola, B. Dyer, L. Fuentes, J. Gavilan, L. Huaquin, G. Martinez, R. Melendez, G. Pequeño, F. Ponce, V. Ruiz, W. Sielfeld, D. Soto, R. Vega & I. Vila. 1998. Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 101-122.

Cei, J.M. 1962. Batracios de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 128 pp.

CONAMA. 2003. Estrategia Nacional de Biodiversidad. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 21 pp.

CBD. 2004. 2010 biodiversity target. Convention on Biological Diversity. Disponible en: http://www.biodiv.org/doc/decisions/COP-07-dec-en.pdf . Leído el 20 de agosto del 2009.

DGA. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Copiapó. Dirección General de Aguas, Gobierno de Chile. Realizado por Cade-Idepe Consultores en Ingeniería. 122 pp.

Díaz, N. 1984. Sapos y ranas, las 35 especies chilenas. Naturaleza, Chile. 3:8-13.

Folio015178

Díaz-Páez, H. y J.C. Ortiz. 2003. Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 509-525.

Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder y G. Ledec. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. World Bank, Washington, D.C.

DMC. s/a. Climas de Chile, Región de Atacama. Dirección Meteorológica de Chile. Disponible en: http://www.meteochile.cl/climas/climas_tercera_region.html . Leído el 02 de diciembre del 2008

Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Santiago. 458 pp.

Donoso-Barros, R. 1970. Catálogo Herpetológico Chileno. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 31: 49-124.

Dugan, P. (Ed). 1992. Conservación de Humedales. Un análisis de temas de actualidad y 7 acciones necesarias. UICN, Suiza. 100 pp.

Egli, G. 2006. Voces de Aves Chilenas (grabación). Segunda edición, Unión de Ornitólogos de Chile, Santiago. 1 CD (68 min.), estéreo + guía de identificación.

Environmental & Science Ltda. 2008. Explotación Minera Proyecto Purén. Programa de seguimiento ambiental para flora y fauna. Disponible en: http://seia.sea.gob.cl/externos/fiscalizacion/archivos/digital__idExp6305_idFis12080.pdf Leído el 26 de enero del 2010.

Gaymer, C., U. Rojas, F. Squeo, G. Luna-Jorquera, A. Cortés, G. Arancio, C. Dumont, M. Cortéz, D. Hiriart y D. López. 2008. AMCP-MU Isla Grande de Atacama: Flora y Fauna Marina y Terrestre, 12: 223 – 249, *In*: Squeo F., G. Arancio y J. Gutiérrez (Eds), Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 456 pp.

Gobierno de Chile. 2005a. Declara Área Marina y Costera Protegida "Punta Morro-desembocadura Río Copiapó" un sector de la III Región de Atacama entre Punta Morro y la desembocadura del Río Copiapó y terrenos de playa fiscales de la Isla Chata Chica e Isla Grande. Ministerio de Defensa Nacional y Subsecretaría de Marina. Diario Oficial de la Republica de Chile, Santiago, 12 de Septiembre de 2005. 5 pp.

Gobierno de Chile. 2005b. Reglamento para la clasificación de las especies silvestres. Diario Oficial de la Republica de Chile, Santiago, 11 de Mayo de 2005.7 pp.

Folio015179

Gobierno de Chile. 2011. Proyecto de ley: Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Silvestres Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas. Diario Oficial de la Republica de Chile, Santiago, 26 de Enero de 2011. 63 pp.

Habit, E., B. Dyer & I. Vila. 2006. Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Gayana 70(1): 100-113.

Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions. Barcelona, España, 420 pp.

IUCN. 1993. Parks for life: report of the IV world congress on national parks and protected areas. IUCN The World Conservation Union in collaboration with WWF World Wide Fund for Nature. Gland, Switzerland. 252 pp.

Jaramillo, A., D. Burke y D. Beadle. 2005. Aves de Chile. Lynx Edicions. Barcelona, España, 240 pp.

Johnson, A.W. 1965,1967. The Birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Vol. 1 y 2. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires. 447 pp.

Johnson, A.W. 1972. Supplement to the Birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires. 116 pp.

WCS y CIESIN. 2005. Last of the Wild. Wildlife Conservation and Center for International Earth Science Information Network. Disponible en: http://sedac.ciesin.columbia.edu/wildareas/downloads.jsp . Leído el 26 de julio del 2011.

Lobos, G., P.E. Cattan y M. Lopez. 1999. Antecedentes de la ecología trófica del sapo africano *Xenopus laevis* en la zona central de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 48: 7-18.

Luebert, F. y P. Pliscoff. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile, Editorial Universitaria, Santiago, 316 pp.

Malvárez, A. (Ed). 1999. Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. UNESCO, Montevideo, Uruguay. 229 pp.

Mann, G. 1978. Los pequeños Mamíferos de Chile. Gayana, Zoología. 40: 1-342.

Margules, C.R. and R.L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. Nature, 405: 243–253.

Martínez, D. y G. González. 2004. Las Aves de Chile. La Nueva Guía de Campo. Ediciones del Naturalista, 620 pp.

Folio015180

Miller, S.D. y J. Rottmann. 1976. Guía para el reconocimiento de Mamíferos Chilenos. Editorial Gabriela Mistral, Santiago.

Ministerio de Medio Ambiente. 2011. Inventario de especies silvestres. Disponible en: http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx. Gobierno de Chile. Leído el 7 de abril de 2011.

Mitsch, W.J. and J.G. Gosselink. 1986. Wetlands. Van Nostrand Reinhold, New York. 539 pp.

Möller, P. y A. Muñoz. 1998. Humedales y educación ambiental. Guía practica para padres profesores y monitores. CEA Ediciones, Valdivia, Chile. 99 pp.

Muñoz, M., H. Nuñez y J. Yañez (Eds). 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad Biológica en Chile. Ministerio de Agricultura, Santiago. 203 pp.

Muñoz, A. y J. Yañez (Eds). 2000. Mamíferos de Chile. Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA), Valdivia, Chile. viii + 464 pp.

Nuñez, H. y F. Jaksic. 1992. Lista comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 43: 63-91.

Olson, D.M., E. Dinerstein, E.D. Wikramanayake, N.D. Burgess, G.V.N. Powell, E.C. Underwood, J.A. D'Amico, I. Itoua, H.E. Strand, J.C. Morrison, C.J. Loucks, T.F. Allnutt, T.H. Ricketts, Y. Kura, J.F. Lamoreux, W.W. Wettengel, P. Hedao, and K.R. Kassem. 2004. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. BioScience 51:933-938.

Philippi, R.A. 1964. Catálogo de las Aves Chilenas con su distribución geográfica. Investigaciones zoológicas Chilenas. 11: 1-79.

Pulliam, H. R. 1988. Sources, Sinks and Population Regulation. The American Naturalist. 132(5): 652-661.

Ramírez de Arellano, P., M. Tognelli, C. Garin y P. Marquet. 2008. Vacíos de Conservación y Sitios Prioritarios para la Conservación de los Vertebrados Nativos de la Región de Atacama. 13: 251 – 266, *In*: Squeo F., G. Arancio y J. Gutiérrez (Eds), Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama, ediciones Universidad de La Serena, Chile. 456 pp.

Rottmann, J. 1995. Guía de identificación de Aves de ambientes acuáticos. UNORCH, Chile. 80 pp.

Folio015181

Ruiz, V. y M. Marchant. 2004. Ictiofauna de aguas continentales chilenas. Universidad de Concepción. Chile. 356 pp.

SAG. 2003. Cartilla de Caza. Servicio Agrícola y Ganadero, Departamento de los Recursos Naturales Renovables. 56 pp.

Sánchez-Azofeifa, G.A., G.C. Daily, A.S.P. Pfaff and C. Busch. 2003. Integrity and isolation of Costa Rica's national parks and biological reserves: examining the dynamics of land-cover change. Biological Conservation. 109: 123–135.

Sanderson, E.W., M. Jaiteh, M.A. Levy, K.N. Redford, A.V. Wannebo and G. Woolmer. 2002. The human footprint and the last of the wild. Bioscience. 52: 891-904.

SEA. s/a. Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Servicio de Evaluación Ambiental. Disponible en: http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyecto.php . Leído el 10 de enero del 2009.

Secretaría de la Convención de RAMSAR. 2006. Manual de la Convención de RAMSAR: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

SGA consultores. 2008. Estudio de Vertebrados Terrestres Proyecto Ampliación Caspiche Central Región de Atacama. Disponible en: http://seia.sea.gob.cl/archivos/Anexo_4__GLV_fauna_caspiche_2_20080712.pdf . Leído el 10 de enero del 2010.

Squeo, F., L. Letelier, R. Estévez, L. Caviares, D. Mico y G. Arancio. 2008. Definición de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Flora Nativa de la Región de Atacama. 8: 137 – 163, *In*: Squeo F. G. Arancio y J. Gutiérrez (Eds), Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 456 pp.

Tognelli, M., P. Ramirez de Arellano and P. Marquet. 2008. How well do the existing and proposed reserve networks represent vertebrate species in Chile?. Diversity and Distributions. 14: 148-158.

Urbina-Cardona, J. y V. Reynoso. 2005. Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en la Reserva de Los Tuxtlas, Veracruz, México 191-207. *In*: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (Eds.) Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. Editorial Monografías Tercer Milenio, Zaragoza, España. 242 pp.

van Horne, B. 1983. Density as a Misleading Indicator of Habitat Quality. The journal of Wildlife Management. 47 (4): 893-901.

Folio015182

Veloso, A. y J. Navarro. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino. 6: 481-539.

Vidal M. y A. Labra (Eds). 2008. Herpetología de Chile. GraficAndes, Santiago. 593 pp.

Vila I., L. Fuentes y M. Contreras. 1999. Peces límnicos de Chile. Boletín del Museo de Historia Natural, Chile, 48: 61- 75.

Folio015183

APÉNDICES

Apéndice I. Sitios de muestreo

Cuadro. Sitios de muestreo de vertebrados en la cuenca del Río Copiapó.

Nº ID Sitio	Sitio	Coordenadas (UTM 19S, WGS 84)			Área Estimada (ha) **
		Oeste	Norte	Altitud	
S1*	Estuario	310001	6976604	9	209,7
S2	Piedra Colgada 1	353894	6979282	265	10,3
S3	Piedra Colgada 2	352786	6978514	253	19,8
S4	Serranía Poblete	349104	6975677	233	9,5
S5	Tranque Lautaro	402709	6904097	748	183,7
S6	Unión ríos Manflas y Copiapó	403946	6901921	1161	39,1
S7*	Río Manflas	405083	6868962	2890	S/I
S8	Río Jorquera	409933	6901230	1325	11,5
S9*	Río Montosa	427305	6868848	2800	S/I
S10	Río El Potro	424384	6879332	2014	19,8
S11	Río Pulido 1	420438	6882338	2013	12,7
S12	Río Pulido 2	426249	6889941	2095	14,2
S13	Río Ramadillas	426618	6890214	2092	9,2
S14	Río Pulido 3	428157	6895891	2353	17,9
S15	Río Pulido 4	434487	6903023	2778	6,7
S16	Río Pircas Coloradas 1	440111	6901588	2999	4,1
S17	Río Pircas Coloradas 2	442304	6899444	2971	4,1
S18	Vega en Río Pircas Coloradas	445457	6899132	3700	6,8
S19	Vega en Río Cachitos	451259	6908684	3278	17,0
S20	Unión ríos de la Gallina y Pircas Negras	465366	6909647	3289	54,5
S21	Río Turbio 1	460512	6913042	3159	2,2
S22	Río Turbio 2	449300	6930640	2814	1,8
S23	Vega en Río Figueroa	451928	6947724	2904	6,8
S24*	Caspiche	471030	6937429	4300	18,4
S25*	Sector Mina Refugio	469050	6955485	3900	25,8
S26	Quebrada las Guanacas	465004	6945674	3586	3,5
S27*	Sector Mina La Coipa	475585	7037305	4180	S/I
S28	Quebrada San Andrés 1	438469	7013830	2398	38,0
S29	Quebrada San Andrés 2	447357	7022428	2668	9,1
S30	Sector La Pepa	470496	7007483	3327	29,2

* Sitios obtenidos a partir de la revisión bibliográfica.
** El área fue estimada por medio del software Google Earth Pro.
*** S/I: sitios sin información de área.

Folio015184

Apéndice II. Listado de especies

Cuadro. Especies encontradas en los distintos sitios de estudio de la cuenca del Río Copiapó.

ORDEN	FAMILIA	Nombre común	Nombre científico
MAMÍFEROS			
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Llaca o Marmosa	*Thylamys elegans*
CARNIVORA	Felidae	Puma	*Puma concolor*
CARNIVORA	Canidae	Zorro rojo o Culpeo	*Pseudalopex culpaeus*
CARNIVORA	Canidae	Zorro chilla o gris	*Pseudalopex griseus*
ARTIODACTYLA	Camelidae	Guanaco	*Lama guanicoe*
RODENTIA	Ctenomidae	Tuco-tuco de Atacama	*Ctenomys fulvus*
RODENTIA	Chinchillidae	Vizcacha	*Lagidium viscacia*
RODENTIA	Abrocomidae	Ratón chinchilla común	*Abrocoma bennetti*
RODENTIA	Cricetidae	Ratoncito andino	*Abrothrix andinus*
RODENTIA	Cricetidae	Ratón oliváceo	*Abrothrix olivaceus*
RODENTIA	Cricetidae	Ratón orejudo de Darwin	*Phyllotis darwini*
RODENTIA	Cricetidae	Ratón orejudo amarillo	*Phyllotis xanthopygus*
RODENTIA	Cricetidae	Ratón de cola larga	*Oligoryzomys longicaudatus*
AVES			
PELECANIFORMES	Phalacrocoracidae	Yeco	*Phalacrocorax brasilianus*
CICONIFORMES	Ardeidae	Garza grande	*Ardea alba*
CICONIFORMES	Ardeidae	Garza chica	*Egretta thula*
CICONIFORMES	Ardeidae	Huairavo	*Nycticorax nycticorax*
CICONIFORMES	Threskiornithidae	Bandurria	*Theristicus melanopis*
CICONIFORMES	Cathartidae	Cóndor	*Vultur gryphus*
CICONIFORMES	Cathartidae	Jote de cabeza negra	*Coragyps atratus*
CICONIFORMES	Cathartidae	Jote de cabeza colorada	*Cathartes aura*
ANSERIFORMES	Anatidae	Piuquén	*Chloephaga melanoptera*
ANSERIFORMES	Anatidae	Pato gargantillo	*Anas bahamensis*
ANSERIFORMES	Anatidae	Pato jergón chico	*Anas flavirostris*
ANSERIFORMES	Anatidae	Pato jergón grande	*Anas georgica*
ANSERIFORMES	Anatidae	Pato colorado	*Anas cyanoptera*
ANSERIFORMES	Anatidae	Pato real	*Anas sibilatrix*
ANSERIFORMES	Anatidae	Pato juarjual	*Lophonetta specularioides*
ANSERIFORMES	Anatidae	Pato cortacorrientes	*Merganetta armata*
FALCONIFORMES	Accipitridae	Vari	*Circus cinereus*
FALCONIFORMES	Accipitridae	Aguila	*Geranoaetus melanoleucus*
FALCONIFORMES	Accipitridae	Aguilucho	*Buteo polyosoma*
FALCONIFORMES	Accipitridae	Peuco	*Parabuteo unicinctus*
FALCONIFORMES	Falconidae	Carancho cordillerano	*Phalcoboenus megalopterus*
FALCONIFORMES	Falconidae	Traro	*Polyborus plancus*
FALCONIFORMES	Falconidae	Tiuque	*Milvago chimango*
FALCONIFORMES	Falconidae	Cernícalo	*Falco sparverius*

(continúa)

Cuadro (continuación).

ORDEN	FAMILIA	Nombre común	Nombre científico
AVES			
FALCONIFORMES	Falconidae	Halcón perdiguero	*Falco femoralis*
GRUIFORMES	Rallidae	Pidén	*Pardirallus sanguinolentus*
GRUIFORMES	Rallidae	Tagüita del norte	*Gallinula chloropus*
GRUIFORMES	Rallidae	Tagua	*Fulica armillata*
GRUIFORMES	Rallidae	Tagua de frente roja	*Fulica rufifrons*
GRUIFORMES	Rallidae	Tagua chica	*Fulica leucoptera*
CHARADRIIFORMES	Charadridae	Queltehue	*Vanellus chilensis*
CHARADRIIFORMES	Charadridae	Chorlo nevado	*Charadrius alexandrinus*
CHARADRIIFORMES	Charadridae	Chorlo de campo	*Oreopholus ruficollis*
CHARADRIIFORMES	Haematopodidae	Pilpilén	*Haematopus palliatus*
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Pitotoy grande	*Tringa melanoleuca*
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Pitotoy chico	*Tringa flavipes*
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Zarapito	*Numenius phaeopus*
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Playero blanco	*Calidris alba*
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Playero de Baird	*Calidris bairdii*
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Becacina	*Gallinago paraguaiae*
CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Becacina de la puna	*Gallinago andina*
CHARADRIIFORMES	Thinocoridae	Perdicita cordillerana	*Attagis gayi*
CHARADRIIFORMES	Thinocoridae	Perdicita cojón	*Thinocorus orbignyianus*
CHARADRIIFORMES	Thinocoridae	Perdicita	*Thinocorus rumicivorus*
CHARADRIIFORMES	Laridae	Gaviota garuma	*Larus modestus*
CHARADRIIFORMES	Laridae	Gaviota dominicana	*Larus dominicanus*
CHARADRIIFORMES	Laridae	Gaviota andina	*Larus serranus*
CHARADRIIFORMES	Laridae	Gaviota de Franklin	*Larus pipixcan*
CHARADRIIFORMES	Laridae	Rayador	*Rynchops niger*
COLUMBIFORMES	Columbidae	Tortolita quiguagua	*Columbina cruziana*
COLUMBIFORMES	Columbidae	Tortolita cuyana	*Columbina picui*
COLUMBIFORMES	Columbidae	Tortolita de la puna	*Metriopelia aymara*
COLUMBIFORMES	Columbidae	Tórtola cordillerana	*Metropelia melanoptera*
COLUMBIFORMES	Columbidae	Tórtola	*Zenaida auriculata*
COLUMBIFORMES	Columbidae	Paloma de alas blancas	*Zenaida meloda*
STRIGIFORMES	Tytonidae	Lechuza	*Tyto alba*
STRIGIFORMES	Strigidae	Tucúquere	*Bubo virginianus*
STRIGIFORMES	Strigidae	Chuncho	*Glaucidium nanum*
STRIGIFORMES	Strigidae	Pequén	*Athene cunicularia*
STRIGIFORMES	Strigidae	Nuco	*Asio flammeus*
CAPRIMULGIFORMES	Caprimulgidae	Gallina ciega	*Caprimulgus longirostris*
APODIFORMES	Trochilidae	Picaflor cordillerano	*Oreotrochilus leucopleurus*
APODIFORMES	Trochilidae	Picaflor gigante	*Patagona gigas*
APODIFORMES	Trochilidae	Picaflor del norte	*Rhodopis vesper*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Minero de la puna	*Geositta punensis*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Minero cordillerano	*Geositta rufipennis*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Bandurrilla de pico recto	*Upucerthia ruficauda*

(continúa)

Folio015186

Cuadro (continuación).

ORDEN	FAMILIA	Nombre común	Nombre científico
AVES			
PASSERIFORMES	Furnariidae	Bandurrilla	*Upucerthia dumetaria*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Churrete acanelado	*Cinclodes fuscus*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Churrete chico	*Cinclodes oustaleti*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Churrete costero	*Cinclodes nigrofumosus*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Churrete de alas blancas	*Cinclodes atacamensis*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Colilarga	*Sylviorthorhynchus desmursii*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Tijeral	*Leptasthenura aegithaloides*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Canastero chico	*Asthenes modesta*
PASSERIFORMES	Furnariidae	Trabajador	*Phleocryptes melanops*
PASSERIFORMES	Rhinocryptidae	Turca	*Pteroptochos megapodius*
PASSERIFORMES	Rhinocryptidae	Tapaculo	*Scelorchilus albicollis*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Mero gaucho	*Agriornis montana*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Dormilona de nuca rojiza	*Muscisaxicola rufivertex*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Dormilona fraile	*Muscisaxicola flavinucha*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Dormilona de frente negra	*Muscisaxicola frontalis*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Dormilona cenicienta	*Muscisaxicola alpina*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Dormilona tontita	*Muscisaxicola macloviana*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Colegial	*Lessonia rufa*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Colegial del norte	*Lessonia oreas*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Fío-fío	*Elaenia albiceps*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Siete-colores	*Tachuris rubrigastra*
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Cachudito	*Anairetes palurus*
PASSERIFORMES	Phyotomidae	Rara	*Phytotoma rara*
PASSERIFORMES	Hirundinidae	Golondrina chilena	*Tachycineta meyeni*
PASSERIFORMES	Hirundinidae	Golondrina de dorso negro	*Pygochelidon cyanoleuca*
PASSERIFORMES	Hirundinidae	Golondrina bermeja	*Hirundo rustica*
PASSERIFORMES	Troglodytidae	Chercán	*Troglodytes aedon*
PASSERIFORMES	Troglodytidae	Chercán de las vegas	*Cistothorus platensis*
PASSERIFORMES	Muscicapidae	Zorzal	*Turdus flacklandii*
PASSERIFORMES	Mimidae	Tenca	*Mimus thenca*
PASSERIFORMES	Motacillidae	Bailarín chico	*Anthus correndera*
PASSERIFORMES	Emberizidae	Chirihue dorado	*Sicalis auriventris*
PASSERIFORMES	Emberizidae	Chirihue verdoso	*Sicalis olivascens*
PASSERIFORMES	Emberizidae	Chirihue	*Sicalis luteola*
PASSERIFORMES	Emberizidae	Chincol	*Zonotrichia capensis*
PASSERIFORMES	Icteridae	Trile	*Agelaius thilius*
PASSERIFORMES	Icteridae	Loica	*Sturnella loyca*
PASSERIFORMES	Fringillidae	Cometocino de Gay	*Phrygilus gayi*
PASSERIFORMES	Fringillidae	Cometocino del norte	*Phrygilus atriceps*
PASSERIFORMES	Fringillidae	Pájaro plomo	*Phrygilus unicolor*
PASSERIFORMES	Fringillidae	Yal	*Phrygilus fruticeti*
PASSERIFORMES	Fringillidae	Platero	*Phrygilus alaudinus*
PASSERIFORMES	Fringillidae	Diuca	*Diuca diuca*

(continúa)

Folio015187

Cuadro (continuación)

ORDEN	FAMILIA	Nombre común	Nombre científico
AVES			
PASSERIFORMES	Fringillidae	Jilguero negro	*Carduelis atratus*
PASSERIFORMES	Fringillidae	Jilguero cordillerano	*Carduelis uropygialis*
REPTILES			
SQUAMATA	Colubridae	Culebra de cola larga	*Philodryas chamissonis*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagartija de Atacama	*Liolaemus atacamensis*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagartija de dos manchas	*Liolaemus bisignatus*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagartija de Isabel	*Lioaleamus isabelae*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagartija de Ortiz	*Liolaemus juanortizi*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagarto de Müller	*Liolaemus lorenzmulleri*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagarto nítido	*Liolaemus nitidus*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagartija de Plate	*Liolaemus platei*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagartija de Rosenmann	*Liolaemus rosenmanni*
SQUAMATA	Tropiduridae	Lagartija	*Liolaemus vallecurensis*
SQUAMATA	Tropiduridae	Corredor de Atacama	*Microlophus atacamensis*
SQUAMATA	Teiidae	Iguana	*Callopistes maculatus*
ANFIBIOS			
ANURA	Bufonidae	Sapo de Atacama	*Rhinella atacamensis*
ANURA	Bufonidae	Sapo espinoso	*Rhinella spinulosus*
ANURA	Leptodactylidae	Sapito de cuatro ojos	*Pleurodema thaul*
PECES			
MUGILIFORMES	Mugilidae	Lisa	*Mugil cephalus*

* Las especies listadas corresponden a las encontradas en los sitios de muestreo y en los sitios revisados bibliográficamente.

Cuadro. Especies exóticas presentes en la cuenca del Río Copiapó.

Nombre Común	Nombre científico
Laucha	*Mus musculus*
Rata	*Rattus rattus*
Liebre	*Lepus europaeus*
Conejo	*Oryctolagus cuniculus*
Cabra	*capra hircus*
Oveja	*Ovis sp.*
Burro	*Equus asinus*
Caballo	*Equus caballus*
Garza boyera	*Bubulcus ibis*
Mirlo	*Molothrus bonariensis*
Trucha	*Salmo trutta*

Folio015188

Apéndice III. Estados de conservación

Cuadro. Estado de conservación de las especies listadas.

Nombre común	Nombre científico	Estado de Conservación[1]
MAMÍFEROS		
Tuco-tuco de Atacama	*Ctenomys fulvus*	Vulnerable
Yaca	*Thylamys elegans*	Rara
Vizcacha	*Lagidium viscacia*	En Peligro
Zorro Chilla	*Pseudalopex griseus*	Insuficientemente Conocida
Zorro Culpeo	*Pseudalopex culpaeus*	Insuficientemente Conocida
Puma	*Puma concolor*	Insuficientemente Conocida
Guanaco	*Lama guanicoe*	En Peligro
AVES		
Bandurria	*Theristicus melanopis*	En Peligro
Piuquén	*Chloephaga melanoptera*	Vulnerable
Pato gargantillo	*Anas bahamensis*	Rara
Halcón perdiguero	*Falco femoralis*	Insuficientemente Conocida
Gaviota garuma	*Larus modestus*	Vulnerable
Gaviota andina	*Larus serranus*	Vulnerable
Nuco	*Asio flammeus*	Insuficientemente Conocida
Perdicita cordillerana	*Attagis gayi*	Rara
Pato cortacorriente	*Merganetta armata*	Insuficientemente Conocida
REPTILES		
Lagartija de Ortiz	*Liolaemus juanortizi*	En Peligro
Lagartija de Isabel	*Liolaemus isabelae*	Rara
Lagartija de Rosenmann	*Liolaemus rosenmanni*	Rara
Lagartija de Plate	*Liolaemus platei*	Rara
Lagartija de Atacama	*Liolaemus atacamensis*	Rara
Culebra de cola larga	*Philodryas chamissonis*	Rara
Iguana	*Callopistes maculatus*	Vulnerable
Lagartija	*Liolaemus vallecurensis*	Rara
Lagarto de Müller	*Liolaemus lorenzmuelleri*	Vulnerable
Corredor de Atacama	*Microlophus atacamensis*	Vulnerable
Lagartija de dos manchas	*Liolaemus bisignatus*	Rara
Lagarto nítido	*Liolaemus nitidus*	Vulnerable
ANFIBIOS		
Sapo de Atacama	*Rhinella atacamensis*	En Peligro
Sapo espinoso	*Rhinella spinulosa*	Vulnerable
Sapo de cuatro ojos	*Pleurodema thaul*	En Peligro
PECES		
Lisa	*Mugil cephalus*	Fuera de Peligro

[1] Los estados de conservación corresponden a lo publicado en el sitio oficial del Ministerio del Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente, 2011).

Folio015189

Apéndice IV. Composición específica por sitio

Cuadro. Composición específica de vertebrados nativos de los sitios de estudio en la cuenca del Río Copiapó.

Nº ID Sitio	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces
S1	5	60	4	0	1
S2	1	22	4	0	0
S3	0	8	4	0	0
S4	0	15	4	0	0
S5	0	13	3	0	0
S6	0	10	0	2	0
S7	7	47	4	3	0
S8	0	5	2	0	0
S9	7	46	3	1	0
S10	0	11	1	1	0
S11	1	10	1	1	0
S12	0	5	1	0	0
S13	0	3	1	0	0
S14	0	4	1	0	0
S15	0	7	2	0	0
S16	0	5	1	0	0
S17	1	5	1	0	0
S18	3	5	1	0	0
S19	4	20	1	0	0
S20	0	7	1	0	0
S21	4	5	1	0	0
S22	2	4	1	0	0
S23	6	21	1	1	0
S24	5	15	1	0	0
S25	2	24	2	0	0
S26	2	16	1	0	0
S27	4	7	1	0	0
S28	3	6	2	0	0
S29	0	0	2	0	0
S30	2	7	1	0	0
Total Cuenca	**13**	**112**	**12**	**3**	**1**

* Nº ID Sitio: S1 Estuario, S2 Piedra Colgada 1, S3 Piedra Colgada 2, S4 Serranía Poblete, S5 Tranque Lautaro, S6 Unión ríos Manflas y Copiapó, S7 Río Manflas, S8 Río Jorquera, S9 Río Montosa, S10 Río El Potro, S11 Río Pulido 1, S12 Río Pulido 2, S13 Río Ramadillas, S14 Río Pulido 3, S15 Río Pulido 4, S16 Río Pircas Coloradas 1, S17 Río Pircas Coloradas 2, S18 Vega en Río Pircas Coloradas, S19 Vega en Río Cachitos, S20 Unión ríos de la Gallina y Pircas Negras, S21 Río Turbio 1, S22 Río Turbio 2, S23 Vega en Río Figueroa, S24 Caspiche, S25 Sector Mina Refugio, S26 Quebrada las Guanacas, S27 Sector Mina La Coipa, S28 Quebrada San Andrés 1, S29 Quebrada San Andrés 2, S30 Sector La Pepa.

Folio015190

ANEXOS

Anexo I. Criterios de clasificación de especies

Los estados de conservación de las especies de la fauna vertebrada chilena fueron descritos según el Reglamento para la clasificación de especies (Gobierno de Chile, 2005b). A continuación se presentan en orden descendente de riesgo.

- Una especie se considerará "En Peligro de Extinción" cuando enfrente un riesgo muy alto de extinción.

- Una especie se considerará "Vulnerable" cuando, no pudiendo ser clasificada en la categoría denominada "En Peligro de Extinción", enfrente un riesgo alto de extinción.

- Una especie se considerará "Insuficientemente Conocida" cuando existiendo presunciones fundadas de riesgo, no haya información suficiente para asignarla a una de las categorías de conservación a que se refieren los artículos anteriores.

- Una especie se considerará "Rara" cuando sus poblaciones ocupen un área geográfica pequeña, o estén restringidas a un hábitat muy específico que, en sí, sea escaso en la naturaleza. También se considerará "Rara" aquella especie que en forma natural presente muy bajas densidades poblacionales, aunque ocupe un área geográfica mayor. Para los propósitos del presente reglamento, las especies clasificadas como "Raras" podrán también ser clasificadas en alguna de las categorías mencionadas anteriormente, de acuerdo a la información disponible.

- Una especie se considerará "Fuera de Peligro" cuando haya estado incluida en alguna de las categorías señaladas en los artículos anteriores y en la actualidad se la considere relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que la amenaza que existía ha cesado.

Cabe destacar que para esta clasificación, de manera implícita, se asume que cualquier especie que no cumpla con los criterios antes señalados no quedará clasificada, situación que podría causar confusión, ya que estas especies puede que se encuentren sin riesgos de conservación o que simplemente no hayan sido evaluadas.

Folio015191

Anexo II. Cálculo del Índice de Influencia Humana y de la Huella Humana

Para el cálculo del Índice de Influencia Humana se utilizan los procedimientos desarrollados por Sanderson *et al.* (2002) en donde se establecen categorías y puntuaciones para cada una de los ocho tipos de influencia consideradas.

Cuadro. Categorías y puntuaciones consideraras en el Índice de Influencia Humana.

Variable category	Influence Score
Influence of Population Density/sq. km	
0 – 0.5	0
0.6 – 1.5	1
1.6 – 2.5	2
2.6 – 3.5	3
3.6 – 4.5	4
4.6 – 5.5	5
5.6 - 6.5	6
6.6 – 7.5	7
7.6 – 8.5	8
8.6 – 9.5	9
> 9.5	10
Influence Score of Railroads	
Within 2 km of railroads	8
Beyond 2 km of railroads	0
Influence Score of Major Roads	
Within 2 km of roads	8
Within 2 to 15 km of major roads	4
Beyond 15 km of major roads	0
Influence Score of Navigable Rivers	
Within 15 km of navigable rivers	4
Beyond 15 km of navigable rivers	0
Influence Score of Coastlines	
Within 15 km of coastlines	4
Beyond 15 km of coastlines	0

(continúa)

Cuadro (continuación).

Variable category	Influence Score
Influence Score of Nighttime Stable Lights Values	
0	0
1-38	3
39 - 88	6

Folio015192

>=89	10
Urban Polygons	
Inside urban polygons	10
Outside urban polygons	0
Land Cover Categories	
Urban areas	10
Irrigated agriculture	8
Rain-fed agriculture	3
Other cover types including forests, tundra, and deserts	0

Fuente: WCS y CIESIN, 2005.

El Índice de Influencia Humana se calcula sumando las puntuaciones por influencia de las ocho variables de entada. El rango final puede ir de 0 (sin influencia humana) a 64 (máximo grado de influencia humana).

Para el cálculo de la Huella Humana se normaliza el Índice de Influencia Humana por cada bioma terrestre mediante la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{(X - X\min) * (X\max - X\min)}{(Y\max - Y\min)} + X\min \qquad \text{(Ecuación)}$$

Z = Valor de Huella Humana
X = Valor de entrada del Índice de Influencia Humana
Xmin = Índice de Influencia Humana mínimo en el bioma
Xmax = Índice de Influencia Humana máximo en el bioma
Ymin = Índice de Influencia Humana máximo en la Tierra (0)
Ymax = Índice de Influencia Humana máximo en la Tierra (64) (WCS y CIESIN, 2005)

La normalización asigna 0 a los valores mínimos del Índice de Influencia Humana y 100 a los valores máximos dentro de cada bioma.

Folio015193

Revista Geográfica de Chile Terra Australis, Vol.58 (2022) 150-161 ISSN 0719-9562

https://doi.org/10.23854/07199562.2022581.Ramirez150

FLORA Y VEGETACIÓN DE HUMEDALES COSTEROS EN EL RÍO COPIAPÓ, ATACAMA, CHILE Y EL IMPACTO DEL ALUVIÓN DE 2015.

FLORA AND VEGETATION OF COASTAL WETLANDS OF THE COPIAPÓ RIVER, ATACAMA, CHILE AND THE IMPACT OF THE 2015 FLOOD.

Carlos Ramírez[1], Renato Westermeier[2], José Miguel Fariña[1], Cristina San Martín[3], Juan Carlos Ramírez[4], Osvaldo Vidal[5], Nelson Ojeda[4], Yéssica Pérez[6], Manuel Morales[7]

RESUMEN

Se estudiaron la flora, la vegetación y el efecto sobre la primera del aluvión de marzo de 2015 en dos humedales costeros (Las Salina y Desembocadura del río Copiapó) ubicados en la región de Atacama, Chile. La flora estuvo compuesta de 21 especies de una tabla fitosociológica de 88 censos, de 11 especies recolectadas fuera de los censos y de 12 que aparecieron después del aluvión de 2015, totalizando 44 especies. En el espectro biológico dominaron fanerófitos, caméfitos y hemicriptófitos. Se distinguieron 4 formaciones vegetales: acuática sumergida, pantanos de grandes helófitos, marismas y bosques. Se determinaron 10 asociaciones vegetales: 2 sumergidas Ruppietum maritimae y Charetum- asoc. nova prov., 3 pantanosas de grandes helófitos Typhaetum angustifoliae, Phragmitetum australis, Schoenoplectetum californiae, 5 de marismas Schoenoplectetum americanae, Chorizantho-Sarcocornietum neeii asoc. nova, Tessario-Distichletum spicatae asoc. nova, Tessario-Juncetum acutae asoc. nova y una boscosa Geoffreetum decorticans asoc. nova. Se describen las asociaciones nuevas, se añaden tablas fitosociológicas y se designa un censo tipo para cada una. Se discuten estos resultados y la flora se compara con la de otros 5 humedales costeros del Norte Grande de Chile, demostrando la falta de estudios básicos de flora y vegetación en ellos.

Palabras Clave: Humedales costeros, Vegetación, Aluvión, Desierto, Norte Grande, Chile

ABSTRACT

The flora, vegetation and the effect on the first from the March 2015 flood on two coastal wetlands (Las Salinas and Copiapó river mouth) located in the Atacama Region of Chile. The flora consisted of 21 species from a phytosociological table of 88 vegetation samples, 11 species collected outside the samples and 11 that appeared after the 2015 flood, giving in total 44 species. In the biological spectrum, phanerophytes, camephytes and hemicryptophytes dominated. Four plant formations were distinguished: submerged acuatic plants, swamp with large helophytes, marshes and forests. Ten plant associations were determined: 2 submerged Ruppietum maritimae and Charetum- asoc. nova prov., 3 swamps with large helophytes Typhaetum angustifoliae, Phragmitetum australis, Schoenoplectetum californiae, 5 from marshes Schoenoplectetum americanae, Chorizantho-Sarcocornietum neeii asoc. nova, Tessario-Distichletum spicatae asoc. nova, Tessario-Juncetum acutae asoc. nova and 1 forest Geoffreetum decorticans asoc. nova. New associations are described, adding phytosociological tables and a type vegetation sample is designated for each one. These results are discussed and the flora is compared with that of 5 other coastal wetlands in the Norte Grande of Chile, demonstrating the lack of basic studies of flora and vegetation in them.

Keywords: Coastal wetlands, Vegetation, Flood, Desert, Big North, Chile

1 Center of Applied Ecology and Sustainability (CAPES), Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
2 Instituto de Acuicultura, Sede Puerto Montt, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile.
3 Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
4 Departamento de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
5 Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.
6 Unidad de Gestión Ambiental, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
7 Instituto de Gestión e Industria, Sede Puerto Montt, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile.

Fecha de recepción: 21 de octubre de 2021.
Fecha de aprobación: 30 de noviembre de 2021.

INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas donde el nivel freático está muy cerca del suelo o lo supera, presentando anegamiento que puede ser estacional o permanente (Ramsar 1971, 2006). Son importantes en el ciclo hidrológico, como reservorios de agua y, por lo tanto, reguladores del microclima y de su disponibilidad para uso humano (Zedler y Kercher, 2005). Son objeto de conservación, especialmente importantes en la crisis hídrica inducida por el cambio climático y por el alto consumo humano debido al aumento de la población que se acerca a 7900 millones de habitantes según datos de https:/worldometers.info (https:/ worldometer.info consultado en 2022). Además, juegan un papel importante en el secuestro de carbono con lo que también ayudarían a reducir el efecto invernadero (Arellano et al., 2013).

Los humedales continentales chilenos se pueden separar en tres grandes grupos por su posición en el relieve transversal del país, los primeros, humedales costeros, se ubican en la zona litoral pacífica, situándose al norte de la desembocadura de los ríos de la Zona Central y Centro-Sur de Chile, por ejemplo, los ríos Valdivia, Bueno, Carampangue, Itata. (Urrutia y Soto, 2015). Los segundos, humedales interiores, se presentan en la zona intermedia de tierras bajas en el centro y sur de Chile y en los planos inclinados de este a oeste, de la zona desértica. Los humedales altoandinos se presentan en altas altitudes de la región andina (Ruthsatz, 1993). Los primeros son abundantes a lo largo de todo Chile, los segundos se presentan como escasos ríos (quebradas) y salares en la zona desértica, como ríos, lagunas, lagos y turberas y bosques pantanosos de Mirtáceas desde la zona mediterránea de Chile central hasta la Patagonia (San Martín et al., 2008). Los humedales andinos están formados por bofedales (pantanos andinos) a lo largo de toda la cordillera acompañados del rithron de los ríos y de lagunas en la zona central y sur y por salares y lagunas, en el norte (Ruthsatz, 1993; Ramírez et al., 2002).

Todos los humedales chilenos presentan problemas para su conservación por el impacto del turismo y las construcciones humanas en la zona costera, a la minería en el norte y a la ganadería y agricultura en la depresión intermedia del centro-sur del país. Los humedales andinos son muy afectados por la minería y por asentamientos humanos con ganadería de subsistencia que los eutrofizan (Cortez, 2010; Ramírez y Beck, 1981). Además, todos ellos pueden verse alterados en forma natural por terremotos, alzamientos y hundimientos de terreno, deslizamientos de tierra y por aluviones (Valdovinos et al., 2017).

Los abundantes humedales costeros que, generalmente tienen el carácter de marismas salobres, han sido estudiados en la zona central y centro-sur del país hasta Chiloé, pero son bastante desconocidos en el Norte Grande y Norte Chico de Chile, es decir, desde la Región de Arica-Parinacota hasta la de Valparaíso, aunque están siendo sometidos a una fuerte presión antrópica principalmente como lugares de veraneo, incluso de vida, siendo colonizados ilegalmente en forma intensa (Fariña y Camaño, 2017; Urrutia y Soto, 2015; Marquet et al., 2017). Para incrementar el conocimiento de los mismos presentamos esta línea base de la flora y vegetación del extenso humedal en la desembocadura del río Copiapó que se extiende hacia el norte como humedal de “Las Salinas” en la Región de Atacama, Chile.

El objetivo principal de este trabajo era conocer la diversidad florística y vegetacional de estos humedales, pero un mes después de terminados los levantamientos en terreno, se presentó el aluvión del mes de marzo de 2015 que destruyó todo el humedal cubriéndolo con barro, agua y desperdicios, por ello, estudiar la recuperación de los mismos se puso como segundo objetivo para conocer la capacidad de resiliencia del humedal con sus especies propias o con otras colonizadoras, transportadas por el aluvión. De acuerdo a nuestra experiencia en humedales de Chile Central, que muestran una gran capacidad de recuperación, supusimos que efectivamente podrían llegar especies nuevas, pero que el humedal se recuperaría con las propias y en muy corto tiempo.

MATERIAL Y METODOS

LUGAR DE TRABAJO

Los humedales investigados se sitúan inmediatamente en y al norte de la desembocadura del río Copiapó en la planicie litoral (Figura 1). La estación meteorológica más cercana corresponde al Puerto de Caldera y al balneario de Bahía Inglesa (27°05´lat. S y 70°58´W) situados aproximadamente 42 km al norte del lugar de trabajo. El diagrama climático ombrotérmico

(Figura 1 recuadro) muestra que se trata de un clima semidesértico con fuerte influencia marina, que presenta 16,1°C. como temperatura promedio anual, humedad relativa de 80% y precipitaciones de 25,8 mm promedio anual, que permiten el desarrollo del llamado desierto florido (Hajek y Di Castri, 1975; Hoffmann et al., 2015). En ellos se presentan albuferas con agua salobre y abundante vegetación sumergida, marismas y el estuario del río, con agua lótica de menor salinidad, que permite el desarrollo de pantanos con grandes helófitos (plantas palustres emergidas). El humedal de Las Salinas está separado del mar por dunas de arena y su vegetación terrestre está dominada por marismas. En diciembre de 2021 el Ministerio de Medio Ambiente de Chile, incorporó 115,2 hectáreas con el nombre de humedales de la "Desembocadura del Río Copiapó" al Plan Nacional de Protección de Humedales, en la Comuna de Caldera, Provincia de Copiapó, Chile, motivado por su importancia como refugio para avifauna tanto residentes permanentes, como también para especies migratorias.

MÉTODOS

La riqueza florística del humedal de Las Salinas se obtuvo de la primera columna de una tabla de vegetación formada por 88 censos levantados en toda la superficie del humedal, agregándose a ellas las especies encontrada fuera de las parcelas censadas y aquellas que se prospectaron directamente en el humedal con posterioridad a la destrucción del mismo con el aluvión de 2015. Las especies no conocidas se colectaron para proceder a su determinación utilizando la literatura pertinente (Cook et al., 1974; Ramírez y Álvarez, 2017; Ramírez y San Martín., 2006, 2018). La clasificación de ellas sigue al esquema de Rodríguez y Marticorena (2019) que utilizan Clases, Familias y Géneros y que incluyen, además, la nomenclatura actualizada de todas las especies vegetales chilenas conocidas hasta la fecha de esa publicación. El origen fitogeográfico sigue los mismos autores, junto con la revisión de Zuloaga et al. (2008) y de Matthei (1995) para las malezas. Para la confección del espectro biológico de la flora se utilizaron las formas de vida Raunkaier (1934) revisadas por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974).

VEGETACIÓN

En terreno se levantaron 88 censos fitosociológicos formándose una tabla de vegetación con 21 especies vegetales en la primera columna y 88 censos en las restantes. En ella se calcularon los valores de importancia de cada especie según Wikum y Shanholtzer (1978). Para el cálculo, primero se estimó la frecuencia (presencia) de las especies, es decir, el número de censos en que están presentes. Los valores obtenidos se sumaron hacia abajo y el total fue utilizado para estimar el porcentaje de esta frecuencia total, aportada por cada especie (frecuencia relativa). Sumando el total de las coberturas en los censos en que la especie está presente, se obtuvo un total que sirvió para estimar el porcentaje de contribución de cada una en la tabla (cobertura relativa). Por último, se sumaron los porcentajes de frecuencia y cobertura relativas de cada especie, obteniéndose así un valor de importancia de cada especie en la tabla (Ramírez et al., 1997). Este valor puede sumar cómo máximo 200 y no tiene medida, ya que sólo entrega un orden relativo (un "ranking") para cada especie en esa tabla de vegetación, por lo tanto, no son comparables con los valores de importancia de otras tablas diferentes.

Para el levantamiento de los censos de la vegetación se trabajó con metodología fitosociológica creada por Braun-Blanquet (1979) a comienzos del siglo pasado y modificada con posterioridad por Knapp (1984), Dierschke (1994) y Dengler et al. (2008). Los censos se levantaron en parcelas de 25 m^2 (5 x 5m), con excepción de aquellos practicados en albuferas con vegetación principalmente acuática sumergida, que fueron de 4 m^2. La abundancia de los individuos de una especie en una parcela fue calculada a simple vista por 3 expertos y expresada directamente en porcentaje de la misma. Valores bajo 1% ("+" y "r" en la fitosociología tradicional) se subieron a la unidad (Comparar con Knapp, 1984). De esta manera se facilita el cálculo matemático posterior en las tablas. La tabla inicial con 88 censos y 21 especies se ordenó tradicionalmente, buscando especies diferenciales que separen grupos de censos, asimilables a asociaciones vegetales y estas fueron a su vez ordenadas en grupos de formaciones vegetales, utilizando su espectro biológico de acuerdo a los criterios de Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), Schmithüsen (1968) y Ramírez et al. (1997). Se distinguieron tres tipos de asociaciones vegetales: aquellas ya descritas y nominadas, otras descritas en forma provisoria en este trabajo (asoc. nova. prov.) por falta de algún antecedente o por presentar pocos censos y aquellas nuevas (asoc. nova) para las cuales se

Folio015196

propusieron sus correspondientes nombres científicos y el censo considerado "tipo" en la tabla de vegetación, de acuerdo a las normas de nomenclatura fitosociológica (Izco y Del Arco, 2003). En este trabajo las asociaciones vegetales se escriben en cursiva y negrita para diferenciarlas de las especies que van sólo en cursiva.

RESULTADOS

Los resultados presentados a continuación, corresponden al mes de enero de 2014, antes del aluvión. La flora de los humedales de la desembocadura del río Copiapó y de Las Salinas y terrenos adyacentes estuvo formada por 44 especies vegetales, 21 (47,73% del total) de ellas se encontraron en las 88 parcelas censadas, 11 (25,00%) fueron colectadas fuera de ellas y, 12 (27,27%) aparecieron en el humedal con posterioridad al aluvión del río Copiapó que cubrió con barro todo el ecosistema en 2015 (Tabla 1). Un resumen de las características de la totalidad de la flora se presenta en la Tabla 2, que entrega el nombre científico completo incluido autores. Luego se agregan el nombre común si existe, el gran grupo de clasificación (Algas, Monocotiledóneas y Dicotiledóneas) el origen fitogeográfico de ellos (nativo, endémico o introducido) y, por último, la forma de vida (Fanerófitos, Caméfitos, Hemicriptófitos, Criptófitos y Terófitos).

RIQUEZA FLORÍSTICA

La riqueza florística de la Tabla 2 se repartió en 35 géneros y 21 familias, los géneros Atriplex y Baccharis presentaron 3 especies cada uno, *Atriplex desertícola*, *A. mucronata* y *A. semibaccata* el primero y *Baccharis linearis, B. glutinosa* y *B. salicifolia*, el segundo. Con 2 especies figuran los géneros Juncus, Sarcocornia, Schoenoplectus y Adesmia, a saber*: Junccus cyperoides* y *J. acutus, Nolana carnosa* y *N. crassulifolia*, *Sarcocornia neei* y *S. andina*, *Schoenoplectus americanos* y *S. californicus*. El resto de los géneros (21) presentaron sólo una especie cada uno.

Se encontraron 21 familias, la primera de ellas corresponde a las Poaceae (Gramíneas o pastos) con 8 especies (*Cortaderia speciosa*, *Cynodon Dactylon*, *Distichlis spicata*, *Muehlenbergia asperifolia, Phragmites australis*,*Polypogon monspeliensis y Rostraria cristata*), la segunda de ellas es la familia Chenopodiáceas con 6 especies (las tres especies del género Atriplex ya citadas, las dos especies del género Sarcocornia ya nombradas y *Suaeda foliosa*) y la Tercera las Asteraceae (compuestas) con 5 especies: las tres especies del género Baccharis ya nombradas anteriormente, *Tessaria absinthioides* y *Pluchea chingoyo*. Las familias Cyperaceae (Cortaderas) y Fabaceae (Leguminosas) presentaron 3 especies cada una, las dos especies de Schoenoplectus citadas anteriormente y *Adesmia aegiceras*, *Geoffrea decorticans* y *Prosopis chilensis*. Luego en orden descendente, hay 3 familias con dos especies cada una Euphorbiaceae (*Croton chilense* y *Ricinus communis*), Juncaceae (*Juncus acutus* y *J. cyperoides*) y Solanaceae (*Nolana carnosa* y N. *crassulifolia*). El resto de las familias (13) tienen una sola especie cada una.

CLASIFICACIÓN Y ORIGEN

Las 44 especies encontradas se pueden reunir en tres Clases Chlorophyta (Algas verdes), Monocotiledóneas y Dicotiledóneas, a la primera pertenece una sola especie el alga verde Chara sp. con 2,28% (Tabla3). La segunda presenta 17 especies con 40,90% y la última es la más abundante incluyendo 26 especies, es decir, 56,82% del total. Según el origen de estas especies se pueden clasificar en 34 (76,74%) nativas y 10 (22,72%) introducidas. De las 34 especies nativas, 8 (24,24%) son endémicas, es decir, presentan un área restringida, en el país (Tabla 3).

ESPECTRO BIOLÓGICO

Las formas de vida sólo se han definido para las plantas con cormo, es decir aquellas, que tienen tallo, raíz y hojas, por esto la especie de Chara sólo la hemos indicado como Alga, con una incidencia de 2,27% de la flora total (Tabla 3). El resto de las especies componentes de la flora vascular han sido clasificadas en las verdaderas formas de vida en las cuales hay 10 (22,73%) fanerófitos, es decir, plantas leñosas árboles o arbustos. De estos sólo dos suelen alcanzar el porte arbóreo, *Geoffrea decorticans* y *Prosopis chilensis*. Nueve (20,45%) son caméfitos plantas leñosas subarbustivas o pulviniformes y hierbas altas. Existen, además, 16 hemicriptofitos (36,36%) del total de especies, se trata de hierbas perennes, de pequeño tamaño, que resisten pisoteo y pastoreo. Los criptófitos corresponden a geófitos (plantas con órganos subterráneos de reserva) que sobreviven en la época desfavorable, a helófitos (plantas emergidas palustres o de pantano) e hidrófitos (plantas acuáticas sumergidas, natantes o flotantes libres) y a pesar de tratarse de un humedal, su número está

restringido a sólo 6 especies con 13,64%. Se trata de las plantas palustres altas emergidas *Phragmites australis*, *Schoenoplectus americanus*, *S. californicus* y *Typha angustifolia* junto con las especies sumergidas, *Ruppia maritima* y *Zannichellia palustris*, la primera formando grandes poblaciones. Los terófitos, hierbas de vida corta (anuales o bianuales) que abundan en climas secos, sólo está presentes con 2 especies, *Cristaria aspera* y *Rostraria cristata*, ambas nativas, que corresponden a 4,55% de la flora total

VEGETACIÓN

En la Tabla 4, se observa que las especies de marismas *Distichlis spicata* y *Sarcocornia neei* fueron las más importante con valores de 57,46 y 39,95 respectivamente. Le siguieron en orden de importancia descendente *Ruppia marítima* (15,819, *Tessaria absinthioides* (14,75), *Geoffrea decorticans* (12,62), Chara sp. (11,76) y *Typha angustifolia* (11,58). El resto de las especies tuvo valores de importancia inferior a 10. La mitad superior de las especies presentadas en la tabla sirvieron para ordenar la tabla original en posibles comunidades o asociaciones vegetales.

FORMACIONES VEGETALES

Se presentaron 4 formaciones vegetales: Acuática sumergida en albuferas, Pantanos con helofitos de gran tamaño a orillas del río Copiapó, Marismas o pantanos salobres que ocupan la mayor parte del humedal de Las Salinas y Bosques en los bordes de este. La primera formación pudo subdividirse en 2, la segunda en 3 y la tercera en 4 asociaciones vegetales. Sólo se encontró una asociación boscosa, a veces arbustiva. En la Tabla 5 se resume esta estructura de la vegetación, agregándose, además, el número de censos levantados y considerados en cada una de ellas.

ASOCIACIONES VEGETALES

La Tabla 6 muestra un resumen de las 10 asociaciones encontradas en la estructura de la vegetación del humedal de “Las Salinas”. Entregando la formación vegetal a que pertenecen, el nombre común de cada comunidad y el nombre científico de ellas con sus correspondientes autores y año de la descripción, cuando existen. Cinco asociaciones habían sido ya reconocidas (descritas) en la literatura fitosociológica. La otra mitad corresponde a asociaciones vegetales nuevas aún no descritas y, por lo tanto, desconocidas para la ciencia. Una de ellas se propone en forma provisoria, dado que la especie característica de ellas (Chara sp.) aún es desconocida y no tiene nombre científico. Las otras 4 comunidades encontradas, se describen como asociaciones nuevas para la ciencia.

DESCRIPCIÓN DE LAS ASOCIACIONES ENCONTRADAS

Las dos primeras asociaciones encontradas corresponden a *Ruppietum maritimae* descrita ya en el año 1927 en Europa y a una asoc. nova prov. *Charetum*, ambas colonizan lagunas salobres, ocasionalmente en contacto con el mar (albuferas) ubicadas en el interior del humedal, viviendo sumergidas (Tabla 7), pero adheridas al sustrato. La cobertura de ellas se aproxima a 100% o lo superan, debido a la estratificación. Las dos comunidades son limítrofes ocupando el *Charetum* los lugares más someros y el *Ruppietum maritimae* los más profundos. Por los bordes de las albuferas penetran a ella especies propias de marismas, tales como, *Distichlis spicata* y *Sarcocornia neei*. En un solo censo apareció *Zannichellia palustris*, hierba sumergida y arraigada al sustrato

La formación de pantano emergida está formada por grandes helófitos (plantas palustres) y se presentaron principalmente en las orillas del río Copiapó, por resistir menor salinidad. Las tres han sido ya descritas para Chile. De la asociación *Typhaetum angustifoliae* se tomaron 7 censos, debido a una mayor abundancia de la comunidad que soporta mayor salinidad. De la *Phragmitetum australis* se lograron levantar 3 censos y de la *Schoenoplectetum californiae* sólo uno, debido a escases de rodales en el humedal. (Tabla 8). Estos pantanos ribereños suelen sobrepasar dos metros de altura.

La formación de marismas fue la más diversificada y con mayor presencia en los humedales estudiados. En esta formación se diferenciaron 4 asociaciones vegetales perfectamente distinguibles por las especies diferenciales: *Schoenoplectus americanos, Chorizante vaginata*, *Tessaria absithioides* y *Juncus acutus*. El *Schoenoplectetum americanae* ha sido ya descrito en el año 2016 para las costas maulinas en el humedal de Putu, pero las otras tres asociaciones eran desconocidas y ahora las proponemos como nuevas. La *Chorizantho-Sarcocornietum* la proponemos señalando el censo 3 de la Tabla 9 (Figura 2A) como censo tipo. En la tabla 9 y en la

Folio015198

asociación *Chorizanto-Sarcocornietum*, la asociación más frecuente en los humedales estudiados, faltan 20 censos que no fueron incluidos en la tabla, pero se listan en un anexo ubicado al final. Para la *Tessario-Distichletum spicatae* proponemos el censo número 46 de la Tabla 9 como censo tipo y para *Tessario-Juncetum acutae*, el censo número 57 de la misma tabla (Figura 2B). La única especie presente en todos los censos de marismas es *Distichlis spicata* que disminuye ostensiblemente en la asociación *Tessario-Juncetum acutae*, de lugares más altos y que también tienen la mayor riqueza florística. Le sigue con alta frecuencia *Sarcocornia neei*, ausente solamente en algunos censos de la asociación *Tessario-Distichletum spicatae*. En esta sobresale en altura *Tessaria absinthioides* y en la última (*Tessario-Juncetum acutae*), *Juncus acutus*.

Por último, en la formación de Bosque (a veces matorral) sólo se encontró una asociación vegetal la *Geoffreetum decorticans*, comúnmente, matorral de chañar. La especie dominante es *Geoffrea decorticans*, el chañar, una hermosa leguminosa con flores amarillas y un fruto carnoso drupáceo, muy útil por las propiedades medicinales del arrope fabricado artesanalmente con él. En el estrato arbustivo abundan arbustos y hierbas de marisma, esta comunidad ocupa los terrenos más altos y menos salinos en el borde el humedal y suele ser abundante en el borde de los escasos ríos en toda la Región de Atacama. Designamos el censo número 65 de la Tabla 10 como tipo para esta nueva asociación vegetal. La altura de estos bosques frecuentemente sobrepasa los 4 m (Figura 2C y D).

La Tabla 11 presenta el número de especies y la cobertura promedio de cada asociación vegetal. Llama la atención el bajo número de especies presentes en estas formaciones del humedal, seguramente por condiciones ambientales salinas adversas. El promedio de especies aumenta de la vegetación acuática sumergida hacia la formación boscosa, pero el valor más alto (5 especies) se presenta en la marisma de Junquillo duro. En general, la cobertura promedio también es baja, indicando escasa estratificación. La más baja cobertura se presentó en la marisma de junquillo duro, señalando la presencia de alrededor de un 30% de suelo desprovisto de vegetación. Lo mismo sucede, aunque con valores más bajos, en la *Phragmitetum australis* y la *Chorizantho-Distichletum spicatae*. Al considerar la cobertura promedio por formación se observa que sólo la formación acuática sumergida supera 100%. Los pantanos emergidos también tienen alta cobertura alcanzando un promedio de 99,14%, Los menores valores de cobertura promedio se presentaron en marismas con 90,67% con aproximadamente 10% de suelo desnudo. El bosque *Geoffreetum decorticans* estuvo próximo al 100% de cobertura.

EFECTOS DEL ALUVIÓN DE 2015

Históricamente se han presentado otros aluviones provocados principalmente, por crecidas del río Copiapó, pero ninguno menciona los efectos de ellos sobre la flora y la vegetación (Vargas et al. Edits. 2018). El gran aluvión de fines de marzo del 2015 que, bajando por la quebrada del río Salado destruyera las casas ribereñas al río citado del pueblo de Chañaral y alterara drásticamente, la configuración de la línea costera, desapareciendo las dunas, bajó también por el río Copiapó afectando los humedales estudiados, dejando caminos y puentes cortados, destruyendo la vegetación y cubriendo el suelo de barro limoso (Figura 3 A). La vegetación del humedal completamente cubierta por este barro, desapareció por completo, este último comenzó a secarse y resquebrajarse formando grandes grietas, por las cuales comenzaron a brotar las plantas cubiertas por el barro, *Distichlis spicata*, *Sarcocornia neei* e incluso *Tessaria absinthioides*, otras demoraron más en brotar, aproximadamente 4 meses, especialmente las pequeñas plantas como *Chorizante vaginata* (Figura 2B). A los tres meses, las plantas ya estaban recuperándose, pero los espacios vacíos comenzaron a ser colonizadas por nuevas especies que no conformaban la vegetación original y que seguramente trajo el aluvión desde cultivos de Copiapó o de tierras más altas (Tabla 1). A más de un año (mayo 2016) la vegetación primitiva del humedal estaba prácticamente recuperada, pero las neófitas aún se mantenían, aprovechando el espacio libre, disponible por la baja cobertura de la vegetación.

Entre las plantas que llegaron después del aluvión figuran 7 dicotiledóneas y 5 monocotiledóneas, de ellas 7 son nativas, incluida una endémica (*Agalinis meyeniana*) y 4 introducidas (*Atriplex semibaccata*, *Rostraria cristata*, *Plantago major* y *Ricinus communis*). Entre las especies nuevas que ingresaron al ecosistema de marismas, la mayoría (8) son hemicriptófitos (hierbas perennes), además se presenta un terófito anual (*Rostraria cristata*), 2

Folio015199

fanerófitos arbustivos altos (*Ricinus communis* y *Pluchea chingoyo*) y un caméfito (*Sarcocornia andina*) planta suculenta cuyo rango de distribución altitudinal de su hábitat en los Andes se ubica sobre 2000 m (Figura 3C). Esta especie apareció en las grietas del suelo alóctono transportado por el aluvión que cubrió el humedal y rápidamente colonizó el sustrato seco e inestable de las dunas situadas entre este y el mar, donde está prosperando hasta hoy, seguramente en un hábitat más parecido al que tenía originalmente, a mayor altitud en los Andes. Al igual que ellas aparecieron también tres especies propias de mayores altitudes, una fue *Atriplex deserticola* que se desarrolla entre 1500 y 3000 m de altitud, *Pluchea chingoyo* que coloniza altitudes de 1000 a 2500 m y, *Agalinis meyeniana,* planta perenne y endémica que crece entre 800 y 1300 m y *Muehlenbergia asperifolia* cuya distribución altitudinal oscila entre 100 y 4700 m. Todas ellas se instalaron en el humedal donde aún permanecen (Figura 3D).

DISCUSIÓN

En los dos humedales costeros estudiados en el río Copiapó (Desembocadura y Las Salinas) se prospectaron 44 especies vegetales, lo que significa 17 especies más, que la lista de Sielfeld et al. (2012) preparada con la línea base de Squeo et al. (2006) y el informe de Andrade (2007), ambos estudios en la desembocadura del río Copiapó. Este resultado se justifica por un lado por las 12 especies nuevas transportadas por el aluvión de 2015 y por otro, por la mayor área de prospección y el esfuerzo de muestreo que significa levantar 88 censos de vegetación con metodología fitosociológica (Ramírez et al., 1997).

La diversidad florística de estos dos humedales es muy baja comparada con humedales costeros del centro y Sur de Chile (Ramírez et al., 2022), aun cuando en estos últimos, gran parte de las especies vegetales corresponden a malezas introducidas, cuyo número suele superar el 50% de la flora (Ramírez et al., 2014). En los humedales estudiados en la desembocadura del río Copiapó las especies introducidas no superan el 30%, por lo que se convierten en reservorios de flora nativa y sobre todo de endemismos. Esta baja diversidad florística contrasta con la gran diversidad de flora terrestre de la Región de Atacama, especialmente con la presencia del desierto florido (Hoffmann et al., 2015).

En el espectro biológico de la flora de los humedales estudiados es bastante parecido al de los humedales del centro-sur de Chile, especialmente por la importancia de fanerófitos, caméfitos y hemicriptófitos. Los primeros, mayorítariamente arbustivos, corresponden principalmente a especies de marismas y dunas, los segundos son muy importante en las marismas, pero presentan un tamaño más alto que lo normal y con aproximadamente la mitad de sus vástagos muertos en todo momento. Aparentemente, estos vástagos mueren anualmente, pero permanecen en la planta mientras brotan nuevos vástagos desde el lignotuber, lo que es muy notorio en *Tessaria absinthioides* y *Sarcocornia neei* que pierde hasta casi el 80% de su biomasa, cada cierto tiempo, especialmente en los meses de invierno, lo que no ocurre en humedales costeros más australes (Orshan, 1982; Orshan et al., 1985; Berger, 1986; Ramírez et al., 2014). Los autores actualmente preparan un manuscrito inédito sobre la fenología de estas mismas plantas, dado que es difícil relacionar estos resultados con el cambio climático, al no existir datos anteriores al respecto.

Aunque la presencia del género Chara ha sido reportada por varios autores para albuferas del Norte Grande chileno, las especies aún son desconocidas por falta de estudios sistemáticos (Espinosa 1923, Falcon y Hauenstein 2000). Sin embargo, en los relevamientos de este trabajo se encontraron albuferas con grandes poblaciones de Chara sp., lo cual se desconocía para Chile. Sería importante y muy necesario, realizar estudios más detallados de ella, por la importancia que tienen las Characeae como grupo probablemente originario del Reino vegetal y para conocer sus requerimientos de sitio que permitan su conservación en albuferas que están siendo muy destruidas por la actividad turíastica (Wilmanns, 1993; Linne von Berg y Melkonian, 2004).

Si bien la diversidad florística es muy baja (21 especies en los censos), la diversidad vegetacional resulto ser muy alta con diez asociaciones vegetales, de las cuales cinco ya habían sido descritas para otros lugares y cinco son nuevas, aunque una en forma provisional. Esta alta diversidad vegetacional responde a la diversificación del paisaje de los humedales estudiados que presentó cuatro formaciones vegetales determinadas en su distribución probablemente por los factores de altitud, salinidad y humedad, exposición y relieve (San Martín et al.,

1992). La formación más abundante son las marismas con cinco asociaciones vegetales, lo que se corresponde con la extensión de esta formación en el humedal de Las Salinas. Los pantanos de grandes helófitos sólo se presentan a orillas del río Copiapó con menor salinidad. La formación acuática sumergida se diferencia en albuferas de agua salobre y la formación boscosa (o arbustiva) se ubica en sectores altos como menor salinidad y humedad.

Este estudio es el primero en describir asociaciones vegetales para uno de los humedales costeros del extremo Norte de Chile, especialmente del Norte Grande (Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama). Las asociaciones vegetales son muy útiles para describir el paisaje. Con el estudio de ellas puede describirse e ilustrarse la vegetación de la Tierra (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974). Pero al no existir suficientes conocimientos sobre la vegetación del Norte (grande y chico) de Chile, no es posible hacer comparaciones de la vegetación, sino sólo de la flora, que por otra parte, ha sido estudiada por varios autores citados en el trabajo de Sielfeld (1912). El mencionado autor presenta una tabla de distribución florística que resume la flora conocida de todos ellos, de Norte a Sur: Río Lluta, Quebrada de Camarones, Quebrada de Tana, Río Loa, Río Copiapó y Río Huasco que consta de 70 especies. A esta tabla se le suman los levantamientos florísticos de Urrutia y Soto (2015) para el humedal del río Lluta y los realizados en este trabajo en los humedales del río Copiapó y Las Salinas, que dieron un total actual de 96 especies vegetales conocidas. Los humedales costeros del Norte Grande (Tabla 12) agregaron 8 especies nuevas para el humedal del río Lluta (*Amaranthus deflexus, Baccharis calliprinus*, Grindelia tarapacana, *Haplorhus peruvianus*, *Portulaca oleracea*, *Sessuvium portulacastrum, Polypogon interruptus* y *Schoenoplectus pungens)* y 19 nuevas para los humedales de la desembocadura del río Copiapó (*Adesmia aecigeras*, *Agalinis meyeniana*, *Alternanthera halimifolia*, *Atriplex semibaccata*, *Baccharis glutinosa, B. linearis*, Chara sp., *Chorizanthe vaginata*, *Croton chilensis*, *Cynodon dactylon*, *Eleocharis bonariensis*, *Elymus angulatus, Mesembrianthemum crystallinum*, Muehlenbergia asperifolia, *Nolana crassulifolia, Rostraria cristata*, *Ricinus communis*, *Sarcocornia andina* y *Zannichellia palustris*).

En la Tabla 12 se observa que en todos los humedales sólo están presentes 8 especies (*Cortaderia speciosa*, *Distichlis spicata*, *Juncus acutus*, *Ruppia marítima*, *Sarcocornia neei*, *Schoenoplectus americanus*, *Tessaria absinthioides* y *Typha angustifolia*) lo que representa un 8,42% de la flora total y habla de muy poca similitud florística entre ellos, como lo demuestran Sielfeld et al. (2012). Además, hay 2 especies presentes en los 4 humedales del extremo norte, a saber, *Baccharis scandens* y *Heliotropum curassavicum.* Tres especies aparecen en tres humedales y seis crecen en dos de ellos. Un 77,89% de las especies presentes son exclusivas de un humedal: 19 del humedal del río Lluta, dos (*Prosopis alba* y *P. chilensis*) del río Loa, 44 exclusivas de los humedales de la desembocadura del río Copiapó y 9 del humedal de la desembocadura del Huasco, lo que justifica la baja afinidad florística entre ellos, lo que no ocurre con los humedales de la Quebrada de Camarones, Quebrada de Tana y río Loa que carecen de especies exclusivas, seguramente motivada por la pobreza florística de ellos. Aparentemente, la escasa similitud florística entre humedales cercanos es común a todos los humedales costeros de Chile, seguramente por el mal manejo y la influencia humana (depósito de basura y escombros, sobre-pastoreo, colonización ilegal de tierras, venta de parcelas de agrado y otras) a los que están sometidos (Ramírez et al, 2022).

La Figura 4 muestra la evolución de los conocimientos florísticos de los seis humedales costeros del Norte Grande chileno, en la que se destacan claramente los aportes de Urrutia y Soto (2015) para el río Lluta y de este trabajo para los humedales costeros del río Copiapó. Como escribimos anteriormente, estos incrementos de especies sólo confirmaron la falta de estudios florísticos en los humedales mencionados, los que son requisito previo para los estudios de vegetación. Con nuevas prospecciones podría aumentarse el conocimiento del a flora de los humedales centrales que, aunque a juzgar por la figura, naturalmente presentan menos especies que otros más australes, seguramente por la mayor sequía y salinidad. Para planificar medidas de manejo y conservación sustentables, es necesario conocer la flora y vegetación que forman su paisaje visible, y que sirven de hábitat a la fauna, especialmente avícola (Sielfeld 2012). Las asociaciones vegetales son muy utilizadas en Europa para la conservación de la biodiversidad de

flora y fauna (Ramírez et al. 2012). Dado que ellas son utilizadas como lugar de vida, al protegerse sus rodales, se estará protegiendo a las especies. Incluso es posible ubicar una especie desconocida si se busca en la asociación vegetal donde normalmente vive. Las asociaciones vegetales, sirven además, para conocer el estado de degradación o de regeneración antrópica lo que a su vez, permite conocer la dinámica de la vegetación de un determinado lugar. Por ejemplo, las praderas del centro-sur de Chile son comunidades secundarias e incluso terciarias, que ocupan el lugar colonizado primitivamente por el bosque nativo (San Martín et al. 1991).

El aluvión del 15 de marzo de 2015 destruyó completamente la vegetación de los humedales estudiados, con la única excepción del bosque (matorral) de *Geoffrea decorticans* que ocupa el terreno más alto que no se afectó por la inundación con lodo (Figura 3C al fondo). El humedal recuperó por completo su vegetación un año después, pero enriquecido por la mayoría de las especies traídas por el aluvión, que permanecieron en él, aunque solo ocuparon el suelo desnudo que normalmente se da en estos humedales. Parece que la flora y la vegetación de los humedales costeros del norte está siendo modificada lentamente por los estos nuevos aportes alóctonos, lo que podría corresponder a la gran disimilitud entre ellos (Sielfeld 2012). Pensamos que la recurrencia de estos aluviones, que aportan nuevas especies vegetales a las asociaciones y que provocan la desaparición de algunas, justifican la gran diversidad florística que existe entre los humedales costeros del Norte grande, hecho que ya ha sido comprobado en las Regiones de Ñuble y Bío-Bío (Ramírez et al., 2022). Además, la alta capacidad de resiliencia de los humedales estudiados es consistente con lo observado en los humedales costeros más australes (Urrutia 2016, Ramírez et al. 2014, 2018).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento parcial otorgados por los proyectos: CODELCO-UACh 2012, Fondo Investigación Bosque Nativo CONAF N° 22/2015, FONDECYT N° 1141117 y ANIDPIA/BASAL FB0002.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade C. 2007. Área Marina Costera Protegida Isla Grande III Región Limnología del Humedal del Río Copiapó, Limnología de la desembocadura del río Copiapó. Proyecto GEF Conservación de la biodiversidad de importancia mundial a lo largo de la costa chilena.

Arellano, E., F. Meza, M. Miranda & A. Camaño. 2013. El cuidado de los humedales y su rol en el secuestro de carbono. Agronomía y Forestal 47: 22-27.

Berger, E. 1986. Degradación del espectro biológico en comunidades secundarias resultantes de la destrucción del Bosque de Coihue y Ulmo, en el secano costero de Valdivia, Chile. Tesis, Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile. Valdivia. 191pp.

Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología, bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones, Madrid, España.820 pp.

Cook, C., B. Gut, E.M. Rix, E. Schneller & M. Seita. 1974. Water plants of the world – a manual for the identification of the genera of freshwater macrophytes. Dr. W. Junk, La Haya. 425 pp.

Cortez, M. 2010. Andes Copper Company y Codelco destruyen el río Salado y la bahía de Chañaral. Pp. 128-139. En: Larraín, S. y S. Poo (eds.) Conflictos por el agua en Chile: Entre los derechos humanos y las reglas del mercado. Gráfica Andes, Santiago.

Dengler, J., M. Chytry & J. Ewald. 2008. Phytosociology. In: Jøgensen, S.E. & B.D. Fath (eds.) Encyclopedia of Ecology, pp 2767-2779. Elsevier, Oxford.

Dierschke, H. 1994. Pflanzensoziologie grundlagen und methoden. Verlag Eugen Ulmear, Stuttgart. 683 pp.

Espinosa, M. 1923. Lista sistemática de algunas algas chilenas de agua dulce. Rev. Chilena de Hist. Nat. 27: 93-95.

Falcon, L. & E. Hauenstein. 2000. Castastro de las especies de Characeas (Charophyta) presentes en Chile. Bol. Mus. Hist. Nat. Chile 342: 20-26.

Fariña, JM. & A. Camaño. 2017. Definition and Components of Coastal Wetlands. In: J.M. Fariña y A. Camaño (eds.) The ecology and Natural

History of Chilean Saltmarshes. Springer International Publishing GA. Pp. X-xvii.

Hajek, E. & F. Di Castri. 1975. Bioclimatografía de Chile. Editorial Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.107 pp.

Hoffmann, A., J.M. Watson y A.R. Flores. 2015. Flora silvestre de Chile Cuando el desierto florece. Ediciones Claudio Gay, Santiago. 253 pp.

Izco, J. & M. Del Arco. 2003. Código Internacional de nomenclatura fitosociológica. Universidad de La Laguna, Materiales didácticos Universitarios, Serie Botánica 2. 154 pp.

Knapp, R. 1984. Considerations on quantitative parameters and qualitative attibutes in vegetation analysis and in phytosociological relevés. En: Knapp, R. (ed.) Sampling methods and taxon analysis in vegetation science. Dr. W, Junk Publishers, La Haya. 77-119.

Linne von Berg, K.H. y M. Melkonian. 2004. Der Kosmos Algenführer Die wichtigsten Süsswasseralgen in Mikroskop. Kosmos, Stuttgart. 366 pp.

Marquet, PA. S. Abades & I. Barría. 2017. Distribution and Conservation of Coastal Wetlands: A Geographic Perspective. In: J.M. Fariña y A. Camaño (eds.) The ecology and Natural History of Chilean Saltmarshes. Springer International Publishing GA. Pp. 1-14.

Matthei, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Alfabeta Impresores, Santiago. 545 pp.

Mueller-dombois, D. & H. Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley & Sons, New York, USA.

Orshan, G. 1982. Monocharacter growth form types as a tool an analytical-synthetic study of growth froms mediterranean type ecosystems – a proposal for an interegional program, In: Definitions et localization des ecosystemes mediterranees (Colloque St. Maximin, France). Ecología Mediterránea, Marseille 8: 159-171.

Orshan, G., G. Montenegro, G. Avila, M. Aljaro, A. Walkowiack, A. Mujica. 1985. Plant growth forms of Chilean matorral. A monocharacter growth form analysis along an altitudinal transect from sea level to 2000 m.s.s.l. Bull. Soc. Bot. Fr. Actual Bot. 131: 411-427.

Ramírez, C. & M. Álvarez. 2017. Hydrophilic Flora and Vegetation of the Coastal Wetlands of Chile. In: J.M. Fariña y A. Camaño (eds.) The ecology and Natural History of Chilean Saltmarshes. Springer International Publishing GA. Pp. 71-103.

Ramírez, C. & S. Beck. 1981. Makrophytische Vegetation und Flora in Gewässern der Umgebung von La Paz, Bolivien. Archiv für Hydrobiologie 91 (1): 82-100.

Ramírez, C. & C. San Martín. 2006. Diversidad de macrófitos chilenos. En: Vila, I., A. Veloso, R. Schlatter, & C-Ramírez, (eds.) Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. pp 21-61.

Ramírez, C. & C. San Martín. 2018. Flora acuática. En: Ministerio del Medio Ambiente. Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. Tercera Edición. Tomo1: 207-215 pp.

Ramírez, C., C. San Martín & P. Ojeda. 1997. Muestreo y tabulación fitosociológica aplicados al estudio de los bosques nativos. Bosque 18 (2): 19-27.

Ramírez, C., C. San Martín & H. Rubilar. 2002. Una propuesta para la clasificación de los humedales chilenos. Revista Geográfica de Valparaíso 32/33: 265-273.

Ramírez, C. JM. Fariña, C. San Martín, O. Vidal, Y. Pérez & JL. Solís. 2022. Comparación de la composición florística de tres humedales costeros del centro- sur de chile. Gayana Botanica (Enviado).

Ramírez, C., V. Sandoval, C. San Martín, M. Álvarez, Y. Pérez3 & C.Novoa. 2012. El paisaje rural antropogénico de Aisén, Chile: Estructura y dinámica de la vegetación. Gayana Bot. 69(1): 219-231.

Ramírez C., J.M. Fariña, C, San Martín, O. Vidal, Y. Pérez & J.L. Solís. 2022. Comparación de la Estructura y composición florística de tres humedales costeros del centro- sur de Chile. Enviado a Gayana Bot.

Ramírez, C., J.M. Fariña, A. Camaño, C. San Martín, Y. Pérez, J.L. Solís & O. Valdivia. 2018. The case of the Itata estuary (Bio-Bio Region-Chile) plant formations: anthropogenic interference or natural disturbance-induced diversity enrichment? Mediterranean Botany 39(1): 17-34.

Ramírez, C., J.M. Fariña, D. Contreras, A. Camaño, C. San Martín, M. Molina, P. Moraga, O. Vidal & Y. Pérez. 2014. La diversidad florística del humedal "Ciénagas del Name" (Región del Maule) comparada con otros humedales costeros de Chile Central. Gayana Bot. 71 (1): 59-70.

Ramsar. 2006. Manual de la convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán 1971). Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza) 124 pp.

Ramsar. 1971. Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas. Ramsar, Iran 2.2.1971. Modificada según el protocolo de París y Enmiendas de Regina, 28.5. 1987.

Raunkaier C. 1934. Plant life forms. Londres, Inglaterra. Oxford University Press. 158 pp

Rodríguez, R. y A. Marticorena (eds.). 2019. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Editorial Universidad de Concepción, Concepción. 424 pp.

Ruthsatz, B. 1993. Flora un ökologische Bedingungen hochandinen Moor Chiles zwischen 18°00' (Arica) und 40°30' (Osorno) südl. Br. Phytocoenología 23: 157-199.

San Martín, C., C. Ramírez & J San Martín. 2008. Distribución geográfica de los bosques pantanosos de Mirtáceas en Chile. Revista Geográfica de Chile Terra Australis 51/52: 49-64.

SAN MARTIN, C., G. RODRIGUEZ & C. RAMIREZ. 1991. Origen de la vegetación actual del sector Rapaco-Pichirropulli (Valdivia, Chile). Actas II Congreso Internacional Gestión en Recursos Naturales, Valdivia 2: 456 - 468.

San Martín, C., D. Contreras, J. San Martín & C. Ramírez. 1992. Vegetación de las marismas del Centro-Sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 65: 327 - 342.

Schmithüsen, J. 1968. Allgemeine Vegetationsgeographie. De Gruyter, Berlin. 463 pp.

Sielfeld, W., R. Peredo, R. Fuentes, V.Malinaric y F. Olivares. 2012. Humedales costeros del Norte de Chile. En: J.M. Fariña y A. Camaño (eds.) Humedales costeros de Chile: Aportes científicos a su gestión sustentable. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago. pp. 147-213.

Squeo, F.A., G. Arancio, A, Cortés, D. Hiriart y D López, 2006. Estudio de línea de base Recursos Bióticos Terrestres del AMPC (Area Marina Protegida Costera) Isla Grande de Atacama Punta Morro – Desembocadura del río Copiapó. Informe Final 41 pp.

Urrutia, N. 2016. Biodiversidad florística y vegetacional del Humedal costero Putú, Región del Maule. Tesis. Escuela de Ingeniería en Conservación de Recursos Naturales, Valdivia, Chile, Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile. Valdivia. 81 pp

Urrutia, J & Y. Soto 2015. Prospección florística del humedal de la desembocadura del río Lluta, Región de Arica y Parinacota, Chile. Sustainability, Agri. Food and Environmental Research 3(3): 20-32.

Valdovinos, C. N. Sandoval, D. Vasquez, V. Olmo. 2017. The Tubul-Raqui Coastal Wetland: A Chilean Ecosystem of High Conservation Value Severely Disturbed by the 2010 Earthquake. In: J.M. Fariña y A. Camaño (eds.) The ecology and Natural History of Chilean Saltmarshes. Springer International Publishing GA. Pp. 293-327.

Vargas, E., S. Pérez & P. Aldunce (edits). 2018.Construyendo saberes sobre riesgos y desastres ALUVIONES y RESILIENCIA en ATACAMA. Social-ediciones, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile, Santiago. 343 pp.

Wikum, D & G.F. Schanholtzer 1978. Application of the Braun-Blanquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development. Environmental management 2 (4): 323-329.

Wilmanns, O. 1993. Ökologische Pflanzensoziologie. Quelle & Meyer. Heidelberg, Wiesbaden. 479 pp.

Zedler J, S Kercher. 2005. Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability. Annual Review of Environment and Resources 30: 39-74.

Zuloaga F, O Morrone & M Belgrano. 2008. Catálogo de las plantas vasculares del cono sur. Missouri,USA. Botanical Garden Press. 3348 p. (3 volumenes)

Folio015205

Guía Descriptiva

FLORA Y FAUNA
DE LA REGIÓN DE ATACAMA









CAP
MINERIA
Minera Hierro Atacama

Folio015206

Guía Descriptiva
"Flora y Fauna de la Región de Atacama"
Septiembre 2012.

Tierra del Sol Consultores
Con el apoyo de CAP

Producción y Elaboración de la Guía:
- Claudia Acevedo Meins, Biologa, Tierra del Sol Consultores
- Flavio Olivares Zuleta, Biologo, Tierra del Sol Consultores

Revisión y Edición de la Guía:
- Gerardo Jara Flores, Encargado Recursos Naturales y Biodiversidad SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama
- David Videla, Encargado de Medio Ambiente CAP Minería, Minera Hierro Atacama.

Diseño
- Felipe Bruna P.

www.tierradelsolconsultores.cl

Tierra del Sol
Investigacion & Desarrollo

Índice

Agradecimientos 4
Presentación 5
Proyecto Hierro Atacama 6
Área de emplazamiento del proyecto 8

Biodiversidad 10
Biodiversidad Nacional 11

Variables físicas de la Región de Atacama 13
Geología y Geomorfología 13
Hidrología 14
Clima 15

El fenómeno del Desierto Florido 17

Conservación de la Biodiversidad 18
¿Cómo conservar la Biodiversidad? 18
Conservación de la Biodiversidad en Chile 18
Estrategias de Conservación 19
Estrategia Nacional de Biodiversidad 19
Estrategia Regional de Biodiversidad en la Región de Atacama 20
Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad 20

Técnicas para la Investigación de la Flora y Fauna 22
Flora 22
Fauna 24

Instrumentos legales 26

Especies en Categoría de Conservación 27
¿Qué significa que una especie esté en Categoría de Conservación? 27
¿Cuáles son las Categorías de Conservación 27

Flora, Biodiversidad de la Región de Atacama 29
Fauna, Biodiversidad de la Región de Atacama 41

Fauna en Categoría de Conservación Presente en "Proyecto Hierro Atacama" 53
Anfibios 54
Reptiles 56
Aves 65
Mamíferos 68

Flora en Categoría de Conservación Presente en "Proyecto Hierro Atacama" 71
Cactáceas 72
Arbustos y Arboles 78
Herbáceas 83

Recomendaciones para tus actividades en terreno 85
Bibliografía 86

Folio015207

Agradecimientos

Revisión y Edición de la Guía:

Gerardo Jara Flores, Encargado Recursos Naturales y Biodiversidad SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama.
David Videla, Encargado de Medio Ambiente CAP Minería, Minera Hierro Atacama.

Colaboradores:

Se agradece la colaboración en el proceso de producción y edición de la presente guía a los profesionales de Tierra del Sol Consultores, Claudia Acevedo, Felipe Farías, Felipe Bugueño, Nicole Hawas, Paola Henríquez y Flavio Olivares.

Fotografías e imágenes:
Equipo Tierra del Sol Consultores:
Claudia Acevedo, Pablo Bruna, Mauricio Díaz, Francisco Díaz, Felipe Farías, Felipe Bugueño, Paola Henríquez, Claudia Iglesias, José Mena, Flavio Olivares, María Victoria Perry, Francisco Salinas, Bárbara Vivedes.

Otros:
Enzo Brito, Beatriz Córdova, Ariel García, Héctor Mondaca, Carlos Olavarría y Bernardo Villegas.

** Todas las imágenes presentadas en esta guía pertenecen a Tierra del Sol Consultores o Compañía Minera del Pacífico S.A, a excepción de aquellas en que se detalla el autor o la fuente.*

Presentación

La Guía Descriptiva "Flora y Fauna de la Región de Atacama" es una herramienta para la difusión y educación sobre la relevancia ambiental que presenta la biodiversidad de nuestra Región y pretende contribuir al conocimiento del patrimonio natural que nos permitan asumir el desafío de proteger y valorar nuestro medio ambiente.

Este trabajo es el resultado de un compromiso adquirido por la Compañía Minera del Pacifico S. A. con la comunidad para dar a conocer la biodiversidad presente en la Provincia de Copiapó, específicamente en el tramo que abarca el proyecto "Concentraducto Proyecto Hierro Atacama", entre Sierra Ojancos (Tierra Amarilla) y Puerto Punta Totoralillo (Caldera), pasando por el área de producción de mineral de Hierro (Planta Magnetita)

La presente guía anhela contribuir al sentido de identidad regional en la comunidad, fomentando el activo cuidado de la flora y fauna.

Folio015208

Proyecto Hierro Atacama

CAP Minería-Minera Hierro Atacama, se basa en el concentrado de hierro magnético, pellet feed, a partir de la Compañía Contractual Minera Candelaria (CCMC).[1]

El Proyecto Hierro Atacama consiste en:

El Procesamiento de los relaves frescos de CCMC (Planta Magnetita)

Planta Magnetita está ubicada en Sierra Ojancos (Tierra Amarilla) y tiene como objetivo producir un concentrado de mineral de Hierro a partir del reciclaje y aprovechamiento del excedente de Cobre.



Francisco Diaz.

Planta Magnetita

¿Sabías que... el Puerto Punta Totoralillo tiene una capacidad de almacenamiento de hasta 300.000 toneladas de concentrado de hierro y una capacidad de embarque de hasta 200.000 toneladas por barco?



1 Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, Puerto Punta Totoralillo, CAP Minería, 2012.

Transporte de material desde Planta a Puerto (Concentraducto)



Fuente: CAP Minería, 2010.

Todo el Hierro producido en Planta Magnetita es trasladado a través de un Concentraducto, el cual consiste en un ducto subterráneo de 120 km de largo, que traslada el concentrado de Hierro desde la Planta Magnetita hasta el Puerto Punta Totoralillo, en Caldera. Este ducto transporta concentrado de Hierro en forma continua los 365 días del año.[1]

Filtrado, almacenamiento y embarque de pellet feed (Puerto Punta Totoralillo)

Puerto Punta Totoralillo, se encuentra a 25 kilómetros al norte de la ciudad de Caldera y tiene tres operaciones principales: recepción de la pulpa y filtrado, acopio y embarque de Hierro. Su objetivo principal es embarcar el concentrado de Hierro hacia el mercado asiático.[1]



Fuente: CAP Minería, 2010.

Minería y Áreas Protegidas

El sector minero, incluida la Compañía Minera del Pacífico S.A. ha dedicado gran parte de sus esfuerzos al resguardo de áreas de interés ambiental, procurando el mejoramiento constante de su gestión ambiental en sus procesos productivos, coordinando sus acciones en función de lo que dictan diversos cuerpos normativos sobre la materia y sus diversos lineamientos normativos para cumplir con este objetivo.[2]

1 Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, Puerto Punta Totoralillo, CAP Minería, 2012.

2 Videla, D. 2008. Protección de la Biodiversidad y Gran minería en la Región de Antofagasta

PROYECTO

Folio015209

Área de emplazamiento del Proyecto

El área en que se encuentra la Minera Hierro Atacama se ubica en la Provincia de Copiapó comenzando en la Comuna de Tierra de Amarilla, pasando por Copiapó y finalmente por la Comuna de Caldera.[1]

Unidad Ojanco Nuevo

Francisco Diaz.



El trazado del concentraducto, se inicia en la propiedad de la Minera Candelaria, en la planicie de Ojanco Nuevo. Corresponde al sector de la Mina Candelaria y sus alrededores, incluida la Planta Magnetita, zona dominada por una serie de cerros. En este sector, las laderas tienen pendientes fuertes y en diferentes exposiciones, a pesar de esto la vegetación no presenta mayores variaciones en cuanto a composición, aunque sí se aprecian ciertas diferencias en cuanto al desarrollo de los individuos y la cobertura de la vegetación, la que se presenta un poco más densa donde hay sombra. Aún así las coberturas rara vez superan el 50%.[3]

Unidad Llano Seco

Corresponde a un sector muy plano y de alto interés florístico por ser reconocido como una zona de ocurrencia de Desierto Florido. Éste consiste en la aparición de una gran diversidad de flores entre los meses de Septiembre y Noviembre, en los años en que las precipitaciones son inusuales (sobre el rango normal para el Desierto).
Este sector es más diverso que la unidad anterior, pues se reconocen ciertas agrupaciones vinculadas a zanjas formadas por lluvias. Se encuentra dominado por matorrales abiertos, que se manifiestan en diferentes asociaciones dominantes.[3]



Pablo Bruna.

1 Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, Puerto Punta Totoralillo, CAP Minería, 2012.

3 Estudio de Impacto Ambiental Concentraducto Proyecto Hierro Atacama.

Unidad Arenales

Pablo Bruna.



Este sector se caracteriza por ser una zona de sustratos arenosos, que tienden a la formación de matorrales muy abiertos.
Ciertos sectores de esta área presentan evidencias de la ocurrencia de Desierto Florido, lo que se evidencia por la existencia de plantas bulbosas enterradas en la arena y que luego germinan y llenan el lugar de flores.[3]

Unidad Valle del Río Copiapó

En los sectores de laderas, la vegetación presenta, en general, la forma de un matorral muy abierto.
En la orilla del río se presentan praderas y algunos sectores muy áridos desprovistos de vegetación.
En las terrazas del río, formaciones boscosas del árbol de Chañar, Humedales (zona de tierras generalmente planas, en la que la superficie se inunda permanente o intermitentemente) con Totoras y Cola de Zorro.[3]



Unidad Planicies Costeras



Corresponde al tramo entre el Valle del Río Copiapó y Punta Totoralillo, en Caldera, y se caracteriza por ser una zona con suelos de pendientes suaves o nulas. Principalmente hay arbustos bajos. Además, este sector es atravesado regularmente por quebradas y cursos de agua, donde se producen cambios en la vegetación, particularmente en la densidad y, en quebradas más profundas, un cambio en la flora y fauna ahí presentes.[3]

En relación a estas unidades presentes en la zona donde se ubica la Minera Hierro Atacama, es que se hace necesario analizar la biodiversidad de nuestro territorio, por eso ahora te presentamos una breve descripción de la biodiversidad mundial y nacional.



Claudia Acevedo.

3 Estudio de Impacto Ambiental Concentraducto Proyecto Hierro Atacama.

Biodiversidad

El término biodiversidad se refiere a la variabilidad de los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas.[4]

Se estima que en la Tierra existen aproximadamente entre 5 y 30 millones de especies, de las cuales 1,7 millones han sido descritas. Se cree que existen aproximadamente 4.000 especies de mamíferos, 9.000 especies de aves, 6.300 especies de reptiles, 4.200 especies de anfibios, 19.100 especies de peces, 250.000 especies de plantas vasculares y más de 1.000.000 de invertebrados.[5]

Ecosistema:
Está compuesto por variables bióticas (vivo) y abióticas (no vivo), y sus característica están determinadas por las variables físicas, químicas y biológicas del medio en que se encuentran.[6]

Zonas calientes (Hotspots)

Los hotspot o zonas calientes de biodiversidad son zonas del planeta donde se concentra un mínimo de 1500 especies de plantas endémicas únicas del lugar, alta proporción de vertebrados endémicos y en donde el hábitat ha sido fuertemente intervenido. Los expertos señalan el aumento de estas zonas sensibles y el empeoramiento de su estado en los últimos años. Por ello subrayan que su conservación es prioritaria para evitar un daño irreparable a la biodiversidad.[6]



Fuente: Conservación Internacional 8
● = Zona Hotspot
■■■■ = Nivel de Hotspot

¿Sabías que... a la fecha se han definido 34 hotspot a nivel mundial, entre los cuales se encuentra el hotspot chileno llamado "Chilean Winter rainfall Valdivian forests"?



4 Ley 19.300 Bases Generales del Medio Ambiente
5 CONAF. Educación Ambiental, Biodiversidad
6 CONAMA. 2008. Biodiversidad de Chile Patrimonio y Desafíos. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 640 pp.

BIODIVERSIDAD

Biodiversidad Nacional

Chile posee distintas condiciones ambientales muy particulares de norte a sur, pero esta situación no necesariamente se traduce en una elevada diversidad biológica. Justamente, Chile presenta una de las menores riquezas específicas de flora y fauna silvestres en comparación con el resto de los países sudamericanos. [8]

Sin embargo, debido a estas diferencias ambientales presentes en el país y la curiosa característica del aislamiento, muy asimilable a una isla, es que Chile posee un alto nivel de endemismo, es decir, especies que solo se encuentran en el territorio chileno. A modo de ejemplo, los anfibios exhiben el mayor grado de endemismo alcanzando el 78%, seguido de los reptiles con un 59%. El caso de las aves contrasta con lo expresado, ya que siendo el grupo más numeroso su endemismo es solo de un 2%. [6]

Para Chile se han descrito alrededor de 30.679 especies, entre nativas y endémicas, lo que equivale al 1,93 % de todas las especies descritas en el planeta. Sin embargo, se cree que aún falta el 98% de "nuestras" especies chilenas por descubrir. [6]



Beatriz cordova.

Bosque patagónico

Especie endémica:
Especie cuya distribución está limitada a una zona geográfica reducida, no encontrándose de forma natural en ninguna otra parte del mundo.[7]

Especie nativa:
Especie originaria de la zona en que habita, pero que no se encuentra necesariamente en forma exclusiva en ese lugar, es decir, que puede existir de forma natural en distintos países.[6]

6 CONAMA. 2008. Biodiversidad de Chile Patrimonio y Desafíos. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 640 pp.
8 Conservación Internacional. 2005.
7 CONAF. Educación Ambiental, Biodiversidad
9 MMA. Ministerio del Medio Ambiente. Biodiversidad.

Diversidad de Flora

En cuanto a la biodiversidad de flora, Chile presenta 5.300 especies de Angiospermas (Plantas con Flores) y 16 especies de Gimnospermas (Plantas con semillas, como las coníferas, por ejemplo la Araucaria). Se estima que unas 2.770 especies de plantas son endémicas de Chile, solo creciendo en este lugar del mundo. [6]

La flora de Chile se distribuye de acuerdo a paisajes vegetacionales. De acuerdo a esta clasificación la región desértica cubre la mayor superficie del país (22%), las regiones de bosque siempre verde y turberas (18%), estepa alto andina (17%), matorral y bosque esclerófilo (10%), bosque caducifolio (que bota sus hojas) (8%), bosque andino patagónico (7%), estepa patagónica (4%), y bosque laurifolio (3%). [9]

Diversidad de Fauna

En Chile existen 17.729 especies de fauna, de las cuales 2.003 especies son vertebrados (460 especies de aves, 150 especies de mamíferos, 1.226 especies de peces, 56 especies de anfibios, 111 especies de reptiles), de ellos el 31% presentan problemas de conservación (en peligro, peligro crítico y vulnerable). [9]



Flavio Olivares.

Lagarto.

6 CONAMA . 2008. Biodiversidad de Chile Patrimonio y Desafíos. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 640 pp.

8 Conservación Internacional. 2005.

9 MMA. Ministerio del Medio Ambiente. Biodiversidad.

Folio015211

Variables físicas de la Región de Atacama

Existen distintas variables físicas que determinan la diversidad de especies presentes en un lugar determinado.

Las especies de plantas y animales dependen del medio que los rodea, de los factores físicos que componen el ecosistema en que viven. Por esta razón es importante que conozcas los principales factores que determinan la existencia de ciertas especies que son representativas de los ecosistemas de la Región de Atacama.

Geología y Geomorfología

La Geología es la ciencia que estudia la estructura y composición interna de la tierra y su evolución, mientras que **la Geomorfología** estudia las formas de la superficie terrestre.

La Región de Atacama forma parte del margen continental activo de América del Sur, con una gran dominancia de rocas magmáticas (formadas del enfriamiento y solidificación del magma o roca fundida de los volcanes) y rocas sedimentarias (formadas por la acumulación de sedimentos y procesos fisicoquímicos). En la zona se observan diversas unidades geomorfológicas, destacando en la Región el sistema cordillerano y precordillerano(40,3%), las pampas (32,7%) y las cuencas altiplánicas(18,5%).

Se puede distinguir la presencia de:



Volcán Ojos del Salado

Cordillera de la Costa: Cerros de altura moderada (1000 msnm), principalmente de rocas cretácicas (formadas de sedimentos de origen marino y continental). Localizadas desde Copiapó hacia el Océano Pacifico.

Valle Longitudinal: Depresión intermedia que cruza entre las cordilleras de Este a Oeste. Es un llano grande de rocas clásticas (formadas de sedimentos y cristales minerales) de una altura entre 500 m.s.n.m. hasta 1.500 m.s.n.m.

Precordillera: Sector con zonas montañosas entre Copiapó y Vallenar en el Oeste, hasta Salar de Maricunga-Laguna del Negro Francisco en el Este. Cerros de altura hasta 5.300 m.s.n.m., pero en la mayoría alrededor de 3.000 m.s.n.m.

Depresión de Salares: Solo existe en el norte de la Región. Se trata de un llano rellenado de rocas clásticas y químicas (sales de evaporación). En gran parte no hay salida directa hacia el mar para los ríos. La altura promedio es de alrededor de 3.200 m.s.n.m. Los límites de esta unidad morfológica pertenecen a rocas paleozoicas (rocas con data de hace más de 500 millones de años).

Cordillera de Los Andes: Zona hacia el Este de los salares que presenta gran altura (hasta casi 6.900 m). Se constituye de volcanes y rocas volcánicas recientes. Cabe resaltar la presencia de los más importantes hitos de altura del país, el volcán Ojos del Salado (6.893 m.s.n.m.) y el Nevado Tres Cruces (6.753 m.s.n.m.). Además, cuenta con la interesante presencia de valles cerrados que forman lagunas y salares cordilleranos como el Salar de Pedernales, Salar de Maricunga, Laguna Santa Rosa, Laguna Verde y Laguna del Negro Francisco, entre otras. [10]

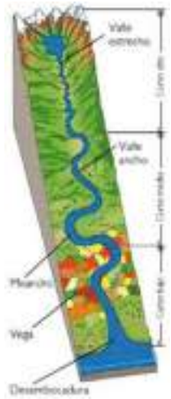
¿Sabías que... el Volcán Ojos del Salado no solo es el hito más alto de Chile, sino que también es el volcán más alto del mundo?



10 Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama.

Hidrología

Es sabido que el agua es determinante para la existencia de la vida, especialmente para los ecosistemas áridos donde el recurso es escaso, por lo tanto la presencia de las cuencas de los Ríos Copiapó y Huasco y ecosistemas acuáticos como las vegas, bofedales y salares, permiten una alta concentración de especies (Biodiversidad), además, otras especies adaptadas a la escasez de agua y han desarrollado mecanismos para sobrevivir en una zona árida y conforman otros ecosistemas muy importantes, como el de tipo matorral, todos ellos forman parte de la Biodiversidad de Atacama.



Francisco Salinas.



Rio Copiapo

En la Región destacan los Ríos Copiapó y Huasco

Río Copiapó
El Río Copiapó posee una cuenca hidrográfica de 18.400 km2 y una longitud de 162 kilometros. Nace de la unión de los Ríos Jorquera, Pulido y Manflas.[10]

Río Huasco
El Río Huasco se ubica hacia el sur de la Región. Posee una cuenca hidrográfica de 9.850 km2 y se origina producto de la unión de los Ríos: El Tránsito y El Carmen. Su régimen de alimentación es mixto, cuyo caudal puede provenir de la combinación de los glaciares, la nieve o la lluvia.[10]

Si hablamos del agua, debemos también referirnos y conocer el significado e importancia de los humedales. Básicamente un humedal es un sistema donde existe agua, un tipo de suelo, flora y fauna muy distinta a otros ambientes terrestres, son sistemas intermedios entre ambientes permanentemente inundados y ambientes normalmente secos. En la Región de Atacama tenemos distintos tipos de humedales, como lo son: los salares, las vegas, bofedales, ríos, estuarios y desembocaduras.

Claudia Iglesias.



Humedal del estuario del Río Huasco

La importancia de ellos es la alta biodiversidad de especies de flora y fauna que albergan. Uno de los humedales más importantes de la Región es el humedal del estuario del Río Huasco, donde se han registrado hasta la fecha 146 especies de aves, es decir el 30% de todas las aves descritas para Chile.

10 Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama.

Folio015212

Maria Victoria Perry.



Embalse Santa Juana

Como aprendimos anteriormente, en nuestra Región, el recurso hídrico es escaso, esta situación se agrava actualmente por el uso del agua con fines productivos, lo que ha llevado a una crisis hídrica, que se puede observar por la inexistencia del escurrimiento superficial de agua en el Río Copiapó.

¿Sabías que...el Río Copiapó era llamado Copallapu por los Diaguitas (copa: verde y apu: tierra cultivada)...

....y que Huasco sería la unión de un vocablo quechua y otro mapudungun (huas: oro y co: río)?



Los embalses permiten regular el caudal de los ríos y almacenar el recurso para su uso en actividades humanas.

Clima

Las precipitaciones escasas, las neblinas o camanchacas costeras y la diferencia en altitudes y variaciones de temperaturas, son factores que condicionan la biodiversidad en la Región, presentando así una variedad de ecosistemas donde se encuentran especies de flora y fauna muy distintas entre un lugar y otro.[10]

En la Región predomina el clima desértico (Zona Hiperárida Desértica) caracterizado por las escasas precipitaciones y los drásticos cambios de temperatura diaria. La Región de Atacama presenta tres condiciones climáticas: una en el sector costero, con influencias marítimas; otra en la pampa intermedia; y por último el sector cordillerano con incremento de las precipitaciones y bajas temperaturas.[10]

La Región de Atacama se encuentra en la denominada Zona Hiperárida Desértica, que en Chile abarca entre Arica y Coquimbo. En esta zona la precipitación anual se sitúa por debajo de los 100 mm. y tiene un período seco de 11 o 12 meses.[10]



Fuente: CONAMA 2008. Biodiversidad de Chile Patrimonio y Desafíos.

10 Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama.

Clima desértico costero:
Está presente en todo el sector costero de la Región y tiene influencia hasta las comunas de Copiapó y Vallenar. Se caracteriza por abundante y densa nubosidad que se presenta durante la noche y se disipa durante la mañana. Esto también define una alta cantidad de días nublados y pocos días despejados. Este clima permite que en nuestra Región existan especies únicas en Chile y en el mundo, como son el grupo de las cactáceas, así como ecosistemas representativos como son los humedales costeros y estuarinos. Estos últimos permiten la concentración de importantes especies de flora y fauna.


Flavio Olivares.

Clima desértico marginal bajo:
Corresponde a la mayor parte de la Región, cubriendo la zona que va desde donde comienzan las tierras altas de la cordillera hasta donde alcanza la influencia marítima intensa por el Oeste. La diferencia entre el mes más cálido y el más frío es de 7ºC a 8ºC en Copiapó y Vallenar. La diferencia de temperatura diaria mayor puede alcanzar 13ºC a 15ºC, lo que es una característica de las zonas del continente. Un ecosistema representativo de este tipo de clima en la Región es el Fenómeno del Desierto Florido, el cual se caracteriza por poseer un alto valor paisajístico y una diversidad y endemismo de especies de flora únicas en Chile.


Bernardo Villegas.

Clima desértico marginal de altura:
Se presenta sobre los 2.000 m de altura. Las temperaturas son más bajas, pero los cambios de temperatura son menores que en el desierto marginal bajo. Los cielos son predominantemente despejados y limpios. Uno de los ecosistemas característicos de este clima, son las vegas y bofedales (humedales altoandinos), que se caracterizan por ser sitios de concentración de biodiversidad, albergando incluso especies de aves migratorias provenientes del Hemisferio Norte.


Enzo Brito.

Folio015213

El fenómeno del "Desierto Florido"

Un ejemplo de cómo las variables físicas del medio influyen en el desarrollo de la biodiversidad, es el denominado fenómeno del Desierto Florido.
Este fenómeno se produce en la bioregión del Desierto de Atacama, con mayor intensidad en la zona costera de la Región de Atacama. Consiste en el afloramiento de más de 200 especies de plantas que son activadas por lluvias invernales superiores a 15 mm., que se asocian en general al fenómeno del Niño que provoca estas inusuales lluvias.**10**
El fenómeno del Desierto Florido nos permite apreciar miles de hectáreas de terreno cubiertas con flores de colores, que convierten al desierto en el más diverso jardín de Chile. Flores como "Pata de Guanaco", "Coronilla de Fraile", "Oreja de Zorro", "Malvilla", "Rosita", "Mariposa Blanca", "Garra de León", "Añañucas blancas, amarillas y rojas", "Lirios", "Suspiros", entre muchas otras son las que se pueden observar durante los períodos de primavera y verano, cuando se presenta este hermoso fenómeno.


Claudia Acevedo.
Suspiro.


Claudia Acevedo.
Rosita.


José Menav.
Desierto Florido.


Claudia Acevedo.
Mariposa Blanca.

10 Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama.

Conservación de la biodiversidad

La biodiversidad entrega a la sociedad bienes y servicios, tiene un valor productivo, recreativo, estético, ecológico, etc., por lo que su conservación actualmente es de interés mundial.

¿Cómo conservar la biodiversidad?

La conservación de la biodiversidad es una tarea que involucra a todo el planeta. Sin embargo, es necesario que organismos internacionales y nacionales coordinen y establezcan medidas de conservación y sanciones cuando éstas no se cumplen. Para cumplir este objetivo se han realizado variados convenios y tratados internacionales para conservar la biodiversidad, definiendo medidas generales para lograr lo, algunas de ellas son[5]:

- Identificar y conservar los genes de las especies y sus hábitats.
- Realizar trabajos de investigación y estudios para identificar las diferentes especies, conservación de ecosistemas, entre otros.
- Minimizar los impactos adversos de las prácticas agrícolas e industriales sobre los ecosistemas.
- Creación de áreas protegidas.
- Involucrar a las comunidades locales en los proyectos de conservación.
- Estimular la creación de incentivos económicos en beneficio de la conservación.
- Proporcionar educación ambiental a nivel local y regional.
- Utilizar los bienes y servicios que nos entrega la biodiversidad con conciencia y de forma sustentable.[5]

¿Sabías que... Chile es uno de los 185 países que firmaron el primer acuerdo mundial que protege la biodiversidad, el Convenio sobre Diversidad Biológica, adoptado en el año 1992 en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro?



Conservación de la biodiversidad en Chile

Chile es considerado una verdadera "isla" por encontrarse limitando por el Oeste con el Océano Pacífico, al Este por la Cordillera de los Andes, al Norte por el Desierto de Atacama y al Sur por la Antártida. Esto hace que las especies en general presenten restricciones para dispersarse y por tanto reproducirse, y a la vez se restringe su hábitat. Todo esto hace de Chile un país más susceptible a la extinción de sus especies frente a cualquier alteración. [6]
Para hacer frente a la necesidad de proteger la biodiversidad chilena y de establecer políticas claras de conservación, es que se han definido diversas estrategias y políticas de manejo y protección de los ecosistemas y del patrimonio natural de Chile.

5 CONAF. Educación Ambiental, Biodiversidad.
6 CONAMA . 2008. Biodiversidad de Chile Patrimonio y desafíos. Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Folio015214

CONSERVACIÓN

Estrategias de Conservación

Las estrategias de conservación son variadas y algunas de las más usadas y exitosas son:
1. Creación y fortalecimiento de áreas silvestres públicas y privadas, las cuales se constituyen como una forma efectiva para proteger ecosistemas y hábitats de especies amenazadas.
2. Actividades ambientalmente sustentables como el ecoturismo (viajes por áreas naturales sin perturbarlas con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar sus atractivos naturales, a su vez contribuyen notablemente a la hora de recaudar fondos económicos para invertirlos en programas de conservación).
3. La planificación "eco regional", que muchas veces involucra a más de un país, y busca proteger los ecosistemas.[4]

Estrategia Nacional de Biodiversidad

En Chile se han implementado varias de las estrategias mencionadas, y como una manera de enfrentar el desafío que implica la conservación de la biodiversidad, es que en el año 2003 se aprobó la "Estrategia Nacional de Biodiversidad", la que corresponde a la primera política pública que integra la visión de los distintos organismos estatales y las preocupaciones de las organizaciones sociales y gremiales, en relación con la biodiversidad en todos sus niveles.



Esta política pública es un documento para la gestión y protección de ecosistemas, especies y recursos genéticos en nuestro país. La metodología utilizada se basa en la priorización de sitios en los cuales se han detectado ecosistemas frágiles, alto endemismo de especies de flora y fauna (especies únicas del país) y especies con problemas de conservación.

Se fundamenta en el Convenio Internacional sobre Diversidad Biológica, que busca la conservación de los recursos naturales y la obtención de beneficios para la población y la utilización sostenible de los recursos biológicos [5]

La consolidación de una estrategia nacional, en materia de biodiversidad, facilitará la gestión sustentable del patrimonio natural, con el objetivo de garantizar el acceso a los beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras.

5 CONAF. Educación Ambiental, Biodiversidad.

Estrategia Regional de Biodiversidad en la Región de Atacama



Así como a nivel nacional se desarrolló una Estrategia Nacional de Biodiversidad, a nivel regional existen diversos documentos elaborados con el fin de coordinar acciones según la necesidad local, de manera de hacer más eficientes las medidas a implementar para la conservación de las especies presentes en cada Región.

En la Región de Atacama el Comité Regional de Biodiversidad elaboró la "Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama 2010 – 2017", el cual es un programa regional para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica.
Integra, además, elementos relativos al acuerdo suscrito por Chile en el marco del Convenio sobre Diversidad Biológica (Cumbre de la Tierra, Río de Janeiro 1992), lo cual significa integrar, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales.

La estrategia señala también niveles de protección oficial para la totalidad de los ecosistemas relevantes del país, lo que significará, en el largo plazo, generar un sistema de áreas silvestres protegidas públicas y privadas que aseguren a las generaciones futuras el resguardo de su patrimonio natural y el aprovechamiento racional de los recursos.[11]

Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad



En el año 2003, dentro de la Estrategia Nacional de Biodiversidad, se definieron 68 Sitios Prioritarios para conservar la Biodiversidad en Chile, los cuales son claves para la conservación de la biodiversidad. Estos pretenden aportar en el desarrollo de una red de protección representativa de los principales ecosistemas y especies con alto riesgo de extinción.

En la Estrategia Nacional se establecen para la Región de Atacama 5 Sitios Prioritarios para la conservación: Salar de Pedernales y alrededores, Estuario del Río Copiapó hasta Morro Copiapó, Zona del Desierto Florido, Estuario del Río Huasco y Carrizal y Lagunas Altoandinas (Grande y Valeriano). [12]

11 CONAMA.2009. "Estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de Atacama 2010 – 2017", Aprobada por COREMA mediante Resolución Exenta. N°323 del 28.12.2009.
12 CONAMA. 2003. Estrategia Nacional de Biodiversidad.

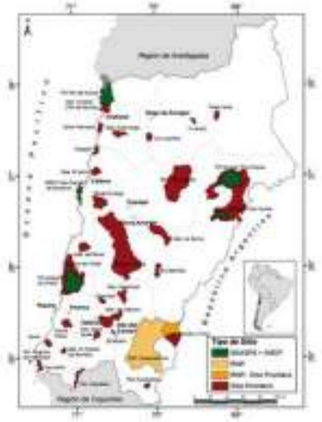
Folio015215

CONSERVACIÓN

En la Región de Atacama existe una insuficiente protección de sus ecosistemas con una baja representación en áreas bajo protección oficial (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, SNASPE) y cuyo porcentaje continental alcanza sólo al 2,48%.10
Para complementar esta información y con el fin de conservar las especies de flora amenazada en la Región, es que en el año 2008 diversos especialistas definieron 28 Sitios Prioritarios para la conservación de las especies de flora amenazada, con lo cual se alcanzó el 13% de la superficie regional, se protege el 96% de las especies con problemas de conservación y al 82,5% del total de especies nativas que habitan la Región de Atacama.[10]



¡Tantos Sitios Prioritarios para conservar la Biodiversidad de la Región de Atacama y yo no lo sabía , pero muy necesarios para conservar las 980 especies nativas y las 77 especies endémicas que sólo están en esta parte del planeta!



Fuente: Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama.



Fuente: Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama 2010 –2017

Como una manera de unificar la información existente en cuanto a los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad en la Región de Atacama se estableció en la "Estrategia Regional de Biodiversidad año 2010-2017" una cartera única de Sitios Prioritarios, llegando a 44 Sitios en la Región.11.Esta estrategia presenta lineamientos estratégicos para la conservación efectiva de la Biodiversidad, los cuales son:

1. Un Jardín Botánico.
2. Centro Regional de Rehabilitación de Fauna.
3. Mejoramiento de Información de la Fauna Nativa de Atacama para el proceso de Clasificación de Especies.
4. Plan de Protección del Guanaco.
5. Señalética de información e interpretación ambiental en acceso e interior de Áreas protegidas y Sitios Prioritarios de la Región de Atacama.
6. Forestación de los espacios urbanos comunales, principalmente con especies nativas.
7. Implementación de un Sistema Regional de Monitoreo y Gestión Sustentable de Algas Pardas en el borde costero de Atacama.
8. Diseñar y ejecutar tres estudios, uno por Provincia, sobre servicios ambientales, usos y propiedades y valoración económica de la biodiversidad Atacameña.

10 Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama.
11 2005. "Estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de Atacama 2010 – 2017", Res. Ex. N°100/2005 de COREMA.

Técnicas para la Investigación de la Flora y Fauna



Flora

Para el estudio de la flora los especialistas comienzan organizando la campaña de terreno, definiendo una metodología a utilizar para lograr la identificación de todas las especies del área de estudio.

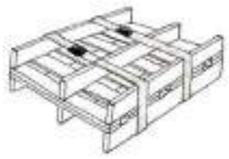
Metodología de estudio de la flora

Para el estudio de las plantas de un lugar se necesita registrar todas las especies presentes en la zona de estudio. Para lograrlo se realizan cuadrantes y un transecto, es decir caminamos en línea recta a lo largo del área a estudiar y se registran todas las plantas que observamos en una libreta de anotaciones y con una cámara fotográfica. Además se colectan muestras cuando no sabemos el nombre de la especie. Estas muestras vegetales se conservan en un herbario y se analizan luego de la salida a terreno con bibliografía especializada. [13]

Construcción de un Herbario

Para identificar las plantas observadas en terreno es necesario hacer un herbario, el cual es una colección de plantas o partes de plantas, desecadas, preservadas, identificadas y acompañadas de información sobre el sitio de colección, nombre común y sus usos.

Materiales a utilizar


Prensa de Madera


Tijeras de Podar


Sobre Papel Absorbente



Guía de Identificación


Cordel o Correa


Papel Diario Grande


Cartón Corrugado


Libreta de Anotaciones

13 Steubing et al. 2002. Métodos de Ecología Vegetal.

Folio015216

INVESTIGACIÓN

Procedimiento:

Se corta una muestra de la planta en estudio en el herbario, cuidando que tenga los elementos necesarios para su identificación, es decir, hojas, flores, frutos, y/o semillas.

- Se coloca la muestra entre hojas dobladas de diario, en forma ordenada, tratando de no dejar partes superpuestas, se puede agregar entre la planta y el diario un trozo de papel absorbente cuando la muestra es muy delicada. Se debe colocar un ejemplar en cada diario doblado. Cada dos plantas prensadas, colocar un cartón corrugado para facilitar la ventilación.

- Los diarios con las plantas se ponen en la prensa, amarrando con cuerda con la máxima fuerza posible.

- Luego de 2 o 3 días, con mucho cuidado se debe cambiar el papel absorbente y diarios, esto debe repetirse 3 a 4 veces o hasta que se observe que la planta esta seca.

- En cada muestra se debe anotar un número de identificación de la planta y este número se utiliza para el registro en el cuaderno de anotaciones. Los datos a anotar son: identificación (nombre de la planta) , lugar de colecta, fecha de recolección, hábitat, metros sobre el nivel del mar, coordenadas geográficas, nombre del colector y cualquier otro dato de interés.

- Una vez secas las muestras se retiran de la prensa y se procede a su montaje definitivo en una cartulina o cartón forrado de 45x30 cm, a la cual se fijan con papel engomado o maskin tape. En el extremo inferior derecho se coloca una etiqueta con la información. [13]


Claudia Acevedo.

Ordenamiento de la muestra en el diario


Claudia Acevedo.

Disposición final de muestra para su conservación



13 Steubing et al. 2002. Métodos de Ecología Vegetal.

Fauna

Indicaciones para estudiar la Fauna

Para el estudio de la fauna de un lugar se debe definir la metodología a utilizar. Para esto se definen distintas formas de trabajo según el grupo faunístico, como se presenta a continuación:

Anfibios

Para observar anfibios se realizan caminatas por el área de estudio y se localizan cuerpos de agua como sitios potenciales de avistamiento.
En los cuerpos de agua, se utiliza: observación directa por caminata en el sector; la técnica de desafíos por vocalización, que consiste en el uso de una grabación del macho en época reproductiva para llamar la atención de las hembras presentes; captura con trampas balde, que consiste en enterrar baldes donde quedan atrapados los anfibios.

Materiales a utilizar en terreno
- Huincha de medir (>50 mts)
- Cámara fotográfica
- Sobres de papel
- Cartilla de registro de información o libreta de anotaciones
- Manuales de Fauna del sector
- GPS

Reptiles

Para el reconocimiento de reptiles se realizan recorridos en el área de estudio. Se utilizan dos métodos de muestreo, *directo e indirecto*.



Técnica de Muestreo Directo:
Se establecen parcelas definidas por transectos (líneas) transversales de largo y ancho variable (se define según el área total a estudiar), dispuestos uno al lado del otro, los cuales se recorren caminando a una velocidad constante y se registran los avistamientos de cada individuo.
Además está el muestreo selectivo, es decir, se buscan microhábitats que utilizan los reptiles como debajo de rocas, cuevas y arbustos. El estudio se realiza durante las horas de mayor radiación solar del día (cercano al mediodía), horario en el cual aumentan las probabilidades de avistamiento.
Cada individuos observado se anota y se toman fotografías para su posterior identificación.



Flavio Olivares.

Técnica de Muestreo Indirecto:
Consiste en la colecta de mudas (restos de piel), observación de huellas y madrigueras.



Pablo Bruna.

Folio015217

INVESTIGACIÓN

Mamíferos

Para las observaciones de mamíferos se realizan recorridos por el área de estudio donde es probable el avistamiento de este tipo de fauna.



Felipe Farías.

HUELLAS

Se utilizan dos métodos de muestreo, directo e indirecto.
Técnica de Muestreo Directo:
En esta se realizan parcelas (similar a las parcelas de reptiles) que se recorren caminando, se anota y registra cada avistamiento mediante fotografías.
Técnica de Muestreo Indirecto:
Este muestreo consiste en el registro de fecas, huellas, madrigueras, restos óseos, etc. En el caso de Macromamíferos se registran además revolcaderos.



Flavio Olivares.

FECAS



¿Sabías que los cururos, unos singulares micromamíferos, se desplazan bajo tierra buscando bulbos de plantas para alimentarse?



Flavio Olivares.

OBSERVACIÓN DIRECTA

María Victoria Perry.

Captura de Micromamíferos
Si es necesario capturar individuos, se utilizan Trampas Shermann, las que se colocan en lugares estratégicos como debajo de arbustos. A éstas se les coloca un cebo (por ejemplo mantequilla de maní y avena) y se revisa al día siguiente.

Aves

Las aves en general son fáciles de muestrear. Para su registro se realiza avistamiento directo, con ayuda de binoculares, y se recorren transectos en donde las personas caminan en línea recta y se detienen en puntos fijos, y desde ahí se observa por unos 15 minutos. Se anotan las aves observadas y escuchadas (cantos y/o gritos) y se registra su fotografía de ser posible.
Los muestreos se realizan de preferencia por la mañana muy temprano y por las tardes, horarios de mayor actividad de la avifauna.
Además, para el caso de las aves rapaces se puede reconocer lo que comieron observando egagrópilas (bolas formadas por restos de alimentos no digeridos que algunas aves devuelven).



Egagrópila

Instrumentos legales

Para el caso de la flora y fauna, en Chile se ha impulsado el desarrollo de distintos documentos que protegen las especies, siendo los principales los que a continuación se detallan:

- Carlos Muñoz-Pizarro, en su libro "Chile: Plantas Amenazadas de Extinción" (1973) entrega el primer listado de especies amenazadas de flora para el país.
- Para Fauna, Jürgen Rottmann el año 1974 entrega la primera lista de fauna amenazada (Documento de CONAF).
- Diversos expertos organizados por CONAF, elaboraron el Libro Rojo de Vertebrados Terrestres, en 1988 y Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile, en 1989.
- A partir de entonces fueron generándose otras clasificaciones, destacando en el año 1998 el Boletín N° 47 del MNHN que entrega diversos listados de especies, en que se categorizan los Líquenes Nativos de Chile", las Pteridophyta (Helechos) Nativas de Chile, las Plantas Bulbosas Nativas de Chile, las Cactáceas Nativas de Chile, los Decápodos Nativos de Aguas Continentales de Chile y los Peces Nativos de Aguas Continentales de Chile.
- Mediante el Artículo 37 de la ley 19.300 General de Bases del Medio Ambiente en el año 1996 se procedió a crear un procedimiento de clasificación de las especies de flora y fauna silvestres, sobre la base de antecedentes científico-técnicos, según estado de conservación. El año 2005 finalmente se aprueba el Decreto N° 75 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia, que aprueba el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres, el cual permite evaluar el estado de conservación de nuestra diversidad biológica y contribuye a disminuir el riesgo de su extinción al permitir priorizar recursos y esfuerzos en aquellas especies más amenazadas.
- Para Fauna, el año 1998 se aprobó el Decreto N° 5 del Ministerio de Agricultura, el cual permitió desarrollar el Reglamento de la Ley de Caza, el cual lista 254 especies entre anfibios, reptiles, aves y mamíferos.
- En el año 2008 la División Jurídica de CONAMA a través del Memorando N°387 definió un Orden de Prelación (preferencia), a través del cual se establece el estado de conservación vigente para las especies de flora y fauna.



Orden de Prelación Flora
1. R.C.E.
2. Libro Rojo de la Flora Arbórea y Arbustiva de Chile.
3. Boletín N° 47
4. Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile

Orden Prelación Fauna (Anfibios y Reptiles)
1. R.C.E.
2. Ley de Caza
3. Reunión de trabajo especialistas en herpetología (Not. Mensual M.N.H.N. N° 329)
4. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile.
5. Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile .

Orden Prelación Fauna (Aves)
1. R.C.E.
2. Ley de Caza
3. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile.
4. Estrategia Nacional de Conservación de Aves (SAG, 1992)

Orden Prelación Fauna (Fauna Hidrhobiológica)
1. R.C.E.
2. Reunión de trabajo especialistas en herpetología y mamíferos (Not. Mensual M.N.H.N. N°329 y N°330); Boletín N°47 (decápodos y peces nativos de aguas continentales)
3. Libro Rojo de Vertebrados de Chile

Orden Prelación Fauna (Mamíferos)
1. R.C.E.
2. Ley de Caza
3. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile.
4. Conservation status, rarity, and geographic priorities for conservation of Chilean mammals (1999).

Folio015218

Especies en Categoría de Conservación

¿Qué significa que una especie esté en Categoría de Conservación?

Se refiere al estado en que pueden encontrarse las especies de plantas, algas, hongos y animales silvestres, atendido el riesgo de extinción de sus poblaciones.14 Las categorías de conservación deben representar fielmente el estado en el que se encuentran estas poblaciones. Esto permite priorizar recursos y esfuerzos en aquellas especies con mayores problemas. La clasificación de una especie también puede ser determinante en tratados internacionales, en las evaluaciones y estudios de impacto ambiental, programas de educación, investigaciones, regulación del territorio, etc.[15]


Flavio Olivares.

¿Cuáles son las Categorías de Conservación?[14]

Extinta(EX):
Una especie se considerará ''Extinta'' cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente de dicha especie ha muerto.

Extinta en Estado Silvestre (EW):
Una especie se considerará ''Extinta en Estado Silvestre'' cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original.

En peligro Crítico (CR):
Una especie se considerará ''En Peligro Crítico'' cuando se considera que está enfrentando un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.

En peligro (EN):
Una especie se considera ''En Peligro'' cuando se considera que está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.

Vulnerable (VU):
Una especie se considera ''Vulnerable'' cuando está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre.

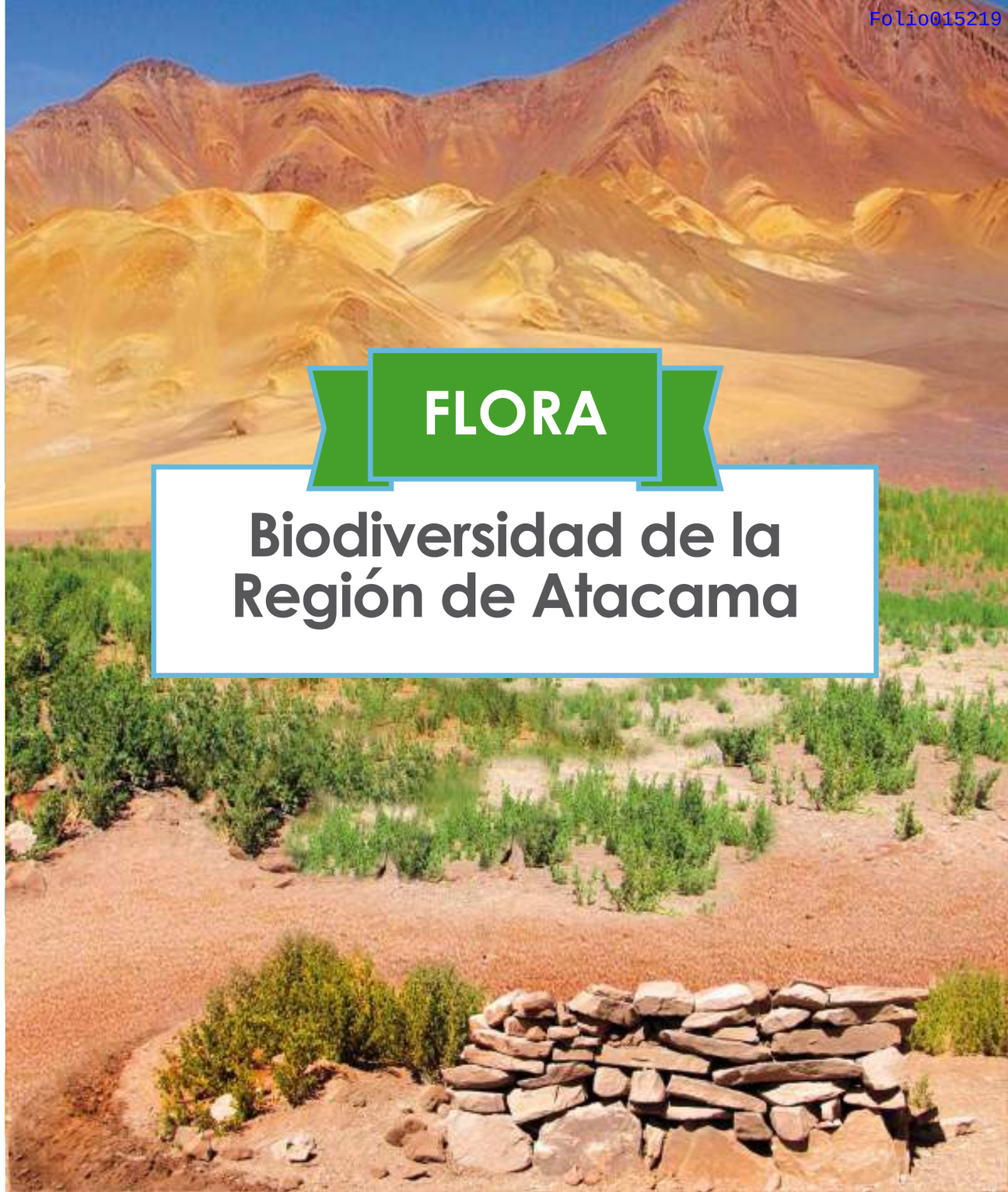
Casi Amenazada (NT):
Una especie se considera ''Casi Amenazada'' cuando ha sido evaluada y no satisface, actualmente, los criterios para las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios de estos últimos, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.

Preocupación Menor (LC):
Una especie se considera de ''Preocupación Menor'' cuando, habiendo sido evaluada, no cumple ninguno de los criterios que definen en la categorías anteriores. Se incluyen especies abundantes y de amplia distribución, y que por lo tanto pueden ser identificadas como de preocupación menor.

Datos Insuficientes (DD):
Una especie se considera en la categoría de ''Datos Insuficientes'' cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población.

14 DS 29 /2011 Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación.
15 Ministerio de Medio Ambiente. Inventario de Especies Silvestres.

Folio015219



FLORA

Biodiversidad de la Región de Atacama

Folio015220

Euphorbia lactiflua

"Lechero"



Pablo Bruna.

Foto: Parque Nacional Pan de Azúcar, Chañaral.



Es un arbusto que puede alcanzar 1,2 metros de altura, encontrándose en sectores cercanos a la costa e incluso entre los 500 a 2.000 metros de altura en la cordillera de la costa. Habita lugares en donde las lluvias no se presentan entre 6 a 10 meses. Posee una flor amarilla muy vistosa. Su nombre común "Lechero", es dado ya que sus tallos al cortarse o quebrarse, liberan una secreción lechosa que es látex.



Pablo Bruna.

Foto: Frutos de "Lechero".

Orden: ***Euphorbiales***
Familia: ***Euphorbiaceae***
Origen: **Endémico de Chile**
Estado de Conservación: **FUERA DE PELIGRO** [A]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Antofagasta a la Región de Atacama.**

A: Squeo et. al. 2008. Catálogo de la Flora Vascular de la Región de Atacama (Cap. 6). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 466 pp.

Skytanthus acutus

"Cuerno o Cacho de cabra"

Pablo Bruna.



Foto: Cercanías de Caldera.



Pablo Bruna.



Arbusto de baja altura, hasta un metro de alto, con flores amarillas las que crecen en las puntas de sus ramas. El "Cacho de cabra" da un fruto que al comienzo es blando pero que al secarse se endurece, tomando la forma de un cacho de cabra, lo que le da su nombre común. Las semillas son aladas lo que permite que el viento las distribuya para que germinen posteriormente con la lluvia.

Foto: Flor de "Cuerno de cabra".

Orden: ***Gentianales***
Familia: ***Apocynaceae***
Origen: **Endémico de Chile**
Estado de Conservación: **FUERA DE PELIGRO** [A]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Atacama a la Región de Coquimbo. Crece en el litoral bajo, en terrenos arenosos.**

A: Squeo et. al. 2008. Catálogo de la Flora Vascular de la Región de Atacama (Cap. 6). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 466 pp.

FLORA

Acacia caven

"Espino, Churque"



Barbara Vivedes.

Foto: Valle de San Félix, Comuna de Alto del Carmen.



El Espino o Churque, es un árbol considerado pequeño, que puede alcanzar una altura de 6 metros y un diámetro de 45 cms. Sus hojas son modificadas en forma de espinas, las que le permiten una muy buena adaptación a lugares en donde escasea el agua. Tiene una flor de color amarillenta y da un fruto de color verde cuando está inmaduro, para luego volverse negro, conteniendo las semillas en su interior.



Barbara Vivedes.

Foto: Frutos de "Espino"

Orden: ***Fabales***
Familia: ***Mimosaceae***
Origen: **Nativo**
Estado de Conservación: **FUERA DE PELIGRO** [B]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Atacama a la Región de Los Lagos. En sectores costeros, valles intermedios y precordilleranos.**

B: Benoit, I. 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. CONAF, Santiago. 157 pp.

Bakerolimon plumosum

Claudia Acevedo.



Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera.



Claudia Acevedo.



Foto: Fruto de "Bakerolimon plumosum"

Arbusto abundante en la zona costera, de no mas de 50 cms, que se caracteriza por sus frutos plumosos que consisten en una cápsula y son fácilmente dispersadas por el viento. Sus hojas son lineares y de color grisáceo.

Orden: ***Plumbaginae***
Familia: ***Plumbaginaceae***
Origen: **Endémico de Chile**
Estado de Conservación: **FUERA DE PELIGRO** [A]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Antofagasta hasta la Región de Coquimbo.**

A: Squeo et. al. 2008. Catálogo de la Flora Vascular de la Región de Atacama (Cap. 6). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 466 pp.

Encelia canescens

"Coronilla del Fraile"



Claudia Acevedo.

Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera.



Arbusto pequeño muy ramoso y siempreverde con una altura aproximada de hasta 80 cms. Sus hojas son de color verde pálido. Flores amarillas solitarias, con frutos alados y peludos de aproximadamente 5 mm largo, dispersadas por el viento.



Flavio Olivares.

Foto: Flor de "Coronilla de Fraile".

Orden: ***Asterales***
Familia: ***Asteraceae (Compositae)***
Origen: **Nativo**
Estado de Conservación: **FUERA DE PELIGRO** [A]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo.**

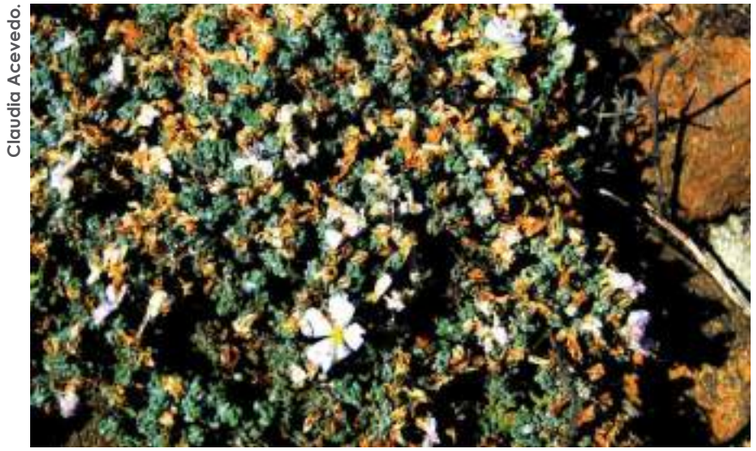
A: Squeo et. al. 2008. Catálogo de la Flora Vascular de la Región de Atacama (Cap. 6). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 466 pp.

Folio015222

FLORA

Frankenia chilensis

"Hierba del Salitre"



Claudia Acevedo.

Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera.





Claudia Acevedo.

Foto: Flor de "Hierba del Salitre"

Pequeño arbusto que puede alcanzar hasta los 50 cm de altura. Su forma es globosa y sus hojas de bordes enroscados y pilosas, lo que le da un aspecto grisáceo. Sus flores son de color blanco o rosadas y solitarias.

Orden: ***Caryophyllales***
Familia: ***Frankeniaceae***
Origen: **Endémico de Chile**
Estado de Conservación: **FUERA DE PELIGRO** [A]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región Metropolitana.**

A: Squeo et. al. 2008. Catálogo de la Flora Vascular de la Región de Atacama (Cap. 6). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 466 pp.

Folio015223

Fagonia chilensis

"Hualputilla, Rosita"



Claudia Acevedo.

Foto: Canto del Agua, Comuna de Vallenar.



Planta o hierba que crece hasta unos 30 cms de altura en sectores cercanos a la costa, Cordillera de la Costa desde 500 hasta 2.000 metros de altura, valles bajos o intermedios. No resiste muy bien las heladas. Se reproduce mediante semillas. Tiene una flor de colores vistosos, violetas, para atraer a los insectos polinizadores.



Claudia Acevedo.

Foto: Flor de "Hualputilla"

Orden: ***Sapindales***
Familia: ***Zygophyllaceae***
Origen: **Nativo**
Estado de Conservación: **FUERA DE PELIGRO** [A]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo.**

A: Squeo et. al. 2008. Catálogo de la Flora Vascular de la Región de Atacama (Cap. 6). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 466 pp.

Argylia radiata

"Terciopelo, Flor del Jote"

Felipe Farías.



Foto: Canto del Agua, Comuna de Vallenar.



Claudia Acevedo.



Foto: Detalle de la Flor de "Terciopelo".

Planta o hierba perenne, de 30 a 40 cms de alto, posee un tallo de color ceniciento que casi no posee hojas, terminando en 10 o 12 flores tubulosas, amarillas o violáceas, aterciopeladas. Posee un fruto en forma de cápsula cilíndrica punteaguda, que contiene pocas semillas ovales y amarillas. Se le puede encontrar en el litoral e interior hasta la cordillera baja.

Orden: ***Lamiales***
Familia: ***Bignoniaceae***
Origen: **Nativo**
Estado de Conservación: **FUERA DE PELIGRO** [A]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Antofagasta hasta la Región de Valparaíso.**

A: Squeo et. al. 2008. Catálogo de la Flora Vascular de la Región de Atacama (Cap. 6). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 466 pp.

FLORA

Folio015224

Cistanthe longiscapa

"Pata de guanaco"



Pablo Bruna.

Foto: Cercanías Puerto Punta Totoralillo, Caldera.



Planta anual, muy variable en tamaño, de 15 a 65 cms de alto, con hojas alternas, carnosas, cubiertas de cera blanquecina; flores de color fucsia intenso, rojas hacia la base. Posee un fruto en forma de cápsula verdosa que guarda muchas semillas negras redondeadas. Es una de las especies predominantes presentes en el fenómeno del Desierto Florido.



Pablo Bruna.

Foto: Flor de "Pata de guanaco".

Orden: ***Caryophyllales***
Familia: ***Bignoniaceae***
Origen: **Endémico de Chile**
Estado de Conservación: **FUERA DE PELIGRO** [A]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Antofagasta hasta la Región de Coquimbo.**

A: Squeo et. al. 2008. Catálogo de la Flora Vascular de la Región de Atacama (Cap. 6). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 466 pp.

Rhodophiala phycelloides

"Añañuca roja"

Héctor Mondaca.



Foto: Ruta 5 Norte, Copiapó– Vallenar.





Héctor Mondaca.

Foto: Detalle de la Flor de "Añañuca".

Herbácea siempreverde que está provista de un bulbo subterráneo que perdura toda su vida. Sus hojas son alargadas de hasta 30 cms de largo, las cuales están presentes durante la floración o bien se secan antes o durante ésta. Su flor es de color rojo intenso y su fruto es una cápsula, con semillas planas y negruzcas.

Orden: ***Asparagales***
Familia: ***Amaryllidaceae***
Origen: **Endémico de Chile**
Estado de Conservación: **INSUFICIENTEMENTE CONOCIDA (FP?)** [A]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Atacama hasta la Región de Coquimbo.**

A: Squeo et. al. 2008. Catalogo de la Flora Vascular de la Región de Atacama (Cap. 6). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 466 pp.

Folio015225



FAUNA

Biodiversidad de la Región de Atacama

Folio015226

Cathartes aura

"Jote de Cabeza colorada"



Mauricio Díaz.



Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera.

Ave de unos 70 centímetros de largo, cuerpo de color negro con leve brillo azul metálico. Alas con plumas blanco grisáceas en sus extremos. Cabeza y cuello de coloración roja, sin plumas. El Jote, posee unos ojos de color rojo. Como todos los buitres es un muy buen planeador, aprovechando las corrientes de aire para volar sin necesidad de aletear durante varios minutos. Se alimenta de "carroña", es decir, animales muertos y en descomposición, los que desgarra con su fuerte pico curvado.

Orden: ***Falconiformes***
Familia: ***Cathartidae***
Origen: **Nativo**
Estado de Conservación: **SIN CATEGORÍA.**
Distribución en Chile: **Desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Magallanes(Ver Mapa)**.

Larus dominicanus

"Gaviota común"

Flavio Olivares.



Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera.



Ave de 60 a 62 cms de largo, con cabeza, cuello, pecho, abdomen y cola de color blanco. Parte superior de alas de color negro pizarra, parte inferior blancas. Tiene un pico amarillo con mancha roja en su mandíbula inferior. Patas gris verdoso claro. Posee párpados de color rojo. Es la gaviota más grande de Sudamérica, habitando a lo largo del litoral, ríos y lagunas. Anida en sectores rocosos de la costa y en pequeñas islas, colocando entre 2 a 3 huevos. Se alimenta de pequeños crustáceos, moluscos, peces pequeños y desperdicios de la actividad pesquera.

Orden: ***Charadriformes***
Familia: ***Laridae***
Origen: **Nativo.**
Estado de Conservación: **SIN CATEGORÍA.**
Distribución en Chile: **Desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Magallanes.**

FAUNA

Folio015227

Charadrius nivosus

"Chorlo Nevado"



Flavio Olivares.

Foto: Playa de Bahía Inglesa.



El chorlito nevado o angelito de mar, es un ave de unos 15 a 20 cms. de largo con una envergadura de 34 cms. Tiene la frente blanca con una corona negra encima, nuca y dorso grisáceo con un tono arenoso. Posee una línea negra alrededor del cuello que se entrecorta y el abdomen blanco. Habita en las playas y sectores costeros arenosos, ya que su alimento preferido son las pulgas de mar que captura en las retiradas de las olas, por lo que se le suele ver corriendo velozmente sobre la arena y con el cuerpo agachado.

Orden: ***Charadriiformes***
Familia: ***Charadriidae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **SIN CATEGORÍA.**
Distribución en Chile: **Desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Los Lagos (Ver Mapa).**

Cinclodes nigrofumosus

"Churrete costero"

Flavio Olivares.



Foto: Roqueríos Puerto de Caldera.



Pequeña ave costera de unos 27 cms., de color café oscuro y garganta y lados del cuello de color blanco, además de una característica línea sobre los ojos de color pardo claro. En su pecho tiene algunas estrías intermitentes de color blanco. Anida en Primavera en grietas que encuentra entre las rocas de las playas. Se alimenta de pequeños moluscos e insectos que busca entre las algas, roca o arena.

Orden: ***Passeriformes***
Familia: ***Furnariidae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **SIN CATEGORÍA.**
Distribución en Chile: **Desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Los Ríos (Ver mapa).**

FAUNA

Folio015228

Diuca diuca

"Diuca"



Flavio Olivares.

Foto: Ribera del Río Huasco.



Ave de unos 17 cms. de largo, característica por su colorido general gris pizarra, donde destaca su garganta y abdomen blanco, con tintes café rojizos bajo la cola. Pico corto, característico de aquellas aves que comen granos e insectos. Es una de las aves más común de Chile y se le puede encontrar en el campo, ciudades, lugares costeros, cordilleranos, jardines y plazas. Posee un canto muy atractivo y melodioso, oyéndose muy temprano en las mañanas.

Orden: ***Passeriformes***
Familia: ***Thraupidae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **SIN CATEGORÍA.**
Distribución en Chile: **Desde la Región de Atacama a la Región de Magallanes (Ver mapa).**

Pardillarus sanguinolentus

"Pidén"

Flavio Olivares.



Foto: Ribera del Río Huasco.



Es un ave de unos 35 a 40 cms. Con un color dorsal pardo violáceo, ventralmente grisáceo. Pico largo amarillento con tonos verdosos con base celeste y mancha roja. Patas e iris rojo. Lo puedes encontrar solo o en grupo familiar en humedales o lagunas con vegetación, ya que se esconde entre medio de ésta. Es un ave muy tímida que al percibir algún peligro vuela o corre a esconderse.
Coloca su nido entre medio de la vegetación. Pone entre 4 a 6 huevos de color beige con pintas café rojizas.

Orden: ***Gruiformes***
Familia: ***Rallidaes***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **SIN CATEGORÍA.**
Distribución en Chile: **Desde la Región de Atacama hasta la Región de Aysén (Ver mapa) .**

FAUNA

Folio015229

Athene cunicularia

"Pequén"



Flavio Olivares.

Foto: Quebrada Peralillo, Chañaral.



Es un ave de unos 26 cms. de largo, de plumaje color café terroso con tonalidades blancas en todo su cuerpo. Tiene ojos de color amarillo con plumaje blanco cremoso en forma de cejas. Habita en sectores arenosos desde la costa hasta sectores precordilleranos con una altitud de 2000 metros sobre el nivel del mar. Vive en madrigueras que construye o bien ocupa cuevas deshabitadas de roedores. Se les suele ver generalmente en pareja. El Pequén, es un ave que vuela tanto de día como de noche, a diferencia de alguno de sus parientes, para alimentarse de pequeños roedores e insectos (Coleópteros), a los que atrapa con su pico corto y ganchudo.

Orden: ***Strigiformes***
Familia: ***Strigidae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **SIN CATEGORÍA.**
Distribución en Chile: **Desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Los Ríos (Ver mapa).**

Geositta maritima

"Minero chico"

Flavio Olivares.



Foto: Ruta 5 norte, Copiapó-Vallenar.



Ave pequeña de unos 14 cm. de alto. De color grisáceo apagado. Su cola es corta y delgada de color negro con borde blanquecino. Se caracteriza por mover el cuerpo de manera exagerada. Se le puede ver en sectores del litoral hasta la precordillera, generalmente en zonas con poca vegetación.

Orden: ***Passeriformes***
Familia: ***Furnariidae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **SIN CATEGORÍA.**
Distribución en Chile: **Desde la Región de Tarapacá hasta la Región de Atacama (Ver mapa).**

FAUNA

Folio015230

Phyllotis darwini

"Ratón orejudo de Darwin"



Flavio Olivares.

Foto: Quebrada Peralillo, Chañaral



Pequeño y dócil ratón de cuerpo robusto y color café con cola larga, grandes orejas y ojos. Las patas son de color claro, amarillento-rosados. El pecho es muy claro, amarillento pardusco. En general los juveniles son grisáceos y lo s adultos café ocre. Es nocturno, y se desplaza rápidamente, es un buen escalador, suele trepar a arbustos o arboles. Se reproduce entre Diciembre y Marzo.

Orden: ***Rodentia***
Familia: ***Muridae***
Origen: **Nativo.**
Estado de Conservación: **SIN CATEGORÍA.**
Distribución en Chile: **Desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de la Araucanía (Ver mapa).**

Liolaemus nitidus

"Lagarto nítido"

Flavio Olivares.



Foto: Quebrada Guamanga, Comuna de Chañaral.



Lagarto que se caracteriza por su tamaño grande, mayor a 7,5 cm. Su aspecto es marcadamente robusto y sus escamas dorsales de gran tamaño, con forma de punta de lanza. Tiene un color variable y oscuro. Siendo el patrón de sus escamas negruzcas, grisáceas a oliváceas. Por los costados pueden apreciarse colores amarillentos a intensos rojos. Se alimenta de insectos y vegetales.

Orden: ***Squamata***
Familia: ***Tropiduridae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **VULNERABLE (IV—VII Región)c**
INSUFICIENTEMENTE CONOCIDA (VIII Región)c
Distribución en Chile: **Desde la Región de Atacama hasta la Región del Bío Bío (Ver mapa).**

FAUNA

FAUNA

Categoría de Conservación

Presentes en Proyecto Hierro Atacama



Folio015232

ANFIBIOS

La palabra **anfibio** significa en griego "doble vida" y hace referencia tanto a la vida acuática como terrestre que desarrollan estos animales. Tienen la piel desnuda y húmeda, es decir, no tienen pelo como los mamíferos, plumas como las aves, ni escamas como los reptiles. Son vertebrados, con un esqueleto adaptado para nadar y saltar. Respiran mediante pulmones y la piel. Se reproducen mediante huevos, los que son liberados por la hembra en un tipo de saco o bolsa vitelínica (saco membranoso que entrega nutrientes y oxígeno al embrión), dejándolos en el agua para que un macho los fecunde. Las ranas y los sapos pertenecen a este grupo de seres vivos, los que una vez que nacen, van sufriendo una serie de cambios físicos o metamorfosis, pasando por estado de larva, renacuajo, juvenil e individuo adulto. Los anfibios se alimentan de insectos vivos, como moscas, libélulas y otros. La diferencia primordial entre sapos y ranas es que los primeros se caracterizan por tener una piel verrugosa y áspera, mientras que las segundas suelen tener la piel lisa. [16]

La mayoría de las ranas y sapos desarrollan pulmones para respirar, gran parte del intercambio gaseoso se lleva a cabo mediante la piel. Por esta razón si se seca la piel de estos animales ellos pueden morir por asfixia y es por esto que los sapos y ranas son mayoritariamente de hábitos nocturnos y vinculados a ambientes acuáticos o húmedos.
En Chile se encuentran 57 especies de Anfibios de las cuales 37 son endémicas, es decir, se generaron como especie en nuestro territorio nacional, ocupando ambientes desde el seco altiplano andino y el semidesierto del norte chico hasta el frío Estrecho de Magallanes, pasando por la diversidad de ambientes boscosos mediterráneos y oceánicos.[16]



Flavio Olivares.

***Rhinella atacamensis* (Rana chilena)**

En la Región de Atacama existen 3 especies: Pleurodema thaul (Sapito de cuatro ojos), Rhinella atacamensis (Sapo de Atacama) y Calyptocephalella gayi (Rana chilena), las cuales se encuentran en alguna Categoría de Conservación.[16]

16 Rabanal & Nuñez. 2008. Anfibios de los bosques templados de Chile

Pleurodema thaul

"Sapito de cuatro ojos"

Flavio Olivares.



Foto: Ribera Río Huasco.



Sapito muy pequeño, mide entre 3 y 5 cm. Piel lisa con pequeñas rugosidades. Su nombre se debe a que las glándulas que tiene en la parte posterior se asemejan a otro par de ojos. De patas traseras largas que le permiten saltar y nadar.
Pone alrededor de 60 huevos en forma de racimo en pequeños charcos adheridas a rocas o vegetación. Se alimenta de insectos y arañas. Habita en lugares húmedos. Es de hábitos nocturnos.

Orden: ***Anura***
Familia: ***Leptodactylidae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **CASI AMENAZADA** [C]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Antofagasta hasta la Región de Aysén (Ver mapa).**

C: D.S. Nº 75/2005. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres

REPTILES

Los reptiles son vertebrados pertenecientes a la Clase Reptilia. El nombre del grupo viene del latín retilis, que significa "arrastrarse", y hace referencia a la forma de locomoción de muchos de estos animales. Se conocen más de 8.000 especies de reptiles, esparcidas desde los trópicos hasta las regiones de clima templado. Estos animales habitan ambientes terrestres, marinos y de agua dulce. Los reptiles tienen sangre fría, es decir poiquilotermos, lo que les obliga a depender de la luz solar para regular su temperatura interna. De ahí que se les puede ver tomando sol sobre una roca o trozo de madera para captar el calor del ambiente, el que si supera los 37ºC, les lleva a refugiarse bajo sombra para enfriar su cuerpo. Los reptiles tienen el cuerpo cubierto por escamas. Son ovíparos y vivíparos (reproducción por huevos y crías vivas respectivamente).[17]

En Chile existen 116 especies de reptiles, de los cuales 18 especies (15%) se encuentra en la Región de Atacama. De estas 18 especies, 16 presentan algún Estado de Conservación.[17]



Paola Henríquez.

Liolaemus bisignatus **(Lagartija de dos manchas)**

Flavio Olivares.



Liolaemus atacamensis **(Lagartija de Atacama)**

17 Mella. 2005. Guía de Campo de Reptiles de Chile: Zona Central

Folio015233

FAUNA CONSERVACIÓN

Liolaemus atacamensis

"Lagartija de Atacama"

Felipe Farías.



Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera.



Lagartija de tamaño variable, que presenta un alto nivel de polimorfismo (variadas formas) que tiene relación con el tamaño de los ejemplares, el número de escamas alrededor del cuerpo y las coloraciones y diseños en el dorso. Los adultos presentan en general una coloración grisácea con diversas manchas de color negro, blanco, y café. Con mancha negra lateral redondeada ubicada en el cuello, entre cabeza y primer par de patas . Su cabeza es más larga que ancha.

Orden: ***Squamata***
Familia: ***Tropiduridae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **RARA** [d]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Antofagasta a la Región de Coquimbo. Desde la costa hasta los 3000 m.s.n.m. (Ver mapa).**

d: D.S. N° 5/1998. Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero.

Folio015234

Liolaemus bisignatus

"Lagartija de dos manchas"



Flavio Olivares.

Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera.



Es un lagarto, de mayor tamaño que Liolaemus atacamensis, sobre los 10 cms de longitud. Se le conoce como "lagartija de dos manchas", ya que posee dos manchas negras, alargadascon forma de reloj de arena, ubicadas por el costado del primer par de patas. Escamas de los costados del vientre con definidas manchas negras, formando un diseño en forma de red sobre un fondo blanquecino.

Orden: ***Squamata***
Familia: ***Tropiduridae***
Origen: **Endémico de Atacama**
Estado de Conservación: **RARA.**[d]
Distribución en Chile: **Sólo en la Región de Atacama (Ver mapa).**

d: D.S. N° 5/1998. Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero.

Callopistes maculatus

"Iguana chilena"



Flavio Olivares.

Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera .



Único representante de la familia Teiidae en Chile, siendo el lagarto más grande de Chile, alcanzando los 50 cm de largo. Su cuello está fuertemente plegado y su cabeza tiene forma piramidal. Posee una lengua bífida (dividida en dos) con la que explora el terreno y olfatea el alimento. Vive en madrigueras bajo grandes rocas. Es muy común, sobretodo en zonas con matorrales.

Orden: ***Squamata***
Familia: ***Teiidae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **VULNERABLE** [d]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Atacama hasta la Región del Bío Bío (Ver mapa).**

d: D.S. N° 5/1998. Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero.

Folio015235

Liolaemus platei

"Lagartija de plate"



Flavio Olivares.



Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera

Lagartija de tamaño pequeño, de menos de 15 cm de largo, de color parduzco rojizo, con bandas laterales del mismo color., pero más intenso. El vientre es blanco grisáceo y tiene manchas oscuras en la mandíbula. Se alimenta de insectos.

Orden: ***Squamata***
Familia: ***Tropiduridae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **RARA.**[d]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Antofagasta a la Región de Coquimbo (Ver mapa)**
Común en cerros y zonas arenosas en la costa y ríos.

d: D.S. N° 5/1998. Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero.

Microlophus atacamensis

"Corredor de Atacama"



Flavio Olivares.

Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera.



Es un lagarto de tamaño grande de unos 25 cm. de longitud total, de color negro petróleo, región ventral con tintes azulinos. Vive en las rocas rompeolas de la Región de Atacama, siendo su hábitat característico. Se alimenta de pequeños crustáceos, insectos y algas que encuentra en las orillas del mar o adheridos a las rocas. Las hembras colocan sus huevos en sectores arenosos bajo rocas cercanas a la costa, siendo los machos los que generalmente se observan en las rocas tomando sol. Las crías utilizan rocas más pequeñas para subir y captar la luz solar.

Orden: ***Squamata***
Familia: ***Tropiduridae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **VULNERABLE** [d]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Antofagasta a la Región de Coquimbo (Ver mapa).**

d: D.S. N° 5/1998. Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero.

FAUNA CONSERVACIÓN

Folio015236

Tachymenis chilensis

"Culebra de cola corta"



Flavio Olivares.



Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera.

Culebra de tamaño grande, sobre 20 cm, que tiene una cabeza y cola pequeña en relación a su largo total. Su cabeza es amarillenta, con una mancha negra bajo el ojo y dos manchas antes de los ojos. Tiene una banda de color grisáceo claro bordeada por bandas negras. Tiene en general gran variabilidad de colores, desde café con tonos metálicos hasta rojizos, sin diseño de bandas. Su alimento preferido son los anfibios y otros reptiles.

Orden: ***Squamata***
Familia: ***Colubridae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **VULNERABLE.**[d]
Distribución en Chile: **Entre la Región de Atacama y Región de Los Lagos (Ver mapa). Habita en matorrales y laderas de cerros, frecuenta ambientes húmedos y fríos.**

d: D.S. N° 5/1998. Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero.

Phylodryas chamissonis

"Culebra de cola larga"

Flavio Olivares.





Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera.

Culebra de tamaño grande (sobre 22 cm) con cabeza alargada y hocico poco puntiagudo. Tiene una ancha banda de color oscura bordeada por bandas amarillentas. Su cola es muy grande de 1/3 de la longitud total. Es un audaz cazador diurno, se alimenta básicamente de anfibios, pequeñas lagartijas, aves, roedores y pequeños conejos.

Orden: ***Squamata***
Familia: ***Colubridae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **RARA.** [d]
Distribución en Chile: **Entre la Región de Atacama y la Región de los Lagos (Ver mapa). En lugares secos y cálidos, bajo rocas y matorrales.**

d: D.S. N° 5/1998. Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero.

FAUNA CONSERVACIÓN

Homonota gaudichaudi

"Salamanqueja del norte chico"



Mauricio Díaz.



Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera.

Lagartija de tamaño muy pequeño , entre 5 y 6 cms de longitud, con aspecto frágil. Sus ojos y cabeza son prominentes y sus uñas son curvadas y retractiles. Sobre la cola tiene anillos oscuros y su vientre es blanco. Se alimenta de pequeños insectos principalmente su actividad es nocturna.

Orden: ***Squamata***
Familia: ***Gekkonidae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **RARA.**[d]
Distribución en Chile: **Entre la Región de Antofagasta y la Región de Coquimbo. (Ver mapa).**
Habita en regiones costeras y rocosas.

d: D.S. N° 5/1998. Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero.

Folio015237

FAUNA CONSERVACIÓN

AVES

Las aves son un grupo de vertebrados especializados en el vuelo, con una piel cubierta de plumas y huesos denominados "huesos neumáticos", es decir, con ciertas áreas rellenas de aire. Poseen sangre caliente y todo su cuerpo adaptado al vuelo, con forma aerodinámica. No tienen dientes, sino que una estructura córnea o pico que les permite capturar o tomar el alimento. Las aves se reproducen por huevos, por lo que se les denomina ovíparos, existiendo una gran diversidad de tamaños y colores. Estos son colocados por la hembra en un nido que construyen con ramas secas de árboles o arbustos, incluso son capaces de tejer nidos de manera formidable. Las aves se pueden encontrar en todos los hábitat, terrestre, aves que no vuelan como el Ñandú, el avestruz o el Suri o ñandú del norte, acuáticos como el pingüino, las gaviotas, el pelícano y otros y aéreos como el Cóndor, y muchas aves más que tenemos la posibilidad de apreciar en el cielo de nuestro país.[18]

En Chile existen 475 especies de Aves, de las cuales el 38% están presentes en la Región de Atacama (185 especies).[18]
En la Región de Atacama encontramos 18 especies de Aves en algún estado de Conservación.[19]



Flavio Olivares.

Larus modestus **(Gaviota garuma)**

Flavio Olivares.



Egretta thula **(Garza chica)**

18 JARAMILLO, A. 2005. Aves de Chile.
19 Reglamento de Clasificación de Especies. Base de Datos Actualizada a Abril 2012.

Folio015238

Theristicus melanopis

"Bandurria Austral"



Carlos Olavarria.



Foto: Ribera de Río Huasco.

Ave de un largo de 73 cm, con cabeza y cuello de amarillento ocráceo con corona, cuello blanquecino separada por una línea negra, su cuerpo posee un gris pardo en el dorso y el resto varía en tonalidades oscuras y claras. La Bandurria, posee un pico largo, negro y curvado hacia abajo, patas rojas o rosadas. Se alimenta de sapos, renacuajos, lombrices, insectos y otros animales semejantes que encuentra a orillas de lagos, ríos, acequias, estanques u otros. Posee un canto fuerte y metalizado, parecido al de un auto.

Orden: ***Ciconiiformes***
Familia: ***Thereskiornithidae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **EN PELIGRO DE EXTINCIÓN.**[d]
Distribución en Chile: **Habita desde la Región de Antofagasta hasta Tierra del Fuego (Ver mapa).**

d: D.S. N° 5/1998. Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero.

Larus modestus

"Gaviota garuma"

Flavio Olivares.





Foto: Playa grande, Huasco.

Ave de unos 45 cm, de alas y patas largas y pico largo y fino. Sus plumas son grises y tiene la cabeza oscurecida cuando no está en época de reproducción. Pico, patas y ojos negros. Es un ave característica de las costas del norte y hacia el sur se hace menos frecuente. Anida en el desierto, alejado de la costa.

Orden: ***Charadriformes***
Familia: ***Laridae***
Origen: **Nativo.**
Estado de Conservación: **VULNERABLE.** [d]
Distribución en Chile: **Habita desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de los Lagos (Ver mapa).**

d: D.S. N° 5/1998. Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero.

FAUNA CONSERVACIÓN

MAMÍFEROS

La principal característica que define a este grupo es la presencia de glándulas mamarias en las hembras, las que producen leche para alimentar a las crías en sus primeros meses de vida. Otra de sus características son la estructura craneal y mandíbula inferior relativamente simples con dientes muy especializados y un paladar secundario. Además destaca la presencia de una articulación del cráneo con la columna vertebral, la cadena de huesos del oído medio que permite la transmisión del sonido, el olfato muy desarrollado y el cuerpo que está revestido de pelos. Los pelos son útiles para la regulación de la temperatura corporal, el camuflaje y la protección.[19]

Los mamíferos son la clase con menos especies entre los vertebrados de cuatro patas (4.500 especies en el mundo), pero es el grupo más diverso al hablar de tamaño, forma y funciones que ejercen en el ecosistema, lo que les ha permitido mantenerse en el tiempo y habitar muchos ambientes en el mundo.[20]

En Chile hay cerca de 150 especies de mamíferos nativos. De estos, aproximadamente 100 corresponden a mamíferos terrestres, lo que equivale a un poco más del 2% de la diversidad mundial de mamíferos terrestres.[6]

Flavio Olivares.



***Lycalopex culpaeus* (Zorro culpeo)**

Flavio Olivares.



***Vicugna vicugna* (Vicuña)**

6 CONAMA . 2008. Biodiversidad de Chile Patrimonio y desafíos.
20 Iriarte , A. 2010. Guía de Campo de los Mamíferos de Chile.
19 Reglamento de Clasificación de Especies. Base de Datos Actualizada a Abril 2012.

Folio015239

FAUNA CONSERVACIÓN

Lama guanicoe

"Guanaco"

Flavio Olivares.



Foto: Canto del Agua, Provincia de Huasco.



Mamífero de piernas y cuello largo, con patas anchas y pezuñas provistas de cojinetes. El pelaje es largo y suave, de color general café rojizo, con las partes inferiores blanquecinas y la cara gris oscura. Se distinguen de las vicuñas, con las que suele confundirse, por su tamaño mayor, por su rostro más alargado y oscuro y por carecer del penacho blanco del pecho.

Orden: ***Artiodactyla***
Familia: ***Camelidae***
Origen: **Nativo.**
Estado de Conservación: **EN PELIGRO [C] (Entre la XV y X Región)**
PREOCUPACIÓN MENOR [C] (Entre la XI y XII Región)
Distribución en Chile: **Desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Magallanes (Ver mapa). Se le encuentra en desiertos, matorrales y estepas, desde el nivel del mar hasta los 4.200 m.s.n.m.**

c: D.S. N° 75/2005. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.

Pseudalopex culpaeus

"Zorro Culpeo"



Flavio Olivares.



Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera

Es el zorro de mayor tamaño de Chile, pesa 10 kg y posee un pelaje de color rojizo en la cabeza, orejas y patas, el cual se torna grisáceo hacia el lomo y resto del cuerpo, con la punta de la cola negra. En general es solitario y se puede observar de día. Se alimenta principalmente de otros mamíferos, como degús, vizcachas, conejos o liebres.

Orden: ***Carnívora***
Familia: ***Canidae***
Origen: **Nativo.**
Estado de Conservación: **PREOCUPACIÓN MENOR .[c]**
Distribución en Chile: **Desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Magallanes (Ver mapa).**

c: D.S. N° 75/2005. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.

Folio015240

FLORA

Categoría de Conservación

Presentes en Proyecto Hierro Atacama



Flor de Eulychnia acida (Copao)

Folio015241

CACTÁCEAS

Las cactáceas son una familia de plantas cuyo nombre proviene del nombre "kaktos" o "cactos", palabra que era utilizada para denominar el "cardo penquero" o "cardo castilla" (Cynara cardunculus), planta provista de fuertes espinas. Luego hacia el año 1753 Linneo caracterizó con este nombre a un grupo de plantas espinudas.[21]
A las cactáceas se las encuentra desde Canadá a la Patagonia, desde el nivel del mar hasta los 4.500 metros de altitud.
El número de especies de la familia Cactaceae en Chile rodea las 154 especies y poseen un alto porcentaje de endemismo el que supera el 80% de las especies, que sólo se pueden encontrar en Chile.

En la Región de Atacama se estima que existen 45 especies de Cactáceas, de las cuales el 89% es endémica de la Región (exclusivamente habitan en la Región de Atacama) y el 31,1% se encuentra en Categorías de Conservación críticas, como En Peligro o Vulnerable.[21]

Pablo Bruna.



Eulychnia saint pieana (Copao de Saint-Pie)

Claudia Acevedo.



Eriosyce napina (Napín)

21 Hoffmann, A y Helmut W. 2004. Cactáceas en la Flora Silvestre de Chile. 307 pp.

Eriosyce aurata

"Sandillón"

Pablo Bruna.



Foto: Quebrada Guamanga, Comuna de Chañaral.



Pablo Bruna.



Foto: Detalle de Sandillón.

Planta suculenta, es decir, con tallo grueso, carnoso y con espinas, capaz de almacenar agua en su interior, adaptada para vivir en lugares con escasez de agua. Crece en laderas y quebradas, entre los 50-2.000 msnm., floreciendo en primavera. Esta especie es usada por algunos crianceros como alimento para sus cabras y caballos o como planta para ornamentación. Especie con una escasa capacidad de regeneración.

Orden: ***Caryophyllales***
Familia: ***Cactaceae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **VULNERABLE.** [e]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Atacama a la Región de Valparaíso (Ver mapa).**

e: Boletín N° 47. 1998. Museo Nacional de Historia Natural.

Folio015242

Eulychnia acida

"Copao"



Pablo Bruna.

Foto: Canto del Agua, Comuna de Vallenar.



Cactus de crecimiento preferearborescente (como Árbol) de 1,5- 4 m de altura. Muy ramificado, generalmente con tronco único. Las espinas son de color marrón cuando nuevas y luego grises. Las flores son blancas con nervio central rosado y se ubican en la punta y miden de 5 a 7 cm de largo. El fruto es esférico y comestible de color amarillo-verdoso y recubierto con escamas verdes.



Pablo Bruna.

Foto: Flor de "Copao".

Orden: ***Caryophyllales***
Familia: ***Cactaceae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **PREOCUPACIÓN MENOR.** [c]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Antofagasta en las cercanías de Tal-Tal hasta la Región de Coquimbo al sur de La Serena (Ver mapa).**

c: D.S. N° 75/2005. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.

Copiapoa calderana

"Copiapoa"



Mauricio Díaz.

Foto: Puerto Punta Totoralillo, Caldera.





Mauricio Díaz.

Foto: Flor de "Copiapoa".

Arbusto abundante en la zona costera, de no mas de 50 cms, que se caracteriza por sus frutos plumosos que consisten en una cápsula y son fácilmente dispersadas por el viento. Sus hojas son lineares y de color grisáceo.

Orden: ***Caryophyllales.***
Familia: ***Cactaceae***
Origen: **Endémico de Chile**
Estado de Conservación: **VULNERABLE.** [e]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Antofagasta hasta la Región de Coquimbo.**

e: Boletín N° 47. 1998. Museo Nacional de Historia Natural.

FLORA CONSERVACIÓN

Folio015243

Eulychnia breviflora var. tenuis

"Copao"



Claudia Acevedo.

Foto: Ruta costera, Carrizal Bajo.



Es una especie de cactus columnar con aspecto de árbol, que puede alcanzar los 2 a 3 metros de alto y ramificado desde 20– 30 cm. de la base del eje central. Posee espinas rectas. pardas oscuras cuando nuevas y grises con la edad. Flores de color blanco con bordes más oscuros, sin perfume y aparecen en los ápices de sus tallos. El fruto es redondo, de 6 cm de diámetro aprox., envuelto en pelos dorados.



Claudia Acevedo.

Foto: Fruto de "Copao"

Orden: ***Caryophyllales***
Familia: ***Cactaceae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **RARA.** [e]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Antofagasta en las cercanías de Tal-Tal hasta la Región de Coquimbo al sur de La Serena (Ver mapa).**

e: Boletín N° 47. 1998. Museo Nacional de Historia Natural.

Cumulopuntia sphaerica

"Gatito"

Felipe Farías.



Foto: Canto del Agua, Comuna de Vallenar.



Felipe Farías.



Foto: Flor de "Gatito".

Arbusto abundante en la zona costera, de no mas de 50 cms, que se caracteriza por sus frutos plumosos que consisten en una cápsula y son fácilmente dispersadas por el viento. Sus hojas son lineares y de color grisáceo.

Orden: ***Caryophyllales.***
Familia: ***Cactaceae.***
Origen: **Endémico de Chile**
Estado de Conservación: **FUERA DE PELIGRO.** [e]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Tarapacá a la Región Metropolitana (Ver mapa).**

e: Boletín N° 47. 1998. Museo Nacional de Historia Natural.

Folio015244

ARBOLES y ARBUSTOS

Los arbustos son plantas con tallos leñosos, ramificadas desde la base. Se estima que en la Región de Atacama el 29,8% de las especies son arbustos (292 especies en total) y al considerar la flora endémica de la Región, el 38,7% pertenece a arbustos.[10]

La definición de árbol dice de una planta de tronco generalmente leñoso, que en su estado adulto y que en condiciones normales de hábitat puede alcanzar, a lo menos, cinco metros de altura, o una menor en condiciones ambientales que limiten su desarrollo. Tiene uno o pocos troncos principales. [7]

En la Región de Atacama las especies arbóreas (árboles) son en total 13, y equivalen al 1,3% de todas las especies de la Región.[10]

Barbara Vivedes.



Acacia caven **(Espino)**

7 Catalogo de Plantas Vasculares del Cono Sur , Instituto de Botánica Darwinion.

10 Squeo et. al. 2008. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama.

Krameria cistoidea

"Pacul"

Claudia Acevedo.



Foto: Canto del Agua, Comuna de Vallenar.



Claudia Acevedo.



Foto: Flor de "Pacul".

Arbusto de muchas ramas que alcanza una altura de 50 cm., tiene hojas de color verde ceniciento, con flores de un rosado intenso, Su fruto es una especie de nuez globosa cubierta de pelos espinosos que permiten pegarse a cualquier cosa para ser transportadas. Posee un potencial uso ornamental.

Orden: ***Zygophyllales***
Familia: ***Krameriaceae***
Origen: **Endémico de Chile.**
Estado de Conservación: **PREOCUPACIÓN MENOR.** [e]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Antofagasta a la Región Metropolitana (Ver mapa).**

c: D.S. N° 75/2005. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.

Folio015245

Prosopis chilensis

"Algarrobo"



Claudia Iglesias.

Foto: Valle de San Félix, Comuna de Alto del Carmen.



Árbol de larga vida y color verde oscuro. Puede alcanzar de 3 a 12 m de altura. Posee copa redondeada, tronco corto y ramas largas, corteza gruesa color pardo rojizo que se desprende fácilmente. De flores pequeñas y color verde-blanquecinas a amarillentas que florecen entre octubre y diciembre. El fruto es una legumbre enrollada de 5 a 15 cm de largo con varias semillas en su interior, las que maduran entre febrero y abril.



Francisco Salinas.

Foto: Detalle hoja "Algarrobo".

Orden: ***Fabales***
Familia: ***Fabaceae***
Origen: **Nativa.**
Estado de Conservación: **VULNERABLE.** [a]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Atacama hasta la Región del Libertador Gral. B. O'Higgins (Ver mapa).**

a: Squeo et. al. 2008. Catálogo de la Flora Vascular de la Región de Atacama (Cap. 6). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 466 pp.

Suaeda multiflora



Claudia Acevedo.

Foto: Sitio Prioritario Quebrada Peralillo, Chañaral.





Claudia Acevedo.

Foto: Detalle hojas "Suaeda".

Arbusto ramoso de hasta 150 cms de altura, con ramas gruesas y lignificadas. Posee flores machos y hembras. Es un arbusto que crece en suelos arenosos y florece en primavera. Crece en suelos que contengan un alto contenido de salinidad.

Orden: ***Caryophyllales.***
Familia: ***Chenopodiaceae.***
Origen: **Endémico de Atacama.**
Estado de Conservación: **VULNERABLE.** [c]
Distribución en Chile: **Solo en la Región de Atacama (Ver mapa). En quebradas costeras entre Pan de Azúcar (26°08'S) e Incahuasi (29°11'S; 71°01' W) y desde la costa hasta los 880.**

c: D.S. N° 75/2005. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.

FLORA CONSERVACIÓN

Geoffroea decorticans

"Chañar"



Barbara Vivedes.

Foto: Ribera del Río Copiapó.



Árbol que puede medir hasta 7 metros de altura, ramas con varias curvas terminadas en una espina dura y punzante. Pierde sus hojas en otoño. Tiene una flor de color amarillo anaranjado. El Chañar tiene un fruto de forma ovoide, de 2 a 3 cms de longitud y de color rojizo.



Francisco Salinas.

Foto: Fruto de "Chañar".

Orden: ***Fabales***
Familia: ***Fabaceae***
Origen: **Nativa.**
Estado de Conservación: **VULNERABLE.** [a]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo (Ver mapa).**

a: Squeo et al.2008. Catálogo de la Flora Vascular de la Región de Atacama (Cap. 6). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación.

Folio015246

FLORA CONSERVACIÓN

HERBÁCEAS

Las herbáceas son plantas de tallo tierno, con consistencia blanda que puede ser apenas leñoso en la base y no alcanza grandes alturas.[22]
En Chile existen 692 especies de herbáceas anuales, mientras que en la Región de Atacama existen 630 especies herbáceas. [9] Estas se dividen entre hierbas perenne (plantas cuyo follaje o hojas, no se renuevan en el año, es decir, que se conservan verdes en todas las estaciones y viven por lo menos tres años) y hierbas anuales o bi-anuales (anual= plantas que completan su ciclo de vida y logran producir semillas en un año o menos; bi-anual= planta que vive más de un año desde que germina hasta su madurez y muerte y generalmente crece y se desarrolla el primer año y fructifica y semilla el segundo año).[22]



Claudia Acevedo.

Cruckshanksia pumila **(Hierba perenne) .**



Claudia Acevedo.

Viola polypoda **(Hierba anual)**

9 Ministerio del Medio Ambiente. Biodiversidad.
22 Quiroz et al. 2009. Manual de plantas invasoras del centro-sur de Chile. 45 pp.

Typha angustifolia

"Totora"



Claudia Acevedo.

Foto: Ribera del Río Huasco.



Hierba que se mantiene verde durante todo el año (perenne), a menos que sufra escasez de agua. Crece en lugares con cursos agua dulce, a orillas de ríos, estanques, lagunas, canales y humedales. Tanto sus raíces y tallos se encuentran cubiertos de fango. Sus hojas son gruesas y largas , sus flores están agrupadas en una espiga alargada de color café.



Claudia Acevedo.

Foto: Detalle hojas "Totora".

Orden: ***Poales***
Familia: ***Typhaceae***
Origen: **Nativa.**
Estado de Conservación: **VULNERABLE.** [a]
Distribución en Chile: **Desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de los Lagos (Ver mapa).**

a: Squeo et. al. 2008. Catálogo de la Flora Vascular de la Región de Atacama (Cap. 6). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 466 pp.

Folio015247

Recomendaciones para tus actividades en terreno

Si luego de leer esta guía deseas armar un grupo con amigos o familiares y salir a conocer la flora y fauna de la Región, te recordamos que en cada actividad al aire libre, debemos hacer un esfuerzo por cuidar nuestro entorno, tus acciones ayudarán a la conservación de las especies de flora y fauna que ahí viven, por esto te damos las siguientes recomendaciones (Principios No Deje Rastro) que te animamos a cumplir para seguir disfrutando por muchos años de nuestra hermosa biodiversidad:

1. **Planifica y prepara tu viaje con anticipación:** Infórmate de la zona a visitar y del clima. Usa ropa cómoda y zapatos adecuados para el terreno que visitarás. Lleva mucha agua, al menos un litro de agua por persona y no olvides usar siempre protector solar y un sombrero, el sol es muy dañino para tu piel.
2. **Viaja y acampa en superficies resistentes:** La aplicación de este segundo principio te permitirá reducir el daño a la vegetación y a los suelos. Acampa solo en sitios establecidos. Si éstos no se encuentran designados, selecciona un lugar altamente impactado y con la menor cantidad de vegetación.
3. **Dispón adecuadamente de los desechos:** Mantén limpio el lugar que visites, no botes basura, siempre llévate los desperdicios a tu casa o donde puedas botarlos en un basurero.
4. **Respeta la naturaleza y la vida silvestre:** Cuida el agua, canales y ríos no deben ser usados como baños o basurero. Además no molestes a los animales silvestres, no te acerques mucho ni los persigas y no le des comida. Es recomendable no llevar mascotas y si lo haces no lo dejes suelto para que no asuste a la fauna y además debes hacerte cargo de sus excretas, sacándolas del lugar. Por último, no cortes flores ni plantas enteras y no pisotees la vegetación.
5. **Minimiza el uso e impacto de fogatas:** En lo posible no hagas fuego, es mejor que lleves suficiente abrigo, una carpa impermeable o una cocinilla. NO debes hacer fogatas en lugares no establecidos para ello, puedes generar un incendio y dañarte a ti mismo o a otros.
6. **Deja lo que encuentres:** Permite que otros disfruten del paisaje natural y experimenten el descubrimiento, dejando todo como lo encontraste con respecto a plantas, vida silvestre, rocas, flores y otros elementos del entorno natural.
7. **Considera a otros visitantes:** No olvides que solo estás de visita, por lo que debes respetar la propiedad de las personas que allí viven. Ten en cuenta guardar silencio, si hay casas cerca u otros visitantes en el lugar.

¡¡ Pongamos atención a estas indicaciones y disfrutemos con responsabilidad de nuestra flora y fauna !!



Otras precauciones que debes tomar:

1. Sigue las señalizaciones: Si transitas por una zona con senderos y señaléticas, sigue las instrucciones, así no te perderás y evitarás situaciones de riesgo.
2. Evita andar solo: No te apartes del grupo y evita los lugares peligrosos.
3. En lo posible da aviso de tu visita: Avisa a Carabineros, Municipio o a personas del lugar.

Folio015248

BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, Puerto Punta Totoralillo, CAP Minería, Abril 2012.
- 2.- Videla, D. 2008. Protección de la Biodiversidad y gran minería en la Región de Antofagasta. Memoria para Optar al Título Profesional de Geógrafo. Universidad de Chile.
- 3.-Estudio de Impacto Ambiental Concentraducto Proyecto Hierro Atacama.
- 4.-Ley 19.300 Bases Generales del Medio Ambiente.
- 5.-CONAF. Educación Ambiental, Biodiversidad. Disponible en: http://educacionambiental.conaf.cl/?seccion_id=1550cfc248ef692efd94e5d2f31d0a0b&unidad=7
- 6.-CONAMA . 2008. Biodiversidad de Chile Patrimonio y desafíos. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 640 pp.
- 7.-Catalogo de Plantas Vasculares del Cono Sur , Instituto de Botánica Darwinion.
- 8.-Conservación Internacional. 2005. Disponible en: http://www.conservation.org/Pages/default.aspx
- 9.-Ministerio del Medio Ambiente. Biodiversidad. Disponible en:http://www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/w3-propertyvalue-15615.html
- 10.-Squeo et. al. 2008. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama.
- 11.-CONAMA.2009. "Estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de Atacama 2010 – 2017", Aprobada por COREMA mediante Resolución Exenta. N°323 del 28.12.2009.
- 12.-CONAMA. 2003. Estrategia Nacional de Biodiversidad.
- 13.-Steubing et al. 2002. Métodos de Ecología Vegetal. Editorial Universitaria. 343 pp.
- 14.-DS 29 /2011 Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación.
- 15.-Ministerio del Medio Ambiente. Inventario de Especies Silvestres. Disponible en: http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx
- 16.-Rabanal FE & JJ Nuñez. 2008. Anfibios de los bosques Templados de Chile. Primera edición. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 206 pp.
- 17.-Mella J. 2005. Guía de Campo de Reptiles de Chile: Zona Central. Peñaloza APG, Novoa F & M Contreras (Eds). Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 páginas + xii
- 18.-Jaramillo, A. 2005. Aves de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona. 240 p.
- 19.-Reglamento de Clasificación de Especies. Base de Datos Actualizada a Abril 2012.
- 20.-Iriarte , A. 2010. Guía de Campo de los Mamíferos de Chile. Ed. Flora y Fauna Chile Ltda., 216 pp.
- 21.-Hoffmann, A y Helmut W. 2004. Cactáceas en la Flora Silvestre de Chile. Segunda Edición. 307 pp.
- 22.-Quiroz et al. 2009. Manual de plantas invasoras del centro-sur de Chile. 45 pp.

- a: Squeo et. al. 2008. Catálogo de la Flora Vascular de la Región de Atacama (Cap. 6). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 466 pp.
- b: Benoit, I. 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. CONAF, Santiago. 157 pp.
- c: D.S. N° 75/2005. Reglamento para la clasificación de especies silvestres.
- d: D.S. N° 5/1998. Ley de Caza, Servicio Agrícola Ganadero.
- e Boletín N° 47. 1998. Museo Nacional de Historia Natural. 146 pp.

MINERIA
Minera Hierro Atacama

Tierra del Sol
Investigacion & Desarrollo

Guía Descriptiva
"Flora y Fauna de la Región de Atacama"
Septiembre 2012.

Leyendas de la Región de Atacama

EL LLASTAY

Según cuenta la leyenda el Llastay sería un guanaco protector (Tótem) de las manadas de Vicuñas y Guanacos, que resalta sobre los demás por su gran tamaño y belleza. Se cree que este animal sería el jefe de todos los demás y que tiene la particularidad de aparecer en los momentos más inesperados.

Su apariencia no siempre es agradable ya que en ocasiones, desata toda su furia contra los cazadores mostrándose con una cabeza de demonio y lanzando lenguas de fuego por su boca. Ni siquiera las balas son capaces de derrumbarlo y, menos, la fuerza humana. En otras oportunidades se presenta con un rostro angelical. Incluso, puede hacer las veces de guía en medio del desierto, cuando ve la bondad en quienes se aproximan de manera tranquila y pacífica a la manada. Este animal protege a los cazadores pobres que atrapan animales solo para alimentarse, y castiga a los que lo hacen sin necesitarlo. En ocasiones asume la forma humana para hacer tratos con las personas.

Fuente: Molina, Raúl . 2004: "El Llastay: Espíritu Protector de los Guanacos en los Andes de Huasco y Copiapó".





LA AÑAÑUCA

Cuenta la leyenda, que en tiempos previos a la Independencia de Chile, vivía en un pueblo nortino una joven llamada Añañuca. Un día, un minero que andaba en busca de la mina que le traería fortuna, se detuvo en el pueblo y conoció a la joven Añañuca. Ambos se enamoraron y el apuesto minero decidió atrasar sus planes y quedarse a vivir junto a ella. Eran muy felices, hasta que una noche, el minero tuvo un sueño que le reveló el lugar en dónde se encontraba la mina que por tanto tiempo buscó. Al día siguiente tomó la decisión y partió en busca de la mina. La joven desolada, esperó y esperó, pero el minero nunca llegó. Se dice que se lo tragó el espejismo de la pampa. La hermosa joven producto de la gran pena murió y fue enterrada en un día lluvioso en pleno valle. Al día siguiente salió el sol y todos se maravillaron con las flores rojas que cubrían el valle donde fue enterrada, las que fueron bautizadas con el nombre de la joven, Añañuca. Así la Añañuca, además de ser una flor única, bella y delicada, representa una triste leyenda pero a la vez una gran historia de amor.

Es así como a esta flor se le llamo Añañuca, en honor a esta historia de amor.

Fuente: Oreste Plath. "Geografía del mito y la leyenda chilenos.".

EXPEDIENTE TÉCNICO PARA SOLICITUD DE DECLARCIÓN DE SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL DESEMBOCADURA RÍO COPIAPÓ

COMUNA DE CALDERA, REGIÓN DE ATACAMA

JULIO 2021

Índice

1. Antecedentes generales 1
1.1. Identificación del solicitante 1
1.2. Cartas de apoyo 1
2. Identificación del área 1
2.1. Nombre del área propuesta 1
2.2. Localización 1
2.3. Superficie y límites 2
2.4. Ordenamiento territorial 4
2.4.1. Zonificación plan regulador intercomunal costero de Región de Atacama 4
2.4.2. Macrozonificación del uso del borde costero Región de Atacama 5
2.5. Áreas de valor ambiental cercanas 7
2.5.1. Áreas silvestres protegidas del Estado 7
2.5.2. Bienes nacionales protegidos 10
2.5.3. Sitios prioritarios para la biodiversidad 12
3. Descripción del área 14
3.1. Caracterización sociocultural 14
3.1.1. Poblados aledaños 14
3.1.2. Usos del territorio y recursos naturales 17
3.1.3. Arqueología y sitios culturales 19
3.2. Caracterización geográfica 22
3.2.1. Geología 22
3.2.2. Paleontología 27
3.2.3. Geomorfología 28
3.2.4. Hidrografía 32
3.2.5. Clima y meteorología 35
3.3. Caracterización ambiental 37
3.3.1. Limnología 37
3.3.2. Vegetación 40
3.3.3. Flora 43
3.3.4. Fauna terrestre 47
4. Justificación para ser declarada santuario de la naturaleza 58
4.1. Valor ecológico 58
4.1.1. Humedal costero 58
4.1.2. Aves playeras y migratorias 59
4.1.3. Barra y cordón litoral dunario 62

4.2. Valores complementarios y socioculturales 63
4.2.1. Geositios 63
4.2.2. Patrimonio ancestral 69
4.2.3. Turismo 70
4.3. Objetos de conservación 71
4.3.1. Objetos de conservación biológicos (OCB) 72
4.3.2. Objetos de conservación culturales (OCC) 75
4.4. Estado de conservación 76
4.5. Presiones y amenazas 77
5. Gestión del área 85
5.1. Identificación del área 85
5.2. Plan de manejo preliminar 85
5.2.1. Visión 88
5.2.2. Objetivos de manejo 88
5.2.3. Zonificación preliminar 88
5.2.4. Objetos de conservación 91
5.2.5. Estrategias de conservación 92
5.2.6. Programas de manejo 93
5.3. Plan de infraestructura 96
5.4. Plan de financiamiento 99
6. Referencias bibliográficas 100
7. Anexos 104
Anexo 1. Carta de solicitud de declaratoria. 104
Anexo 2. Minuta Definición de bien nacional de uso público de propuesta de santuario de la naturaleza humedal desembocadura del río copiapó. 105
Anexo 3. Cartas de apoyos 106
Anexo 4. Carta de compromiso del administrador. 107
Anexo 5. Invertebrados bentónicos y zooplancton en Humedal Desembocadura del río Copiapó. 108
Anexo 6. Catálogo florístico Humedal Desembocadura del río Copiapó. 110
Anexo 7. Fauna terrestre presentes en Humedal Desembocadura del río Copiapó. 114
Anexo 8. Archivos SIG poligono (Digital)
Anexo 9. Fotografias del área (Digital)

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Listado de vértices del área propuesta como Santuario de la Naturaleza en coordenadas UTM WGS84 Huso 19S. 3
Cuadro 2. Áreas protegidas oficiales cercanas al área propuesta. 8
Cuadro 3. Bienes Nacionales Protegidos de la provincia de Copiapó. 10
Cuadro 4. Distancias desde el Humedal Río Copiapó hacia los poblados aledaños, y datos Censo 2017 (INE, 2019) 14
Cuadro 5. Período de la historia y descripción de las principales culturas que habitaron la zona costera de la región de Atacama. 19
Cuadro 6. Valores de los parámetros medidos en agua en estaciones de monitoreo en el río de Copiapó en temporada húmeda y seca. 37
Cuadro 7. Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333. 38
Cuadro 8. Nitritos, nitratos y parámetros microbiológicos en comparación con normativa vigente. 38
Cuadro 9. Invertebrados descritos a nivel de especie en el Humedal de la Desembocadura del río Copiapó. 39
Cuadro 10. Especies de flora nativa y endémica presente en el Humedal de la Desembocadura del río Copiapó. 44
Cuadro 11. Aves en categoría de conservación registradas en el Humedal de la Desembocadura del río Copiapó. 48
Cuadro 12. Mamíferos en categoría de conservación registrados en el área propuesta. 52
Cuadro 13. Reptiles presentes en el Humedal de la Desembocadura del río Copiapó. 53
Cuadro 14. Especies de aves migratorias registradas en el área propuesta. 61
Cuadro 15. Geositios presentes en el área propuesta y su entorno. 64
Cuadro 16. Descripción de las zonas de uso al interior de las áreas silvestres protegidas y los colores asociados (CONAF, 2017). 88
Cuadro 17. Descripción de zonas de uso asociadas a la zonificación del área propuesta, 90
Cuadro 18. Objetos de conservación y amenazas que los afectan 91

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de área propuesta como SN. 2
Figura 2. Límites detallados del área propuesta como Santuario de la Naturaleza. 3
Figura 3. Zonificación plano regulador intercomunal costero de la Región de Atacama (MINVU, 2019). 5
Figura 4. Macrozonificación del borde costero de la región de Atacama (GORE, 2009). 7
Figura 5. Áreas silvestres protegidas oficiales cercanas al área propuesta. 10
Figura 6. Bienes nacionales protegidos y AMCP-MU Isla Grande de Atacama adyacentes al área propuesta. 12
Figura 7. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad cercanos al área propuesta. 13
Figura 8. Fotografía de Puerto Viejo. (Fuente: Photosintesis Consultores). 15
Figura 9. Fotografía sector caleta Puerto Viejo. (Fuente: Photosintesis Consultores) 16
Figura 10. Poblados aledaños al área propuesta. 16
Figura 11. Fotografías de usos que se desarrollan en el sector del Humedal río Copiapó y Playa Las Salinas (Mankuk, 2017) 18
Figura 12. Hallazgos arqueológicos encontrados por Mankuk (2017). 22
Figura 13. Columna estratigráfica del AMCP-MU Isla Grande de Atacama (Chile Consultor, 2019b) 24

Figura 14. Carta geológica de Caldera escala 1:100.000 (Godoy et al., 2003).....26
Figura 15. Fotografía de terrazas marinas al este de polígono propuesto. (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama).....29
Figura 16. Unidades geomorfológicas del sistema de desembocadura y playa del río Copiapó (Soto et al., 2010).....30
Figura 17. Cicatriz erosiva (Abad, 2016).....31
Figura 18. Ruptura de barrera dunar litoral (Abad, 2016).....32
Figura 19. Lagunas reactivadas (Abad, 2016).....32
Figura 20. Límites de la cuenca y subcuencas, con sus principales redes de drenaje. (DGA-DICTUC, 2010).....33
Figura 21. Gráfico de precipitación mensual (mm). Datos extraídos de DGA-DICTUC, 2010.....35
Figura 22. Gráfico de temperatura media mensual (°C). Extraído de DGA-DICTUC, 2010.....36
Figura 23. Fotografías de camarón de río del norte (*Cryphiops caementarius*). (Fuente: Andrade, 2007).....40
Figura 24. Pisos vegetacionales presentes en el área propuesta (Pliscoff, 2017).....41
Figura 25. Fotografía de Humedal río Copiapó y vegetación ribereña. (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama).....42
Figura 26. Porcentaje de especies de flora según origen; endémicas, nativas e introducidas (Elaboración propia).....43
Figura 27. *Sarcocornia fruticosa* especie de gran abundancia en sector norte del Humedal Desembocadura río Copiapó (Fuente: Photosintesis Consultores).....46
Figura 28. Fotografía de totoral asociado a Humedal Desembocadura río Copiapó. (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama).....47
Figura 29. Riqueza de aves por orden.....48
Figura 30. Fotografía de colegial (*Lessonia rufa*). (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama).....50
Figura 31. Fotografía de perrito (*Himantopus melanurus*) (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama).....50
Figura 32. Fotografía de pato real (*Anas sibilatrix*) con crías en Humedal río Copiapó. (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama).....51
Figura 33. Fotografía pato gargantillo (*Anas bahamensis*). (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama).....51
Figura 34. Fotografía de zorro chilla (*L. griseus*) en área propuesta. (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama).....53
Figura 35. Fotografías de *Liolaemus platei* en área propuesta. (Entregada por SEREMI MA Región de Atacama).....54
Figura 36. Fotografías de *Caupolicana fulvicollis* macho en *Nolana salsoloides*. (Fuente: Photosintesis Consultores).....55
Figura 37. Fotografías de *Caupolicana fulvicollis* hembra en *Nolana salsoloides*. (Fuente: Photosintesis Consultores).....55
Figura 38. Fotografía de *Dolichogyna* sp. en *Nolana salsoloides*. (Fuente: Photosintesis Consultores).....56
Figura 39. Fotografía de *Megachile* sp. en *Nolana salsoloides*. (Fuente: Photosintesis Consultores).....56
Figura 40. Fotografía de *Colletes bicolor*. en *Nolana salsoloides*. (Fuente: Photosintesis Consultores).....57
Figura 41. Fotografía de *Numenius phaeopus* en dunas litorales del parea propuesta. (Fuente: Photosintesis Consultores).....60
Figura 42. Fotografía de *Calidris alba* alimentándose en playa Las Salinas. (Fuente: Photosintesis Consultores).....61
Figura 43. Fotografía de cordón litoral dunario (Fuente: Andrade, 2007).....63
Figura 44. Localización de geositios presentes dentro del área propuesta y su entorno.....68

Figura 45. Fotografías de geositios presentes en área propuesta y su entorno. 1) Las Salinas; 2) Sitio La Higuera (Mankuk, 2017); 3) Sismita (Geoturismo Lickanantay) 4) Humedal Costero Río Copiapó (Castro et al., 2010). 69
Figura 46. Objetos de conservación biológicos y culturales identificados para área propuesta... 72
Figura 47. Jeepeo en playa Las Salinas (Mankuk, 2017). 78
Figura 48. Sector las lagunas de Las Salinas, en las cuales se depositan gran cantidad de residuos sólidos por los bañistas (Delgado, 2014). 79
Figura 49. Incendio de octubre de 2009 en Humedal Desembocadura río Copiapó (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama) 81
Figura 50. Fotografía de bomberos de Caldera apagando incendio de octubre de 2009. (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama) 82
Figura 51. Napes (*Notiax brachyophthalma*) extraídos para carnada (Mankuk, 2017). 83
Figura 52. Primer taller participativo vía Zoom correspondiente al levantamiento de usos en el área usando la aplicación MyMaps. 86
Figura 53. Resultado de cartografía participativa Taller N°1. 86
Figura 54. Segundo taller participativo vía Zoom correspondiente al levantamiento de información de Objetos de Conservación y Amenazas del lugar, usando la aplicación Mural (www.mural.co). 87
Figura 55. Resultados de uno de los grupos en la pizarra virtual Mural. 87
Figura 56. Propuesta de zonificación preliminar del área de acuerdo al Manual para la planificación de zonas protegidas del SNASPE de CONAF (2017). 90
Figura 57. Plano del mirador de la zona de descanso desembocadura río Copipó, que cuenta con una rampa de acceso y una torreta de pino impregnado. 97
Figura 58. Plano del área de estacionamiento de la zona de descanso, junto a la carretera C-302. 97
Figura 59. Estructura circular de concreto construida en el marco del proyecto de la creación del AMCP-MU Isla Grande de Atacama. 98
Figura 60. Mapa del SN con infraestructura básica propuesta para su funcionamiento. A) Sector desembocadura; B) Sector caja del río. 99

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Identificación del solicitante

La información de contacto del solicitante se presenta a continuación. Además, en el Anexo 1 se adjunta la Carta que suscribe la presente solicitud.

Datos del solicitante:

Razón social:	Ilustre Municipalidad de Caldera
RUT:	69.030.300-0.
Representante Legal:	Brunilda Gonzalez Anjel
RUT autoridad:	9.198.247-1
Teléfono:	52535560
Correo electrónico:	alcaldia@caldera.cl
Dirección:	Matias Cousiño 395, Caldera, Región de Atacama

El área propuesta como Santuario de la Naturaleza asociada al bien nacional de uso público, que sera administrado por la I.M de Caldera, se puede ver en Anexo 2.

1.2. Cartas de apoyo

En el Anexo 3 se adjuntan cartas de personas e instituciones que apoyan la creación del santuario de la naturaleza (SN).

2. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA

2.1. Nombre del área propuesta

La presente propuesta de santuario de naturaleza, llevará por nombre "Humedal Desembocadura río Copiapó". Este humedal ha sido priorizado en el marco del "Plan Nacional de Protección Humedales 2018-2022", impulsado por el Ministerio del Medio Ambiente, y cuyo objetivo central es proteger la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en áreas prioritarias de humedales, a través de la declaración de una categoría de área protegida que garantice su conservación y gestión a largo plazo.

2.2. Localización

El área propuesta se encuentra ubicada en la Región de Atacama, provincia de Copiapó y comuna Caldera (Figura 1). El sector cuenta con acceso por la ruta C-318 viniendo desde la Panamericana Norte (Ruta 5), por el camino C-324 viniendo desde el norte o sur, y además existe ruta C-302 que recorre parte del sector de la Playa Las Salinas y sigue el área de inundación hacia el valle.



Figura 1. Localización de área propuesta como Santuario de la Naturaleza.

2.3. Superficie y límites

El polígono propuesto fue delimitado en el Bien Nacional de uso público, vinculado a zonas de inundación propias del río copiapó y su área de desembocadura. Para delimitar dicho poligono se utilizarón imágenes satelitales de resolución espacial media (30 metros píxel) de la serie Landsat, compuestas por año, en la que cada píxel posee el último valor disponible de NDVI. El propósito de utilizar en NDVI fue el de poder delimitar la máxima expresión espacial de la vegetación y determinar el cuerpo de agua, correspondiente al Bien Nacional de Usos Publico. En primera instancia se generó una máscara espacial acotada al área de interés. Posteriormente se calculó el promedio del índice para los años disponibles. (Ver Anexo 2. Minuta Definición de bien nacional de uso público de propuesta de santuario de la naturaleza humedal desembocadura del río copiapó).

A su vez se encuentra en parte de dos Bienes Nacionales Protegidos, que corresponden a parte de Lote C y parte del Lote B, destinados al Ministerio de Bienes Nacionaes por medio del decreto exento de bienes nacionales Nº 383 del 15/11/2006. Dichos predios tienen fines de conservación y desarrollo de actividades productivas de bajo impacto ambiental, como parte de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y de la política ministerial de los Bienes Nacionales Protegidos financiada a través del programa "Manejo Integrado de Territorios Patrimoniales Fiscales para su Protección y Desarrollo Sostenible en Todo el País".

La superficie del área propuesta es de **116,76 hectáreas** que serán destinadas para el SN. La Figura 2, muestra el polígono propuesto como SN y sus vértices. El polígono limita al Oeste con la línea de costa, abarcando la laguna estuarial y bancos medios estuariales. Este sistema lacustre presenta una variedad de especies vegetales hidrófilas, siendo un sitio de nidificación de avifauna y albergue de aves migratorias, por lo que constituye un paraje de alto valor ecológico.

Por este tramo cruza la carretera C-324 transversalmente al río. Por el lado sur, el polígono abarca el cordón litoral de la desembocadura, el cual está formado por sedimentos transportados por la deriva litoral. El poligono cuenta con parte de la franja de la playa Las Salinas y el cordón litoral arenoso.

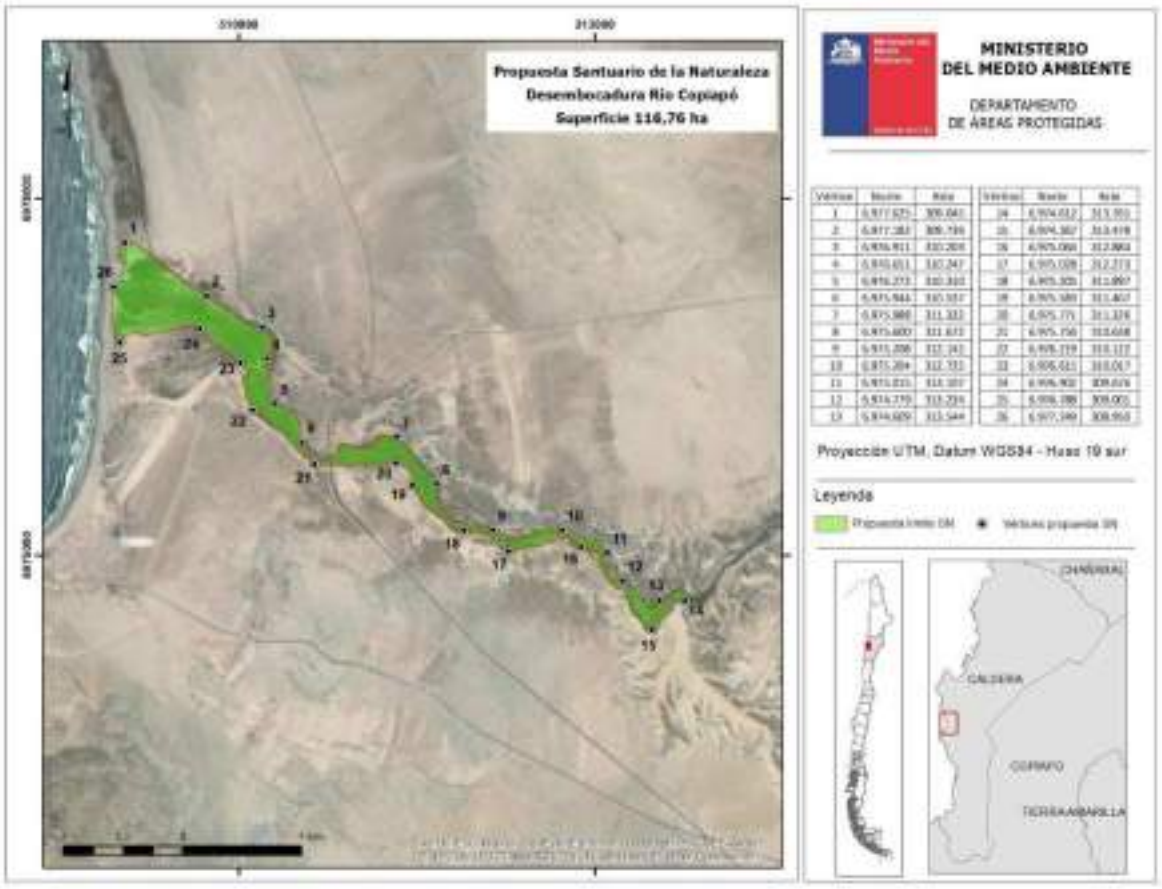


Figura 2. Límites detallados del área propuesta como Santuario de la Naturaleza. Elaboración propia.

Cuadro 1. Listado de vértices del área propuesta como Santuario de la Naturaleza en coordenadas Geograficas y UTM (WGS84 Huso 19S).

Vértice	Norte	Este
1	6.977.625	309.045
2	6.977.182	309.736
3	6.976.911	310.203
4	6.976.651	310.247
5	6.976.272	310.310
6	6.975.944	310.537
7	6.975.988	311.332
8	6.975.600	311.672
9	6.975.208	312.142
10	6.975.204	312.725
11	6.975.015	313.107
12	6.974.779	313.234
13	6.974.609	313.544

Vértice	Norte	Este
14	6.974.612	313.761
15	6.974.367	313.478
16	6.975.064	312.884
17	6.975.028	312.273
18	6.975.205	311.897
19	6.975.583	311.467
20	6.975.771	311.326
21	6.975.756	310.638
22	6.976.219	310.122
23	6.976.615	310.017
24	6.976.902	309.676
25	6.976.788	309.001
26	6.977.249	308.950

2.4. Ordenamiento territorial

2.4.1. Zonificación plan regulador intercomunal costero de Región de Atacama

El Plan Regulador Intercomunal de las Comunas Costeras de Atacama, está vigente desde el año 2001, e incluye las comunas costeras de la Región: Chañaral, Caldera, Copiapó, Huasco y Freirina (Res. N°5 del 2 de abril de 2001).

El PRICOST cuenta con una actualización de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo de Atacama, iniciado el año 2008 y finalizado como estudio el año 2013 (Ordinario N°1150, 2017). En 2019 se promulga la Actualización del plan regulador intercomunal costero de Atacama (APRICOST), a través de la Resolución N°30[1], realizada por el Ministerio del Interior y Seguridad Pública y el Gobierno Regional de Atacama.

Este instrumento fija preferencias y prioridades que orientan la acción del Estado, y establece regulaciones que condicionan la acción del sector privado sobre el territorio. Ambos aspectos han sido orientados en dirección a los siguientes propósitos generales, relevantes para el área de estudio:

- Contribuir a dinamizar el territorio costero, potenciando sus capacidades para acoger inversión en actividades productivas y turísticas, con el propósito de contribuir a la diversificación de la economía regional.

- Asegurar lugares apropiados, adecuadamente emplazados y que cuenten con la infraestructura básica para la recreación, el uso del tiempo libre y el deporte, garantizando a toda la población el acceso al paisaje y a la naturaleza, y especialmente permitiendo el goce de la playa, el desierto y los sitios de valor natural.

- Orientar el desarrollo de los estudios que permitan identificar las interrelaciones biotópicas del territorio, con el fin de que los Instrumentos de Planificación Comunal reconozcan y cautelen las particularidades de cada ecosistema local.

- Cautelar que las condiciones de localización de actividades productivas favorezcan la calidad ambiental de los centros poblados y del territorio en general, propiciando la protección de los ecosistemas vulnerables y la recuperación de zonas degradadas, orientando la instalación de actividades contaminantes en sitios apropiados y asegurando una baja intensidad de ocupación en zonas rurales.

El Plan Regulador Intercomunal se divide en tres macroáreas: urbana, de extensión urbana y área rural. Además, incorpora las áreas de protección o riesgo que se superponen a las anteriores de manera indistinta.

Como se observa en la Figura 3, el área propuesta se encuentra en el siguiente tipo de uso:

Área restringida al desarrollo urbano: Corresponde a la porción del territorio intercomunal sujeto a condiciones de riesgo o a zonas no edificables en concordancia con lo señalado en el artículo 2.1.17 de la OGUC.

- **Zona de riesgo de inundación y/o delimitación de cauces (ZRN-2)**: se restringe todo tipo de asentamiento humano que implique presencia prolongada de personas o la

[1] https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1135392

concentración de ellas sin posibilidad de evacuación expedita y/o que interfieran el curso libre de las aguas.

- Respecto del instrumento vigente (PRICOST, 2019), se releva que este considera en su zonificación los bienes nacionales protegidos, incluyendo el BNP Desembocadura del Río Copiapó como zonas protegidas de acuerdo con el Art. 3.7-1 Áreas de Protección de Recursos de Valor Natural (ZPL-1) de su ordenanza local.

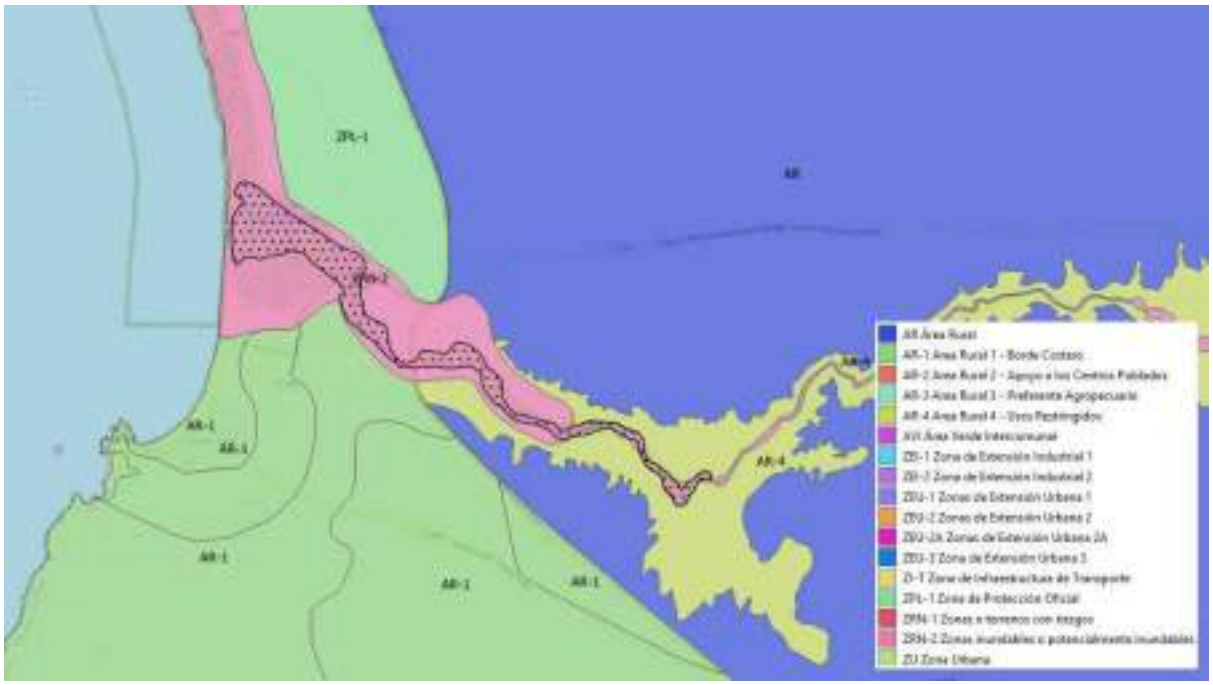


Figura 3. Zonificación plano regulador intercomunal costero de la Región de Atacama (MINVU, 2019).

2.4.2. Macrozonificación del uso del borde costero Región de Atacama

De acuerdo a la Estrategia de Desarrollo Regional de Atacama 2007-2017, en la región se debe desarrollar o implementar el Plan Regional de Ordenamiento Territorial y el Plan de Zonificación de los Usos del Borde Costero (ZUBC). A la fecha, solo este último ha sido publicado por el Gobierno Regional. Sin embargo, la Evaluación Ambiental Estratégica del mismo aún no ha sido aprobada por lo que el plan no se encuentra vigente.

El Gobierno Regional de Atacama se propuso llevar a cabo el estudio estudio "Diagnóstico del Ordenamiento Territorial y Zonificación del Borde Costero en la Región de Atacama" (2014), para elaborar una propuesta de Macro y microzonificación del borde costero de la región, mediante un proceso participativo usando la metodología de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) considerando a los actores locales y regionales.

En una primera fase de trabajo se elaboró una Propuesta de Macrozonificación de los usos del borde costero, para posteriormente elaborar una propuesta de Microzonificación. La Macrozonificación corresponde a un proceso de asignación de usos, funciones, valores y objetivos con el fin de entregar una visión global del territorio.

En el área propuesta a declarar Santuario de la Naturaleza, la Propuesta de Macrozonificación del Borde Costero se proyecta en Zonas de Protección Ambiental - Humedales Costeros (HC), como se ilustra en la Figura 4:

Zonas de Protección Ambiental. Humedales Costeros (HC): Áreas de singular riqueza de avifauna e importantes funciones ecosistémicas, que en la zona propuesta está representado por el Humedal de la Desembocadura del río Copiapó.

A su vez existen otras zonas aledañas que son de relevancia a considerar dada su cercania a la propuesta de Zantuario de la Naturaleza:

Zonas de uso preferente:

- Zona de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (ZAMERB): La definición de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) se encuentra establecida en el Reglamento N°355/95, en el cual se señala que las AMERB consisten en "la asignación de áreas determinadas a organizaciones de pescadores artesanales legalmente constituidas para su manejo y explotación, conforme a las disposiciones legales y reglamentarias pertinentes" (Art. 1)[2].

- Zona Turística (ZT): Corresponden a áreas en las que se localizan recursos y atractivos naturales tanto en el medio marino como terrestre, potencialmente explotables para la actividad turística. Uno de los principios básicos que define el concepto de turismo sustentable es que éste debe desarrollarse en los ámbitos económico, ecológico y sociocultural.

- Zona de Interés Medio Ambiental (ZMA): En el caso de la Zona de Interés Medio Ambiental Terrestre (ZMA-T), éstas poseen un valor como sistemas ecológicos, concentrándose en ellas parte del patrimonio ecológico regional, presentando una alta concentración de biodiversidad y endemismos, constituyendo también áreas donde se conservan paisajes de ambientes áridos costeros.

Zonas de Protección Oficial:

- Zonas Prioritarias y Preferente de Conservación (ZP-C): Zonas destinadas al uso y aprovechamiento racional o la reparación de los componentes del medio ambiente[46]. Desde el punto de vista de las funciones prioritarias son zonas orientada a cumplir una o varias funciones u objetivos de desarrollo superpuestos o contiguos, siempre que éstos no resulten incompatibles con aquella función/ uso definida como prioritaria.

[2] Reglamento Sobre Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos. Del 26.08.1995.



Figura 4. Macrozonificación del borde costero de la región de Atacama (GORE, 2009).

2.5. Áreas de valor ambiental cercanas

2.5.1. Áreas silvestres protegidas del Estado

La región de Atacama presenta tres Parques Nacionales y parte de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, los cuales pertenecen al Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE); dos Santuarios de la Naturaleza, dependientes del Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Bienes Nacionales; un Área Marina Costero Protegida de Múltiples Usos, dependiente del Ministerio de Medio Ambiente; y parte de la Reserva Marina Isla Chañaral, dependiente del Ministerio de Economía.

Cercanos al área propuesta, se identifican cinco áreas protegidas oficiales, que se describen en detalle en el

Cuadro 2. Éstas se componen por dos Parques Nacionales: Nevado Tres Cruces que se ubica en la Cordillera de Los Andes en la parte alta de la cuenca; y Llanos del Challe, ubicado al sur del área propuesta. Además, se encuentran dos Santuarios de la Naturaleza: el Humedal Costero Carrizal Bajo, creado en el marco del Plan Nacional de Protección de Humedales; y Granito Orbicular que se destaca por su componente geológico.

Por último, adyacente al área propuesta se encuentra el Área Marina Protegida de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama (AMCP-MU IGA), que se relaciona directamente al área propuesta por su complemento terrestre que será abordado en el siguiente punto,

Cuadro 2. Áreas protegidas oficiales cercanas al área propuesta[3].

Nombre	Ubicación	Atributos	Superficie (km²)
Parque Nacional Nevado Tres Cruces	Provincia de Copiapó, comuna de Copiapó y Tierra Amarilla	El Parque se divide en dos sectores, Santa Rosa ubicada al norte y Negro Francisco en el sector Sur. Debido a su configuración geográfica, esta área cuenta con vegetación muy escasa. De estas especies las más representativas son los cachiyuyos (*Atriplex deserticola*), calpiche (*Lycium minutifolium*), tola vaca (*Parestrephia lepidopylla*) y brea (*Tessaria absinthioides*). Entre las especies de fauna se encuentran las vicuñas (*Vicugna vicugna*), el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), la chinchilla de cola corta (*Chinchilla brevicaudata*), el puma (*Puma concolor*). Como avifauna se encuentra el pato cuchara (*Anas platalea*), el cóndor (*Vultur gryphus*), la gaviota andina (*Larus serranus*), el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), la parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*), la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) y la perdiz de la Puna (*Tinamotis pentlandii*).	590,81
Parque Nacional Llanos del Challe	Provincia de Huasco, comuna de Huasco	En esta área se encuentra una gran variedad de flora y fauna, dentro del ámbito desértico costero. Las especies de flora más relevantes son cachiyuyo (*Atriplex coquimbana*), churco (*Oxalis gigantea*), coronilla de fraile (*Encelia tomentosa*) y rabo de zorro (*Ophryosporus triangularis*).	457,08
Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Isla Grande Atacama	Provincia de Copiapó y Comuna de Caldera	Es representativa de sistemas de importancia global y regional. Contiene hábitats característicos del sistema de surgencias costeras de la corriente de Humboldt y de los ambientes submareales e intermareales del norte de Chile. Comprende sistemas de islas, promontorios rocosos, humedales,	39,9

[3] Información extraída de http://areasprotegidas.mma.gob.cl/

Nombre	Ubicación	Atributos	Superficie (km²)
		salinas costeras, costas rocosas expuestas, semiexpuestas y playas de arenas que constituyen lugares de importancia para la conservación de la biota marina.	
Santuario de la Naturaleza Humedal Costero Carrizal Bajo	Provincia de Huasco, comuna de Huasco	El componente fauna es de gran riqueza y diversidad. Especies como el cururo, el guanaco y el puma, que presentan problemas de conservación, dependientes ecológicamente de este y asociados con su corredor biológico, como el Parque Nacional Llanos de Challe, ubicado a 3,5 kilómetros.	0,468
Santuario de la Naturaleza Granito Orbicular	Provincia de Copiapó y comuna de Caldera	Está a 11 km al norte de la ciudad de Caldera. Presenta piedras graníticas de edad jurásica. Los orbículos, están conformados por un núcleo de composición diorítica compuesto por cristales de plagioclasa, anfíbola, cuarzo, biotita, feldespato potásico, clinopiroxeno y magnetita. Es el único hallazgo de este tipo conocido en Chile.	0,02

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5, se grafican las áreas protegidas oficiales que se encuentran cercanas al área propuesta.



Figura 5. Áreas silvestres protegidas oficiales cercanas al área propuesta.

2.5.2. Bienes nacionales protegidos

Dentro de la provincia de Copiapó se han declarado cuatro Bienes nacionales protegidos (BNP), que se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Bienes Nacionales Protegidos de la provincia de Copiapó.

Nombre	Ubicación	Atributos	Superficie (Km^2)
Bien Nacional Protegido Morro Desembocadura Río Copiapó	Provincia de Copiapó y comuna de Caldera	Tiene como objetivo, la protección del Desierto Costero de Tal Tal, constituido por los pisos vegetacionales de Matorral Desértico Mediterráneo costero de *Heliotropium floridum* y *Atriplex clivícola, oxalis gigantea* y *eulychnia breviflora*, lugar de residencia de vertebrados entre los que se cuentan *Microllophus atacamensis, Callopiste palluma, Theristicus melanosis, Anas bahamensis, Lamas guanicoe*; Humedal Costero del río Copiapó y Patrimonio paleontológico y arqueológico.	80,5
Bien Nacional Protegido Cerro Montevideo- Sector La Ballena	Provincia de Copiapó y comuna de Caldera	Tiene un rol de conservación específica de objetos patrimoniales de carácter paleontológico, representado por invertebrados marinos y la presencia de un número indeterminado de restos óseos de cetáceos en estado fósil. Formaciones geológicas que se expresan en las terrazas marinas sobre las cuales se emplaza el hallazgo paleontológico y su área de amortiguación.	2,1
Bien Nacional Protegido Desierto Florido	Provincia de Copiapó y comuna de Copiapó	Su objetivo principal es la conservación y protección del Desierto Florido de los llanos, correspondiente a los pisos vegetacionales Matorral Desértico Mediterráneo interior de *Skytantus acutus* y *Atriplex desertícola*; y Matorral Desértico Mediterráneo interior de *Adesmia argenta* y *Bulnesia chilensis*, según clasificación de Pliscoff y Luebert.	389
Bien Nacional Protegido Quebrada Los Leones	Provincia de Copiapó y	Creado para la conservación y protección del Desierto Florido, constituido por dos formaciones vegetacionales: Desierto Costero de Tal	29,7

Nombre	Ubicación	Atributos	Superficie (Km²)
	comuna de Caldera	Tal y Desierto Estepario de las Sierras Costeras. Estas formaciones están integradas por los pisos vegetacionales matorral desértico tropical costero de *Euphorbia lactiflua* y *Eulychnia saint-pieana* y de *Euphorbia lactiflua* y *Oxyphyllum ulicinum*.	

Elaboración propia

La propuesta de santuario se relaciona com la existencia de áreas que corresponden a propiedad fiscal que se encuentran destinadas al Ministerio de Bienes Nacionales mediante el Decreto Exento N°383 del 15/11/2006 como Bien Nacional Protegido Morro -Desembocadura del Río Copiapó, inmueble inscrito a Fs. 527 N°500 año 1996 del conservador de Bienes raíces de Caldera.

> Los Bienes Nacionales Protegidos se ubican colindantes al AMCP-MU IGA, desde el sector sur de Bahía Inglesa hasta la ribera sur de la desembocadura del río Copiapó, incluidos los terrenos fiscales existentes en Isla Grande. Estos predios, limitan por el Noroeste con la Playa El Morro en el sector sur de Bahía Inglesa, proyectándose en línea recta hacia el sur hasta la ruta costera. El límite Este corresponde a la ruta costera hasta el camino C-302. El límite Sur es una línea recta desde el camino C-302, en la ribera sur del río Copiapó y zona de influencia del humedal, hasta los terrenos de playas fiscales (línea de 80 metros), las que suman un total de 8.102,27 has.

En la Figura 6 se observa la relación que existe entre el área propuesta de Santuario de la Naturaleza, el AMCP-MU IGA y los lotes A, B y C que conforman el BNP. En este sentido, el área propuesta a declarar Santuario de la Naturaleza colinda con lotes C y B dentro de dichos BNP.

Cabe señalar que el interés del Ministerio del Medio Ambiente fue originalmente dar una mayor extención de protección del humedal desembocadura río Copiapó, considerado los objetivos del Bien Nacional Protegido Morro -Desembocadura del Río Copiapó, por lo que MMA envió oficio N° 210406 de fecha 02 de febrero de 2021 al Ministerio de Bienes Nacionales solicitando revisión de expediente y validación de polígono. No obstante el Ministerio de Bienes Nacionales responde mediante 0rd. N° 255 del 20 de mayo de 2021, que "*En este sentido, el Ministerio, a través de la Secretaría Regional Ministerial de Atacama ha identificado la necesidad de actualizar el plano oficial del inmueble en sintonía con la inscripción de dominio fiscal, modificando en consecuencia el Decreto de destinación del inmueble indicado en la letra c) del presente oficio. Debido a lo anterior, se solicita no incorporar en la declaratoria como Santuario de la Naturaleza el "lote C" identificado en el plano Ill-2-5023-C.U*".

Dicho lo anterior se espera que una vez el Ministerio de Bienes Nacionales actualice la cartografia vinculada al Bien Nacional Protegido (lote c), es que se pueda anexar la propiedad fiscal al santuario de la Naturaleza vinculado al bien nacional de uso público, con el fin de lograr una mayor superficie de protección.

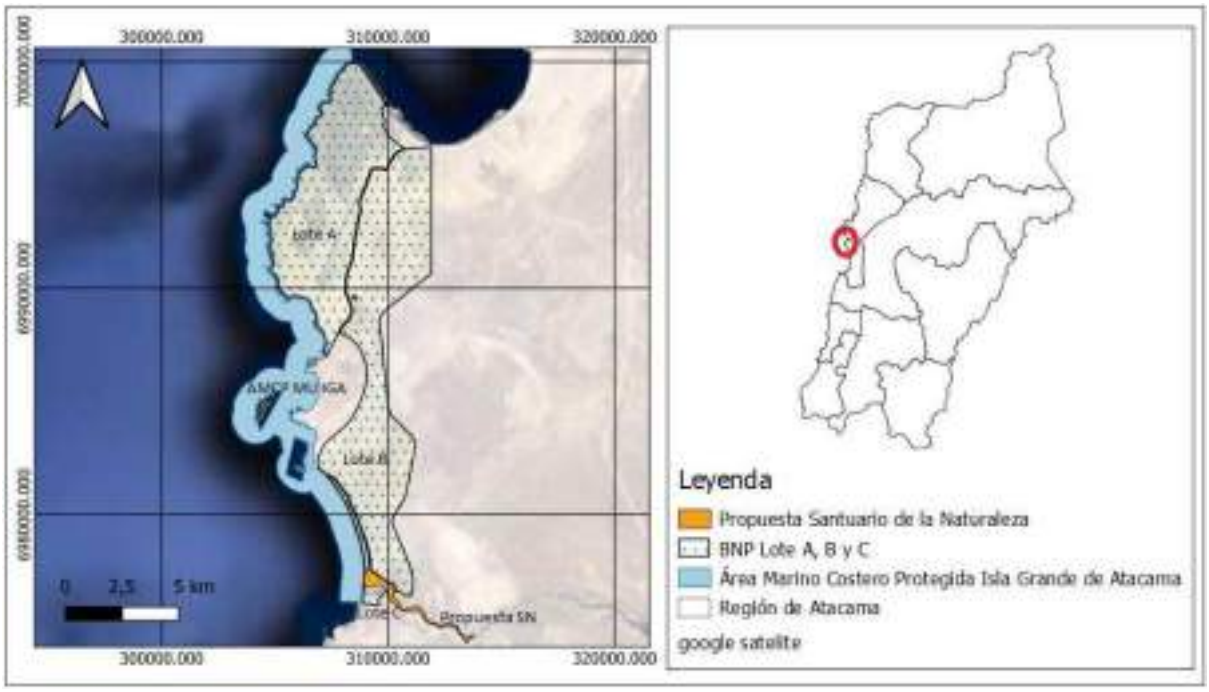


Figura 6. Bienes nacionales protegidos y AMCP-MU Isla Grande de Atacama adyacentes al área propuesta.

2.5.3. Sitios prioritarios para la biodiversidad

Los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad se definen como un "espacio geográfico terrestre, acuático continental, costero o marino de alto valor para la conservación, identificado por su aporte a la representatividad ecosistémica, su singularidad ecológica o por constituir hábitat de especies amenazadas, y priorizado para la conservación de su biodiversidad en la Estrategia Nacional de Biodiversidad (Proyecto de Ley Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas).

La región de Atacama cuenta con 44 sitios prioritarios, de acuerdo a la Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama (2010-2017), donde justamente un sitio prioritario es el río Copiapó. En ese proceso, Atacama definió un total de 5 Sitios Prioritarios con prioridad urgente de protección: Desierto Florido, Estuario del Río Huasco – Laguna de Carrizal Bajo, Salar de Pedernales y sus alrededores, Lagunas de Huascoalto y Punta Morro – Desembocadura del río Copiapó.

Cercano al área propuesta se encuentran los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad que se describen a continuación. Además, en la ((Squeo et al., 2008a; COREMA, 2010).):

- Obispito: se ubica en la costa norte de la comuna de Caldera, al este del balneario homónimo, por la quebrada del Potrero, abarcando una superficie 4.532 há.

- Quebrada el León: Se ubica a 10km al norte de Caldera, en la cosa frente al Santuario de la Naturaleza Granito Orbicular. En la actualidad parte de este sitio es una autodestinación de BBNN. Posee una superficie de 7.723 há.

- Desierto florido: posee una superficie de 1.742 km^2 y se ubica 29 km al sur de Copiapó. En este sitio se describen un total de 241 especies nativas.

- Río Copiapó: es uno de los sitios prioritarios urgentes identificado en la Estrategia de Biodiversidad 2010-2017, con una superficie de 20.579 ha. En esta se propone extender un buffer de 200 m a cada lado de la caja del río dada a su condición de deterioro. Además, propone efectuar recuperación de la biodiversidad dada su condición de deterioro.

- Monte Amargo: es una extensión de 14.327 há, se ubica en el límite entre Copiapó y Caldera, tomando parte del curso inferior del río Copiapó. El 64,4% es de propiedad estatal (BBNN) y del restante 35,6% no se tiene información.

- Piedra Colgada: posee una extensión de 12.099 há, de las cuales 16 corresponden a vegas asociadas al lecho del río Copiapó, con gravas apozadas sobre una depresión tectónica local, se provoca un aumento en la humedad en una zona árida, permitiendo la permanencia de un remanente del bosque de chañar.

- Bahía Salada: corresponde a un área marina ubicada al sur del área propuesta como SN. Esta área posee praderas de *Macrocystis* y del pasto marino endémico *Zostera chilensis*, especie que se encuentra clasificada En peligro.

- Quebrada del Morel (Quebrada Casa de Piedra): se ubica al sureste de Bahía Salada y al sur de Quebrada Corriente de Palmira y posee una superficie de 11.001 há, extiendiéndoseen terrenos de propiedad privada.

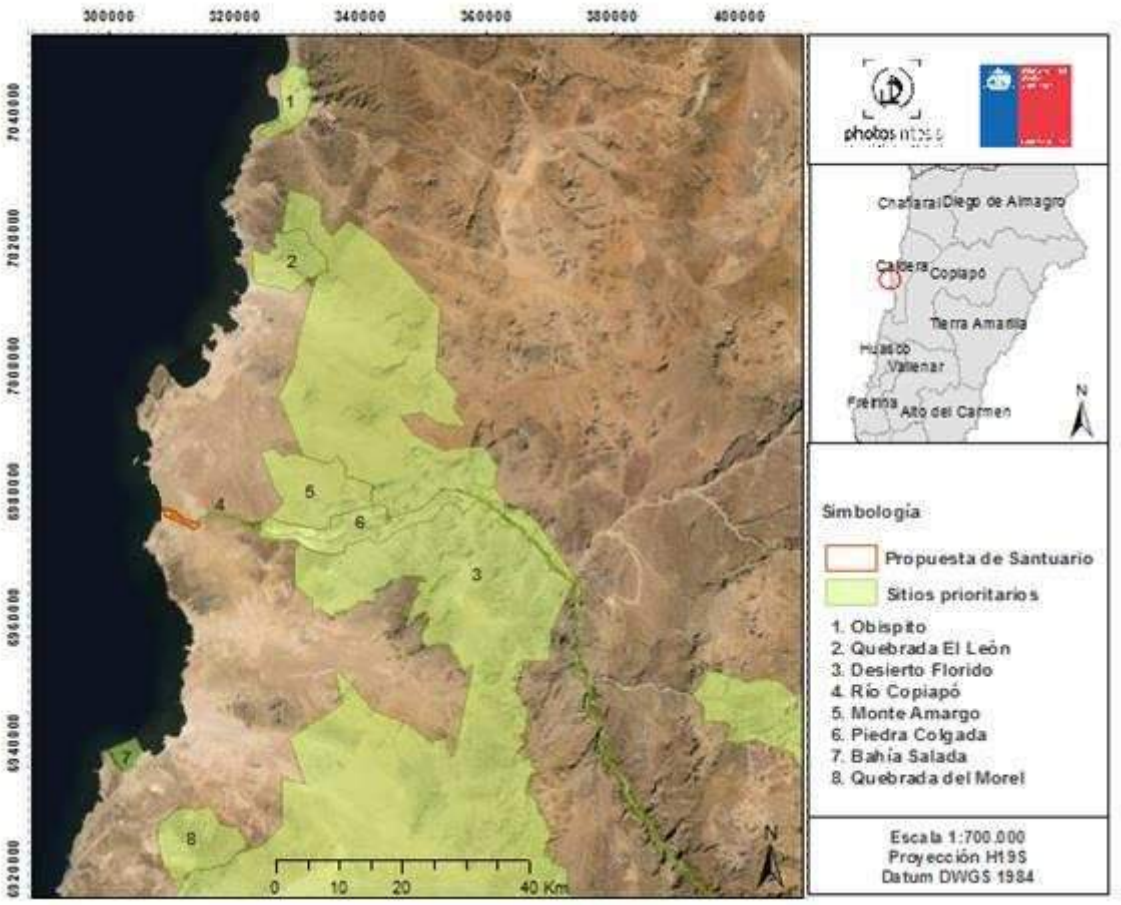


Figura 7. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad cercanos al área propuesta.

3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

3.1. Caracterización sociocultural

3.1.1. Poblados aledaños

En cuanto a los poblados aledaños al área propuesta, en el Cuadro 4 se indican las distancias hacia el Humedal Desembocadura río Copiapó y los datos de los resultados del último censo realizado en 2017 de los caseríos, aldeas y ciudades cercanas (INE, 2019).

El área se encuentra en la provincia de Copiapó, cuya capital provincial del mismo nombre se ubica a 66,3 km del Humedal río Copiapó y cuenta con una población de 150.804 habitantes. Este sector forma parte de la comuna de Caldera, que contiene un 6,2% de la población regional, donde el 10,7% (n=1.887) corresponde a población rural. La ciudad de Caldera, ubicada a 36,6 km del área, cuenta con una población de 15.547 habitantes y 7.265 viviendas. Cercana a esta ciudad se encuentra, en categoría de aldea, Bahía Inglesa con 535 habitantes y 1.234 viviendas (INE, 2019).

Cuadro 4. Distancias desde el Humedal Río Copiapó hacia los poblados aledaños, y datos Censo 2017 (INE, 2019).

Localidad/Ciudad	Distancia al humedal (km)	N° habitantes	N° viviendas
Puerto Viejo	4,7	104	1.420
Bahía Inglesa	31,7	535	1234
Caleta Barranquilla	35,5	242	1.518
Caldera	36,6	15.547	7.265
Copiapó	66,3	150.804	53.625

Fuente: Elaboración propia

El poblado más próximo se ubica 1,21 km al sur del área y corresponde a la localidad de Puerto Viejo. Este caserío en pleno desierto costero pertenece a la comuna de Caldera y es una bahía conformada por dos zonas: una menor que es una caleta de pescadores y otra mayor que es una toma de más de mil viviendas (Talesnik, 2007).

Según el útimo censo, cuenta con una población de 104 personas y 1.420 viviendas (INE, 2019). No obstante, solo un grupo reducido vive ahí todo el año, ya que principalmente es un lugar que se visita en verano y los fines de semana. En esta localidad el mar es el eje de vda, lo que sustenta a los pescadores y atrae a los visitantes y turistas. Corresponde a una toma de playa, la única en Chile de estas proporciones, en que una porción de costa fue ocupada ilegalmente por un grupo de personas de Copiapó y Caldera para veranear (Talesnik, 2007).

Esta toma ha generado impactos negativos en el ecosistema. Por un lado, está la mala gestión de residuos y microbasurales que se encuentran en la entrada del pueblo. Por otro lado, las

condiciones insalubres que generan las aguas servidas del asentamiento y que contaminan el mar y la napa subterránea (Talesnik, 2007). Cabe señalar que esta toma se encuentra en zona de Tsunami según estudio MINVU - UC, 2018.



Figura 8. Fotografía de Puerto Viejo. (Fuente: Photosintesis Consultores).



Figura 9. Fotografía sector caleta Puerto Viejo. (Fuente: Photosintesis Consultores)



Figura 10. Poblados aledaños al área propuesta.

3.1.2. Usos del territorio y recursos naturales

La Región de Atacama ha sido un territorio poblado hace más de 12.000 años y sus habitantes han utilizado el área para la pesca, recolección y caza. Si bien esta región se caracteriza por la aridez extrema, en los valles de la Cordillera de los Andes, oasis intermedios y en la alta montaña andina se desarrollaron poblados durante miles de años que aprovecharon los escasos recursos que ofrecía el medio. De esta manera surgieron actividades productivas como la minería del oro y luego del cobre, como también la ganadería de camélidos y en las cercanías de las costas la pesca artesanal. Por último, a mediados del siglo XIX comenzó el auge de la industria del salitre (Mankuk, 2017).

Actualmente, la comuna de Caldera se caracteriza por tener un uso intensivo del área marina, desarrollándose principalmente recolección de algas, pesca artesanal e industrial, y cultivos marinos, principalmente de abalón. Por otro lado, existen actividades económicas cercanas al área que se encuentran relacionadas con la minería-industrial (Azocar, 2009; Fundación Sendero de Chile, 2012; Mankuk, 2017; CCIRA, 2015)

El turismo se ha desarrollado de manera histórica en la zona, ligado principalmente a la calidad de sus playas, la belleza escénica del paisaje, riqueza de flora y fauna, y sitios de relevancia arqueológica y paleontológica.

Luego de la creación del AMCPMU IGA, se generaron diferentes instrumentos para el adecuado manejo y gestión de la extensa área marina y su complemento terrestre, que han permitido el desarrollo de diversas actividades ligadas al turismo en la zona (Azócar, 2009). En este contexto, se crearon instrumentos de planificación tanto para el manejo de visitantes, como para regular los diferentes usos que existen en el territorio a través de la zonificación del área (Fundación Sendero de Chile, 2013; Delgado, 2014).

La estadística turística comunal informa que la población flotante, en temporada alta, se eleva por sobre las 42.000 personas (Delgado, 2014). De acuerdo a estudios realizados por la UNAB (2010), da cuenta de que sólo el 2,4% de esta población visitaría diversos sectores del área protegida, alrededor de 1.000 personas aproximadamente. El área es visitada principalmente en el período estival por personas que provienen de la Región de Atacama y en menor proporción de la Región Metropolitana (Fundación Sendero de Chile, 2013).

Según Delgado (2014), los lugares más conocidos por los visitantes al interior del área son Bahía Cisnes, el Morro de Bahía Inglesa, la playa Las Salinas y la desembocadura del Río Copiapó. En cuanto al acceso de turistas a la zona, el aeropuerto se encuentra a una distancia de 19,5 km y existe servicios de transporte formales e informales desde el aeropuerto. Además, la cercanía del Humedal río Copiapó con Bahía Inglesa lo hace un lugar atractivo de visitar durante el día.

El Humedal del río Copiapó y la Playa Las Salinas poseen un atractivo turístico por las diferentes actividades que se pueden realizar, como lo son el avistamiento de avifauna y vegetación nativa. Además, se asocia a esta área un campo dunario en el cual se pueden realizar pesca recreativa, educación ambiental entre otras actividades de bajo impacto humano (Chile Consultor, 2019a).

La Playa Las Salinas se caracteriza por presentar un uso intensivo por parte de quienes habitan (sobre todo en épocas estivales) el sector de Puerto Viejo. Esta playa es visitada en la época estival por turistas que realizan actividades propias del borde costero que no tienen necesariamente relación con el área en que se encuentra inserto, este es un turismo masivo y que se genera de manera espontánea por los atributos del sector y no a una planificación turística del territorio, destacando el turismo de sol y playa, el picnic y el camping (Chile Consultor, 2019a). En este

sentido se ha observado que una gran cantidad de personas se aloja en campings ilegales (Delgado, 2014).

Por otro lado, en esta playa se identifica un tipo de pesca no comercial, principalmente desarrollada por hombres de tercera edad. Esta actividad básicamente consiste en pescar en la orilla de la playa, principalmente corvinas. Por un lado, esta actividad tiene un sentido recreativo, pero también permite proveerse de pescado que finalmente es consumido en los hogares de estas personas. Según la información recopilada, en verano este tipo de pesca aumenta considerablemente (Mankuk, 2017). Los sectores de Las Salinas y la desembocadura prácticamenye no son visitados por los mariscadores, pero si resultan ser zonas de interés para los algueros y pescadores.

Sin embargo, las características del medio natural no permiten usos extractivos a gran escala y los objetivos protección y desarrollo sustentable de los recursos y el patrimonio del AMCP-MU, tampoco lo hacen posible (Castro et al., 2010)

En cuanto a los deportes propulsión mecánica, se observó la práctica de tres de estas actividades: cuatrimoto, jeepeo y motocross, principalmente en época estival. En el caso de las cuatrimotos, esta actividad se realiza mayoritariamente de manera recreacional, sin embargo, se han registrado jóvenes que recorren este sector con equipamiento deportivo (Mankuk, 2017).



Figura 11. Fotografías de usos que se desarrollan en el sector del Humedal río Copiapó y Playa Las Salinas (Mankuk, 2017).

Esta área constituye un lugar de trabajo para guías de turismo independientes y dependientes de empresas de turismo, además de ser un lugar de interés para el desarrollo de turismo de intereses especiales e investigación científica (ejemplos: en áreas como la geomorfología, la geología, la

botánica, la paleontología, la antropología, la geografía, la zoología, entre otras), por tanto, es visitado por académicos e investigadores de universidades chilenas y extranjeras. Destacan actividades de geoturismo, turismo de sol y playa, turismo cientifico, deporte aventura, entre otros.

De este modo los usos y actividades vinculadas al geoturismo, actividades científicas y turismo de intereses especiales como identificación de flora y fauna, avistamiento de aves y recolección de plantas medicinales en el sector del Humedal.

En este contexto, los usos que podrían ser potenciados al declarar esta área como Santuario de la Naturaleza son (Fundación Sendero de Chile, 2013; Mankuk, 2017; Bogado, 2019):

- Ecoturismo: observación de avifauna, herpetofauna y paisajes.
- Senderismo o *hiking*
- Deslizamiento sobre olas (surf, bodyboard, kneeboard, y similares)
- Turismo de intereses especiales como geoturismo y turismo aventura.
- Investigación científica.
- Educación ambiental.
- Preservación de ecosistemas y de los servicios ecosistémicos que estos brindan.
- Pesca artesanal y recreacional

3.1.3. Arqueología y sitios culturales

Los lugares cercanos al área propuesta son reconocidos por su relevancia arqueológica desde principios del siglo XX. Este potencial está ligado a la presencia de conchales, recintos circulares, montículos y evidencias de arte rupestre asociados a restos materiales arqueológicos con una ocupación constante desde los primeros pescadores arcaicos durante principios del Holoceno (8.000 Ap.) hasta tiempos recientes (Chile Consultor, 2019a). En el área se reconocieron evidencias pertenecientes a toda la secuencia crono-cultural establecida para el litoral semiárido de la Región de Atacama (Mankuk, 2017).

Luego de la extinción de la megafauna, el territorio fue ocupado por poblaciones de cazadores recolectores durante el período Arcaico hace 10.000 a.C. En el Cuadro 5 se presentan los períodos de la historia desde las primeras evidencias humanas hasta la ocupación incaica, sintetizando los principales desarrollos y adaptaciones culturales que tuvieron los primeros pueblos que habitaron este territorio.

Cuadro 5. Período de la historia y descripción de las principales culturas que habitaron la zona costera de la región de Atacama.

Período	**Descripción**
Período de pescadores portadores de litos geométricos poligonales (7.730 a.C. – 5.000 a.C.)	Este periodo se encuentra representado por grupos pertenecientes al Complejo Huentelauquén, cuyas evidencias se registraron en los sitios Puerto Guacolda, Caleta Totoral, Puerto Caldera, Bahía Obispo, Los Médanos, Pan de Azúcar, oasis de Totoral, entre otros. Se les reconoce como bandas muy móviles que explotan preferentemente recursos del

Período	Descripción
	intermareal rocoso. Su estrategia de subsistencia en base a los recursos marinos se complementó con la explotación del guanaco y de mamíferos terrestres, comprendiendo un rango cronológico que abarcó por lo menos, desde el 10.000 y se extendió hasta el 5.000 a.C. Lo más llamativo de su cultura son las puntas de proyectiles tipo Huentelauquén o mejor dicho triangulares con pedúnculo y los litos geométricos o piezas líticas de unos 6 cm de espesor, entre 10 y 20 cm de diámetro, que reproducen figuras geométricas simétricas, con un número variable de lados.
Período de Pescadores especializados (4.000 – 2.000 a.C.)	Denominado también el Arcaico Medio, se caracterizó por la denominada "Cultura del anzuelo de concha", o también llamada Complejo Camarones. Este periodo representa a grupos especializados en la pesca, recolección y caza marina cuyos sitios más representativos se encontraron en Puerto Guacolda, Bahía Carrizal, Caleta Chañaral, Bahía Maldonado, Los Médanos, Caldera y Calderilla; en estos lo más notable es el hallazgo de anzuelo de valva, especialmente de choro zapato. Eran probablemente sociedades especializadas en la caza del lobo marino, quienes practicaron, además, la pesca y la recolección marítima en profundidad. Vivían en torno a caletas, ensenadas, y especialmente en lugares cercanos a loberías, aunque hoy en día éstas han desaparecido.
Período de Pescadores especializados (2.000 a.C. – 10 a.C.)	Este periodo está representado por grupos de la llamada "Cultura del anzuelo de concha 2", quienes llegan desde el norte por vía marítima. Estos grupos introdujeron un cambio tecnológico en la elaboración del anzuelo de concha, ahora de vástago largo (accesorio para su amarre), más resistente para la pesca de presas de mayor magnitud, más la introducción del anzuelo y barbas de arpones en hueso (ballena y camélidos). Representaron un período transicional hacia el complejo El Molle o primeros ceramistas, constatándose diferentes manifestaciones materiales de este período en sitios como Maldonado (Bahía Salada), Calderilla, Caldera, entre otros (aquí se registraron anzuelos de valva de choro; *Choromytilus chorus*).
Período o Formativo Temprano (0-700 d. C)	Este periodo marca los inicios del trabajo en metales en el interior de la Región de Atacama y los grupos de la cultura Molle (0-700 d. C), los cuales se habrían desplazado hacia el litoral portando objetos en metal e intercambiándolos por productos marítimos. Cornely cerca del territorio del AMCP– MU IGA en el año 1936 y 1956, registró variados sitios, la mayoría de ellos ubicados en la zona costera. En Bahía Salada, por ejemplo, se registró un conchal de uso funerario asociado a la cultura el Molle, en Bahía Maldonado registra dos conchales, uno de ellos de tipo doméstico asociado a la cultura El Molle y el de tipo Funerario asociado a la Cultura Diaguita.
Período Medio: (Complejo Las Ánimas)	Este período de pescadores a productoras de alimentos (700 d.C. – 1.200 d.C.), se describe por la llegada de nuevas poblaciones al litoral, posiblemente desde la Puna Argentina, y se caracterizó por la introduc-ción de nuevas prácticas, tales como el auge en la agricultura, nuevas creencias religiosas y énfasis ganadero y tecnologías metalúrgicas. La intensificación de estas prácticas se presentó, tanto en sitios del litoral, como en el curso medio e inferiores de los valles, lo que llevó a proponer

Período	Descripción
	a algunos investigadores como una economía de tipo pastora – pescadora. Los contextos funerarios de Las Ánimas en la costa de Caldera muestran la presencia de camélidos, lo cual, para algunos investigadores, sería indicativo de un tipo de movilidad orientada al intercambio de recursos mediante una extensa red de senderos que unían distintos puntos desde la cordillera a la costa.
Período VI de Pescadores contemporáneos a poblaciones tardías del desarrollo regional, productoras de alimentos (1200 d.C. – 1450 d.C.)	Nuevas poblaciones llegaron desde el interior de Copiapó y Huasco, estos traían vasijas de cerámica con motivos de color negro sobre un fondo rojo, la que se denominó "Copiapó", pero además llegaron grupos del sur (Diaguitas) y del Norte Grande (San Pedro y Gentilar). Por esto para muchos investigadores Caldera, es un enclave intergrupal de la costa, donde llegaron grupos étnicos prehispánicos de distintos territorios. Posteriormente, en la costa de Atacama se desarrollarían operaciones de intercambio y colonización de la costa, por medio del tráfico caravanero entre la cordillera y la costa, además de un intensivo desplazamiento costero por medio de la balsa de cuero de lobos. Esta forma de ocupar el espacio costero daría cuenta de la supervivencia de un modo de vida tradicional o conservadora y local (cazador-pescador-recolector), con relaciones de intercambio con poblaciones de diferentes procedencias y naturaleza, configurando una identidad local bien marcada.
Período de Pescadores contemporáneos a la expansión Inca hasta la Colonia (1.450 d.C. en adelante)	El último período se caracterizó por un "decaimiento" de las poblaciones dominadas por el Inca, estas últimas se constituyeron en enclaves específicos para la explotación especializada de recursos marinos, dependientes de centros administrativos interiores. Los pescadores continuaron sus modos de vida tradicionales, con un carácter semi-nómada, los cuales durante la Colonia y comienzo de la República serán denominados "Changos". Hoy en día, el término "Chango" hace referencia a los descendientes de generaciones que inmigraron a estas zonas, principalmente a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, en busca de trabajo en la minería.

Fuente: Mankuk, 2017; Chile Consultor, 2019a

En las cercanias del área propuesta, M. Cervellino (1979) realizó algunas investigaciones donde logró registrar sitios nuevos y re evaluó otros más antiguos. Específicamente, en la zona de Puerto Viejo, en la desembocadura del río Copiapó registró un sitio funerario asociado a la Cultura El Molle. Según la prospección realizada por Mankuk (2017), este sitio corresponde a un conchal extenso- disperso formando algunas concentraciones con fragmento de cerámica y desecho de talla lítica, posibles tumbas (túmulos) saqueados (UTM 309657E; 6976325).

Dentro de los otros hallazgos encontrados por Mankuk (2017), en la cercania del área propuesta se encontraron tres conchales restringidos y un conchal extenso-disperso formando algunas concentraciones con fragmento de cerámica y desecho de talla lítica (Figura 12). Todos estos se encuentran ubicados en el lado sur de la desembocadura del río Copiapó.



Figura 12. Hallazgos arqueológicos encontrados por Mankuk (2017) en relación a propuesta de Santuario de la Naturaleza.

Otro antecedente interesante desde el punto de vista histórico del área, son los hallazgos de estructuras y restos materiales de las antiguas salinas que se ubican al norte de la desembocadura, entre las lagunas costeras. Esto es un vestigio de que hasta principios de siglo XX, en el área denominada Las Salinas existía la explotación de sal marina, las cuales al pasar los años quedaron bajo el fango por inundaciones (Abad et al, 2018).

3.2. Caracterización geográfica

3.2.1. Geología

El borde costero del norte de Chile se encuentra en una zona de convergencia de placas tectónicas. En esta zona la placa oceánica de Nazca se introduce bajo la placa continental Sudamericana generando intensa actividad tectónica manifestada por terremotos de alta magnitud, ocurrencia de tsunamis y por cambios en la morfología de la costa Por esta razón, se encuentran evidencias en la superficie de fallas, fracturas, pliegues y efectos provocados por tsunamis históricos (Castro et al., 2010).

Por esta razón, el litoral de la costa comprendido entre Chañaral (26º20'S) y la desembocadura del río Copiapó (27º19'S), se caracteriza por estar constituida por formas heredadas de condiciones paleogeográficas, en donde se reconocen distintos niveles de terrazas marinas originadas por un complejo patrón de fluctuaciones del nivel del mar durante el plio-cuaternario,

debido a cambios glacioestuaticos y por alzamientos del margen continental por actividad tectónica (Castro et al., 2010).

El AMPC-MU IGA posee gran relevancia desde el punto de geológico, encontrándose diversas unidades que afloran en diferentes sectores del área. Por esta razón ha sido un foco de estudios por la relevancia para el patrimonio cultural del sector. Se emplaza sobre unidades de naturaleza y edad variadas, tal y como se representa en la Figura 14 (Godoy et al., 2003).

De esto destaca, la Isla Grande Atacama que posee rocas metamórficas llamadas “gneises” de más de 300 millones de años, las cuales se forman al interior de la corteza terrestre a altas temperaturas (Abad et al., 2018).

Por otro lado, las rocas plutónicas y metamorficas son las que conforman el basamento rocoso de todo el territorio. Esta base rocosa se encontraba bajo el mar hace 16 Ma y sobre ella se comenzaron a acumularse distintos sedimentos (arenas, gravas) y restos de animales (conchas, dientes, huesos). Al momento de la disminución del nivel del mar los sedimentos quedaron expuestos a lo largo de la costa formando diferentes niveles de terrazas (Chile Consultor, 2019a).

Las formaciones geológicas que se localizan la AMCP-MU IGA son: Gneises de Caleta Turenne, Granodiorita Morro Copiapó, Formación Bahía Inglesa, Estratos de Caldera y Depósitos aluviales, Depósitos fluviales y Depósitos eólicos. Sin embargo, a continuación, se describen las unidades geológicas que afloran en parte del área propuesta como Santuario de la Naturaleza.

En la Figura 13 se ilustra la columna estratigráfica con las distintas unidades geológicas presentes en el AMCP-MU IGA, que se observan bajo la superficie, así como la relación que hay entre ellas, con las rocas más antiguas.

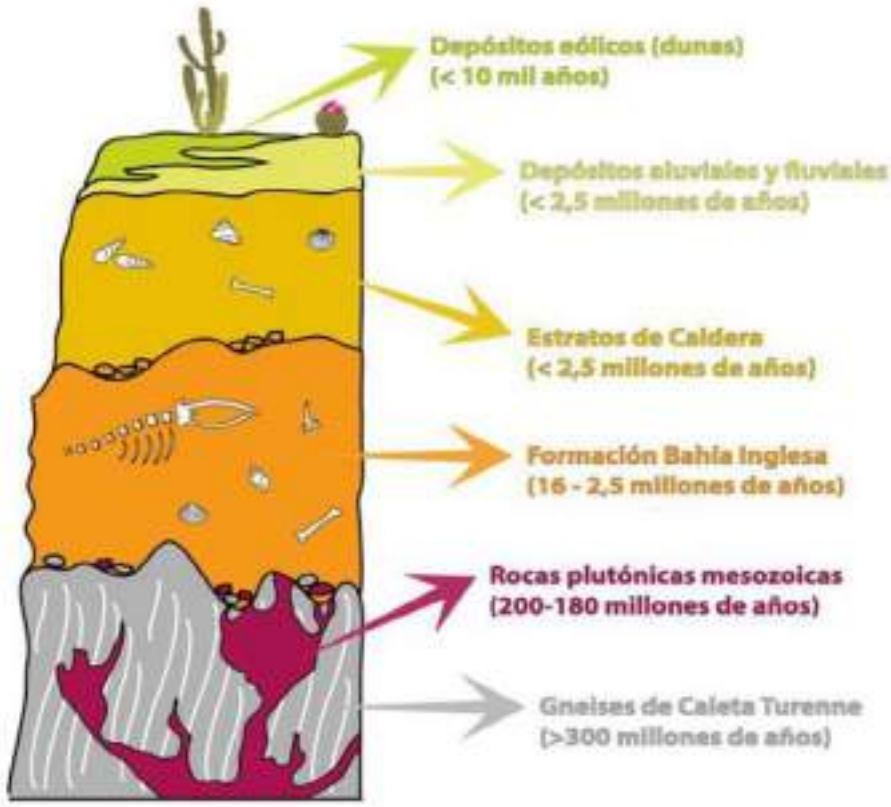


Figura 13. Columna estratigráfica del AMCP-MU Isla Grande de Atacama (Chile Consultor, 2019b)

Jurásico inferior

- **Monzogranito Puerto Viejo** (Jgpv): es un cuerpo intrusivo heterogéneo, de grano medio a grueso, y color gris claro, que aflora entre Pampa Cachiyuyal y Pampa de Las Higueras. El plutón está compuesto por monzongranitos, granodioritas y dioritas cuarcíferas, todas ellas con biotita y anfíbol. Estas rocas han sido datadas con métodos absolutos, arrojando valores de entre 205 y 192 Ma (Godoy et al., 2003; Mankuk, 2017).

- **Granodiorita Morro Copiapó** (Jgmc): es un cuerpo alargado que se extiende, desde la quebrada Añañucal, al sur del río Copiapó, hasta el Morro Copiapó. Exceptuando este morro, en el resto del terreno esta roca está cubierta en buena parte por los depósitos litorales y eólicos neógenos y cuaternarios. El plutón está formado por granodioritas, dioritas cuarcíferas y tonalitas. Dataciones absolutas arrojan un valor de 189-180 Ma (Godoy et al., 2003; Mankuk, 2017). Esta unidad está presente en el Falso Meteorito de Puerto Viejo y la Inconformidad de Playa Blanca (Abad et al., 2018).

Neógeno

- **Formación Bahía Inglesa** (Mpbi): constituye una unidad de alto valor científico e interés didáctico y turístico, ya que contiene diversos y abundantes restos paleontológicos, registrando una parte muy relevante de la historia geológica de la zona. Se trata de una formación sedimentaria clástica y carbonatada, fosilífera, de

carácter marino litoral y fuertes variaciones litológicas, donde predominan rocas del tipo coquina, arenisca y fangolita (Abad et al., 2018). La base de la formación es visible en la desembocadura del río Copiapó, y en otros sectores se emplaza directamente sobre unidades intrusivas jurásicas. Sobre la base de estudios paleontológicos se le asigna una edad Mioceno superior – Plioceno inferior (Godoy et al., 2003 ;Mankuk, 2017).

Cuaternario

- **Estratos de Caldera** (Qec): esta unidad es la mejor representada por extensión en la zona. Corresponde a una sucesión sedimentaria marino litoral compuesta por sedimentos carbonáticos y clásticos, que morfológicamente constituyen un conjunto de terrazas de abrasión marina. Los afloramientos se ubican en la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa y alcanzan hasta 15 km al interior de la línea de costa actual en el sector del río Copiapó, manteniéndose en general bajo la cota de 210 ±20 m.s.n.m. La cobertura cuaternaria consiste en depósitos no consolidados asociados a procesos aluviales, eólicos (activos e inactivos), fluviales y aluviales y coluviales.

  En la desembocadura del río Copiapó son cubiertas, o pasan lateralmente, a conglomerados fluviales y deltaicos, de espesores de hasta 8 m. Esta unidad refleja los cambios del nivel marino y el levantamiento tectónico que ha experimentado toda la zona durante el Cuaternario reciente (Abad et al., 2018).

  Si bien se le asigna una edad Pleistoceno, en sentido amplio, algunas publicaciones indican que esta unidad tiene, como mucho, un millón de años

  Los sedimentos asociados a estas terrazas forman niveles estrato y grano decrecientes, de espesores variables entre 1 a 3 m. Constituyen depósitos, ya sea no consolidados a bien cementados (losas carbonáticas). En los depósitos cementados se diferencian dos tipos de facies: un conglomerado basal, y areniscas y coquinas superiores.

- **Depósitos aluviales** (Qal): Son depósitos actuales no cohesivos a moderadamente consolidados, entre los que se distinguen activos e inactivos. Corresponden a gravas, bloques, arenas y limos con mala selección. Los depósitos inactivos tienen morfología de abanico, principalmente hacia la cabecera de las quebradas. La mayor parte de ellos se encuentran modificados por cauces aluviales activos. Se intercalan con capas arenosas, mejor estratificadas, que internamente presentan estratificación cruzada planar y en artesa, las que están asociadas a depósitos de escorrentías superficiales. Los depósitos activos presentan morfologías de abanico y rellenan quebradas de actividad esporádica (Godoy et al., 2003).

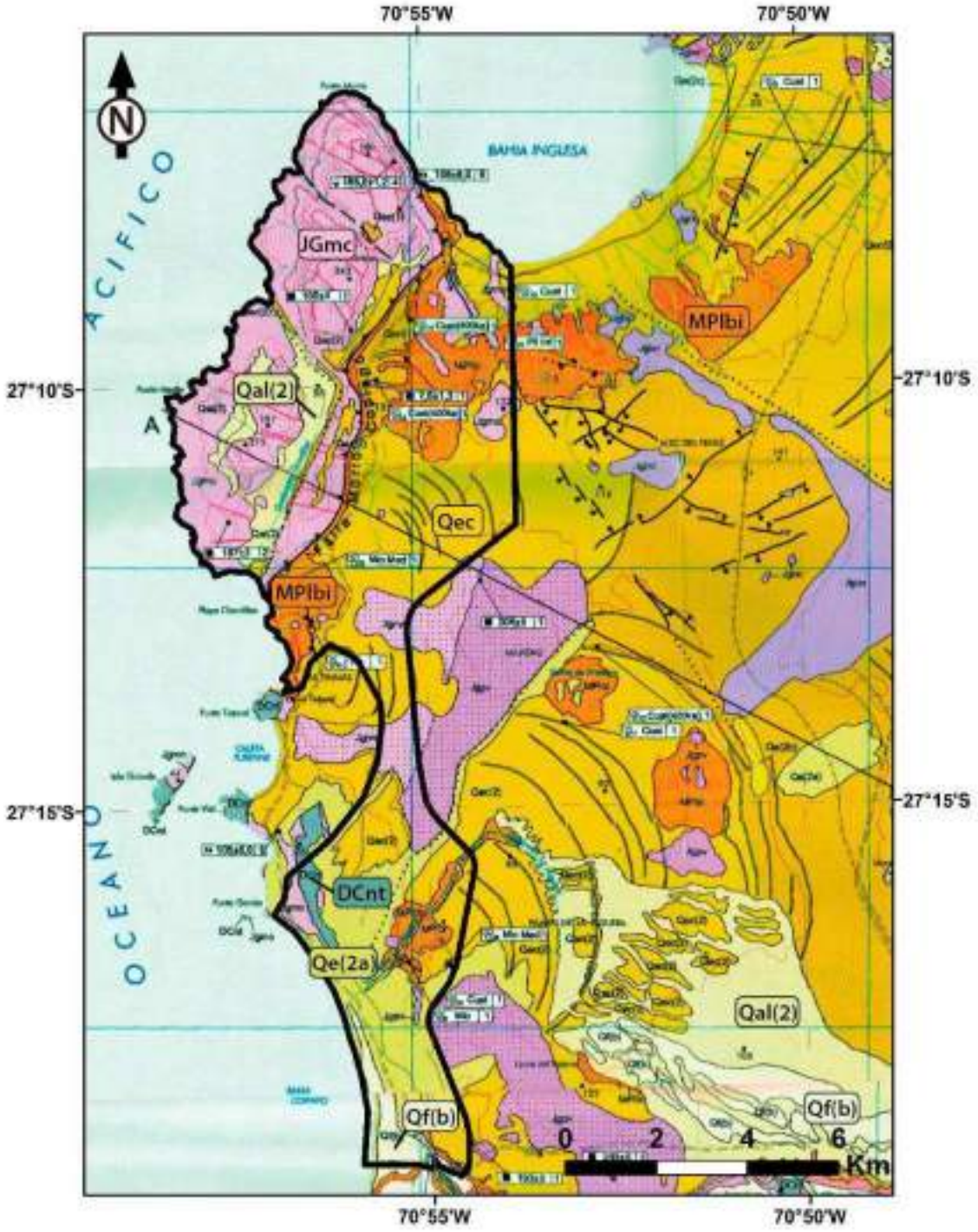


Figura 14. Carta geológica de Caldera escala 1:100.000 (Godoy et al., 2003).

- **Depósitos fluviales** (Qf): Depósitos no cohesivos a moderadamente consolidados de bloques, gravas, arenas, limos y evaporitas subordinadas. Se distribuyen a lo largo del valle del río Copiapó, donde construyen terrazas fluviales de espesores métricos, tanto en el lecho actual como colgadas. Han sido labradas en unidades marinas y continentales del Neógeno (MPlbi, MPlgc) y parte del Cuaternario (Qec), por lo que se las considera de edad pleistocena a holocena. Forman niveles

subhorizontales, bien estratificados o laminados, de espesores decimétricos a métricos (Godoy et al., 2003).

- **Depósitos eólicos** (Qe): Depósitos de arenas cuarzo-feldespáticas, en parte bioclásticas de amplia distribución en el área, expuestas a lo largo de la franja costera y, tierra adentro, principalmente al norte del río Copiapó. Las arenas, mantiformes o conformando dunas, cubren sedimentos cuaternarios (Qec, Qal) y secuencias miocenas-pliocenas (MPlbi, Plaa) y en parte son producto de su retrabajo. Se sobreponen a cordones y promontorios de la Cordillera de la Costa, formados por afloramientos de basamento Paleozoico y Mesozoico (Mankuk, 2017).

  Su composición está determinada tanto por el aporte de material alóctono, proporcionado por el río Copiapó, como por el retrabajo in situ, en playas y quebradas, de las distintas unidades litológicas aflorantes en el sector. Contienen gasterópodos pulmonados actuales. Las arenas mantiformes, o conformando cuerpos dunares, cubren otras formaciones cuaternarias y unidades neógenas. Se sobreponen también a cordones y promontorios rocosos de la cordillera de la Costa, formados por afloramientos de basamento paleozoico y mesozoico.

3.2.2. Paleontología

En cuanto al patrimonio paleontológico, la región de Atacama posee numerosos estudios geológicos desde el año 1835 de Charles Darwin los cuales fueron complementados a finales del siglo XIX y principios del siglo XX dando a lugar los primeros hallazgos en el año 1808 por Rodolfo Amando Philippi (Rivadeneira y Varas, 2012; Chile Consultor, 2019a).

Las costas de Caldera son caracterizadas por las mayores riquezas respecto a fósiles, cuales se encontraban específicamente enterrados en sedimentos la Formación Bahía Inglesa y Estratos de Caldera (Chile Consultor, 2019a). Dichos fósiles hallados en Bahía Inglesa son pertenecientes al periodo Mioceno medio y el Plioceno (15 y 2.5 millones de años). Actualmente se han reconocido más de 70 taxones vertebrados en los que se incluyen peces, reptiles, aves y mamíferos (Chile Consultor, 2019; Mankuk, 2017; Rivadeneira y Varas, 2012).

Por esta razón en Caldera existe el Museo Paleontológico de Caldera (Museo DIDAM) y el Parque Paleontológico Los Dedos los cuales demuestran la importancia de la paleontología en la identidad de la comunidad. Dichos lugares poseen una formación sedimentaria clástica y carbonatada, fosilífera de índole marino y variaciones litológicas, en el que preponderan las rocas de tipo coquina, arenisca y fangolita (Adab et al., 2018).

La Formacion Bahía Inglesa destaca por su gran relevancia desde el punto de vista paleontológico registrándose fósiles de invertebrados, siendo los más frecuentes bivalvos, como ostras y ostiones (*Ostrea* spp., *Chlamys* spp.), y artrópodos como los picorocos (*Balanus* spp.). Son comunes también las madrigueras fosilizadas (icnofósiles). Además, esta unidad es reconocida entre paleontólogos y geólogos por sus abundantes restos de vertebrados. Aquí se han hallado fósiles de cetáceos, aves, focas, manatís y perezosos, así como dientes y vértebras de tiburones, mantarrayas y de multitud de distintos peces óseos (Abad et al., 2018).

Otra unidad de importancia en este ámbito, corresponde al Estrato de Caldera, que se caracteriza por la presencia de fósiles de moluscos que hasta hoy podemos encontrar en nuestras costas, como el ostión (*Argopecten purpuratus*) y el loco (*Concholepas concholepas*) (Abad et al., 2018).

Sobre la base de asociaciones faunísticas y relaciones morfoestratigráficas Godoy et al. (2003) dividieron los Estratos de Caldera en:

1. Sucesión alta, Qec(1): Incluye 3 terrazas de abrasión marina, ubicadas entre los 105±18 m.s.n.m. y 210±20 m.s.n.m. Contienen, en su terraza más baja, ejemplares de fauna fósil de aguas cálidas, asignadas tentativamente al estadio isotópico 11.

2. Sucesión baja, Qec(2): terrazas marinas inferiores (hasta 6 niveles) con depósitos litorales asociados, los que contienen solo fauna fósil de aguas frías, similar a la actual. Se ubican entre los 105±18 m.s.n.m. y el nivel del mar actual.

El conjunto faunístico de los Estratos de Caldera se encontraba en buen estado de preservación, conservando gran parte de sus caracteres morfológicos, por lo general estaban completos, lo que permitió clasificar los ejemplares a nivel de género y familia. Por el contrario, la fauna presente en los depósitos neógenos era menos diversa y se encontraba mal preservada, ya que los ejemplares estaban bastante fragmentados (arenas bioclásticas).

En específico en el área propuesta en el sector Las Salinas se identificaron 10 especies de invertebrados marinos pertenecientes a los Estratos de Caldera: 3 gastrópodos, 6 bivalvos y 2 cirrípedos. En los sedimentos de Bahía Inglesa se encontraron 3 bivalvos, 2 cirrípedos, un elasmobranquio y un fragmento de mamífero marino indeterminado (Mankuk, 2017).

3.2.3. Geomorfología

La Región de Atacama está compuesta por cuatro estructuras geomorfológicas principales; las Planicies Litorales; la Cordillera de la Costa; la Pampa Ondulada; y los Llanos de Sedimentación Continental. Esta última estructura es donde se sitúa la desembocadura del río Copiapó y humedales aledaños (CADE-IDEPE, 2004; Bogado, 2019).

Durante un extenso tiempo el océano se situaba hasta 100 metros más alto que en la actualidad. Con su descenso paulatino quedaron expuestas las terrazas marinas de topografía horizontal conformadas por estratos multicolores de sedimentos fosilíferos. Dichas terrazas actualmente son el rasgo geomorfológico dominante del paisaje terrestre y sus estratos sedimentarios son perceptibles en los acantilados marinos (Bogado, 2019)

El paisaje se constituye por diferentes formas litorales que incluye acantilados de roca dura, plataformas de abrasión, cordón litoral y humedal, playas arenosas y acantilados vivos de rocas blandas. La erosión es generada por agentes geomorfológicos como el oleaje, el viento, la lluvia y procesos químicos y físicos que descomponen las rocas y constituyen el paisaje de la zona. (Castro et al. 2007; Vargas et al, 2009).

El sistema estuarial del río Copiapó se inscribe en un marco paleogeográfico de marcada connotación cuaternaria, cuyo paisaje característico de terrazas marinas, de desierto marginal, contrasta con un fondo de valle incidido de clara morfología fluvial. Las relaciones genéticas del modelado marino y fluvial son el rasgo distintivo del paisaje heredado del ambiente marino reinante en la zona (Soto et al., 2010).

Las unidades geomorfológicas presentes en el área se agrupan en dos grandes categorías: formas antiguas y formas actuales. Las primeras, son heredadas pues fueron generadas por la acción de los elementos en momentos con condiciones ambientales diferentes a las actuales y no están sometidas a la acción del mar en el presente. Las segundas, incluyen las formas afectadas actualmente por la acción directa del oleaje, viento, lluvia, escorrentía y procesos químicos y físicos de meteorización (Castro y Zuñiga, 2007).

Terrazas marinas

Son niveles de terraza escalonados que se localizan hasta una altura de 200 metros sobre el actual nivel del mar y que están separados por escarpes que corresponden a paleoacantilados marinos. Castro y Zúñiga (2007) diferenciaron varios tipos de terrazas, según su nivel de erosión. Las terrazas marinas conservadas mantienen su morfología original por ausencia de procesos erosivos relacionados con la acción hídrica. Las terrazas marinas erosionadas están disectadas por numerosas incisiones y barrancos producidas por la escorrentía. Entre Bahía Cisnes y la desembocadura del río Copiapó, desde la línea de costa hacia el interior se describen terrazas marinas con depósitos eólicos, que están cubiertas por extensas acumulaciones de arenas eólicas que conforman mantos de arenas y dunas litorales.



Figura 15. Fotografía de terrazas marinas al este de polígono propuesto. (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama)

Planicies Litorales

Se presentan con gran amplitud en las desembocaduras del río Copiapó y en las quebradas costeras, encontrándose principalmente entre las localidades de Caldera y Carrizal Bajo, (Quezada et. al, 2007). Es en estas formaciones donde es posible encontrar playas arenosas, como Las Salinas, Bahía Cisnes y de bolones, como la que se encuentra al pie del Morro Copiapó (Castro, 2007).

Formas de origen marino

Son formas resultantes de la acción marina actual, es decir, de la erosión y/o acumulación por causa del oleaje y las corrientes de deriva continental. Esta categoría comprende playas arenosas, acantilados marinos labrados en rocas cristalinas o en rocas sedimentarias, plataformas intermareales y playas de bolsillo (playas de bolones y bloques).

Formas fluviales

Estas formas tienen su origen en la acción permanente o esporádica de las aguas de escorrentía. Bajo esta categoría se incluyen: la actual llanura del valle del río Copiapó y sus niveles de terraza, así como el cordón litoral arenoso de la desembocadura del río (formado como resultado de la interacción de la corriente fluvial y la deriva litoral) y el humedal costero que delimita.

El curso fluvial del río Copiapó en la zona de las planicies costeras se encuentra circunscrito por al menos tres niveles de terrazas marinas claramente identificables, al igual que aquellas formas polifásicas de origen fluvial esculpidas en las planicies litorales cuaternarias como garganta epigénica (Soto et al., 2010).

En la Figura 16 se observa la geomorfología del área propuesta según lo propuesto por Soto et al., 2010. El cuerpo fluvial desemboca formando un humedal costero el cual posee depósitos de arenas aluviales. Además, se observan las dunas parabólicas y embrionarias asociadas al cordón litoral. También se visualizan los diferentes niveles de terrazas marinas.

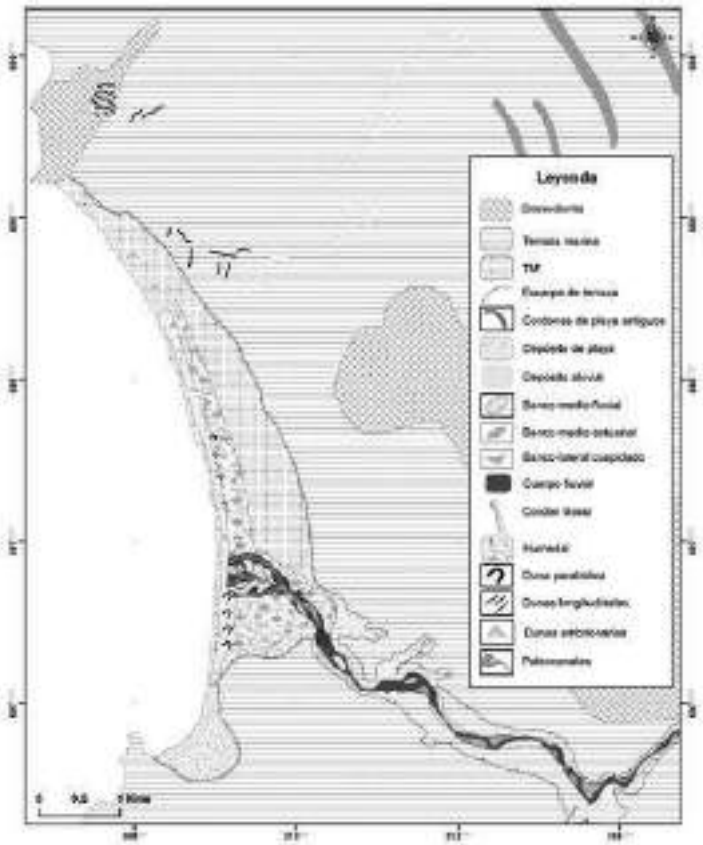


Figura 16. Unidades geomorfológicas del sistema de desembocadura y playa del río Copiapó (Soto et al., 2010)

Durante los años 2015 y 2017, se produjeron eventos de aluviones que produjeron un cambio en la geomorfología de la desembocadura del río Copiapó. Dentro de las principales consecuencias se describen:

1. Incisión fluvial y cicatriz erosiva: Se aprecia en la desembocadura con formaciones de "islas erosivas", acumulación de carrizo en la anteplaya y desarrollo de *levees* en el margen sur del cauce. Queda en evidencia el ensanchamiento del cauce del río Copiapó a la altura de la desembocadura.

2. Ruptura de barrera litoral.

3. Reactivación de canales secundarios y lagunas abandonadas: Se reavivaron a través del desborde del cauce principal.

4. *Levees* o diques fluviales: Se forman por los compuestos de restos de vegetación y fangos arenosos masivos.

5. Formación extensa de manto aluvial y un restablecimiento de conexión con el mar: Formados principalmente por depósitos de espesor variable (arenas limosas, limolitas arenosas y argilitas) y se depositó en toda la desembocadura y una pequeña parte del humedal (Abad et al, 2018; Abad, 2016)



Figura 17. Cicatriz erosiva (Abad, 2016)

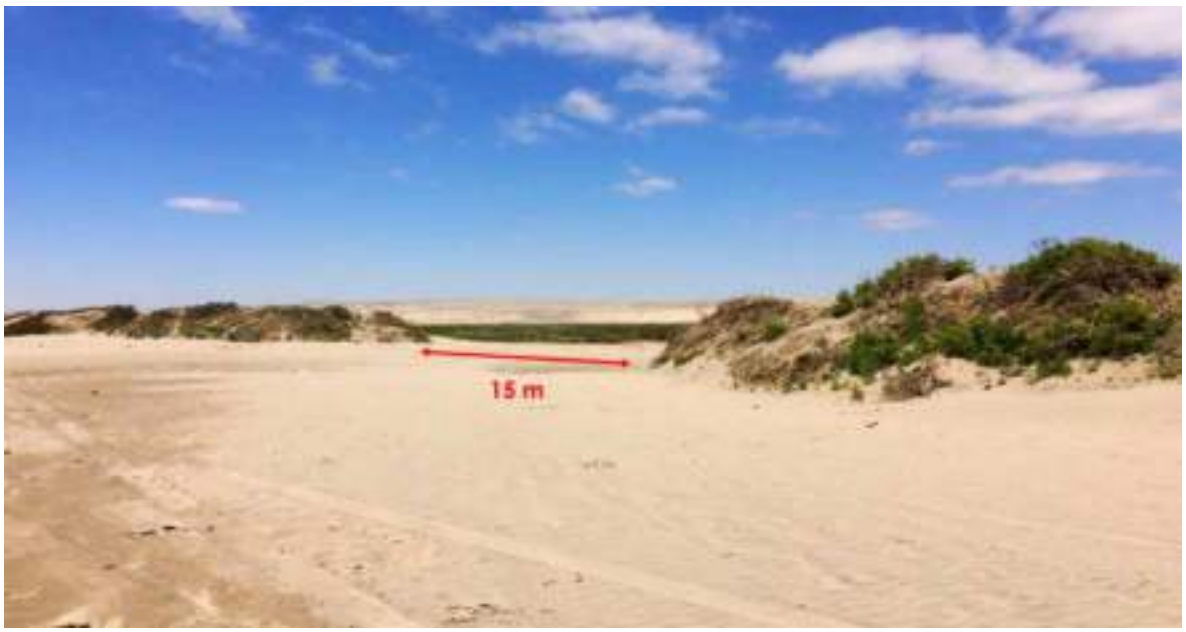


Figura 18. Ruptura de barrera dunar litoral (Abad, 2016)



Figura 19. Lagunas reactivadas (Abad, 2016).

3.2.4. Hidrografía

La cuenca del Río Copiapó posee una superficie de 18.535 km^2 aproximadamente. De origen a sucesiones de ciclos sedimentarios interrumpidos e intercalados en periodos extensos y paulatinos de actividad tectónica desde el paleozoico hasta el cuaternario. En la zona baja de la cuenca existen formaciones arenosas de origen eólico que provienen de las terrazas marinas que se extienden a lo largo de la costa (Perez et al., 2009).

Posee una longitud de 160 km desde el embalse Lautaro hasta la desembocadura en el mar en la localidad de Puerto Viejo. Concierne al grupo de las cuencas andinas y se encuentra en la zona de ríos de régimen mixto de la zona semiárida de Chile. Posee la presencia de los glaciares Los

Helados y Marancel que originan la mayor parte del recurso hidrológico y existen como principales afluentes los ríos Manflas, Jorquera y Pulido. Dichos afluentes suministran caudales superficiales continuos, aunque a veces desaparecen parcialmente (Andrade, 2007; Pérez et al., 2009).

El desarrollo de la cuenca sigue una tendencia en dirección SE a NW, y existe una red de drenaje secundaria de forma dendrítica de dirección NE a SW. Los principales afluentes del río Copiapó corresponden a los ríos Manflas, Jorquera y Pulido. Existen también quebradas laterales que normalmente se encuentran secas y aportan agua al río Copiapó sólo al producirse precipitaciones importantes en el altiplano, siendo la principal de ellas la Quebrada de Paipote.

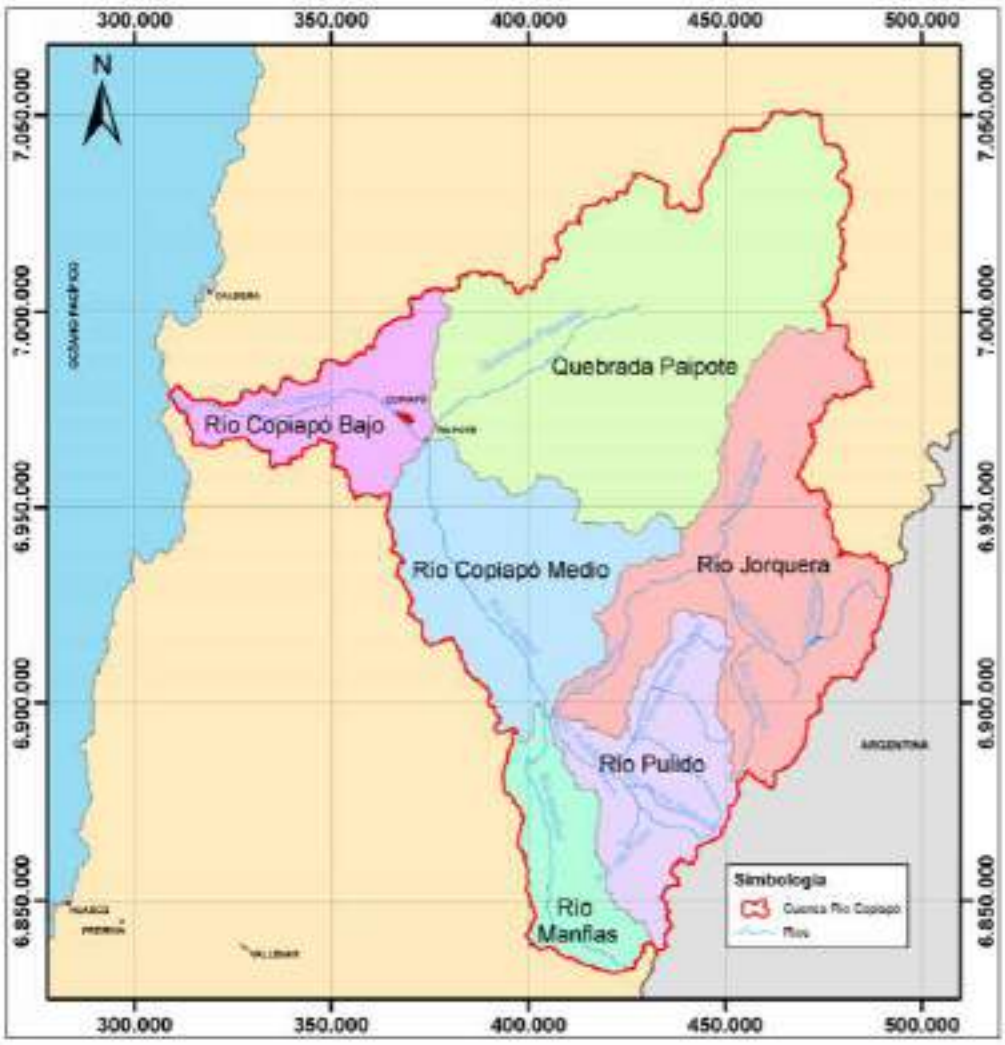


Figura 20. Límites de la cuenca y subcuencas, con sus principales redes de drenaje. (DGA-DICTUC, 2010).

Los caudales del río Copiapó presentan un aumento progresivo hacia la costa a causa del aporte de napas subterráneas. Los caudales de menores tamaños se presentan los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre mientras que los de mayor envergadura se ven durante los meses de mayo, junio y julio (Andrade, 2007; Azócar, 2009). Aguas abajo de la ciudad de Copiapó, el río recibe aportes de vertientes importantes que permiten el riego de los terrenos agrícolas del curso inferior.

El estuario del Copiapó, se presenta esculpido en una amplia unidad de planicies litorales correspondientes a terrazas pleistocénicas, compuestas por secuencias marino-litorales y fluvio-estuarinas (Godoy et al., 2003). Estas formas han sido modeladas como una sucesión de terrazas escalonadas, de unos 20 kilómetros de ancho y con, al menos, seis relictos de terrazas costeras, las que además han sufrido un alzamiento tectónico durante el Cuaternario (Quezada et al., 2007).

El humedal del río Copiapó, posee como principal aporte de agua del río Copiapó el cual cumple un rol fundamental en el tamaño y condición del humedal. A pesar de que en los últimos años el caudal se ha visto muy disminuido, o incluso agotado, en el sector siempre ha existido agua superficial gracias a la surgencia del acuífero al río en la zona de Angostura, a unos 18 km valle arriba de la desembocadura (Quiroz, 2016).

De esta forma, en este último tramo el río siempre lleva agua superficial. Los aportes de esta agua al humedal costero de la desembocadura del río Copiapó varían estacionalmente, de forma que en los meses de invierno son algo mayores que en verano debido, en general, a su extracción aguas arriba para agricultura (Fundación Chile – Minera La Candelaria, 2012).

En la desembocadura del río Copiapó se observa la presencia de un paleoestuario bloqueado por la acción del oleaje, que fue originado en distintas condiciones ambientales a las actuales, es decir, es una formación desarrollada en el pasado y en un medio ambiente climático distinto al actual (Soto et al., 2010).

El área litoral de playa las Salinas donde desemboca el río Copiapó, presenta elementos geomorfológicos y bióticos que incluyen una barrera arenosa que genera un humedal costero asociado. Esta barrera litoral con la acción de las corrientes oceánicas y eólicas acumula los materiales en suspensión (Fundación Chile - Minera La Candelaria, 2011).

En el área existen dos tipos de cuerpos de agua, los cauces con aguas circulantes y lagunas costeras. Las lagunas costeras son determinadas por su grado de salinidad y desecación (Andrade, 2007).

El humedal según la DGA y la carta hidrogeológica es de importancia relativa media/alta, posee un tipo de permeabilidad primaria (en formación porosa) (EULA, 2009). El sentido del escurrimiento de las aguas subterráneas en el área del humedal es claramente Este a Oeste y lo hace por un lecho de rocas cuaternarias no consolidadas y volcánicas, además de rocas terciario sedimentarias volcánicas (Andrade, 2007).

El régimen de escurrimiento de la cuenca es muy variado e irregular, por efecto de largas épocas de sequía alternados con pocos períodos de mayor escurrimiento. Sin embargo, se han observado grandes crecidas cuando incrementan las lluvias altiplánicas en algunos períodos. Esto afecta directamente al comportamiento del humedal el cual recibirá mayores aportes hídricos provenientes desde el río cuando hay años de mayor pluviosidad en las altas cumbres (Andrade, 2007).

El estuario del río Copiapó se clasifica en dos subtipos de humedal (SAG, 2009):

- Estuario Estacional: Se localiza cercano a corrientes costeras y ecológicamente son influenciados por los encierros estaciónales de entradas de mar.
- Estuario No Salino Persistente: Sector dominado por especies vegetales que no toleran altas salinidades, el sector se presenta hidro-geomorfologicamente homogéneo y con planos de inundación entremezclados con planos más altos.

En general la hidrología del humedal está influenciada por el uso agrícola (>20%) e industrial de su cuenca de drenaje, los patrones de inundación se encuentran disminuidos de manera considerable, tanto por la reducción de los aportes como por el embancamiento de los cauces provocado por especies macrófitas existentes, el sector del estuario de subtipo salino no persistente, junto al sector norte del subtipo estacional, se observan con nula o muy poca influencia mareal, lo que se expresa como una disminución de la riqueza estructural y de la diversidad de especies co-dominantes.

3.2.5. Clima y meteorología

Conforme a la clasificación de Köppen (1948) la región de Atacama pertenece al clima árido subtropical y posee cuatro clasificaciones como lo son el clima desértico con nublados abundantes, desértico normal, desértico marginal bajo y desértico marginal de altura.

El área propuesta se encuentra inserta en el clima desértico costero con nublados abundantes. Se caracteriza por abundante y densa nubosidad durante la noche y la cual se disipa durante la mañana. Los antecedentes metereológicos de Caldera señalan un promedio de 102 días nublados al año y solo 44 días despejados (los restantes corresponden a días de nubosidad parcial). En consecuencia, se presenta una humedad relativa alta con un promedio de 74%, siendo el mes de julio el más húmedo y el mes de enero el de menor humedad (Juliá et al., 2008). De esta manera, las neblinas costeras se convierten en una importante fuente de agua para la vegetación que habita en las cumbres de la cordillera de la Costa (Squeo et al., 2004).

Las precipitaciones son extremadamente variables. Éstas se presentan principalmente en invierno, teniendo una suma media anual de 24 mm en el sector de Caldera. En cuanto a la temperatura, el borde costero de esta zona se clasifica como templado ya que todos los meses tienen un promedio entre 10° y 20°C. La oscilación media de la temperatura es de solo 7,5°C, lo que refleja la relevancia de la influencia marina en el comportamiento térmico (Juliá et al., 2008).

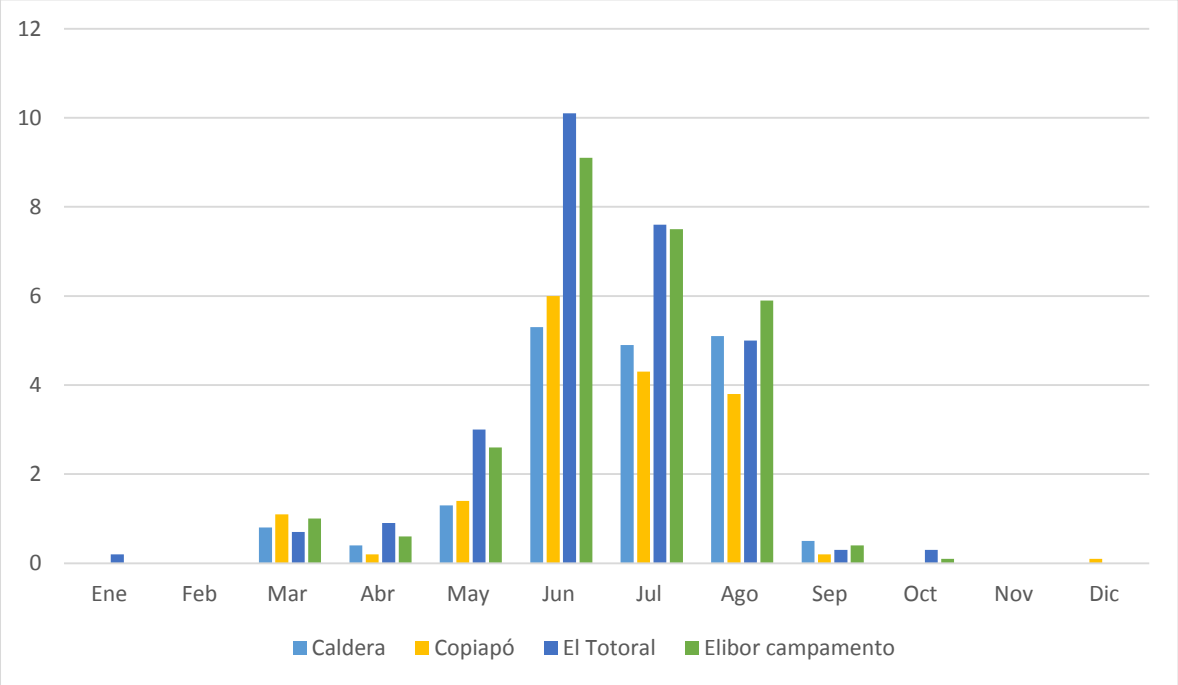


Figura 21. Gráfico de precipitación mensual (mm). Datos extraídos de DGA-DICTUC, 2010.

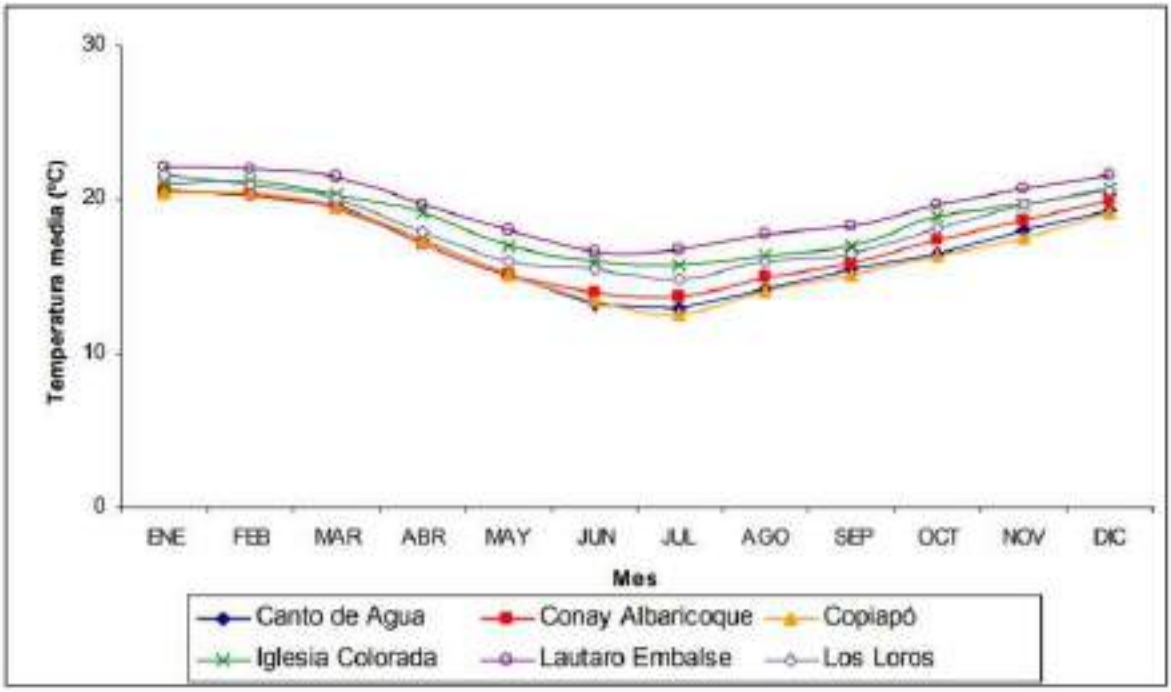


Figura 22. Gráfico de temperatura media mensual (°C). Extraído de DGA-DICTUC, 2010.

3.3. Caracterización ambiental

3.3.1. Limnología

En el área propuesta como SN existen dos tipos de cuerpos de aguas: los cauces con aguas circulantes que corresponde principalmente al río Copiapó y las lagunas costeras, ubicados al norte de la desembocadura (Andrade, 2007).

Las lagunas costeras presentan diversos estados determinados por su nivel de salinidad y grado de desecación, estando aparentemente todas ellas en proceso de disminución de niveles de aguas. Algunas de las lagunas presentan vida típica de cuerpos de aguas de salinidades medias con peces y plancton, otras con vida adaptada a altas salinidades como diatomeas, copépodos y artemias y otras sin macro organismos con costras de sal.

Según el monitoreo realizado por Andrade (2007), en ese entonces se identifican 6 lagunas entre la desembocadura del río Copiapó y la Quebrada La Higuera: Laguna grande; Laguna chica; Laguna seca; Laguna T; Laguna larga; y Laguna naranja. Sin embargo, el paisaje ha cambiado y actualmente solo se observan tres lagunas costeras con agua.

En el último tramo del río Copiapó se observa actualmente una ausencia de caudal, a pesar del volumen de agua observada en el área de estudio en ambas campañas realizadas por la Minera La Candelaria en el año 2018 correspondiente a campaña seca y campaña húmeda. Esta agua se encuentra estancada, por lo que presentó velocidad 0 en ambas campañas.

Parámetros abióticos y calidad del agua

Respecto a la calidad de las aguas, en la cuenca del río Copiapó existe contaminación química, principalmente bajo de la ciudad de Copiapó. Esta se agrava hasta conseguir un total deterioro en María Isabel y en Angostura. Esto se debe a los riegos constantes con fertilizantes en la parte alta de la cuenca, los cuales exceden el máximo permitido y donde resaltan el boro, litio cítrico, sodio, sulfatos y cloruros (Andrade, 2007; Minera la Candelaria, 2019).

En el Cuadro 6 se presentan los últimos resultados obtenidos por Tierra del Sol Consultores para Minera La Candelaria el 2019. La estación de muestreo 1 corresponde al puente Puerto Viejo, estación 2 el sector de las chacras, y la estación 3 corresponde a la desembocadura.

Cuadro 6. Valores de los parámetros medidos en agua en estaciones de monitoreo en el río de Copiapó en temporada húmeda y seca.

Parámetros	Unidad	Puntos de muestreo					
		1 seca	1 húmeda	2 seca	2 húmeda	3 seca	3 húmeda
pH	-	7,24	7,7	7,32	7,5	8,35	8,7
Temperatura	°C	19,85	17,18	22,77	20,9	21,1	22,5
Salinidad	PSU	10,06	10,51	10,94	8,25	11,13	11,62
Conductividad	µs/mg	7074	8405	7469	8649	10710	9576
Oxígeno disuelto	%	3,7	2,2	4	4	4,1	4,1
Presión	PSI	14339	14670	14889	14689	14987	14715
Potencial Redox	mV	-68,2	-149	-45,7	-25,5	-87,1	-118,8
Sólidos disueltos totales	PPM	4610	6645	5104	5318	4864	7550

Para los puntos de muestreo 1, 2 y 3, el pH fue aumentando según se acercaba a la Estación 3. La temperatura que presentó los valores más bajos la estación 1 y el más alto en la Estación 3.

La salinidad, presentó los mayores valores en la Estación 3. El porcentaje de Oxígeno disuelto fue menor en la estación 1, y mayor en la estación 3. En relación a los Sólidos Totales Disueltos (TDS), la Estación 1 temporada húmeda presentó los valores más altos, a diferencia de la misma estación, pero en temporada seca la cual presenta los más bajos. La presión registrada tuvo un promedio de 14.714 PSI. Los valores del potencial Redox se presentaron de forma homogénea en la zona de estudio. La Estación 2 presento el mínimo, mientras que el mayor valor se registró en la Estación 1.

En el Cuadro 7 se muestra la comparación de los valores obtenidos fuera de la Norma Chilena 1333 sobre requisitos de calidad del agua para diferentes usos, en las dos campañas realizadas (Seca y húmeda) en los puntos de muestreos del monitoreo ambiental de Minera La Candelaria (2019).

Cuadro 7. Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333.

Elementos químicos	**Puntos de muestreo**						**NCh 1333**
	1 seca	**1 húmeda**	**2 seca**	**2 húmeda**	**3 seca**	**3 húmeda**	
Boro	7,9	8,158	7,2	7,7	8,2	10,78	0,75
Cloruro	1186	1686,97	1299	1423,3	2039	1992,95	200
Fluoruro	<0,5	61,38	<0,5	16,59	<0,5	6,08	1
Litio cítrico	0,38	1,0082	0,4	1,0556	0,55	1,4422	0,075
Manganeso	0,02	2,0894	0,04	0,0535	0,04	0,1667	0,2
Sodio porcentual	47,8	64	48,6	58	51,7	70	35
Sulfato	2365	2306,33	2439	2573,15	3490	3926,78	250
Nitrato	<0,5	<0,5	< 0,22	<0,5	< 0,22	1,5	< 0,22
Nitrito	<0,02	<0,02	<0,3	<0,02	<0,3	<0,02	<0,3

De los valores entregados, se observan valores superiores a lo establecido en la normativa vigentes en las tres estaciones. Dentro de estos parámetros se encuentran: Sulfato, Manganeso, Cloruros, Boro, Litio cítrico, y Sodio porcentual, en ambas temporadas.

En cuanto a los valores obtenidos en las muestras de agua en comparación con la NCh 2409/1, la cual establece los requisitos de calidad de agua potable en todo el territorio nacional, los valores registrados de nitritos y nitratos, se encuentran por debajo de la normativa vigente.

En la campaña seca el análisis de los Nitratos y Nitritos, nos señala valores mayores en la estación 3 para los Nitratos (1.5 mg/l) y homogéneos para Nitritos (<0,02 mg/l). Los valores en ambos parámetros, se encuentran por debajo de la normativa vigente, mientras en estación húmeda el análisis de los Nitratos y Nitritos, obtenidos en las estaciones de muestreo, en el promedio señala valores similares en todas las estaciones para los Nitratos (< 0,22 mg/l) e iguales para Nitritos (<0,30 mg/l) (Cuadro 8).

La estación con valores más elevados de parámetros microbiológicos es la Estación 2 en la estación seca con 540 NMP, el límite de detección mediante laboratorio es 1.8

Cuadro 8. Nitritos, nitratos y parámetros microbiológicos en comparación con normativa vigente.

Parámetros	Puntos de muestreo						NCh 409	Unidad
	1 seca	1 húmeda	2 seca	2 húmeda	3 seca	3 húmeda		
Nitrato	<0,5	<0,5	< 0,22	<0,5	< 0,22	1,5	50	mg/l
Nitrito	<0,02	<0,02	<0,3	<0,02	<0,3	<0,02	3	mg/l
Coliformes totales	>1600	110	540	49	220	11	0	NMP/ 100ml
Coliformes fecales		110	350	11	95	<1,8	0	NMP/ 100ml

Peces

Según las líneas de base y estudios revisados, en el Humedal de la Desembocadura del río Copiapó solo se describe la presencia de una especie de pez, que corresponde a la lisa (*Mugil cephalus*). En el estudio de Andrade (2007) se constató la presencia de esta especie en el sector de la desembocadura del río Copiapó, esto fue validado por el equipo de la presente consultoría, donde logró identificar cardúmenes de alevines de esta especie. Además, se registró en algunas de las lagunas costeras. Esta especie se encuentra clasificada como Preocupación menor (DS 52/2014 MMA).

Invertebrados y zooplancton

En el río Copiapó y lagunas asociadas al humedal la fauna acuática bentónica es en general reducida consistiendo principalmente de insectos acuáticos y algunos organismos bentónicos. Junto a la fauna bentónica se incluye el zooplancton ya que debido a la escasa profundidad de los cuerpos de aguas este tipo de especies están más bien asociadas al fondo como las larvas de camarón de río del norte y artemia.

Según los resultados obtenidos en el estudio realizado por Andrade (2007), en el área propuesta, se han identificado representantes de 44 taxa correspondientes a invertebrados, siendo el grupo de los insectos acuáticos el más importante en términos de representatividad (77,27%). De las 44 taxa descritas, ocho fueron identificados a nivel de especies, 22 a nivel de género, y 14 a nivel de familia. El listado completo de taxas se encuentra en el Anexo 5 y en el Cuadro 9 se encuentran las descritas hasta nivel de especie.

El sector con mayor riqueza de especies se encuentra en el sector del puente de Puerto Viejo, presentándose 23 taxa de invertebrados, seguido de la Laguna grande (n=21) y el sector de las chacras del río Copiapó (n=20). En cuanto a las lagunas costeras de alta salinidad, aunque presenta en general una baja riqueza de especies, destaca la alta abundancia en que se presenta *Artemia salina*, siendo la especie dominante en estos ambientes. Otro taxa abundante son los caracoles del género Lymnae y ninfas de la especie de insecto *Nousia delicata*.

Cuadro 9. Invertebrados descritos a nivel de especie en el Humedal de la Desembocadura del río Copiapó.

Clase	Orden	Familia	Especie	Categoría de conservación	Referencia
Crustacea	Anostraca	Artemiidae	*Artemia salina*	-	-
Crustacea	Decapoda	Palaemonidae	*Cryphiops caementarius*	VU	DS 52/2014 MMA
Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	*Nyctelia corrugada*	-	-
Insecta	Díptera	Limoniidae	*Aphrophila bidentata*	-	-
Insecta	Hymenoptera	Cabronidae	*Zyzzyx chilensis*	-	-
Insecta	Odonata	Lestidae	*Lestes undulatus*	-	-
Insecta	Plecoptera	Gripopteridae	*Limnoperla jaffueli*	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Categoría de conservación	Referencia
Insecta	Trychoptera	Hydropsychidae	*Smicridea chilensis*	-	-

*Categorías de conservación: EN= En peligro de extinción; VU= Vulnerable; LC= Preocupación menor; NT= Casi amenazada; DD= Datos insuficientes.

Dentro de este grupo de animales, destaca la especie *Cryphiops caementarius* (camarón de río del norte), que dentro del área propuesta se encuentra restringido al río Copiapó, registrándose tanto en el sector del Puente Puerto Viejo, como en Las Chacras y en la desembocadura. Este se encuentra clasificado Vulnerable según la RCE.



Figura 23. Fotografías de camarón de río del norte (*Cryphiops caementarius*). (Fuente: Andrade, 2007).

3.3.2. Vegetación

La vegetación del área propuesta se encuentra clasificada dentro del piso vegetacional Matorral desértico mediterráneo costero de *Heliotropium floridum* y *Atriplex clivicola.* La distribución del piso corresponde al litoral de la Región de Atacama, entre 0 y 200 m de altitud. Se caracteriza por ser un matorral abierto donde además de las especies señaladas participan otros arbustos tales como *Frankenia chilensis, Fagonia chilensis, Polyachyrus poeppigii* y *Encelia canescens*, entre las hierbas citan a *Leucocoryne ixioides, Ozyroe biflora* y *Argylia radiata*, las que podrían llegar a ser muy abundantes en años lluviosos (Luebert y Pliscoff, 2006).

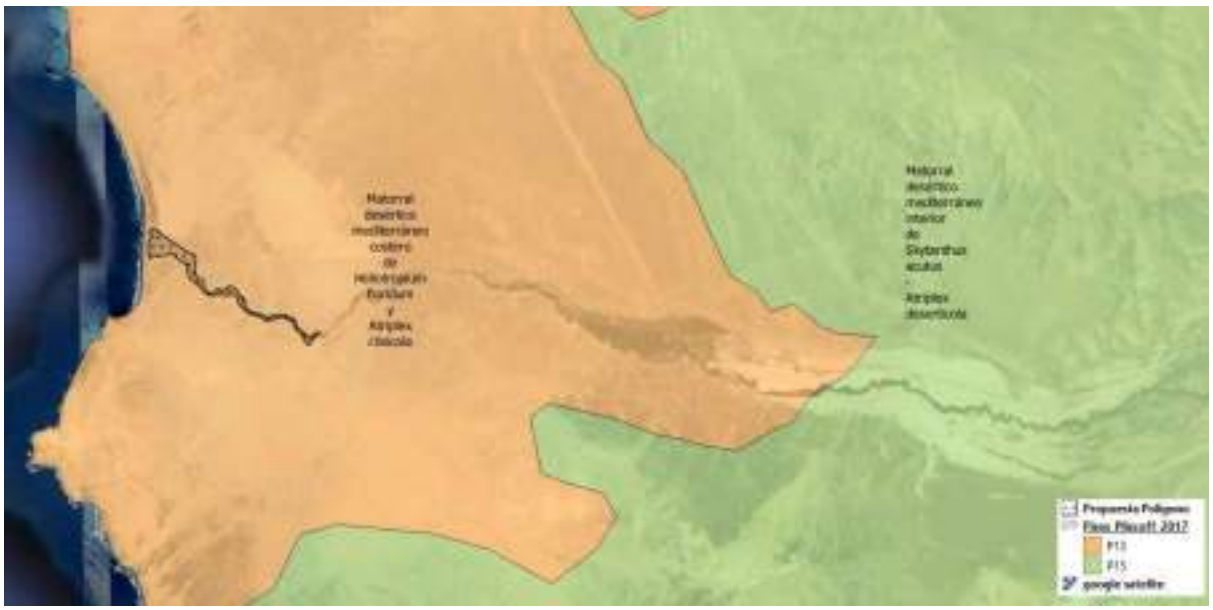


Figura 24. Pisos vegetacionales presentes en el área propuesta (Pliscoff, 2017).

Este piso presenta una dinámica donde el rasgo dominante es la variabilidad interanual de las precipitaciones. En los años secos los arbustos presentan la mayor parte de sus tejidos secos y no crecen hierbas, situación opuesta a la que se observa en un año lluvioso, presentando algunas especies emblemáticas del llamado desierto florido (Fundación Chile & Minera Candelaria, 2009).

En cuanto a la información recabada en estudios realizados específicamente en el área propuesta es posible identificar a comunidades vegetales con típica fisionomía de estuario, presentándose cinco comunidades vegetales basado en las especies dominantes (Gaymer et al., 2008):

- *Typha angustifolia*
- *Cristaria glaucophylla / Tetragonia maritima*
- *Distichlis spicata / Sarcornia fruticosa*
- *Distichlis spicata / Tessaria absinthioides*
- *Frankenia chilensis*

Esto coincide con lo planteado en los informes de Monitoreo Ambiental del Humedal Desembocadura del río Copiapó desarrollados por la Minera La Candelaria (2009-2019), que reúnen observaciones anuales del humedal que se desarrollan a continuación.

La vegetación acuática y palustre del gradiente se presenta en franjas paralelas a la orilla del río Copiapó en el cual se suceden, desde el curso del agua hacia la tierra, extensas zonas de plantas palustres o de pantano y zonas con especies típicas del matorral desértico mediterráneo costero.

Se observa una modificación en su composición gradualmente hacia el Este según la disminución del gradiente de salinidad. En ambos subtipos de estuarios, la composición específica característica esta empobrecida y notablemente alterada debido a la incorporación de elementos florísticos exóticos.

Hacia finales de invierno y primavera el nivel de agua alcanza su punto máximo y se producen los típicos anegamientos que favorecen el desarrollo de totorales de *T. angustifolia, Scirpus californicus* y *Phragnites australis*. Cuando el nivel de agua desciende, con el consecuente aumento de la salinidad, se desarrolla una comunidad de *Sarnonornia fruticosa* y *Distichlis spicata*.

La presencia de vegetación con elevada cobertura y persistencia tanto en los márgenes internos como externos, da lugar a obstrucciones y disminuciones en la calidad del agua. Al mismo tiempo las fluctuaciones en el nivel de agua originan procesos de reactivación vegetal en los límites del humedal. Estos eventos naturales unidos a factores antrópicos de perturbación, ocasionan disturbios en la cubierta vegetal que afectan principalmente su composición florística y dinámica poblacional.

Las comunidades hidrófilas presentes poseen especies emergentes y están constituidas por plantas palustres que se destacan del resto de la vegetación circundante, al estar dominadas por especies de gran tamaño y que presentan grandes cambios estacionales en su biomasa, tales como *Typha angustifolia* y *Phragmites australis.* Tales comunidades poseen un equilibrio inestable condicionado a las variaciones en el nivel de agua, que alcanza caudales relevantes a partir de julio hasta primavera.

La especie dominante de esta comunidad corresponde a *T. angustifolia* con mayor porcentaje de cobertura, presentándose asociada a *S. californicus, J. maritumus* y *P. australis*, que debido a la alta cobertura de *Typha,* no forman comunidades puras sino que aparecen muy entremezclado.



Figura 25. Fotografía de Humedal río Copiapó y vegetación ribereña. (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama).

Las series xerófilas se inician cuando disminuye el nivel de agua, lo que determina que al desecarse el suelo, queda un residuo de costras salinas en la superficie, que favorecen el desarrollo de comunidades de *S. fruticosa, D. spicata* y *J. acutus* que permiten suponer que se tratas de sitios alcalinos y con anegamientos periódicos. Especies vegetales que habitan en zonas costeras adaptadas a los medios salinos, estas especies presentan modificaciones ecológicas y fisiológicas muy particulares, ya que poseen una elevada presión osmótica, de tres a siete veces superior a las plantas mesófitas.

Cuando la desecación es más intensa y prolongada, se desarrolla un pastizal monoespecífico de *D. spicata* que presenta variaciones anualmente.

La comunidad pionera es *Typha – Phragmites – Scirpus* que se desarrolla como largas franjas de vegetación que crecen sobre un curso de agua subsuperficial del río Copiapó, que varía en su composición florística y cobertura por factores naturales (disponibilidad de agua) y artificiales (aplicación de nutrientes agrícolas en la cuenca, caminos y fuego).

Los carrizales y totorales se caracterizan por estar constituidos por pocas especies con altos valores de cobertura. Los principales factores responsables de la dinámica de estas poblaciones son las fluctuaciones en el nivel de agua, la carga de nutrientes y en el contenido salino. Estas variaciones dan lugar a series xerófilas cuando disminuye el nivel de agua y aumenta la salinidad y a series hidrófilas cuando ocurre lo contrario.

La alta producción de materia orgánica de las plantas emergentes, generan condiciones anaerobias que favorecen el aumento en la disponibilidad de fosforo y por lo tanto un aumento en la productividad del ecosistema. La dominancia de comunidades macrófitas mantiene un elevado estado trófico donde el control por herbivoría es bajo presentándose acumulación de nutrientes dentro de la biomasa vegetal.

Los cambios se manifiestan de manera continua y creciente, la modificación del ecosistema, se traduce en los cambios en la estructura de hábitats, acentuándose notoriamente en los últimos años. En el sistema pantanoso hay conformación de nuevas comunidades bióticas, las especies típicas de humedal se han reemplazado por otras más xéricas como *Prosopis strombulifera*.

3.3.3. Flora

En cuanto a la composición florística, según los estudios de línea base y monitoreos realizados en la desembocadura del río Copiapó, en el área propuesta se han identificado 70 especies y diez géneros (Anexo 6). De las especies registradas 38 corresponden a especies nativas, 20 especies introducidas y 16 especies endémicas (Figura 26) (Squeo et al., 2006; Andrade, 2007; Pérez et al., 2009, Minera La Candelaria, 2009-2019).

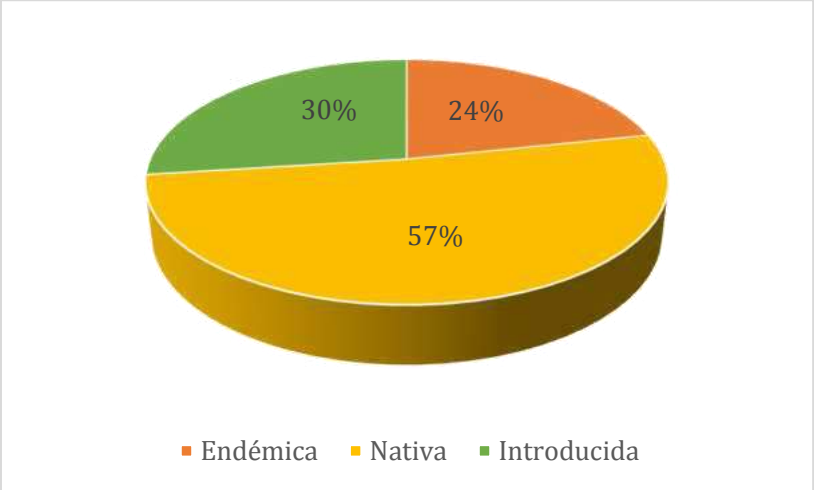


Figura 26. Porcentaje de especies de flora según origen; endémicas, nativas e introducidas (Elaboración propia).

Como se describió anteriormente, la composición florística de la vegetación hidrófila localizada en el sector activo del estuario presenta una dinámica directamente dependiente de las fluctuaciones en el nivel de agua.

Dentro de las especies nativas presentes en el área propuesta (Cuadro 10), cuatro están clasificadas en alguna categoría de conservación en el Reglamento para la Clasificación de Especies según Estado de Conservación (RCE); tres en categoría Preocupación menor; *Isoetes savatieri; Eulychnia breviflora;* y *Prosopis strombulifera*, y una en categoría Vulnerable, que corresponde a *Prosopis chilensis.* Además, cuatro especies se encuentran clasificadas en el Libro Rojo de la Región de Atacama: *Adesmia littoralis, Geoffroea decorticans;* y *Typha angustifolia*, en categoría Vulnerable, y *Prosopis chilensis* en categoría En peligro (Squeo et al., 2008a).

Cuadro 10. Especies de flora nativa y endémica presente en el Humedal de la Desembocadura del río Copiapó.

Especie	**Nombre**	**Origen**	**Categoría de conservación**	**Referencia**
Adesmia littoralis	Pircún	Endémica	VU	Libro rojo
Apium sp	Apio silvestre	Nativa	-	-
Atriplex clivicola	Cachiyuyo	Endémica	-	-
Atriplex deserticola	Cachiyuyo	Nativa	-	-
Atriplex mucronata	Cachiyuyo	Endémica	-	-
Baccharis linearis	Romerillo	Nativa	-	-
Baccharis pingraea	Chilquilla	Nativa	-	-
Baccharis salicifolia	Chilca	Nativa	-	-
Carex sp	Cortadera	Nativa	-	-
Chuquiraga acicularis	Chiú-chiú	Endémica	-	-
Cortaderia jubata	Hierba de la pampa	Nativa	-	-
Cressa truxillensis	-	Nativa	-	-
Cristaria aspera	Malvilla	Endémica	-	-
Cristaria pinnata	Malvilla	Endémica	-	-
Distichlis spicata	Pasto salado	Nativa	-	-
Encelia canescens	Coronilla del fraile	Nativa	-	-
Ephedra breana	Pingo pingo	Nativa	-	-
Equisetum bogotense	Yerba de la plata	Nativa	-	-
Eulychnia breviflora	Copao o tuna de copado	Endémica	LC	DS 19/2012 MMA
Frankenia chilensis	Hierba del salitre	Nativa	-	-
Geoffroea decorticans	Chañar	Nativa	VU	Libro rojo
Heliotropium curassavicum	Cama de sapo	Nativa	-	-
Heliotropium floridum	Palito negro	Endémica	-	-
Hypochaeris sp	-	Nativa	-	-
Isoetes savatieri	-	Endémica	LC	DS 52/2014 MMA
Juncus acutus	Junco	Nativa	-	-
Juncus bufonius	Junco de sapo	Nativa	-	-
Juncus cyperoides	Junco	Nativa	-	-
Juncus procerus	Junquillo	Nativa	-	-

Especie	Nombre	Origen	Categoría de conservación	Referencia
Malvella leprosa	Malva amarilla	Nativa	-	-
Muhlenbergia asperifolia	Hierba rasposa	Nativa	-	-
Nolana albescens	Suspiro	Endémica	-	-
Nolana carnosa	Suspiro azul	Endémica	-	-
Nolana divaricata	Hierba sosa	Endémica	-	-
Nolana salsoloides	Sosa	Endémica	-	-
Nolana sedifolia	Sosa brava hoja chica	Endémica	-	-
Oenothera coquimbensis	-	Endémica	-	-
Paspalum vaginatum	Chépica blanca	Nativa	-	-
Phyla canescens	Hierba de San José	Nativa	-	-
Polyachyrus fuscus	Borlon de alforja	Nativa	-	-
Prosopis chilensis	Algarrobo	Nativa	VU/EN	DS 13/2013 MMA – Libro rojo
Prosopis strombulifera	Retortón	Nativa	LC	DS 13/2013 MMA
Ludwigia peploides	Vira-vira	Endémica	-	-
Ruppia maritima	Pelo de marismas	Nativa	-	-
Sarcocornia fruticosa	Sosa	Nativa	-	-
Schoenoplectus pungens	Junquillo (totora)	Nativa	-	-
Scirpus californicus	Junco	Nativa	-	-
Scirpus spoliatus	Junco	Nativa	-	-
Senna acuta	Alcaparra del norte	Nativa	-	-
Skytanthus acutus	Cuerno de cabra	Nativa	-	-
Suaeda foliosa	Sosa	Nativa	-	-
Tessaria absinthioides	Brea	Nativa	-	-
Tolypella apiculata	Alga	Nativa	-	-
Typha angustifolia	Totora	Nativa	VU	Libro rojo

*Categorías de conservación: EN= En peligro de extinción; VU= Vulnerable; LC= Preocupación menor; NT= Casi amenazada; DD= Datos insuficientes.

Según las observaciones obtenidas en los monitoreos de la Minera La Candelaria, en temporada de vigor vegetal, el porcentaje de invasión fue prácticamente nulo, lo que denota una buena condición del sistema, solo se observa la presencia de algunas hierbas asociadas al uso agrícola junto a las especies vegetales ribereñas que se desarrollan en sistemas con altos niveles de eutroficación de sus aguas y que no dominan ninguna capa vegetal.



Figura 27. *Sarcocornia fruticosa* especie de gran abundancia en sector norte del Humedal Desembocadura río Copiapó (Fuente: Photosintesis Consultores).

En el informe del año 2011 destaca la presencia de *Arundo donax*, especie exótica e invasora (conocida comúnmente como caña o carrizo), catalogada por Global Invasive Species Database (2010), dentro de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo, que puede competir favorablemente contra la vegetación nativa. De continuar el establecimiento de esta especie, se podría limitar enormemente el área disponible en el humedal.

Por otro lado, en 2013 se identificó la especie *Cuscuta* sp. planta que, al estar desprovista de clorofila, es considerada como una parásita obligada, y como tal está clasificada como planta holoparásita, es decir, que para completar su ciclo requiere de un huésped. Pertenece a la familia Cuscutaceae, familia cosmopolita compuesta por un solo género y cerca de 170 especies.



Figura 28. Fotografía de totoral asociado a Humedal Desembocadura río Copiapó. (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama).

El ciclo de vida de esta planta consta de dos fases, una que ocurre en el suelo, al estado de semilla y plántula emergente, y otra que corresponde al estado parasítico propiamente tal, cuando se ubica sobre los tallos y hojas del hospedero, extrayendo agua, sales y todo el nitrógeno y carbono que necesita para sus procesos vitales.

3.3.4. Fauna terrestre

El humedal de la desembocadura del Río Copiapó presenta una alta relevancia desde el punto de vista de la fauna, debido a que se trata de una situación azonal y se ubica en uno de los desiertos más áridos del mundo, lo cual le otorga características de isla de biodiversidad. Por otro lado, representa una ubicación estratégica desde el punto de vista de las especies migratorias. Ver Anexo 7. Fauna terrestre presentes en Humedal Desembocadura del río Copiapó

Anfibios

Según las líneas de base y otros informes y documentos que han realizado levantamiento de información en el área de la desembocadura del río Copiapó, no se han descrito anfibios en el sector propuesto.

Aves

En el área propuesta se ha detectado un total de 122 especies de aves, de éstas 119 son nativas, dos son endémicas; que corresponden al churrete costero (*Cinclodes nigrofumosus*) y al canastero

chileno (*Pseudasthenes humicola*) y una es introducida que corresponde al pato doméstico (*Anas platyrhynchos domesticus*).

El orden Passeriformes es el que posee mayor riqueza con 35 especies y diez familias. Otro orden de relevancia en el área corresponde a los Charadriiformes, con 33 especies y 6 familias, siendo estos principalmente aves playeras y marinas. En menor medida, se describen especies de los órdenes Pelecaniformes (n=13), Anseriformes (n=7) y Gruiformes (n=7), que corresponden principalmente a aves que habitan el borde costero y humedales (Figura 29).

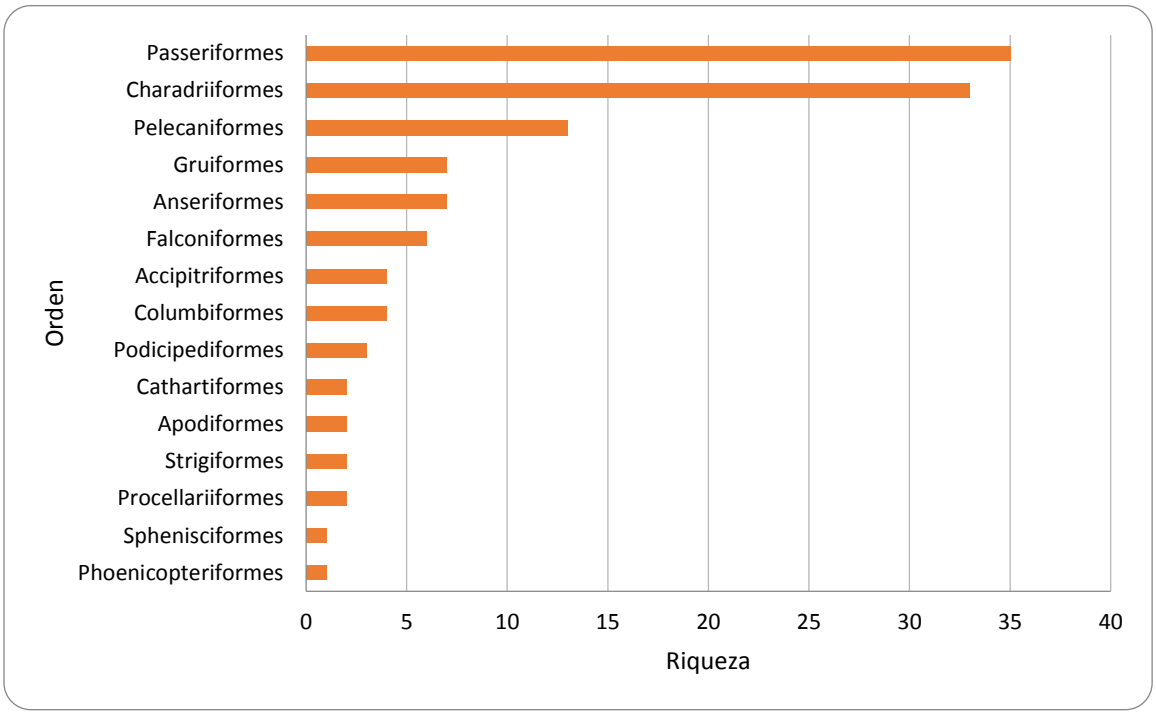


Figura 29. Riqueza de aves por orden.

En cuanto a las especies clasificadas en el RCE, en el área propuesta se han descrito 19 especies, de las cuales diez se encuentran en Preocupacion menor; siete aves se encuentran Casi amenazadas; y dos en categoría Vulnerable (ver Cuadro 11).

Cuadro 11. Aves en categoría de conservación registradas en el Humedal de la Desembocadura del río Copiapó.

Especie	**Nombre común**	**Categoría de conservación***	**Referencia**
Anas bahamensis	Pato gargantillo	LC	DS 16/2016 MMA
Coscoroba coscoroba	Cisne coscoroba	LC	DS 16/2020 MMA
Charadrius nivosus	Chorlo nevado	VU	DS 23/2019 MMA
Haematopus palliatus	Pilpilén	NT	DS 16/2020 MMA
Chroicocephalus serranus	Gaviota andina	LC	DS 23/2019 MMA
Larosterna inca	Gaviotín monja	NT	DS 23/2019 MMA
Leucophaeus modestus	Gaviota garuma	VU	DS 16/2020 MMA
Leucophaeus pipixcan	Gaviota de Franklin	LC	DS 16/2020 MMA

Especie	Nombre común	Categoría de conservación*	Referencia
Gallinago paraguaiae	Becacina	LC	DS 16/2016 MMA
Thalasseus elegans	Gaviotín elegante	NT	DS 16/2020 MMA
Falco peregrinus	Halcón peregrino	LC	DS 06/2017 MMA
Ardea cocoi	Garza cuca	LC	DS 16/2016 MMA
Pelecanus thagus	Pelícano	NT	DS 23/2019 MMA
Phalacrocorax bougainvillii	Guanay	NT	DS 79/2018 MMA
Phalacrocorax gaimardi	Lile	NT	DS 79/2018 MMA
Sula variegata	Piquero	LC	DS 79/2018 MMA
Theristicus melanopis	Bandurria	LC	DS 06/2017 MMA
Phoenicopterus chilensis	Flamenco chileno	NT	DS 23/2019 MMA
Asio flammeus	Nuco	LC	DS 16/2016 MMA

*Categorías de conservación: EN= En peligro de extinción; VU= Vulnerable; LC= Preocupación menor; NT= Casi amenazada; DD= Datos insuficientes.

Fuente: Elaboración propia.

Además, en la zona se han registrado tres especies de aves marinas que son el yunco (*Pelecanoides garnotii*), que se encuentra en categoría En peligro, el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) clasificado como Vulnerable y la golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*), que se encuentra catalogada con Datos insuficientes. Estas especies pueden haber sido registradas en la playa, volando sobre el cuerpo de agua o nadando en las cercanías de la playa, y no se descarta su presencia ocasiona o poco frecuentel en el área propuesta (César Piñones com. pers.).

Por otro lado, cerca del área propuesta, en la Isla Grande de Atacama, se encuentra una colonia reproductiva de golondrina de mar peruana (*Oceanodroma tethys*), que posee dos subespecies, *O.t. tethys,* que se reproduce en las islas Galápagos y *O.t. kelsalli*, que se reproduce en las islas frente a las costas de Perú. Para Chile se ha reportado sólo un sitio de nidificación dentro del AMCP-MU IGA con una estimación de 50 parejas (Bernal et al 2006).

El humedal de la desembocadura del río Copiapó es un importante hábitat para un conjunto de aves acuáticas, varias de las cuales encuentran en este sitio el límite norte para su distribución en el país, como el cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), el siete colores (*Tachuris rubrigastra*), el perrito (*Himantopus mexicanus*), el trile (*Agelasticus thilius*) y el colegial austral (*Lessonia rufa*).



Figura 30. Fotografía de colegial (*Lessonia rufa*). (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama).



Figura 31. Fotografía de perrito (*Himantopus melanurus*) (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama).



Figura 32. Fotografía de pato real (*Anas sibilatrix*) con crías en Humedal río Copiapó. (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama)



Figura 33. Fotografía pato gargantillo (*Anas bahamensis*). (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama)

Mamíferos

En el área propuesta se ha registrado un total de 10 especies de mamíferos, de las cuales siete son nativas, una es endémica y dos especies son introducidas. De las especies nativas, tres son carnívoros, dos son roedores, una es artiodáctila y una es marsupial.

En cuanto a la categoría de conservación, cinco especies se encuentran clasificadas en alguna caegoría de conservación, de las cuales tres están en Preocupación menor, una es insuficientemente conocida, y en el caso del guanaco (*L. guanicoe*) este se encuentra en categoría Vulnerable (ver Cuadro 12).

Cuadro 12. Mamíferos en categoría de conservación registrados en el área propuesta.

Especie	Nombre	Origen	Categoría de conservación*	Referencia
Abrothrix olivaceus	Laucha olivácea	Nativa	-	-
Lama guanicoe	Guanaco	Nativa	VU	DS 06/2017 MMA
Lepus capensis	Liebre	Introducida	-	-
Lycalopex culpaeus	Zorro culpeo	Nativa	LC	DS 33/2012 MMA
Lycalopex griseus	Zorro chilla	Nativa	IC	DS 33/2012 MMA
Mus musculus	Laucha	Introducida	-	-
Oligoryzomys longicaudatus	Ratón colilargo	Nativa	-	-
Otaria flavescens	Lobo marino	Nativa	LC	DS 13/2013 MMA
Phyllotis darwini	Ratón orejudo de Darwin	Nativa	-	-
Thylamys elegans	Llaca	Endémica	LC	DS 16/2016 MMA

*Categorías de conservación: EN= En peligro de extinción; VU= Vulnerable; LC= Preocupación menor; NT= Casi amenazada; DD= Datos insuficientes; IC=Insuficientemente conocida.

Fuente: Elaboración propia.

Además, en la zona se ha descrito la presencia de especies doméstica que pastorean en sectores del humedal, principalmente cabras, aunque también se han descrito chanchos y aves de corral asociados a una vivienda que se encuentra cercana al Puente de Puerto Viejo, y se han registrado burros, caballos y ovejas más alto en la cuenca.



Figura 34. Fotografía de zorro chilla (*L. griseus*) en área propuesta. (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama)

Reptiles

En cuanto a los reptiles, en el área se han identificado siete especies de reptiles, todas endémicas. De éstas, cinco se encuentran clasificadas en Preocupación menor y dos en categoría Casi amenazadas.

Cuadro 13. Reptiles presentes en el Humedal de la Desembocadura del río Copiapó.

Especie	Nombre común	Categoría de conservación*	Referencia
Philodryas chamissonis	Culebra de cola larga	LC	DS 16/2016 MMA
Tachymenis chilensis	Culebra de cola corta	LC	DS 16/2016 MMA
Liolaemus platei	Lagartija de Plate	LC	DS 16/2016 MMA
Liolaemus nigromaculatus	Lagartija de mancha	NT	DS 16/2016 MMA
Callopistes maculatus	Iguana chilena	NT	DS 16/2016 MMA
Microlophus atacamensis	Corredor de atacama	LC	DS 23/2019 MMA
Liolaemus atacamensis	Lagartija de Atacama	LC	DS 16/2016 MMA

*Categorías de conservación: EN= En peligro de extinción; VU= Vulnerable; LC= Preocupación menor; NT= Casi amenazada; DD= Datos insuficientes.



Figura 35. Fotografías de *Liolaemus platei* en área propuesta. (Entregada por SEREMI MA Región de Atacama)

Invertebrados

Las especies de invertebrados como insectos y entomofauna asociada a los suelos es de gran relevancia para el equilibrio de los ecosistemas. En general, este grupo de animales ha sido poco estudiado en Chile y en el área propuesta. Sin embargo, existe evidencia de que este humedal y la flora asociada sostiene a una diversidad de especies de artrópodos.

Dentro de este grupo destacan las abejas nativas que cumplen el rol de ser polinizadoras de la flora del desierto, ya que tienen adaptaciones específicas que permiten colectar polen y ponerlo en contacto con otras flores, permitiendo la fecundación y formación de semillas y frutos.

En Chile se han registrado 437 especies del orden Hymenoptera, que se clasifican en las familias Colletidae, Apidae, Megachilidae, Andrenidae y Halictidae, con un porcentaje de endemismo que alcanza más del 70%[4].

En las siguientes fotografías se observan ejemplares de abejas nativas registradas en el área propuesta como SN.

[4] https://www.abejasnativaschile.cl/familia-abejas-nativas/



Figura 36. Fotografías de *Caupolicana fulvicollis* macho en *Nolana salsoloides*. (Fuente: Photosintesis Consultores).



Figura 37. Fotografías de *Caupolicana fulvicollis* hembra en *Nolana salsoloides*. (Fuente: Photosintesis Consultores).



Figura 38. Fotografía de *Dolichogyna* sp. en *Nolana salsoloides*. (Fuente: Photosintesis Consultores).



Figura 39. Fotografía de *Megachile* sp. en *Nolana salsoloides*. (Fuente: Photosintesis Consultores).



Figura 40. Fotografía de *Colletes bicolor*. en *Nolana salsoloides*. (Fuente: Photosintesis Consultores).

4. JUSTIFICACIÓN PARA SER DECLARADA SANTUARIO DE LA NATURALEZA

4.1. Valor ecológico

4.1.1. Humedal costero

Los ambientes estuarinos figuran entre los más productivos en la tierra, la generación de materia orgánica cada año en estas áreas es comparable a la de bosques, pastizales o tierras de cultivo. Las mareas, las aguas protegidas de los estuarios también apoyan comunidades únicas de plantas y animales especialmente adaptados para la vida en el borde del mar. Muchos tipos diferentes de hábitat se encuentran en y alrededor de los estuarios, incluidas las aguas poco profundas abiertas, agua dulce, marismas, pantanos, playas de arena, barro y bancos de arena, costas rocosas, deltas de ríos, piscinas de marea y las praderas marinas (Fundación Chile y Minera La Candelaria, 2013).

El humedal de la desembocadura del Río Copiapó junto a las lagunas y salinas costeras, corresponde a un sistema único en una matriz desértica (Delgado et al 2013). Actualmente, el complejo estuarial está conformado por una extensa laguna en dirección norte, separada de la playa por bancos de arena estabilizados., en donde se produce la convergencia de aguas marinas, fluviales y pluviales. Esto genera un suelo saturado de sales en que crece vegetación permanente altamente adaptada a estas condiciones (*Sarcocornia fruticosa, Distichlis spicata, Typha angustifolia).* A medida que se diluye la influencia del agua del río hacia el norte y hacia el sur, empieza a cambiar la naturaleza de la vegetación y aparecen especies que también crecen en otros sitios, con floraciones masivas cuando hay Desierto Florido (Pontificia UCCh, 2019).

El humedal ha persistido gracias a la surgencia del acuífero al río en la zona de Angostura, a unos 18 km valle arriba de la desembocadura. De esta forma, en este último tramo el río siempre lleva agua superficial. Los aportes de esta agua al humedal varían estacionalmente, de forma que en los meses de invierno son algo mayores que en verano debido, en general, a su extracción aguas arriba para la agricultura. (Abad, 2018).

Este lugar es de gran relevancia ecológica, ya que el cuerpo de agua se mantiene como remanente de un paleoestuario alimentado por fuentes de agua superficial y subterránea y gracias a su ubicación geográfica es posible encontrar especies presentes en los ríos de más al sur con especies características de zonas áridas. Además, constituye una fuente de agua de alta productividad primaria, sosteniendo a una importante diversidad biológica, con poblaciones muy numerosas y en muchos casos representa un hábitat crítico para especies amenazadas (Pontificia UCCh, 2019).

Por otro lado, corresponde a un sistema único en una matriz desértica, teniendo por lo tanto un rol fundamental para la mantención de las comunidades de flora y fauna que habitan en la zona, especialmente para especies de aves migratorias, pues es el único sitio de descanso y alimentación desde la desembocadura del río Lluta, distante a 1.200 km al norte (DGA y CONAMA 2009; CENRE, 2017). Hacia el sur del Copiapó (Chile central), específicamente a partir del humedal de Carrizal Bajo (a unos 90 km del sitio) y de la desembocadura del Río Huasco (a unos 130 km del sitio), la red de zonas húmedas es mayor, aunque con un alto grado de perturbación por la mayor ocupación humana del territorio (por ejemplo, humedales costeros de Región de Coquimbo) (Perez et al., 2009).

Los humedales son ambientes ricos en biodiversidad y altos en productividad que exportan grandes cantidades de nutrientes del medio marino. Las interacciones de los componentes físicos, biológicos y químicos de un humedal, tales como los suelos, el agua, las plantas y los animales, hacen posible que desempeñe muchas funciones vitales para el equilibrio de los ecosistemas y

bienestar humano. Dentro de las principales funciones y servicios ecosistémicos que realizan los humedales costeros destacan:

- **Servicios de regulación**: regulación del ciclo hídrico superficial y de acuíferos, retención de sedimentos, control de erosión, y estabilización microclimática. En cuanto a este último punto, los ciclos hidrológicos, de nutrientes y de materia, y los flujos de energía de los humedales, pueden estabilizar las condiciones climáticas locales, en particular las precipitaciones y las temperaturas. Los humedales son importantes por su condición de reguladores del ciclo hidrológico (cantidad calidad del agua), regulación de ciclos de nutrientes (retención, filtración y liberación), y descomposición de biomasa terrestre como base de la productividad de los sistemas acuáticos. Por otro lado, el aporte de los humedales para disminuir o aminorar los efectos producidos por el cambio climático es fundamental, ya que según Ramsar (2000), sirven de sumidero al 40% del carbono que se genera en el planeta, es decir, eliminan importantes cantidades de gases de efecto invernadero. Además, aportan a la retención de agua en el suelo que previene la erosión y genera barreras de mitigación frente a marejadas y maremotos (Andrade, 2016; RAMSAR, 2016).

- **Servicios de provisión**: son fuente de agua dulce que es utilizada tanto para el desarrollo de actividades agrícolas, como para el consumo humano. Por otro lado, se realiza pesca recreativa y extracción de camarón de río del norte.

- **Servicios de soporte**: La mantención y protección de la biodiversidad es una función importante para las especies de flora y fauna que habitan el humedal. En este sentido, funcionan como zonas de desove, desarrollo y reclutamiento de invertebrados y peces, zonas de anidación y alimentación para aves. Este humedal es el hábitat reproductivo del camarón de río del norte que es una especie Vulnerable. En este estuario efectúan su reproducción y posteriormente migran aguas arriba. Debido a la sequedad del río Copiapó en largos tramos de su sector medio (donde está típicamente la especie) es probable que el camarón esté actualmente confinado al humedal.

- **Servicios culturales**: muchos visitantes acuden a la zona para realizar pesca recreativay avistamiento de aves. Se destaca el uso recreativo con fines deportivos (trekking, kayak, pesca deportiva) y espirituales por su gran belleza paisajística. Además, es un área de interés para la ciencia, investigación y educación.

Debido a su relevancia ecológica, el humedal costero del río Copiapó está protegido oficialmente por dos figuras legales: por el AMCP-MU IGA, y por el APRICOST, donde el sector de la desembocadura del río Copiapó está definido como Zona de Protección de Ríos (ZPI-3). Sin embargo, estas figuras no han permitido generar una gestión y gobernanza efectiva del área.

Dada la alta singularidad de los humedales costeros de la región de Atacama (son pocos y se insertan en un área desértica) y su grado de amenaza, la estrategia para su conservación es crear una red de humedales de Atacama, formada por la desembocadura del Copiapó, Humedal de Carrizal Bajo y Desembocadura del Huasco (García y Díaz 2007).

4.1.2. Aves playeras y migratorias

Las aves playeras son uno de los grupos de animales más móviles del planeta. Su singular historia natural hace que estas especies sean vulnerables a las perturbaciones naturales y antrópicas. Los cambios recientes y futuros en los humedales y playas hacen que cobren mayor relevancia las acciones destinadas a proteger a este grupo de animales. Las aves playeras son un componente

visible de ecosistemas funcionales, como los humedales costeros, sirviendo como centinelas de los cambios ambientales que se producen en estos lugares (García et al., 2017).

Las aves playeras prefieren las áreas abiertas para reproducirse y alimentarse. Los hábitats que usan estas especies se han alterado drásticamente en el último siglo. Por otro lado, junto a su dependencia de hábitats susceptibles al cambio climático, las aves playeras tienen un conjunto único de rasgos de su ciclo vital que las hacen especialmente vulnerables a las perturbaciones antropogénicas y ambientales. Son muy fieles a los sitios que ocupan durante sus ciclos anuales y a menudo dependen de unos cuantos sitios de parada, de reproducción e invernada. En particular, muchas de estas aves migratorias de larga distancia, dependen de una serie de humedales y hábitats costeros que les ofrecen suficientes posibilidades de alimentarse, y reponer fuerzas para sus exigentes migraciones (García et al., 2017).



Figura 41. Fotografía de *Numenius phaeopus* en dunas litorales del parea propuesta. (Fuente: Photosintesis Consultores).

El humedal del río Copiapó recibe las aves migratorias viniendo desde el norte, siendo el primer hábitat después del cruce de la zona desértica. Las aves migratorias provienen en general del humedal del río Loa constituyéndose en el tramo más largo para estas migraciones. Como tal su conservación está íntimamente ligada a la conservación de muchas especies de aves y seria por su ubicación el más importante de los humedales para las aves migratorias. En este contexto, resulta conveniente incluir a este humedal dentro de un sistema mayor que involucra una red de humedales que son el hábitat de avifauna migratoria (Andrade, 2007).



Figura 42. Fotografía de *Calidris alba* alimentándose en playa Las Salinas. (Fuente: Photosintesis Consultores).

En este sentido, este humedal dentro del desierto de Atacama, representa una ubicación estratégica desde el punto de vista de las especies migratorias. En el humedal es posible encontrar al menos 20 especies migratorias, representantes de 8 Familias, durante las distintas estaciones del año, cantidad que debiera aumentar si es que se realizan estudios específicos en la escala temporal (Pérez et al., 2009).

Cuadro 14. Especies de aves migratorias registradas en el área propuesta.

Especies	**Nombre común**	**Categoría de conservación**	**Referencia**
Anas bahamensis	Pato gargantillo	LC	DS 16/2016 MMA
Pluvialis squatarola	Chorlo ártico		
Vanellus chilensis	Queltehue		
Haematopus palliatus	Pilpilén	NT	DS 16/2020 MMA
Leucophaeus pipixcan	Gaviota de Franklin	LC	DS 16/2020 MMA
Sterna hirundo	Gaviotín boreal		
Rynchops niger	Rayador		
Arenaria interpres	Playero vuelvepiedras		
Calidris alba	Playero blanco		
Calidris bairdii	Playero de Baird		
Limosa haemastica	Zarapito de pico recto		
Numenius phaeopus	Zarapito		
Phalaropus tricolor	Pollito de mar tricolor		

Especies	Nombre común	Categoría de conservación	Referencia
Tringa flavipes	Pitotoy chico		
Tringa melanoleuca	Pitotoy grande		
Falco peregrinus	Halcón peregrino	LC	DS 06/2017 MMA
Hirundo rustica	Golondrina bermeja		
Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina de dorso negro		
Muscisaxicola macloviana	Dormilona tontita		
Muscisaxicola rufivertex	Dormilona de nuca rojiza		

4.1.3. Barra y cordón litoral dunario

Las dunas son ecosistemas clave en la zona costera, pues actúan como una barrera de protección que contrarresta el efecto del viento, del oleaje y de las inundaciones. Asimismo, funcionan como reservorio de sedimentos porque reciben, proveen y almacenan arena, en la esencia de su dinamismo, y de ello depende en gran medida la flexibilidad y resiliencia del mismo ecosistema. La reserva sedimentaria que representan las dunas es lo que mantiene la integridad del sistema playa-dunas costeras frente al impacto de los temporales marítimos como tormentas o tsunamis.

En la zona de la desembocadura del río Copiapó, se forma una barra arenosa que genera una laguna litoral y un humedal costero asociado. El cordón litoral es un elemento de defensa de las zonas húmedas interiores. En este sentido, la acción de la corriente oceánica de deriva litoral la cual proviene desde el Sur hacia el Norte es fundamental en su desarrollo. Esta traslada los sedimentos que transporta el río hacia el Norte de la desembocadura produciéndose una zona de cordones dunarios producto de la acción eólica. Además, esto genera la formación de una barra litoral que retiene y acumula los materiales en suspensión, Este cordón litoral dunificado impide que las napas de agua dulce del río penetren, generando de esta forma el humedal en la desembocadura y hacia el norte de esta, sobre una terraza marina, entre el cordón litoral y el frente de un acantilado muerto. (EULA, 2009).

Las superficies de terrazas presentan una importante cobertura eólica que ha sido estudiada por Araya-Vergara (2001), quien señala que el desierto arenoso de Atacama ha sido conformado por arenas aportadas desde costas pleistocénicas, pero con evolución holocénica, cuya masa arenosa mantiene relaciones geosinergéticas con una cuenca fluvial con escurrimiento perenne hacia el mar, en un ambiente de desierto árido, con actividad dinámica. A su vez, Paskoff et al. (2003) señalan que, si bien las dunas de Atacama son formas vivas, constituyen dunas remanentes, pues la fuente de abastecimiento estaría agotada, siendo esta de origen fluvial (Soto et al., 2010).

Estas formas al actuar como una verdadera barrera contra la acción tanto de las corrientes oceánicas como de las variaciones mareales impiden que en el interior del humedal se genere un ambiente de aguas turbulentas. Este panorama, aunque no necesariamente es favorable para la aparición de una variedad de especies de flora acuática, si lo es en el sentido de una mayor cobertura vegetacional y también para la atracción de una gran cantidad de especies de aves migratorias (Andrade, 2006).



Figura 43. Fotografía de cordón litoral dunario (Fuente: Andrade, 2007)

Por otro lado, estos ecosistemas son zonas de recarga de acuíferos y, al filtrar el agua, actúan como un atenuante contra la intrusión de agua salada a los acuíferos y a los humedales. Además, gran parte de la salinidad que el viento acarrea proveniente de la aspersión marina queda atrapada en la vegetación de las dunas, evitando su penetración tierra adentro, donde podría afectar cultivos o infraestructura.

4.2. Valores complementarios y socioculturales

4.2.1. Geositios

En el área propuesta como Santuario de la Naturaleza y sus alrededores, se encuentran múltiples sitios de valor patrimonial o geositios (Castro et al., 2007), que son lugares que constituyen ejemplos de litologías, formas y procesos naturales únicos o representativos a nivel regional, nacional e incluso mundial, que permiten ilustrar, caracterizar y reconstruir la historia natural del territorio en que se encuentran (UNESCO, 1999).

Por su parte, la Sociedad Geológica de Chile define un geositio como un afloramiento, o varios afloramientos vecinos, que contienen un objeto geológico de valor que valdría la pena preservar. Los estudios geopatrimoniales desarrollados en el área han llevado a identificar una serie de geositios definidos sobre la base de la importancia geomorfológica, paleontológica y petrológica (Castro et al., 2006; Castro y Zúñiga, 2007; Sociedad Geológica de Chile; Terra Ignota, 2013).

La primera propuesta de definición de geositios en esta zona fue presentada en el Congreso Geológico Chileno del año 2006 (Castro et al., 2006) y refrendada en el estudio geomorfológico realizado en el AMCP-MU IGA el año siguiente (Castro y Zúñiga, 2007). De esta manera, se delimitaron unidades territoriales que presentaban un conjunto integrado y funcional de formas, útiles para explicar cómo se establecieron las formas del litoral en el pasado y cómo actúan los

diversos agentes modeladores del relieve en la actualidad. Estos autores propusieron complementar la información presentada con aquélla de carácter paleontológico y sedimentológico para poder delimitar geositios, tal y como son definidos por la UNESCO (Castro y Zúñiga, 2007).

Dadas sus características, estos objetos están asociados principalmente a Servicios Ecosistémicos de importancia cultural, relacionados con aspectos visuales y proyección espiritual, pero principalmente relacionados con aspectos vinculados a la educación y a la investigación científica. Por este motivo, los principales actores vinculados a ellos están relacionados con instituciones de investigación científica y de educación, en todas sus dimensiones, operadores turísticos y servicios públicos con competencias ambientales (Pontificia UCCh, 2019).

Actualmente, existen siete geositios con alto interés patrimonial en el área propuesta y su entorno, que se describen en el Cuadro 15. Además, en la Figura 44 se muestra la localización de los geositios, información facilitada por la empresa Geoturismo Lickanantay.

Cuadro 15. Geositios presentes en el área propuesta y su entorno.

Geositio	Descripción
Humedal Costero Río Copiapó y Las Salinas	En este sitio destaca el humedal estuarino que se extiende paralelo a la línea de costa, por detrás de un cordón litoral arenoso que lo separa del mar (Castro y Zúñiga, 2007). En la desembocadura del río Copiapó se forma una barra arenosa que genera una laguna litoral y un humedal costero asociado. El cordón litoral, situado al norte de la desembocadura del río Copiapó, corresponde a terrazas marinas de distintos niveles sobre el nivel del mar actual. Es un elemento de defensa de las zonas húmedas o cuerpos de marismas interiores (Castro et al., 2013). El cordón litoral dunificado actúa como barrera de contención de las napas de agua dulce del río, que permite la formación del humedal en la desembocadura. Este humedal posee una notable importancia ecológica y territorial en el desierto costero. La sucesión de terrazas marinas y fluviales descritas en la desembocadura del río Copiapó registra la evolución reciente de la configuración costera de este sector del litoral de Chile desde el Pleistoceno medio hasta la actualidad. Las terrazas fluviales, presentan una morfología longitudinal y paralela al actual cauce del río Copiapó. A diferencia de las terrazas marinas, las terrazas fluviales más altas están labradas sobre cuerpos tabulares de conglomerados arenosos, polimícticos y clastosoportados. Son frecuentes en ellos la imbricación de clastos y la estratificación horizontal e inclinada difusa. Las terrazas más bajas, por el contrario, están representadas sobre depósitos de limos y arenas laminadas (Quezada et al., 2007). En este sector los depósitos cenozoicos de las Gravas de La Angostura y Formación Bahía Inglesa se depositan mediante una inconformidad sobre un basamento Mesozoico, constituido principalmente por rocas plutónicas (cuarzodioritastonalitas). Este basamento presenta una paleotopografía irregular que controla la distribución de facies neógenas y su paleogeografía (Marquardt et al., 2000). Su valor paleontológico está dado por hallazgos fosilíferos de taxones de gastrópodos, bivalvos, cirripedios, elasmobranquios y mamíferos marinos (Mankuk, 2017). Su valor científico está dado por el conjunto geomorfológico que constituye un hábitat de gran importancia para especies vegetales y avifauna. Con alta representatividad debido a la importancia local y regional de la zona húmeda en el

Geositio	Descripción
	litoral desértico. Además de su valor paisajístico debido al paisaje abierto y extenso de colores contrastantes (Castro y Zúñiga, 2007).
Angostura	En este sector aparece la terraza llamada Terraza Llano de Caldera, y se han identificado siete niveles de terrazas fluviales antiguas, un nivel de terraza fluvial reciente y dos terrazas superiores de origen marino. Las terrazas fluviales presentan una altitud que varía desde los 11 m s.n.m. a los 115 ± 5 m s.n.m. Se encuentran desarrolladas sobre unidades tanto marinas como continentales y están constituidas por depósitos detríticos, conglomerados, gravas semiconsolidadas y areniscas. Por otro lado, las terrazas marinas presentan una altitud de entre unos 105 a 140 ± 5 m s.n.m. El hito geomorfológico del área es el cañón de más de 80 m de profundidad que ha generado el río Copiapó al encajarse en el basamento metamórfico paleozoico e ígneo del Jurásico. Respecto a la hidrología de la cuenca está conformada por una red de drenaje del tipo dentrítica y en Angostura presenta un alzamiento del sustrato por encima de la topografía lo cual causa que el acuífero aluvial del río finalice aquí. De esta forma, en este punto se genera la última surgencia o vertiente de las cinco que hay identificadas a lo largo del valle, ya que el agua que circula por el acuífero detrítico se ve forzada a aflorar y a circular superficialmente a partir de este punto (Rivera, 2019).
Sismitas	La desembocadura del río Copiapó se caracteriza por presentar acantilados constituidos por secuencias sedimentarias marinas del Mioceno medio al Plioceno temprano (Fm. Bahía Inglesa), que reflejan un ambiente y dinámica litoral somera durante ese periodo, así como también evidencias de sismos y tsunamis antiguos. El afloramiento, ubicado en el extremo sur de la desembocadura del río Copiapó, exhibe estratos horizontales, centimétricos a métricos, conformados de areniscas, y fangolitas con estratificación horizontal y cruzada, además de coquinas. Hacia el techo de la secuencia se observa un estrato de ~40cm el que, por una extensión de al menos 15 m, presenta una intensa deformación sinsedimentaria caracterizado por pliegues convolutos, disarmónicos y fallas sinsedimentarias. Estas características y su contexto geológico permiten interpretar que la deformación observada fue gatillada por un evento sísmico de gran magnitud (sismita) el que ha quedado muy bien registrado en esta parte del litoral de Atacama[5]
Campo de Dunas Barjanes	Este geositio contempla una superficie de 180 m^2. donde se distribuyen diversos ejemplos de dunas en perfecto estado de desarrollo y conservación. Estas formas eólicas forman campos de barjanes acompañadas por diversas dunas lineales, alcanzando varios metros de longitud. Son alimentadas intermitentemente por las arenas litorales, que son transportadas por los vientos desde el oeste, tras superar el desnivel que constituye el escarpe costero. Las dunas de tipo barján tienen una forma típica de media luna, con los cuernos apuntando hacia la dirección del viento. La actividad de los procesos eólicos se hace evidente en este lugar, al poder contemplarse cómo las dunas están comenzando a traspasar la barrera física que supone la carretera (Abad et al., 2018).

[5] https://geositios.cl/geositios/ficha/sismitas-de-la-desembocadura-del-rio-copiapo/

Geositio	Descripción
Quebrada La Higuera	Sitio cercano a la propuesta de santuario, que corresponde a una amplia quebrada costera formada por la erosión de los estratos sedimentarios correspondientes a una terraza marina con una altitud de 80 m.s.n.m. Corresponde a un tramo del valle inferior de la quebrada La Higuera la cual se inscribe en las terrazas marinas (Castro y Zúñiga 2007). Presenta erosión fluvial de las secuencias sedimentarias quedando con una forma digitada y remodeladas por deflación, creándose formas redondeadas y suaves como yardangs, cerros testigos, antecerros, colinas residuales, escalones de denudación, cornisas y otras. En el fondo plano de la quebrada existen mantos de arenas, dunas monticulares y vegetación asociada a algunos afloramientos de agua. Su valor paleontológico está dado por la existencia de fósiles en los estratos sedimentarios que conforman la Formación Bahía Inglesa y Estratos de Caldera (Castro et al., 2010), encontrándose taxones de braquiópodos, gastrópodos, bivalvos, cirripedios, equinodermos, elasmobranquios y mamíferos marinos (Mankuk 2017). Su valor geológico se debe a la abundancia de estructuras, procesos geológicos y evidencias de actividad neotectónica. Además, presenta valor geomorfológico por su diversidad de formas representativas de un ambiente desértico litoral presentando abarrancamientos, cerros testigos, formas residuales, cornisas, yardangs, escalones de denudación y dunas. Además, está asociado a otros elementos del medio natural. Los procesos actuales están condicionados por los tipos de rocas, las estructuras geológicas y geomorfológicas y por las condiciones climáticas. Las formas heredadas (terrazas marinas y acantilados marinos) son una consecuencia de alzamientos tectónicos del litoral y de niveles más altos del nivel del mar durante el Mioceno y Plioceno asociados a un clima más húmedo que el actual. Presenta un valor para las geociencias, como la geomorfología, geología y paleontología, debido a la existencia de elementos, formas y procesos actuales y heredados, que explican la evolución del ambiente natural del litoral y reconstrucción morfogenética del sur de Atacama, como además, un valor paisajístico dada la diversidad de componentes (Castro et al., 2010).
El Falso Meteorito de Puerto Viejo	Este geositio se encuentra junto a la costa, 1 km al sur de Puerto Viejo. Es un ejemplo de modelado kárstico, elaborado por la disolución de las calizas bioclásticas de la formación Bahía Inglesa, de edad Mio-Plioceno. Este proceso ha dado lugar a una depresión de geometría en planta circular y diámetro de unos 3 m, que se denomina dolina. Los depósitos sobre los que se desarrolla esta forma están constituidos en su mayor parte por fragmentos de balánidos (picorocos) y ostreidos (moluscos bivalvos), dándole un valor paleontológico. En este punto, la serie neógena posee un espesor muy limitado y se apoya, mediante una inconformidad, sobre el sustrato constituido por granodioritas de edad jurásica. En su superficie, la roca de los bordes del falso meteorito muestra una serie de acanaladuras irregulares que reflejan la breve canalización del agua de lluvia y su disolución. Esta geoforma es conocida con el nombre de lapiaz.

Geositio	Descripción
	En sus alrededores, la acción erosiva del viento sobre las rocas sedimentarias (calizas y areniscas), de naturaleza blanda, genera el labrado y aparición de superficies suavizadas. Las partículas arrastradas por el viento golpean la roca, puliéndola y desgastándola, adquiriendo estas morfologías un aspecto aplanado y casi fluido. La depresión principal se comunica en la vertical con una caverna marina, generada al pie del acantilado por la acción del oleaje sobre el sustrato rocoso. En conjunto, la convergencia de ambas cavidades da lugar a una morfología compleja, por donde, eventualmente y en momentos de gran oleaje, se producen el ascenso de espuma de mar, salpicaduras y viento, a modo de bufadero o bufón. Desde la zona del falso Meteorito es posible realizar una visual hacia el norte, pudiendo distinguirse con claridad la Isla Grande de Atacama y El Morro de Copiapó. Además, en el entorno se pueden apreciar bien las características sedimentarias y estratigráficas de las terrazas marinas pleistocenas, constituidas por conglomerados de cantos redondeados y de diversa naturaleza litológica, así como areniscas con multitud de bivalvos, que atestiguan la ocupación del mar y el levantamiento tectónico que ha experimentado el borde costero en tiempos geológicos recientes (últimos 125.000 años). Por otro lado, las granodioritas y dioritas que conforman el sustrato experimentan un tipo de erosión alveolar conocida como taffoni. El proceso de tafonización es característico de zonas áridas y/o costeras donde rocas «granudas» (formadas por granos o cristales gruesos) experimentan la formación de cavidades o huecos redondeados, a veces con forma de panal de abeja, debido a la erosión eólica y al haloclastismo (precipitación de sales transportadas por las salpicaduras marinas en las discontinuidades de los componentes de las rocas, que hacen que estos salten y dejen un vacío entre ellos) (Abad et al., 2018).
La inconformidad de Bahía Blanca	Este geositio presenta uno de los ejemplos más claros y didácticos de una inconformidad que existe en la Región de Atacama y, tal vez, en el norte de Chile. Una inconformidad puede definirse como un tipo de discontinuidad estratigráfica que, generalmente, registra un largo intervalo de tiempo geológico y que separa un material ígneo o metamórfico, sin organización visible (no estratificado), de otro suprayacente que sí posee organización interna en estratos. En este caso específico, esta superficie delimita el contacto entre la unidad Granodiorita de El Morro, de edad Jurásico, con los materiales siliciclásticos y carbonatados de la formación Bahía Inglesa, de edad Mio-Plioceno. Las magníficas condiciones de observación de las relaciones geométricas entre ambas unidades ponen en evidencia la configuración de un paleorrelieve jurásico, muy irregular e intensamente denudado, que controló la paleogeografía de este sector costero durante la transgresión neógena. Los afloramientos de rocas plutónicas debieron dar lugar a una multitud de islotes y costas acantiladas rocosas que fueron progresivamente sumergidas ante la elevación y avance del mar hacia el interior del continente durante el Mioceno superior. En etapas más avanzadas del proceso de inundación, este paleorrelieve quedó completamente soterrado bajo la serie sedimentaria neógena. La erosión litoral asociada al Presente Interglacial (últimos 10.000 años) ha labrado los

Geositio	Descripción
	acantilados, que nos permite observar en corte las relaciones de contacto entre ambas unidades (Abad et al., 2018).



Figura 44. Localización de geositios presentes dentro del área propuesta y su entorno.



Figura 45. Fotografías de geositios presentes en área propuesta y su entorno. 1) Las Salinas; 2) Sitio La Higuera (Mankuk, 2017); 3) Sismita (Geoturismo Lickanantay) 4) Humedal Costero Río Copiapó (Castro et al., 2010).

4.2.2. Patrimonio ancestral

El área que se propone como Santuario de la Naturaleza, presenta una gran relevancia en cuando a su patrimonio histórico y ancestral. Los antiguos cazadores y recolectores changos aprovechaban las bondades de la bahía alimentándose de lapas, locos, ostiones, picorocos o erizos. Conscientes de la dificultad en la caza de guanacos (*Lama guanicoe*).

La mayoría de los cronistas del siglo XVI, XVII y XVIII son claros en la presencia de grupos cazadores y pescadores del litoral que utilizaban balsas de cuero de lobo marino, los que eran denominados changos (chaoncos). La información de que se dispone, indica que en el litoral de la Región de Copiapó existe una baja demografía en el s. XVI, encontrándose muy despobladas. No obstante, son continuas las referencias de grupos nómades que pescaban congrios en la desembocadura del río Copiapó y otros sectores aledaños (Mankuk, 2017).

Las descripciones que realiza Philippi en 1853 han servido de base para reconstruir el ripo de vivienda que tenían estos grupos humanos, de los que hoy se conservan sus bases circulares pircadas de piedras y algunas huellas de postes. Otras referencias de inicios del siglo XX, las describen como “ranchos” o “rucos” de carácter muy “primitivo”, que se levantaban rápidamente con cualquier material disponible, desde sacos y planchas de fierro, hasta cajones de madera.

Todas estas evidencias sugieren que efectivamente estos grupos culturales corresponden a continuadores de una estrategia adaptativa que vendría elaborándose desde el Holoceno Temprano, donde se realizaban actividades de recolección inmediata de moluscos del inter y submareal. Todo lo cual permitió el desarrollo de intensas ocupaciones, que dieron cuenta de una permanencia estable, originándose depósitos de conchales (Mankuk, 2017).

En el área propuesta, en el sector de Las Salinas se observan grandes áreas de basurales asociados a campamentos residenciales, capaces de sostener a varias familias nucleares, en donde se

establecen actividades de consumo, elaboración de instrumentos para la pesca y caza (anzuelos, puntas de proyectil, cuchillos, etc.), adornos de huesos y donde posiblemente enterraron a sus familiares (Mankuk, 2017)..

Esto se relaciona con la permanente fuente de agua para consumo presente en el área del Humedal Desembocadura del río Copiapó, lo que permitió sostener varios sectores de ocupación que han sido descrito como conchales extensos, uno de los cuales aparece registrado en el cuaderno de campo de la campaña de prospección arqueológica de M. Cervellino, el cual tuvimos acceso en el Museo Regional de Copiapó. Más al norte, el área de estudio se caracteriza por extensas planicies de dunas activas, en donde los sitios arqueológicos registrados corresponden a pequeñas ocupaciones logísticas de tránsito (pequeños conchales), que permanecen protegidas del viento (Mankuk, 2017).

4.2.3. Turismo

El área propuesta es un sector de mucho contraste entre el sector bajo y húmedo, y los sectores de laderas que son secos y con escasa vegetación. Se combinan varios elementos paisajísticos interesantes, como sectores con árboles (principalmente chañares y algunos algarrobos), sectores abiertos donde domina la brea, el sector húmedo del totoral, las dunas, las salinas del sector norte y las terrazas en los bordes de la caja del río (Pérez et al., 2009).

Por estos motivos, esta zona posee una gran relevancia desde el punto de vista turístico, siendo tanto el Humedal de la Desembocadura del río Copiapó como la playa Las Salinas, atractivos turísticos de la región.

En el Humedal del río Copiapó, existen varios elementos que son de interés turístico, que se describen en detalle a continuación:

- Lagunas interiores al humedal y pajonales de totora (planta) que se ha transformado en hábitat para decenas de especies de aves de humedal residente y migratorio que lo usan como base para su nidificación, alimentación o reproducción.

- Presencia de flora nativa y propia de zonas húmedas y de humedales costeros en esta zona geográfica de Chile, entre ellas una planta cuyos tallos se han utilizado históricamente en la región de Atacama como material de construcción o acompañamiento de construcción de cercos y viviendas: la brea.

- De la flora presente en el humedal del río Copiapó, cerca de un 40% tiene alguna propiedad medicinal o alimenticia, lo cual se logra comprobar con las investigaciones históricas de las culturas originarias que habitaron este lugar.

- Una de las mayores bellezas paisajísticas de este humedal que se conjuga con su flora y vegetación nativa, es la presencia de aves migratorias y residentes que lo han transformado en su hábitat.

- Adyacente a la desembocadura del río Copiapó y como parte del paisaje natural de este humedal costero, se observa la existencia de un campo dunario de baja altura y conformado por arenas blancas, sitio que es utilizado principalmente para la pesca recreativa.

En cuanto al sector de la playa Las Salinas y campo dunario, uno de los principales elementos de interés para los turistas y visitantes es su belleza paisajística natural que la compone un campo de dunas de tipo Nebkha (pequeños montículos arenosos colonizados por vegetación) y su

cercanía con el humedal del río Copiapó, que la transforma en un mismo conjunto paisajístico natural integrado.

Estos sectores poseen un buen acceso vial desde su centro urbano más cercano que es la comuna de Caldera, sin embargo, la carencia de señalética vial o turística hace difícil la orientación para que lleguen a este atractivo turístico una mayor cantidad de visitantes

No obstante, se encuentran en una ubicación privilegiada al estar al lado de la ruta costera, lo cual influencia su uso por parte de los visitantes, especialmente para la práctica de la pesca recreativa (Chile Consultores, 2019a).

Por otro lado, hay una presencia desordenada de caminos informales (huellas de vehículos) interiores lo cual produce una desorientación de los visitantes para que alcancen el sitio principal de observación de flora y fauna de este humedal.

Si bien esta zona recibe un gran flujo de visitantes en e período estival, no presenta ningún tipo de infraestructura turística formal o estandarizada de acuerdo con las normativas de construcción en espacios naturales con alto valor ambiental.

Debido al alto valor paisajístico, natural, geológico, antropológico, botánico y geomorfológico litoral que presenta el lugar, actualmente existen empresas de turismo de intereses especiales que ofrecen visitas guiadas en que entregan informació y realizan educación ambiental (Chile Consultor, 2019a).

4.3. Objetos de conservación

Para llevar a cabo el proceso de planificación es necesario definir puntos de enfoque tanto para el patrimonio natural como cultural. Estos puntos de enfoque se denominan en su conjunto Objetos de Conservación (OC) (CONAF, 2017).

Los OC consisten en sistemas ecológicos, comunidades naturales y especies focales representativas de la biodiversidad que queremos conservar en un área y que pueden ser monitoreadas. También pueden considerarse los bienes y servicios ambientales que esta provee, tales como la producción forestal, la calidad de los suelos, las fuentes de agua o el valor escénico en el paisaje. Junto a los anterior se suman los valores socioculturales, afectivos o espirituales (objetos culturales), que también pueden tenerse en cuenta en la elaboración del plan de manejo (Granizo et al. 2006).

En este caso, la elección se basó en la información revisada en la línea de base y bibliografía asociada al área y los resultados obtenidos de talleres participativos con la comunidad local, servicios públicos regionales, representantes de ONGs locales, entre otros actores. La información recopilada fue evaluada por un equipo técnico, definiendo 8 objetos de conservación de los cuales siete son biológicos y uno es cultural (Figura 46).

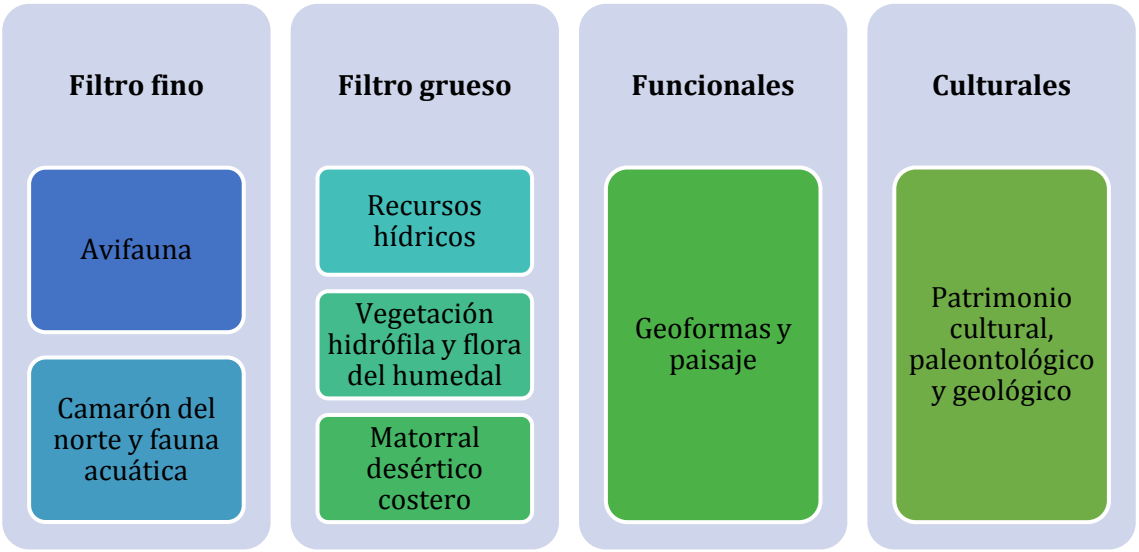


Figura 46. Objetos de conservación biológicos y culturales identificados para área propuesta.

4.3.1. Objetos de conservación biológicos (OCB)

Los OCB son especies, conjuntos de especies (ej. gremios, ensambles o comunidades) o ecosistemas seleccionados para representar, englobar y conservar la biodiversidad en un área silvestre protegida (modificado de CMP, 2007).

De esta manera los objetos de conservación serán adecuados para enfocar los esfuerzos de conservación y a la vez proteger todas las especies y comunidades importantes a largo plazo. Esto también implica que los procesos ecológicos que los sostienen también deben conservarse (CONAF, 2017).

Avifauna

Las aves han sido reconocidas como centinelas de las condiciones ambientales, siendo buenos predictores para evaluar la calidad del hábitat y el efecto de cambios ambientales. En este contexto, el área brinda refugio a una gran diversidad de aves, algunas de ellas en categoría de conservación. Dentro de las especies que se encuentran en alguna categoría dentro del humedal se encuentran: el pilpilén común, el gaviotín monja, el gaviotín elegante, el pelícano, el guanay, el flamenco chileno y el lile en categoría Casi amenazado; el chorlo nevado y la gaviota garuma que se encuentran en categoría Vulnerable. Por otro lado, este humedal constituye el límite norte de la distribución del cisne coscoroba, especie que estuvo clasificada por mucho tiempo En peligro y que luego del último proceso quedó clasificada en Preocupación menor.

En el Atlas de aves nidificantes de Chile (Medrano et al., 2016) la desembocadura del río Copiapó se describe como el límite norte de el pato colorado, pato real, pato jergón grande, pato rana de pico delgado, tagüita y tagua común, becacina común, garza cuca, bailarín, trabajador, colegial, chercán de las vegas, tenca, trile, loica, siendo raros los registros de estas aves al norte de esta latitud (Medrano et al., 2016).

Por otro lado, esta área posee gran relevancia para las aves migratorias que frecuentemente vienen a anidar a la zona, ya que el estuario del río Copiapó constituye un importante sitio en la ruta migratoria de las aves neotropicales e interhemisféricas que migran a lo largo de la costa Chile (Fundación Chile y Minera La Candelaria, 2013).

Recursos hídricos

El humedal de la desembocadura del Río Copiapó representa una situación azonal, debido a su ubicación en uno de los desiertos más áridos del mundo, lo cual le otorga características de isla de biodiversidad, resultando muy vulnerable frente a amenazas y presiones antrópicas (Perez et al., 2009).

Una de las características más importantes de los estuarios es la presencia de gradientes, que permiten una elevada heterogeneidad dada por la disponibilidad de hábitats para especies costeras y continentales que interactúan sin límites rígidos. Esta condición se traduce en que los humedales costeros son sitios de alta concentración de biodiversidad, siendo particularmente relevante la presencia de numerosas especies de aves migratorias.

Por otro lado, como fue descrito anteriormente, los humedales realizan funciones ecológicas y proveen servicios ecosistémicos de gran relevancia para la biodiversidad y comunidades locales. En este clima desértico cobran aun mayor relevancia las funciones relacionadas con el ciclo de agua y equilibrio del sistema hídrico.

Camarón de río del norte y fauna acuática del humedal

En el río Copiapó la fauna acuática bentónica es en general reducida consistiendo principalmente de insectos acuáticos y algunos organismos bentónicos. Esta fauna cumple un rol fundamental en el humedal, ya que sirve de alimento para las aves migratorias, que se congregan en grandes números y utilizan el humedal como sitio de alimentación y descanso. Además, los ensambles de peces son buenos indicadores para evaluar calidad del agua.

El río Copiapó tiene su productividad primaria basada en las plantas macrófitas que cubren prácticamente todo el cauce. En este ambiente viven como consumidores primarios los géneros de caracol Limnea que son la especie de fauna más presentes y el amphipodo Hyallela que consume vegetación en descomposición. En los espacios de columna de agua viven las larvas y los adultos de camarón de río (*Cryphiops caementarius*) que ocupan un tramo superior de la cadena trófica predando sobre consumidores primarios (Andrade, 2007).

El camarón de río del norte es la única especie de la familia representada en Chile y su distribución geográfica está restringida a los ríos de la costa occidental de Perú y Chile. En Chile estuvo protegida durante un largo tiempo por una veda total.

El humedal es de gran relevancia para el camarón de río del norte, ya que realiza su reproducción y posteriormente migran aguas arriba. Sin embargo, debido a la sequedad del río Copiapó en largos tramos de su sector medio (donde está típicamente la especie) es probable que el camarón esté actualmente confinado al humedal (Andrade, 2007).

Vegetación hidrófila y flora del humedal

Esta flora está relacionada con dos sectores del área propuesta; la desembocadura del río Copiapó y su curso, involucrando a las riberas, además de los planos de inundación directamente al sur del curso inferior; y el sector ubicado al norte del canal de desagüe. El primero se caracteriza por la presencia de tres microambientes generales; los totorales-carrizales del curso del río, los planos de inundación relacionados al curso, desarrollados principalmente hacia el sur de él, y la duna frontal sur que limita a este sector con la playa, hacia el oeste (Pérez et al., 2009).

Por otro lado, en el sector existen evidencias de una mayor salinidad, probablemente producto de inundaciones marinas, que se caracteriza por una elevada homogeneidad específica en la cual, prácticamente se desarrollan solo cuatro especies. Los ambientes particulares que se pueden

discriminar corresponden a las lagunas salinas, ambientes hídricos en donde se desarrollan comunidades de plantas acuáticas, los planos de anegamiento salino temporal y la duna frontal norte que establece el límite de este sector con el ambiente marino.

La protección de la flora permite indirectamente proteger los suelos y sistemas ecológicos en los cuales se encuentra, como es el caso de la **sosa** (*Sarcocornia fruticosa*) que es la especie más abundante y la **totora** (*Typha angustifolia*), que son características del humedal y que sirven como fijadoras de suelo (Veloso, 2005). Además, en este humedal se encuentra en gran abundancia una planta cuyos tallos se han utilizado históricamente en la región de Atacama como material de construcción o acompañamiento de construcción de cercos y viviendas: la **brea** (*Tessaria absinthioides*). Esta planta abunda en este ecosistema costero y es parte de la historia local, lo cual genera un profundo sentimiento de pertenencia cultural.

Matorral desértico costero de *Heliotropium floridum* y *Atriplex clivicola*

Se caracteriza por ser un matorral abierto donde además de las especies señaladas participan otros arbustos y hierbas que podrían llegar a ser muy abundantes en años lluviosos (Luebert y Pliscoff, 2006).

Dentro de las especies arbustivas más representativas en esta área se encuentra *Adesmia littoralis*, especie arbustiva de gran tamaño que presenta una distribución restringida a los sistemas de arenales y dunarios entre la provincia de Elqui por el sur hasta este punto en la provincia de Copiapó, siendo estas unidades las que constituyen su límite de distribución norte (Pérez et al., 2009).

Por otro lado, destaca la presencia de *Prosopis chilensis* y *Geoffroea decorticans,* esta última llega a ser dominante absoluta en algunos sectores. Estas especies tienen problemas de conservación, principalmente por su extracción por cambio de uso de la tierra, para fines agrícolas, lo cual hace que estas unidades adquieran especial relevancia (Pérez et al., 2009).

En el caso del chañar, este árbol nativo posee una alta importancia cultural para la zona norte de Chile y para los pueblos originarios que habitaron la región de Atacama. Actualmente, su fruto es revalorizado culturalmente para la preparación de bebidas, harina y dulce y es parte de la identidad cultural de los habitantes de este espacio geográfico

Dentro del área, las terrazas marinas constituyen el sustrato para el desierto florido, ya que, aunque el área presenta un clima árido, determinado por el Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur y la corriente fría de Humboldt, ocasionalmente, ocurren lluvias con montos superiores a 100 mm, asociadas a eventos El Niño - Oscilación Sur (ENSO); estas lluvias provocan la germinación espontánea de semillas en estado de latencia en los mantos arenosos que cubren las terrazas marinas situadas bajo los 500 metros de altitud, fenómeno conocido en Chile como “desierto florido”, originalidad que también otorga un gran valor natural al territorio costero de este sector de Atacama (Castro et al., 2013). En este sentido, en el área son de gran relevancia la entomofauna, por su rol en la polinización de la flora del desierto florido.

Además, se ha descrito una alta densidad de plantas nativas de valor alimenticio y/o medicinal, lo cual se logra comprobar con las investigaciones históricas de las culturas originarias que habitaron este lugar. (Chile Consultor, 2019b).

4.3.2. Objetos de conservación culturales (OCC)

Patrimonio cultural, paleontológico y geológico

Los geositios son lugares que constituyen ejemplos de litologías, formas y procesos naturales únicos o representativos a nivel regional, nacional e incluso mundial, que permiten ilustrar, caracterizar y reconstruir la historia natural del territorio en que se encuentran (Castro y Zúñiga 2019). En la costa de Caldera, en el área propuesta y de alrededores están, el Humedal Costero Desembocadura río Copiapó, Sismita, Angostura, Campo de Dunas, Quebrada la Higuera, Falso Meteorito de Puerto Viejo y la Inconformidad de Playa Blanca, entre otros.

Una de las mayores riquezas patrimoniales en la costa de Caldera son sus abundantes y diversos fósiles, enterrados en sedimentos de la Formación Bahía Inglesa y los Estratos de Caldera. Estos fósiles, con edades de hasta 16 millones de años, han sido investigados por numerosos científicos desde hace más de un siglo. Los fósiles representativos de la Formación Bahía Inglesa son los hallazgos de los esqueletos de 40 especímenes ballenas de Cerro Ballena, conocidas mundialmente, y los dientes de tiburón. Los dientes del enorme tiburón extinto megalodón, se destacan por su enorme tamaño de hasta 15 cm de longitud (Bogado, 2019).

El patrimonio arqueológico está ligado a la presencia de conchales, recintos circulares, montículos y evidencias de arte rupestre asociados a restos materiales arqueológicos con una ocupación constante desde los primeros pescadores arcaicos durante principios del Holoceno (8.000 Ap.) hasta tiempos recientes.

El santuario propuesto podra conectar a visitantes con otros sectores de interes tal como la Isla Grande, en donde se han registrado tumbas con forma de túmulos, posiblemente de la cultura Molle, recintos circulares con piedras, y estructuras de puentes de maderas para la explotación de guanos por los changos históricos. Estos últimos, se pueden entender como asentamientos de grupos de pescadores, recolectores y cazadores que vivían en el borde costero y rocoso, cerca de fuentes de agua como Chorrillos, especialistas en la pesca (jureles, pescados de rocas y congrios), utilizando embarcaciones de cuero de lobo marinos, pero sin dejar de aprovechar los recursos cárneos terrestres como el guanaco (Bogado, 2019).

En el área propuesta quedan vestigios de las antiguas salinas donde se realizaba la actividad de la explotación de sal de mar, lo cual formaba parte del mercado de recursos marinos de la costa por los antiguos habitantes. Hoy en día, aún quedan algunas marcas de las formas cuadriculadas de las salinas que en general se encuentran tapadas por la vegetación hidrófila del humedal.

Geomorfología y paisaje

Las principales estructuras geomorfológicas de la costa central de Atacama son la Cordillera de la Costa y un sistema de Terrazas Marinas escalonadas existentes a lo largo de la costa. Asociadas a estas morfoestructuras, se reconocen formas y depósitos propios de la morfodinámica actual vinculadas a la acción marina, eólica y fluvial-aluvial-coluvial. Las terrazas marinas son el principal rasgo geomorfológico del área costera comprendida entre Puerto Flamenco (26°33') y la desembocadura del río Copiapó (27°18'). Dichas terrazas constituyen las evidencias de las transgresiones marinas ocurridas durante el Pleistoceno. Se caracterizan por presentar varios niveles escalonados entre la línea de costa actual y los 350 m.s.n.m. Entre Caldera y la desembocadura del río Copiapó, las terrazas marinas son amplias y se extienden hasta 20 km tierra adentro en forma escalonada. Las fluctuaciones del nivel del mar y, por tanto, la edad de las terrazas marinas, así como las tasas de elevación del continente han sido estimadas a través de la datación de la fauna fósil existente en el cuerpo de las terrazas marinas. Los límites entre los distintos niveles de terrazas marinas están determinados por paleolineas de costa que pueden ser de dos tipos: Paleoacantilados y cordones litorales. Los paleoacantilados son escarpes que

tienen alturas en torno a los 10 m y representan el máximo avance de las transgresiones marinas durante el cuaternario. Los cordones litorales son antiguas bermas de playa de arenas gravas y fauna fósil dispuestos paralelos a la costa los cuales, a diferencia de los paleoacantilados, se formaron durante las regresiones marinas (Castro et al., 2010).

Las geoformas prestan servicios ecosistémicos como, las dunas constituidas por arena depositada por el viento, que se convierten en sistemas naturales muy singulares de las costas arenosas. Tienen funciones tales como: proteger y regular el medio ambiente, y otorgar un sustrato para el hábitat de distintas especies vegetales y animales; además de albergar restos arqueológicos (Albert, 2012). El cordón litoral arenoso, es una estructura geomorfológica que está dispuesto en dirección norte a sur inmediatamente después de la playa, la cual contiene el oleaje ayudando a la protección y mantención del humedal (Castro et al., 2010).

Entre Caldera y el río Copiapó, domina el paisaje subhorizontal de las terrazas marinas solevantadas y bien conservadas que alcanzan hasta 200 metros de altitud. A nivel regional se reconoce esta área como Paisaje Costero con importantes sistemas de terrazas marinas, acantilados y depósitos eólicos, que se encuentra restringidos por las diferencias altitudenales que le imponen el Sistema Serrano y solo alcanza mayores dimensiones donde se asocia al Paisaje de Valle mediante su articulación con los depósitos aluviales con origen fluvial y fluviomarinos (Navoa et al., 2008).

4.4. Estado de conservación

El humedal del río Copiapó, debido a causas antrópicas y naturales, ha sufrido distintas fragmentaciones y alteraciones físicas, por tanto, actualmente es un ecosistema frágil. La pérdida y degradación de los estuarios limita la cantidad disponible de habitats para sostener poblaciones silvestres y organismos marinos, por lo que se hace relevante la identificación de comunidades en riesgo para mantener las funciones necesarias para la conservación de estos ecosistemas (Chile Consultor, 2019b).

En la actualidad, la laguna estuarial contiene un espejo de agua, con abundante vegetación halófita, con intrusiones de vegetación de agua dulce. La presencia de bancos y costras salinas evidencian el retroceso de la misma y las condiciones de vulnerabilidad ambiental a que está sometida el humedal (Soto et al., 2010).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de Nenadovich Ltda. (2010), que caracterizan y cuantifican la recarga de los acuíferos de las cuencas costeras, existe una muy escasa disponibilidad de recursos hídricos en las cuencas ubicadas entre los ríos Salado y Copiapó, esta escasez se manifiesta en la práctica, ya que las demandas actuales de agua en la zona deben ser abastecidas mediante recursos provenientes de la cuenca del río Copiapó. A pesar de que los acuíferos del río Copiapó poseen un mayor flujo de recarga, desde el año 1993 ha sido declarado zona de prohibición para nuevas explotaciones de aguas subterráneas[6] (CENRE, 2017).

La mantención de las fuentes de agua superficial y subterránea son de especial relevancia para la alimentación del humedal costero del río Copiapó, pues la recarga de agua depende del curso superficial del río Copiapó y de los aportes subterráneos del acuífero. Este cuerpo de agua se mantiene en la zona como remanente de un paleoestuario (Soto et al., 2010).

Según los últimos resultados obtenidos en el monitoreo de la Minera La Candelaria (2019), actualmente, en las tres estaciones muestreadas se observa una ausencia de flujo de caudal de

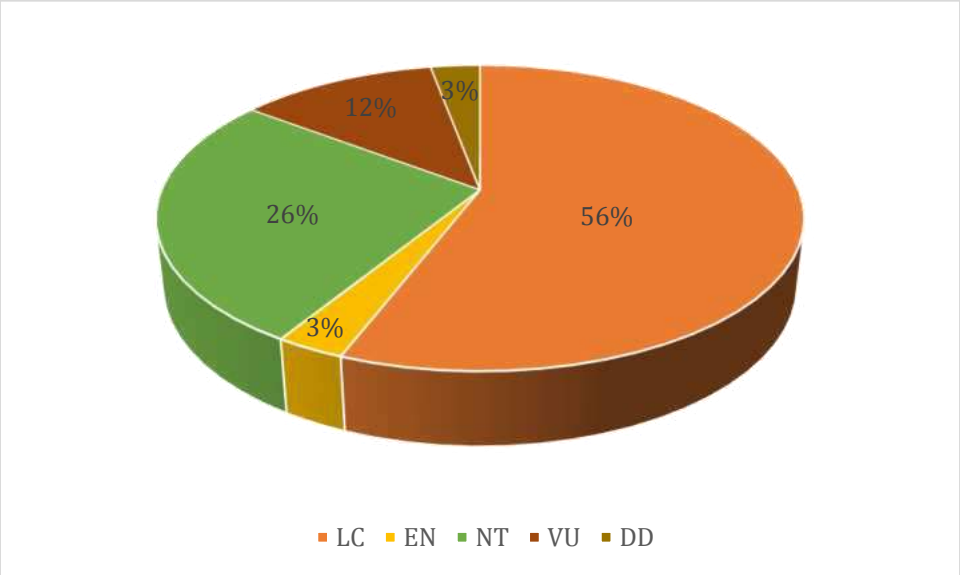
[6] De acuerdo a los indicado en la Resolución N° 193 de 1993 del Ministerio de Obras Públicas.

agua superficial, lo cual genera un cuerpo de agua estancado, debido a la ausencia de eventos de precipitaciones por una sequía de características prolongadas durante las últimas temporadas.

La flora presente en el humedal, en general presenta un buen estado de conservación a nivel regional, presentándose sólo cuatro especies clasificadas por el RCE, de las cuales tres se encuentran en Preocupación menor, y el algarrobo (*Prosopis chilensis*) se encuentra Vulnerable. Esta última especie se encuentra En peligro en el Libro Rojo de la Región de Atacama (Squeo et al., 2008), debido a que su maderra es utilizada como leña y para fabricación de carbón, y sus semillas son atacadas por Brúquidos.

Por otro lado, el Libro Rojo posee tres de las especies presentes en el área en categoría Vulnerable: pircún (*Adesmia littoralis*), cuya distribución se encuentra restringida a las dunas del litoral; el chañar *(Geoffroea decorticans*), que ha sufrido la destrucción de su hábitat por efecto de la agricultura y el sobrepastoreo; y la totora (*Typha angustifolia)*. Esta última especie se encuentra en gran abundancia en el área, sin embargo, la pérdida de hábitat y su uso como artesanía y techumbre han hecho que se reduzcan sus poblaciones a nivel regional.

En cuanto a la fauna, se registraron un total de 137 especies de vertebrados nativos, de las cuales 34 han sido clasificadas por el RCE, de éstas la mayoría corresponde a especies de aves (n=19 – 15,6%), seis reptiles (100%), cinco mamíferos (62,5%), y un pez.



4.5. Presiones y amenazas

El río Copiapó se encuentra expuesta a una gran presión antrópica a lo largo de su cuenca, identificando dos centros con alta influencia humana. La zona medio-baja de la cuenca, representa el sector más densamente poblado en donde se ubica la ciudad de Copiapó, además allí existen otros centros poblados y algunos usos humanos intensivos (industrias, mineras, plantaciones agrícolas, entre otros). Por otro lado, la zona noreste de la cuenca, representa un sector con alta actividad minera. (Demangel, 2011).

Por estas razones, en términos generales de la cuenca, los humedales que se encuentran en la zona baja se ven afectados por la contaminación de las aguas o brotes epidemiológicos que se originen en los humedales aguas arriba, riesgo que disminuye en las zonas altas de la cuenca.

E este sentido, el Humedal Desembocadura río Copiapó presenta características ecológicas relevantes, siendo muy representativa para la biodiversidad a nivel regional (Sendero de Chile, 2012). Sin embargo, se encuentra fuertemente alterada y amenazada por las actividades antrópicas que se describen a continuación.

1. **Ingreso de vehículos motorizados y 4x4:** En el sector del humedal, lagunas costeras y playa Las Salinas se observó la actividad de jeepeo y motocross tanto de manera recreativa como deportiva. Esto afecta directamente el hábitat de muchas especies de aves playeras y acuáticas, ya que muchas de estas especies anidan en el suelo y/o ocupan esta área como zona de descanso, principalmente en el caso de aves migratorias (Mankuk, 2017). Por otro lado, esta actividad ha afectado la estabilidad de las dunas costeras de Las Salinas (CENRE, 2017). Además, se observan muchos caminos y huellas de ingreso vehicular desde la Ruta C-302 hacia la playa. Cabe agregar que esto vulnera una orden ministerial (Orden Ministerial Nº 2 del Ministerio de Defensa del 15 de enero de 1998, transcrita en el Instructivo de la Armada), sobre la prohibición de ingreso y tránsito de vehículos en arenas de playa, terrenos de playa, dunas costeras y demás bienes nacionales que administra el Ministerio de Defensa, bajo penas de multa.



Figura 47. Jeepeo en playa Las Salinas (Mankuk, 2017).

2. **Visitas no reguladas:** Se ha observado un crecimiento exponencial de los veraneantes que acuden al sector del Humedal y playa Las Salinas, tanto a realizar uso de playa por el día como a acampar. El camping en este sector es una práctica tradicional entre los habitantes de la región y las visitas no guiadas genera problemas debido a la presencia de microbasurales, degradación de sitios frágiles como el humedal o zonas de interés paleontológico y arqueológico, entre otros, generando problemas de mal manejo de residuos y problemas sanitarios por la ausencia de baños (CENRE, 2017; Bogado, 2019). Además, las visitas no reguladas, se asocian con presencia de perros y vehículos dentro del humedal, playa y sus alrededores (Tabilo et al., 2016). Se identifica un deterioro antrópico de los recursos geomorfológicos, influenciado por el mal uso de las personas que visitan este atractivo turístico y que afectan el equilibrio ecológico de las dunas litorales, debido al constante tránsito tanto a pie como en vehículo por estos montículos de arena (Chile Consultor, 2019a).

3. **Disposición de residuos y microbasurales:** Los tipos de contaminación en el área son variables en tipo y temporalidad. El aumento de visitantes durante la época estival, conlleva directamente un aumento en la cantidad de residuos y contaminación acústica (uso de parlantes, festejos, fuegos artificiales a pequeña escala, etc). Sin embargo, existen otras fuentes de contaminación, cómo los residuos combustibles, ruido de motores, entre otros (Pontificia UCCH, 2019). Se observa que existen malas prácticas asociadas a la eliminación y acumulación de residuos orgánicos (baños informales) y residuos sólidos generados durante el día de estadía. Lo anterior provoca la formación de microbasurales, los cuales perjudican no solo la calidad del paisaje natural, sino un daño al equilibrio ecológico de la biodiversidad, al suelo y al agua (RIGK y ECOS, 2019; Mankuk, 2017; Chile Consultor, 2019a).



Figura 48. Sector las lagunas de Las Salinas, en las cuales se depositan gran cantidad de residuos sólidos por los bañistas (Delgado, 2014).

4. **Extracción de agua:** En el Humedal Desembocadura río Copiapó se ha detectado la extracción ilegal de agua, tanto por camiones aljibes que la venden para consumo humano, como también por usuarios que colocan motobombas para extraerla para uso diario. Por otro lado, esta área, es influenciada por las actividades humanas que se desarrollan en la parte alta de la cuenca, donde existe actualmente una sobreexplotacion del recurso hídrico para la minería y agricultura. Esto conlleva a que en los últimos años el sitio haya perdido relevancia para la biodiversidad de aves acuáticas y migratorias (Tabilo-Valdivieso, et al., 2016).

5. **Contaminación del agua por nutrientes y metales pesados:** Se ha registrado la presencia de contaminantes tanto en el agua de la desembocadura del río Copiapó, como en las lagunas costeras que se encuentran al norte del humedal. Según los últimos resultados registrados por la Minera La Candelaria en 2019, dentro de las concentraciones máximas de elementos químicos encontrados en el agua, los elementos

que presentaron valores fuera de la NCH 1333 fue boro, cloruro, fluoruro, litio cítrico, manganeso, mercurio, molibdeno, sodio porcentual y sulfato. Por otro lado, el aluminio, hierro y sulfatos fueron los elementos con valores más altos, todos superando los 2000 mg/kg. Esta situación podría atribuirse a los aportes subterráneos de la quebrada de Paipote; a la intercepción de estratos salinos de origen marino; al retorno de agua de riego y, en la parte más baja probablemente a la superficialidad del nivel freático y a la evaporación que produce una concentración de sales (Andrade, 2007).

6. **Especies exóticas invasoras y animales domésticos:** De las 139 especies de vertebrados presentes en el área de estudio, sólo dos especies de mamíferos son de origen exótico (laucha, liebre). Por otro lado, bajo el puente de la ruta costera, se ubica un asentamiento de personas que se dedican a la crianza de animales, en que se encuentran diferentes especies domésticas como aves de corral (patos y gallinas), cerdos y cabras que podrían tener un impacto en las especies nativas. Gran parte de los individuos de lauchas (Mus musculus) fueron encontrados en las cercanías de esta vivienda. Además, en la zona del humedal se registró un pato doméstico (*Anas platyrhynchos domesticus*) sobre el cuerpo principal de agua. La mayoría de las introducciones de animales han sido negativas para la biodiversidad. Sin embargo, en esta área no se evidencia una situación grave producida por la invasión biológica de alguna estas especies, aunque llama la atención la alta frecuencia en que fue encontrada la liebre, especie ampliamente distribuida en la cuenca (Perez et al., 2009).

   En cuanto a la flora, de las 72 especies descritas, 17 corresponden a especies exóticas, de las cuales destacan la *Cuscuta* sp., y *Arundo donax*. Ambas especies poseen características que hacen complejo su manejo y control.

7. **Perros con y sin dueño:** Se ha registrado la presencia de perros dentro del área, lo que se asocia a la presencia de viviendas y sector poblado de Puerto Viejo. Sin embargo, durante la época estival existen registros del aumento de éstos animales en el área asociado a la presencia de veraneantes. Ésta amenaza afecta directamente a las aves y animales del humedal e interemareal. Además, los perros son también una amenaza por ataques y por ser vectores de enfermedades para los carnívoros terrestres, como el zorro. Por otro lado, los geositios también son afectados por los perros, debido a una degradación física, sobre todo ya que estos objetos no presentan barreras que impidan su paso (Bogado, 2019; Pontificia UCCh, 2019).

8. **Actividad ganadera extensiva (cabras):** En el humedal se pudo observar reiteradas veces el uso del lugar para el pastoreo de caprinos, quienes son guiados por perros y personas a caballo atravesando las laderas del cuerpo de agua. El ganado caprino afecta principalmente a la vegetación del sector, y a la fragmentación del hábitat debido al recorrido que realizan (Pontificia UCCH, 2019). Aunque no se evidenció sobrepastoreo, las cabras (Caprus sp.) podrían convertirse en una seria amenaza para el humedal, ya que en altas densidades pueden ser muy dañinas para la vegetación que cubre la superficie y responsables en gran medida de la erosión (Perez et al., 2009).

9. **Incendios:** Los incendios son una amenaza para esta área principalmente debido al turismo mal regulado. En agosto y octubre del año 2009, dos sectores del humedal del río Copiapó fueron objeto de un incendio de origen antrópico, alterando notablemente la fisionomía de este ecosistema. Los sectores afectados fueron: 1) el subtipo humedal estuario estacional, ubicado en el camino interno que bordea el humedal y que abarcó una superficie de 1,5 ha; y 2) el subtipo humedal estuario no salino persistente, en el sector del puente Puerto Viejo que abarcó 15 ha (Fundación Chile y Minera Candelaria, 2009).



Figura 49. Incendio de octubre de 2009 en Humedal Desembocadura río Copiapó (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama).



Figura 50. Fotografía de bomberos de Caldera apagando incendio de octubre de 2009. (Fuente: SEREMI Medio Ambiente Región de Atacama).

10. **Extracción de recursos:** En la zona se describe la extracción de recursos naturales y patrimoniales. Se ha detectado extracción ilegal de fósiles, elementos de las culturas originarias y rocas con recursos paleontológicos/arqueológicos (Chile Consultor, 2019b). También, ocasionalmente se encuentran actividades de extracción de áridos o movimientos de tierra ilegales. Por otro lado, se ha registrado la extracción de plantas propias de la zona como totora y brea, que son utilizadas para artesanía y construcción; y plantas del desierto florido (Bogado 2019).

    Por otro lado, en la zona se ha descrito la extracción del camarón de río del norte. La explotación clandestina con extracción desmedida de esta especie ha llevado a la reducción del tamaño de las poblaciones de este decápodo y a la disminución de la talla de los ejemplares extraídos. El deterioro de este recurso renovable motivó a la autoridad a revisar la normativa vigente y decretar el año 1986 una nueva disposición que impide la extracción del recurso desde el 1 de diciembre y hasta el 30 de abril de cada año (Meruane et al., 2006).

11. **Pesca recreativa:** La pesca recreativa de orilla que se realiza en la zona es principalmente realizada por pescadores individuales por lo que no existe un registro oficial. Se desarrolla principalmente como un pasatiempo y cada fin de semana es posible observar pescadores independientes, Un problema asociado a esta actividad es que utilizan como carnada al nape (*Notiax brachyophthalma*), el cual es un crustáceo que habita en el borde costero del

área protegida y que suele extraerse en un número importante cuando llegan los aficionados a la pesca artesanal (Mankuk, 2017).



Figura 51. Napes (*Notiax brachyophthalma*) extraídos para carnada (Mankuk, 2017).

12. **Caza furtiva:** La caza es una práctica que se realiza en el área. Esto podría afectar a las poblaciones de carnívoros terrestres, no obstante, actualmente se restringe al control de la depredación sobre la pequeña ganadería (Bogado, 2019). Actualmente esta actividad se desarrolla de manera poco frecuente y se debe contar con los permisos correspondientes y/o adaptarse a las normativas legales respecto a las prohibiciones de caza (CENRE, 2017; Chile Consultor, 2019b)

13. **Desastres y fenómenos naturales:** Actualmente, la capacidad adaptativa de los sistemas socio-ecológicos se pone a prueba por la creciente ocurrencia de desastres naturales a escala global. Se consideran fenómenos naturales procesos de desertificación, erosión y compactación de suelo, terremotos y tsunamis, y aluviones (Pontificia UCCh, 2019). En este sentido, esta área pese a ser uno de los lugares más áridos del planeta, presenta esporádicos eventos de precipitación que ocasionalmente generan fuertes escorrentías y provocan aluviones, procesos de inundación y flujos de barro y detritos (CSIRO, 2018). En la cuenca del río Copiapó se han presentado importantes eventos de inundaciones, siendo los últimos los de los años 2015 y 2017 (Fernández y Dogamala, 2017). En estos eventos, se desplazaron grandes cantidades de masas de agua, suelo y vegetación, modificando la geomorfología y lascaracterísticas físico-químicas, hidrológicas y bióticas del humedal.

Desembocadura río Copiapó (Chile Cosultor, 2019a). Estas perturbaciones han generado considerables impactos ecológicos y biológicos, tales como pérdida de hábitat para algunas especies y ganancia de hábitat para otras, lo que hace al humedal un sistema dinámico (Minera La Candelaria, 2019)

14. **Construcción de Obras Civiles:** Esta amenaza se refiere específicamente a la construcción de caminos y/o muelles. En el caso del área, la ruta c-302 recorre el área atravesando y fragmentando la zona alta del humedal (Pontificia UCCh, 2019).

5. GESTIÓN DEL ÁREA

5.1. Identificación del área y administración

El área postulada es el "Santuario de la Naturaleza Desembocadura Río Copiapó", vinculada a zona de inundación de Bien Nacional de uso Público, el cual será administrado por la Ilustre Municipalidad de Caldera.

A su vez, para apoyar la administración del área se conformara, dentro de 12 meses de la total tramitación del Santuario de la Naturaleza, a un comité asesor conformado por representantes de servicios públicos (SEREMI de Medio Ambiente, SEREMI de Bienes Nacionales, SEREMI Minagri, SEREMI de Economia, GORE, SUBPESCA, SAG, CONAF, Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaria para las fuerzas Armadas, SERNATUR), dueños de predios privados colindantes, Operadores Turisticos, Corporación de Investigación y Avance de la Paleontología e Historia Natural de Atacama, y representantes de la comunidad de caldera, entre otros.

Entre los objetivos de dicho comité asesor se destacan las siguientes:

I. Consensuar medidas de apoyo para el resguardo del santuario, fiscalización y control (según atribuciones sectoriales cuando corresponda)
II. Generación de recursos y postulación de proyectos vinculados a financiamiento
III. Apoyo en la elaboración de Plan de Manejo del área
IV. Coordinación de acciones de educación ambiental
V. Gestiones para la futura ampliación de polígono.
VI. Otros requerimientos asociados al apoyo de la administración

5.2. Plan de manejo preliminar

Para definir el plan de manejo y gestión preliminar del "Santuario de la Naturaleza Desembocadura Río Copiapó" se utilizó la metodología de los "Estándares Abiertos (EA) para la Conservación" (CMP, 2013; CONAF, 2017). Este método es una herramienta adecuada de planificación de áreas silvestres, reconocida a nivel mundial dado que ha tenido buenos resultados involucrando a la comunidad y partes interesadas en la conservación de las áreas protegidas (CMP, 2013).

Los EA buscan combinar principios y mejores prácticas de manejo adaptativo y gestión basada en resultados de conservación. Estos estándares tienen el propósito de proveer una visión global de lo que vendría a ser un proceso ideal para el diseño, gestión y monitoreo de proyectos (CMP, 2013).

Se desarrollaron dos talleres participativos en que participó la comunidad local, privados, instituciones del sector público y universidades ligados al área propuesta (Figura 52 y Figura 54). La información recopilada fue sistematizada y analizada por el equipo técnico de Photosintesis. Parte de los resultados de estos talleres han sido considerados para definir la visión, objetos de conservación y zonificación del plan de manejo preliminar y como antecedentes para el desarrollo del presente expediente.

Los asistentes de ambos talleres fueron sistematizados en una base de datos. A continuación, se muestran fotografías de los talleres ejecutados.



Figura 52. Primer taller participativo vía Zoom correspondiente al levantamiento de usos en el área usando la aplicación MyMaps.

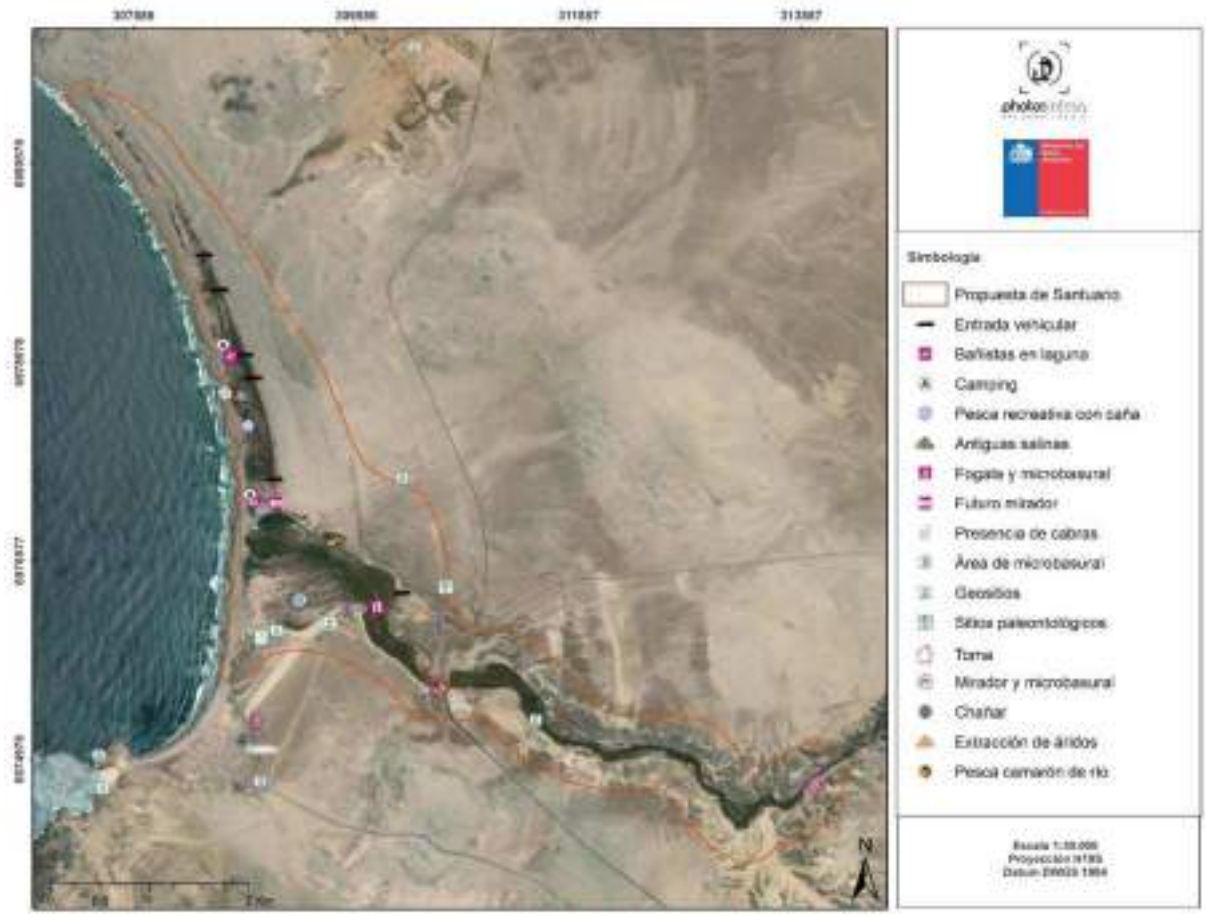


Figura 53. Resultado de cartografía participativa Taller N°1 (polígono ideal al que se deberá llegar en una futura ampliación).

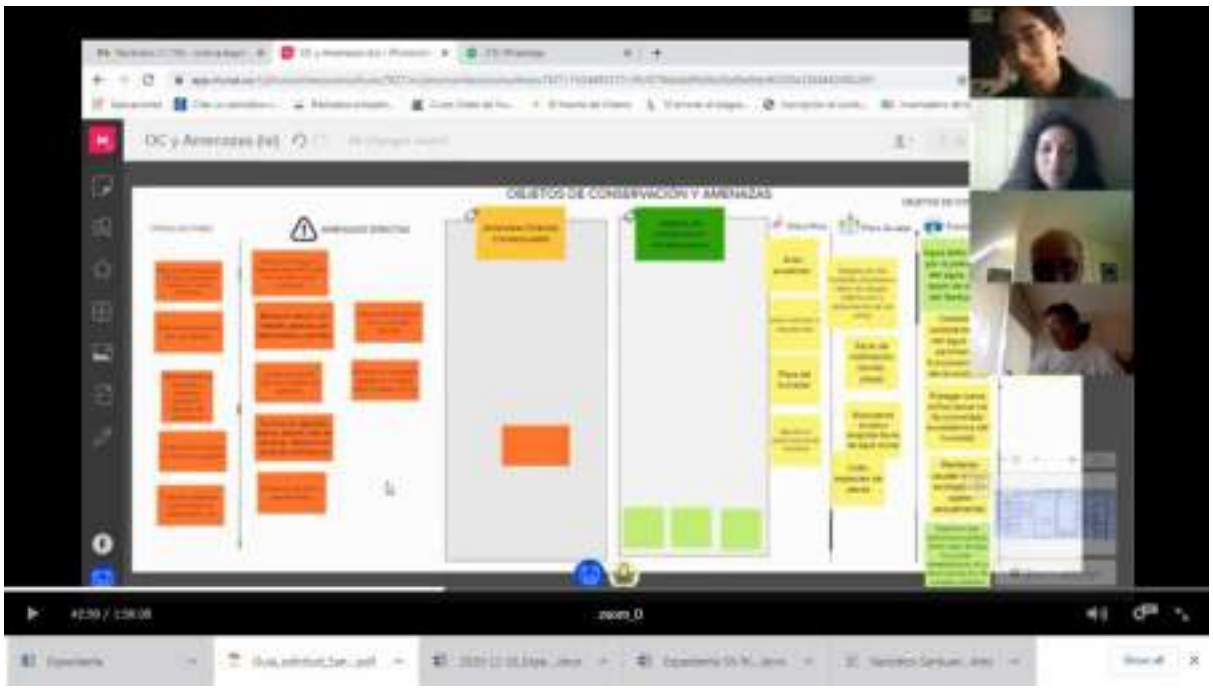


Figura 54. Segundo taller participativo vía Zoom correspondiente al levantamiento de información de Objetos de Conservación y Amenazas del lugar, usando la aplicación Mural (**www.mural.co**).

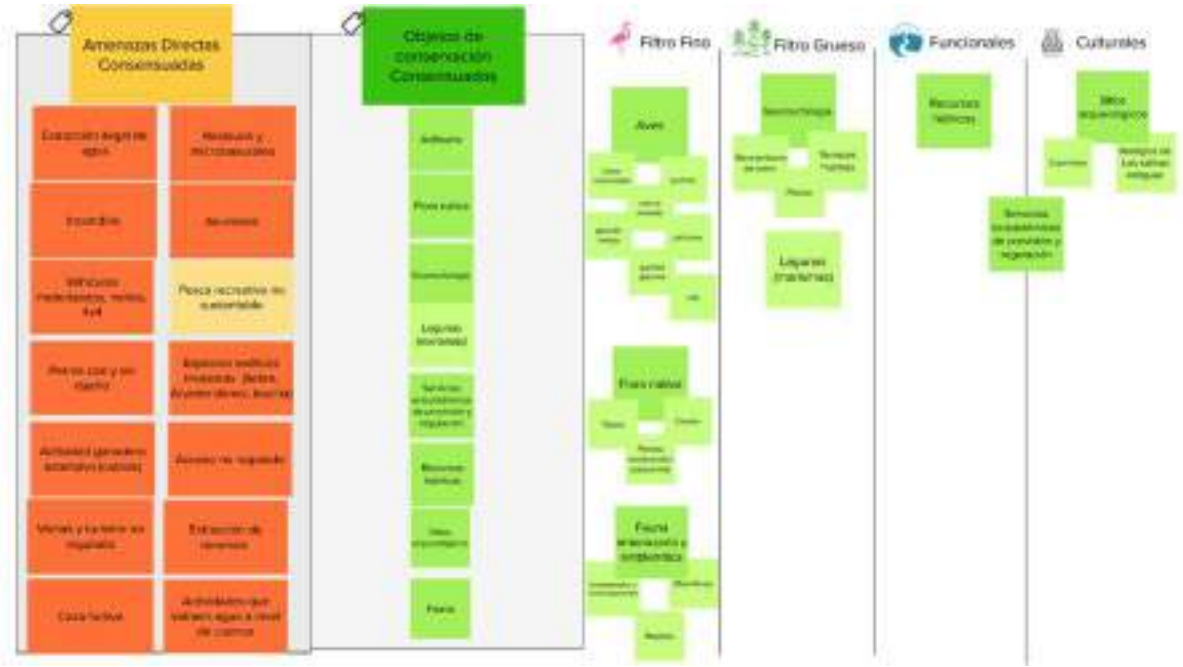


Figura 55. Resultados de uno de los grupos en la pizarra virtual Mural.

5.2.1. Visión

El Santuario de la Naturaleza Humedal Desembocadura Río Copiapó se conserva como un lugar de refugio de la biodiversidad a través de una gestión efectiva, que permite desarrollar actividades de turismo sustentable y educación ambiental aportando al bienestar de las comunidades locales, la conservación de los recursos hídricos y como parte del sistema de humedales costeros de la Región de Atacama.

5.2.2. Objetivos de manejo

- Conservar la diversidad biológica y cultural del área mediante la reducción de amenazas, la restauración y/o recuperación de los objetos de conservación y el aumento de la protección efectiva.

- Aumentar el bienestar de las comunidades locales y los visitantes mediante la gestión participativa y compatibilización de los usos del área.

- Fomentar actividades turísticas sustentables, que contemple una gestión turística coordinada con el AMCP MU IGA.

5.2.3. Zonificación preliminar

La zonificación de áreas protegidas es un proceso que establece los tipos de usos del territorio, así como los niveles de uso que son permitidos dentro de estas. Estos usos se relacionan a aspectos del manejo de recursos naturales y culturales, turismo, investigación y administración del área protegida, entre otros, con el objetivo de lograr compatibilizar la conservación de su diversidad biológica y cultural con el bienestar humano asociado. En el Cuadro 16 se encuentran las definiciones y colores asociados a las nueve zonas de uso definidas en base a Manual para la planificación del manejo de las áreas protegidas del SNASPE (CONAF, 2017).

Cuadro 16. Descripción de las zonas de uso al interior de las áreas silvestres protegidas y los colores asociados (CONAF, 2017).

Zona de uso	Definición
Uso Especial de Administración	Consiste en áreas que poseen una reducida extensión, cuyo objetivo es facilitar la gestión y administración del área silvestre protegida a través de infraestructura asociada (casas de administración, refugios, bodegaje, etc.), que aporte al cumplimiento de sus objetivos.
Uso Público Intensivo	Consiste en áreas que poseen características específicas de interés para el turismo, de fácil accesibilidad, disponibilidad de recursos naturales y que se prestan para actividades recreativas relativamente densas y generación de infraestructura habilitante asociada a ellas.
Uso Público Extensivo	Consiste en áreas que poseen características específicas de interés para el turismo, con paisajes sobresalientes y que cuentan con infraestructura asociada a actividades recreativas de moderada o baja densidad (principalmente senderos interpretativos y miradores o estaciones de descanso).
Primitiva	Consisten en áreas que poseen características para el turismo de intereses especiales, sin infraestructura asociada, para actividades de baja densidad (sin senderos marcados, solo huellas). El acceso a esta zona deberá contar con el permiso de la administración.

Zona de uso	Definición
Preservación	Áreas naturales de gran extensión que han recibido un mínimo de alteración y cuyo objetivo es la preservación de ecosistemas. No posee infraestructura y se permite solamente el uso con fines científicos y de monitoreo para la gestión del área.
Uso Histórico – Cultural	Áreas que poseen un especial interés histórico o cultural para las comunidades locales, con especial énfasis en las comunidades indígenas o para el patrimonio cultural del país, excluyéndose actividades que podrían afectar estas manifestaciones o el patrimonio cultural.
Recuperación	Áreas naturales que han recibido algún tipo de alteración, por causas naturales o antrópicas y cuyo objetivo es restaurar o rehabilitar el ecosistema original para recuperar sus funciones o servicios ecosistémicos. Es una denominación transitoria que, luego de recuperada, será asignada a otra categoría de uso.
Amortiguación	Áreas de extensión variable, asociadas directamente a zonas de uso intensivo y a los límites del área protegida que lo requieran y cuyo objetivo es disminuir el efecto borde en las zonas aledañas al área. En estas zonas deberán concentrarse las actividades de fiscalización y control de amenazas por parte de la administración y no permitirán otros usos.
Manejo de Recursos	Áreas al interior de una reserva dispuestas para el uso y aprovechamiento sustentable de recursos naturales, en virtud de sus aptitudes y condiciones de conservación y en el marco de las regulaciones de la legislación vigente. En su manejo pueden participar las comunidades locales y otros agentes externos.

Para el caso del área propuesta como SN Humedal Desembocadura río Copiapó, se definieron siete zonas de uso, como se muestra en la zonificación en la Figura 56.

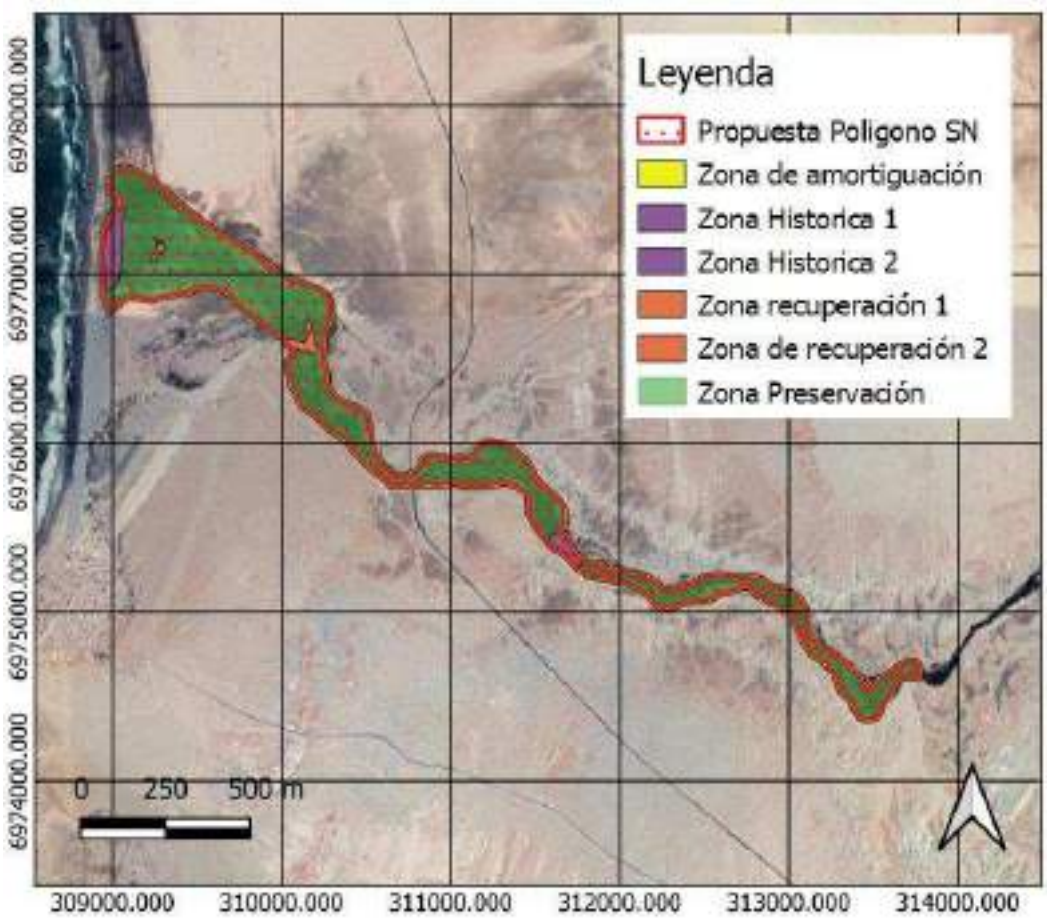


Figura 56. Propuesta de zonificación preliminar del área de acuerdo al Manual para la planificación de zonas protegidas del SNASPE de CONAF (2017).

A continuación, se describe los usos y características ecológicas de cada zona que dieron justificación a esta propuesta de zonificación.

Cuadro 17. Descripción de zonas de uso asociadas a la zonificación del área propuesta,

Zona de uso	**Descripción**
Zona de Preservación	Esta zona comprende toda el área de vegetación dentro de la caja del río y alrededor de los cuerpos de agua (marismas). Preasenta amenazas directas en la actualidad, por la extracción de agua y recursos naturales en el área del río, y erosión del suelo por la entrada de vehículos con vistantes que practican la pesca recreativa con caña en lagunas y playa, y hacen picnic en el lugar.
Zona de Recuperación	Esta zona comprende un área donde el suelo se encuentra erosionado con escasa vegetación, principalmente asociada a huellas vehiculares, por lo que, queda destinada a Zona de Recuperación para rehabilitar su estado original, para luego pasar a Zona de Preservación.

Zona de uso	Descripción
Zona de Uso Especial de Administración	Esta zona comprende un área pequeña donde se encuentra construida una estructura circular de cemento, la cual podría reutilizarse para equiparla como un portal de acceso al área, y darle un uso de administración. Que cuente con baños públicos, estacionamiento y punto limpio.
Zona de Uso Extensivo	Esta zona comprende la franja de playa, la cual es utilizada actualmente por visitantes durante la temporada de verano especialmente, para bañarse, practicar pesca con caña, jeepeo, hacer fogatas y acampar, actividades que debiera ser controlada para la protección de los objetos de conservación.
Zona de Uso Histórico Cultural	Esta zona comprende los vestigios de conchales y geositios
Zona de Amortiguación	Esta zona comprende una franja de 20 metros de ancho alrededor de toda el área propuesta como SN con el objetivo de disminuir el efecto borde en las zonas aledañas, con énfasis en los caminos aledaños.

5.2.4. Objetos de conservación

Para cumplir con los objetivos para el área propuesta como Santuario de la Naturaleza se llevará a cabo una estrategia de manejo en base a los OC y las amenazas directas y potenciales que han sido identificados para ellos (Cuadro 18).

Como objetivo para los OCB está mantener a las poblaciones viables y aumentar su abundancia, implementando medidas para favorecer su protección, y a su vez conservar las características geomorfológicas que sustentan la biodiversidad. En el caso de los OCC, la conservación irá asociada a una puesta en valor de la historia, tradición y culturas locales con el fin de aumentar el bienestar humano de las comunidades asociadas al área.

Cuadro 18. Objetos de conservación y amenazas que los afectan.

Objeto de Conservación / Amenazas	Avifauna	Recurso hídrico	Camarón de río del norte y fauna acuática del humedal	Flora del humedal e hidrófila	Matorral desértico costero	Sitios culturales, geológicos y paleontológicos	Geomorfología y paisaje
Ingreso vehículos motorizados y 4x4	X			X	X	X	X
Turismo y visitas no reguladas	X	X	X	X	X	X	X

Objeto de Conservación / Amenazas	Avifauna	Recurso hídrico	Camarón de río del norte y fauna acuática del humedal	Flora del humedal e hidrófila	Matorral desértico costero	Sitios culturales, geológicos y paleontológicos	Geomorfología y paisaje
Disposición de residuos y microbasurales	X	X	X	X	X	X	X
Extracción de agua	X	X	X	X	X		
Contaminación del agua por nutrientes y metales pesados	X	X	X	X	X		
Especies exóticas invasoras	X			X	X		
Perros con y sin dueño	X				X	X	
Actividad ganadera extensiva (cabras)	X		X	X	X	X	X
Incendios	X	X	X	X	X		
Extracción de recursos	X	X	X	X	X	X	X
Pesca recreativa	X	X	X				
Caza furtiva	X						
Desastres y fenómenos naturales	X	X	X	X	X	X	X
Construcción de obras civiles	X			X	X	X	X

5.2.5. Estrategias de conservación

Las estrategias son el conjunto de acciones o actividades que tienen como fin minimizar las amenazas y mejorar el estado de los OC para fortalecer la protección de las especies, las comunidades biológicas y los ecosistemas presentes en el área protegida.

Cómo se mencionó anteriormente, el área propuesta se ubica adyacente al AMCP-MU IGA, y contempla el humedal, río, salinas, dunas, franja de playa, cuerpos de agua y geoformas, los cuales se encutran vinculados con el ecosistema marino de costa rocosa, islas con costas expuestas,

fondos marinos rocosas y de arena, donde alberga una rica biodiversidad de algas, invertebrados, peces, aves y mamíferos marinos característicos del sistema de la Corriente de Humbold. En este sentido las estrategias que se proponen van alineadas a la conservación de la funcionalidad y relación de ambos ecosistemas, protegiendo también el patrimonio histórico y cultural de las comunidades que las habitan.

A partir de esta visión, objetos de conservación definidos y amenazas identificadas se proponen las siguientes líneas estratégicas:

Estrategias	Acciones
Control de amenazas	Control de acceso y visitantes
	Control de extracción de recursos
	Gestión de residuos y microbasurales
Educación ambiental e investigación	Alianzas con ONGs, servicios públicos, academia, establecimientos educativos, etc.
	Capacitar a la comunidad para que sean promotores de la educación ambiental
	Alianzas con científicos, universidad regional, Corporación de Investigación y Avance de la Paleontología e Historia Natural de Atacama, centros de investigación y otras entidades que realicen investigación científica
Valoración del ecosistema y elementos cultures locales	Transmitir y mantener tradiciones locales
	Capacitación a comunidad local en la historia y tradición local
	Capacitacion de la comunidad referente a identificación y cuidado de fauna nativa con énfasis en avifauna, comoparte del patrimonio natural de la Región de Atacama
Turismo sustentable	Coordinación y generación de alianzas con Tour operadores
	Puesta en valor de los objetos de conservación del Santuario a los diversos Tour Operadores.
	Generar estudio de capacidad de carga de visitantes
	Promover el turismo de intereses especiales

5.2.6. Programas de manejo

De las estrategias definidas, se generaron programas de manejo preliminares que serán evaluados al momento de elaborar el plan de manejo definitivo.

Estos programas de manejo se relacionan con los objetivos estratégicos de manejo propuestos para los terrenos fiscales asociados a la AMCP-MU y descritos por EULA (2009) en la Guía de manejo par terreno fiscal con alto valor en biodiversidad en la Región de Atacama. Dentro de los objetivos estratégicos que guardan relación con el área propuesta como Santuario y sus objetos de conservación se encuentran:

- Proteger los recursos hídricos y cuencas hidrográficas a través de la mantención de una adecuada cobertura vegetal nativa, con el fin de evitar un desequilibrio en el balance hídrico de las principales cuencas y la activación de procesos erosivos y sedimentación.

- Limitar y/o condicionar en las áreas que posean mayor valor y sensibilidad ecológica o bien aquellas donde se presentan los objetos de conservación y especies de flora y fauna en alguna categoría de conservación, la construcción de equipamientos y el flujo de personas,

especialmente en: zonas humedales del río Copiapó, la Quebrada La Higuera y sectores paleontológicos y culturales.

- Habilitar y concentrar equipamientos y servicios de apoyo a la actividad turística de bajo impacto en aquellas áreas ya intervenidas, como es el caso del sector actualmente utilizado como solanera y camping en la playa Cisnes. Lo anterior, también para las zonas estuarinas del río Copiapó.

- Para el caso de senderos y/o huellas de uso turístico, incluidas las vehiculares, actualmente en uso o bien de aquellos tramos que requieran ser habilitados y/o mejorados, especialmente de la Ruta Patrimonial y del ascenso al Cerro el Morro, determinar la capacidad de carga de dichos senderos, especialmente en aquellos sectores que atraviesan o ascienden al cerro el Morro, zonas estuarinas y humedales, e implementar el diseño y materiales más apropiados para minimizar el efecto de dichas huellas sobre los objetos de conservación por las cuales atraviesan, especialmente para el caso de las quebradas y humedales. Limitar el uso de dichas huellas sólo para el trekking, prohibiendo la presencia de vehículos, animales domésticos como caballos u otras especies dañinas para la fauna y vegetación.

- Realizar estudios ecológicos detallados de los principales hábitats y/o objetos de conservación, como zonas de humedales, esteros, quebradas y el cerro El Morro, analizando la degradación de estos ecosistemas y medidas específicas de conservación y protección.

- Diseñar e implementar, permanentemente, Programas de Educación Ambiental para los actuales y potenciales usuarios del área protegida, en función de los valores ecológicos del predio, normas y pautas de comportamiento y todas aquellas acciones que apunten a valorizar el patrimonio natural y cultural del área.

- Ordenar y reorientar las actuales actividades turísticas que se desarrollan en el predio protegido, desincentivando actividades extractivas de recursos naturales y promoviendo actividades y/o prácticas compatibles con la conservación, protección y/o restauración del patrimonio natural.

Para cada programa se define un objetivo, se establecen actividades, indicadores de cumplimiento y plazos (corto (C), mediano (M) y largo (L) plazo). Estos programas son preliminares y requieren ser adaptados de acuerdo a las necesidades del lugar y la participación de actores claves, además de definir responsables y presupuesto.

Para el Plan de manejo preliminar se proponen los siguientes programas.

1. Programa de Administración
2. Programa de Conservación Ambiental
3. Programa de Investigación
4. Programa de Educación e Interpretación Ambiental
5. Programa de Uso Público e Infraestructura

Programa de Administración

Este programa está orientado en asegurar el cumplimiento de los objetivos del área mediante la implementación del plan de manejo. Además, deberá proponer e implementar las políticas y

normas, formular los instrumentos de planificación y proyectos relacionados al área, otorgar permisos, concesiones y demás autorizaciones ambientales para el uso, la investigación y el aprovechamiento de los recursos naturales. A continuación, se describen algunas de las actividades a realizar en el programa.

Objetivo: Contribuir a la conservación del humedal mediante una gestión administrativa operativa e implementando el plan de manejo.

Actividad	Indicador	Plazo
Elaborar Plan de Manejo	Plan de Manejo operativo	M
Elaborar Plan operativo anual	Plan operativo anual en funcionamiento	C
Articulación de Contratos, convenios, concesiones, autorizaciones	Contratos, convenios, concesiones, autorizaciones firmados	M
Coordinación técnica y política al proyecto	Apoyo y posicionamiento	M
Capacitación	Guardaparques acreditados	C

Programa de Conservación ambiental

Este programa está orientado en proteger y mantener las características ambientales óptimas del humedal para asegurar su conservación a largo plazo. A continuación, se describen algunas de las actividades a realizar en el programa.

Objetivo: Contribuir a la conservación del Santuario con énfasis en los objetos de conservación del área.

Actividad	Indicador	Plazo
Determinar la condición actual de los objetos de conservación	Registro con estado de los objetos de conservación	C-M
Monitoreo de los objetos	Acciones de manejo de acuerdo a la evaluación del monitoreo	M-L
Definir estrategia y acciones asociadas al mantenimiento o mejora de la condición de los objetos	Implementación de acciones	C-M

Programa de Investigación

Este programa está orientado a facilitar e identificar aquellas investigaciones relevantes en el área, con el fin de entregar información necesaria para el manejo y con ello conservación de la biodiversidad del entorno. A continuación, se describen algunas de las actividades a realizar en el programa.

Objetivo: Identificar y apoyar la investigación científica de interés para la conservación de la biodiversidad del área.

Actividad	Indicador	Plazo
Sistematizar las investigaciones existentes relacionadas con los objetos de conservación para determinar su condición	Registro	C
Soporte e investigación externa en temas de flora	Número de investigaciones anuales relacionadas con los objetos de conservación	M

Soporte e investigación externa en temas de fauna, con énfasis en aves	Número de investigaciones anuales relacionadas con los objetos de conservación	M
Elaboración de convenios, colaboración y asesoría por parte de la comunidad científica	Convenios firmados	M

Programa de Educación e Interpretación ambiental

Este programa está orientado a crear conciencia sobre la necesidad de proteger los ecosistemas, como el humedal, generando mayor comprensión de los valores del área tanto a nivel local, como regional y nacional. A continuación, se describen algunas de las actividades a realizar en el programa.

Objetivo: Crear conciencia sobre la importancia del ecosistema del humedal, junto con sus valores biológicos y culturales.

Actividad	Indicador	Plazo
Diseñar un Plan de Educación ambiental para establecimientos educacionales	Plan desarrollado	M
Implementar el Plan	Visitas anuales realizadas/visitas anuales programadas	M
Generar una estrategia comunicacional y de difusión	Estrategia	M

Programa de Uso Público e Infraestructura

Este programa está orientado a contribuir al bienestar social de la localidad y los visitantes, asegurando la conservación de la biodiversidad y contando con infraestructura segura. A continuación, se describen algunas de las actividades a realizar en el programa.

Objetivo: Generar espacios públicos sustentables y adecuados para los visitantes.

Actividad	Indicador	Plazo
Construcción de accesos y centro de bienvenida	Infraestructura construida	C
Establecer un control de ingreso	Visitantes por año	C
Cierre de accesos irregulares	Infraestructura construida	C
Diseño y construcción de equipamiento de uso público	Infraestructura construida	M
Diseño y construcción de sendero interpretativo	Infraestructura construida	M
Estudio de capacidad de carga de visitantes	Documento	M

5.3. Plan de infraestructura

En el área propuesta existe un proyecto de diseño y construcción de un área de descanso que cuenta con estacionamiento y un mirador, que se implementará en el marco del proyecto "Conservación, Ruta C-302, sector El Morro-Puerto Viejo, Km 7.430 al km 33.912 y Ruta C-318, km 15.227 al km 15.922", llevado a cabo por la empresa Bitumix.

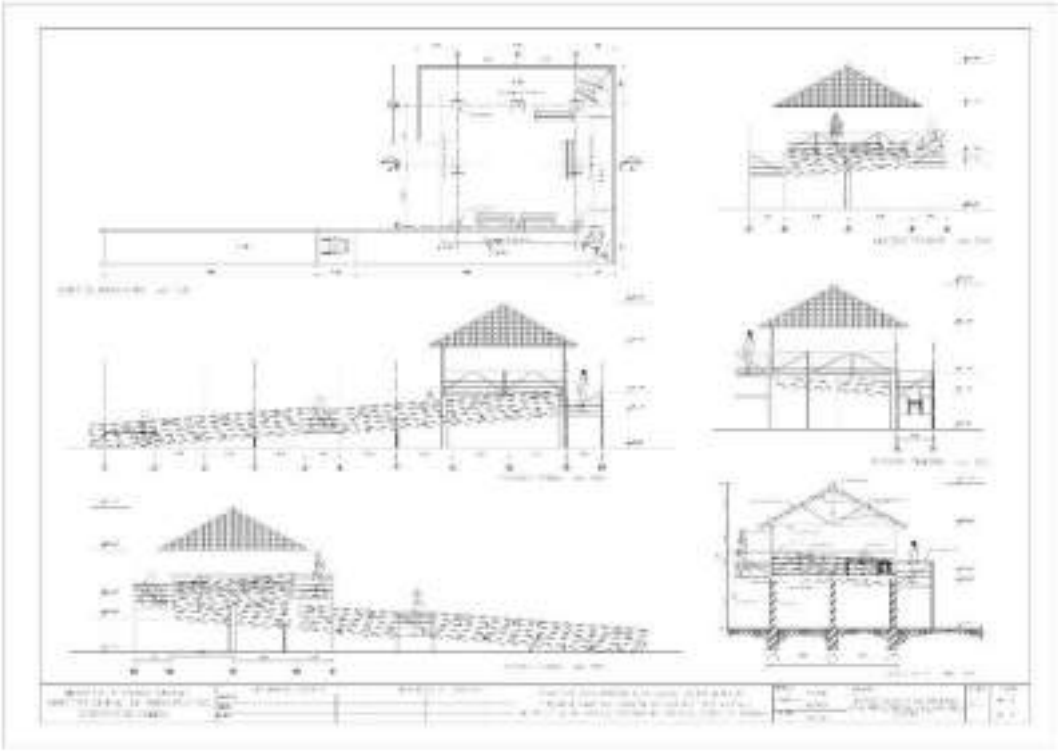


Figura 57. Plano del mirador de la zona de descanso desembocadura río Copipó, que cuenta con una rampa de acceso y una torreta de pino impregnado.

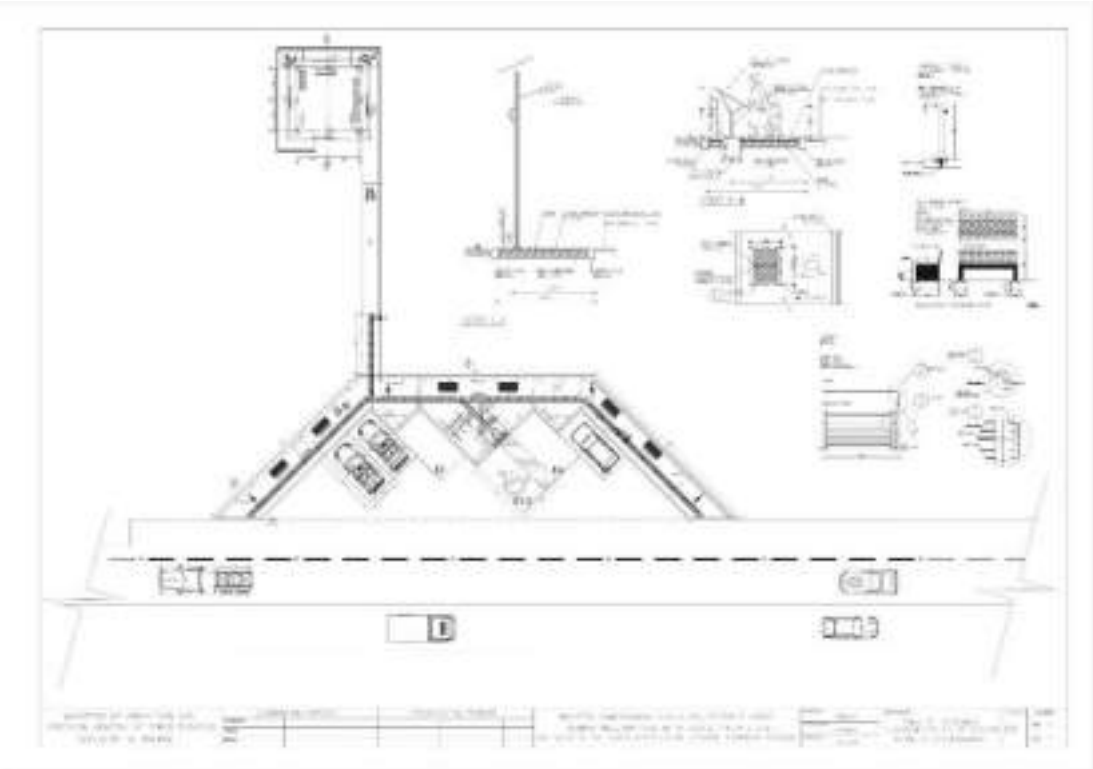


Figura 58. Plano del área de estacionamiento de la zona de descanso, junto a la carretera C-302.

Además, existe una estructura circular de concreto que se encuentra sin uso en la actualidad y que fue construida en el marco del proyecto de la creación del AMCP-MU Isla Grande de Atacama creada el año 2004. Esta podría ser utilizada como punto de acceso al área propuesta reutilizando esta estructura.



Figura 59. Estructura circular de concreto construida en el marco del proyecto de la creación del AMCP-MU Isla Grande de Atacama.

No obstante, por el alto flujo de turistas y visitantes en el área, este atractivo turístico debería contar con los siguientes recursos mínimos de infraestructura para la práctica adecuada del turismo:

- Pasarela de ingreso
- Servicios higiénicos públicos
- Estacionamientos
- Miradores
- Zonas de seguridad delimitadas
- Área de estacionamiento
- Zonas de acopio/eliminación de residuos y basura
- Centro de interpretación ambiental e información turística.
- Sitios de camping habilitado
- Punto limpio

En la Figura 60, se observa un mapa con la ubicación de la infraestructura básica propuesta para el SN.

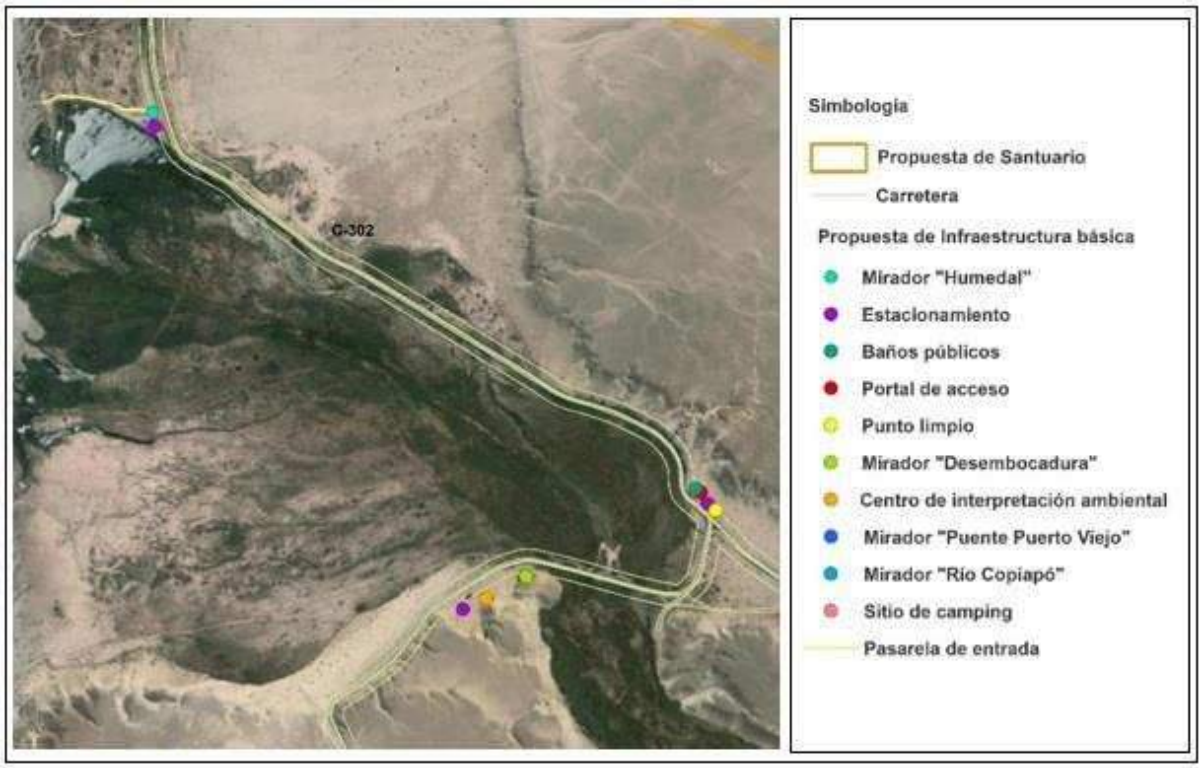


Figura 60. Mapa del SN con infraestructura básica propuesta para su funcionamiento.

5.4. Plan de financiamiento

El financiamiento del futuro Santuario se deberá acordar entre el administrador y servicios públicos asociados al área con el fin de sustentar actividades de administración y gestión que aporten a la mantención del área, a la elaboración e implementación de su plan de manejo para la protección de los objetos de conservación del Santuario.

Para generar los recursos y el financiamiento necesario para el Santuario, las partes podrían optar por distintas vías de postulación a fondos, como, concursos públicos, alianzas colaborativas con otros actores y donaciones entre otras.

Por otro lado, el área propuesta protege una importante diversidad de objetos de conservación biológicos y culturales los cuales son elementos de alto interés para la investigación, por lo que se espera, se pueda generar vínculos con universidades tanto a nivel local como nacional, centros de investigación, organizaciones no gubernamentales y otros interesados en generar conocimientos que sean de utilidad para la administración y gestión.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abab, M. 2016. Cambios en la configuración del Humedal Costero del Río Copiapó tras los eventos del 25M y 16S de 2015". Presentación Powerpoint. Universidad de Atacama.
2. Abad, M; Maldonado, N., Izquierdo, T., Bernárdez, E., Cáceres, M. Guía geológica. Un recorrido por el AMCP-MU IGA. Universidad de Atacama. 122 pp.
3. Acevedo M. 2007. Programa de turismo sustentable para el Área Marina y Costera Protegida Isla Grande de Atacama y su complemento terrestre.
4. Andrade C. 2007. Línea de Base de flora y fauna terrestre del AMCP-MU de Atacama Limnología del humedal de la desembocadura del río Copiapó.
5. Aravena M. 2019. Caracterización de la Flora Vascular de las formaciones de vegetación de la Región de Atacama, Chile. Memoria de Título.
6. Bernal M., A. Simeone & M. Flores. 2006. Nidificación de la golondrina de mar peruana (*Oceanodroma tethys*) en el norte de Chile. Ornitología Neotropical 17: 283-287.
7. CADE-IDEPE. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Copiapó.
8. Castro C, Jara M y Zúñiga A. 2010. Guía de Manejo Geositio Humedal Río Copiapó. Instituto de Geografía 0: 1-30
9. Castro C, Pattillo C, Rivera J y Zuñiga A. 2013 Valoración territorial del geopatrimonio de la zona costera del sur del Desierto de Atacama, Chile (27°S). Investigación geográfica Chile, 45: 51-72.
10. Castro C, y Zúñiga A. 2007. Informe Geomorfológico AMCP-MU Isla Grande de Ataca. Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía.
11. Castro C, y Zúñiga A. 2010. Guía de Manejo Geositio Yacimiento Fosilífero Bahía Inglesa. Proyecto FONDECYT N°1070442 "Bases geomorfológicas para la determinación de áreas de conservación en terrenos fiscales del área litoral de Atacama, III Región". 40pp.
12. Castro C, Zúñiga A, y Pattillo C. 2012. Geomorfología y geopatrimonio del Mar de Dunas de Atacama, Copiapó (27° S), Chile. Revista de Geografía Norte Grande 53: 123-136.
13. Castro, C, Marquardt, C y Zúñiga, A. 2010. Peligros naturales en geositios de interés patrimonial en la costa sur de Atacama. Revista de Geografía Norte Grande 45: 21-39.
14. Castro, C., 2007 Geositios de valor patrimonial en el Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Isla Grande de Atacama. En: PNUD/CONAMA, (2007) Áreas Marinas y Costeras protegidas de Múltiples Usos. Alcances y desafíos del modelo de gestión para la Conservación de la biodiversidad marina de Chile. Santiago, Ocho Libros Editores. p. 111-116.
15. CCIRA. 2015. Estudio Base para la Elaboración de una Propuesta de Política Pública Regional para el Manejo Integrado de la Zona Costera de Atacama "Manejo Integrado, Zona Costera".
16. Chile Consultor. 2019a. Plan de Manejo Turístico del Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos, Isla Grande de Atacama". Informe Final.
17. Chile Consultor. 2019b. Manual de buenas prácticas en turismo AMCP-MU IGA. 43 pp.
18. COREMA. 2010. Estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad 2010-2017. Comité Regional de Biodiversidad. 37 pp.
19. Datum. 2017. Ajustes cartográficos, regularización de dominio y traspaso para la administración de los Bienes Nacionales Protegidos del AMCP-MU IGA.
20. Delgado E. 2014. "Plan de Manejo de Visitantes del Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos, Isla Grande de Atacama". Proyecto de grado para optar al grado de

Magíster en Gestión y Planificación Ambiental. Facultad de Ciencias forestales y de Conservación de la Naturaleza.
21. Demangel, D. 2011. Clasificación de humedales en la cuenca del Río Copiapó para la conservación de la fauna vertebrada, según su valor ambiental y la presión antrópica. Memoria para optar al título profesional de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Universidad de Chile. 52 pp.
22. EULA. 2009. Guía de Manejo para Terreno Fiscal con alto valor en biodiversidad en la Región de Atacama. Usos Punta Morro-Desembocadura río Copiapó.
23. Fundación Chile – Compañía Minera Candelaria. 2009. Propuesta De Monitoreo Ambiental Humedal Desembocadura Del Río Copiapó.
24. Fundación Chile – Compañía Minera Candelaria. 2010. Monitoreo Ambiental Humedal Desembocadura Del Río Copiapó Informe Anual.
25. Fundación Chile – Compañía Minera Candelaria. 2011. Monitoreo Ambiental Humedal Desembocadura Del Río Copiapó Informe Anual.
26. Fundación Chile – Compañía Minera Candelaria. 2012. Monitoreo Ambiental Humedal Desembocadura Del Río Copiapó Informe Anual.
27. Fundación Chile – Compañía Minera Candelaria. 2013. Monitoreo Ambiental Humedal Desembocadura Del Río Copiapó Informe Anual.
28. Fundación Sendero de Chile. 2012. "Determinación de la capacidad de carga de los ecosistemas marinos y costeros del Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos Isla Grande Atacama". Informe de Avance.
29. Fundación Sendero de Chile. 2013. Guía de Campo para recorrer, conocer y cuidar su patrimonio. Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos, Isla Grande de Atacama. Fundación Sendero de Chile – Ministerio del Medio Ambiente (Eds).
30. Fundación Sendero de Chile. 2013. Plan de Manejo de Visitantes del Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama.
31. García-Walther, J., Senner, N. R., Norambuena, H.V. & F. Schmitt (2017). Atlas de las aves playeras de Chile: Sitios importantes para su conservación. Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile. 274 Pp.
32. Gaymer C, Rojas, Squeo F, Luna G, Cortés A, Arancio G, Dumont C, Cortéz M, Hiriart D y López D. 2008. AMCP-MU Isla Grande de Atacama: Flora y Fauna Marina y Terrestre.
33. Gobierno Regional de Atacama. 2014. Macrozonificación de los Usos Preferentes del Borde Costero – Región de Atacama. Pp 75.
34. Gobierno Regional de Atacama. 2014. Plan Regional de Ordenamiento Territorial. Pp 131.
35. Godoy, E., Marquardt, C., Blanco, N. 2003. Carta Caldera, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile. Serie Geología Básica, No. 76, 38pp., 1 mapa escala 1:100.000. Santiago
36. Grupo de Ecología y Manejo de Recursos. 2013. "Propuesta de Plan de Manejo para la Pesca Artesanal en el Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Isla Grande de Atacama". Informe Final.
37. INE. 2019. Ciudades, pueblos, aldeas y caseríos. Instituto Nacional de Estadísticas. 171 pp.
38. Juliá, C., Montecinos, S., Maldonado, A. 2008. Características climáticas de la Región de Atacama. En: Squeo, F., Arancio G., Gutierrez, J. (Eds). Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 3:25-42.

39. Köppen, W. 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica, México. Primera Ed. En español. 478 pp.
40. Luebert, F. y P. Pliscoff. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago.
41. Mankuk. 2017. Plan de Manejo del Patrimonio Cultural. Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama y sus Complementos Terrestres. Informe Final. Pp 283.
42. Marquardt C, Blanco N, Godoy E, Lavenu A, Ortlieb L, Marchant M y Guzmán N. 2000. Estatigrafía del cenozoico superior en el área de Caldera (26°45´-28°), III región Atacama, Chile. Resumen del IX Congreso Geológico Chileno, Puerto Varas. Pp. 504-508.
43. Medrano F, Barros R, Norambuena HV, Matus R y Schmitt F. 2018. Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.
44. Meruane, J., Morales, M., Galleguillos, C., Rivera, M y Hosokawa, H. 2006. Experiencias y resultados de investigaciones sobre el camarón de río del norte *Cryphiops caementarius* (Molina 1782) (Decapoda: Palaemonidae): Historia natural y cultivo. Gayana 70(2):280-292.
45. National Audubon Society, Nueva York, Nueva York, EE. UU. Disponible en: http://www.shorebirdplan.org.
46. Nenadovich y cía Ltda. 2010. Análisis y evaluación de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos costeros ubicados entre los ríos Salado y Huasco, Región de Atacama.
47. Paskoff R, Cuitiño L y Manriquez H. 2003. Origen de las arenas dunares de la región de Copiapó, Desierto de Atacama, Chile. Revista Geológica de Chile 30(2): 355-361.
48. Peña, C. 2005. Experiencia piloto para la creación de un área silvestre protegida de propiedad privada en Huasco alto comuna de Alto del Carmen III región de Atacama. Trabajo para optar al Título de Geógrafo. Universidad de Chile. Pp 295.
49. Pérez A, Figueroa L, Rodríguez M, Ruz C, Astorga S y Tapia S. 2019. "Plan de Conservación y Monitoreo del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama". SUBELAB. Pontificia Universidad Católica de Chile.
50. Pérez, J., Faúndez, L., Estades, C., Fuster, R., Lobos, G., Alzamora, A. y Demangel, D. 2009. Áreas de Relevancia Ambiental Vinculadas al agua en la Cuenca del río Copiapó". Informe Final.
51. Pizarro-Araya, J., Pizarro-Araya, A., Alfaro, F., Castillo, A., Ojanguren-Affilastro, A. y Cepeda-Pizarro, J. 2012. Arthropod assemblages of the Quebrada del Morel private protected area (Atacama Region, Chile). The Pan-Pacific Entomologist 88(1):1–14.
52. Quezada J, González G, Dunai T, Jensen A, Juez-Larré J. 2007. Alzamiento litoral Pleistoceno del norte de Chile: edades ^{21}Ne de la terraza costera más alta del área de Caldera-Bahía Inglesa. Revista Geológica de Chile 34(1): 81-96.
53. Quiroz R. 2016. Funcionamiento hidrológico del Humedal Ribereño María Isabel, sector bajo Río Copiapó, Región de Atacama. Trabajo de Titulación. Universidad de Atacama, Facultad de Ingeniería, Departamento de Geología.
54. Rivadeneira M y Varas C. 2012. "Línea base sector paleontológico del Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama". Proyecto "Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio paleontológico del AMCP-MU-IGA". 33pp.
55. Rivadeneira y Varas. 2012. Línea de base sector paleontológico del ACMP-MU IGA. Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Paleontológico del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama.

56. SAG, 2009. Metodología EMA, Evaluación y monitoreo ambiental de humedales (Criterios Internacionales de Clasificación de Humedales en base a la Hidro-Geomorfología).
57. Senner, S. E., B. A. Andres y H. R. Gates (Eds.). 2017. Estrategia de Conservación de las Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Americas. 88 pp.
58. SEREMI MINVU Región de Atacama. Ordenanza N°1150. Plan regulador intercomunal costero Región de Atacama. 6 julio 2017.
59. Soto M, González J, Castro C, Märker M y Rodolfi G. 2010. Aspectos geodinámicos de un paleoestuario del desierto marginal de Chile. Río Copiapó. Revista de Geografía Norte Grande, 46: 123-135
60. Squeo F, Arancio G, Cortes A, Hiriart D y López D. 2006. "Estudio de Línea de Base de Recursos Bióticos Terrestres del AMCP-MU Isla Grande de Atacama. (Punta Morro-Desembocadura del Rio Copiapó)".
61. Squeo F, Gutierrez J, Letelier L, Arroyo M, León-Lobos P y Rentería-Arrieta. 2008. Sitios Prioritarios para la Conservación de la Flora Nativa Amenazada de la Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena. 3: 29-44.
62. Squeo, F., Arancio, G., Gutierrez, J., Letelier, L., Arroyo, M., León-Lobos, P. y Rentería-Arrieta, L. 2008a. Flora amenazada de la Región de Atacama y Estrategias para su Conservación.
63. Squeo, F., Gutierres, J., Hernández, I. 2004. Historia natural del Parque Nacional Bosque Fray Jorge. Ediciones Universodad de La Serena. Xii + 319 pp.
64. Squeo, F., Letelier, L., López, D. y Estévez, R. 2008b. Antecedentes de los sitios prioritarios para la conservación de la flora nativa amenazada de la Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. 10: 185 – 200.
65. Tabilo E, Burmeister J, Chávez-Villavicencio C y Zöckler C. 2016. Humedales y aves migratorias en la costa árida del pacífico sudamericano. Etapa 1: Evaluación Ecológica Rápida.
66. Talesnik, D. 2007. Puerto Viejo en el limbo. Cientodiez, Vol. 4. p. 6.
67. Terra Ignota. (2013). Estudio geológico, línea de base paleontológica y zonificación del Bien Nacional Protegido "Cerro Ballena, Comuna de Caldera, Atacama". Elaborado para DIBAM y CMN.
68. Territorios Con Identidad. 2011. "Propuesta de Zonificación Marina para el Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama".
69. UCN. 2014. Diseño y ejecución de un plan de monitoreo de los objetivos de conservación del AMCP-MU Isla Grande de Atacama.
70. UNESCO, 1999: Guidelines and Criteria for National Geoparks.
71. Universidad de Chile. 2009. Áreas de relevancia ambiental vinculadas al agua en la cuenca del río Copiapó.
72. Vargas A, Galleguillo R, Olmo M, Tapia J, Astorga E y Hering R. 2019. "Plan de Manejo, Estrategia de Desarrollo de Capital Humano y Gobernanza del Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos, Isla Grande de Atacama". Informe Final.

7. ANEXOS

Anexo 1. Carta de solicitud de declaratoria.

Anexo 2. Minuta Definición de bien nacional de uso público de propuesta de santuario de la naturaleza humedal desembocadura del río copiapó.

Anexo 3. Cartas de apoyos

Anexo 4. Cartas de compromiso del administrador.

Anexo 5. Invertebrados bentónicos y zooplancton en Humedal Desembocadura del río Copiapó.

Phyllum	Orden	Familia	Género/Especie
Annelida	Oligochaeta	Lumbriculiidae	Lumbriculus sp.
Chelicerata	Acari	Hydracarina	*No determ.*
Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella sp.
Crustacea	Anostraca	Artemiidae	Artemia salina
Crustacea	Calanoidea	Boeckellidae	Boeckella sp.
Crustacea	Cladocera	Daphnidae	Daphnia sp.
Crustacea	Decapoda	Palaemonidae	Cryphiops caementarius
Insecta	Coleoptera	Dystiscidae	No determ.
Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	Gyrinus sp
Insecta	Coleoptera	Hydrophiliidae	Berosus sp.
Insecta	Coleoptera	Hydrophiliidae	No determ.
Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	Nyctelia corrugada
Insecta	Díptera	Athericidae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Blephariceridae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Calliphoridae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Ceratopogonidae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Chironomidae	*Chironomus sp.*
Insecta	Díptera	Chironomidae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Culicidae	*Culex sp.*
Insecta	Díptera	Limoniidae	*Aphrophila bidentata*
Insecta	Díptera	Limoniidae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Muscidae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Simulidae	*Simulium sp.*
Insecta	Díptera	Tabanidae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Tipulidae	*No determ.*
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	*Baetis sp.*
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	*Callibaetis sp.*
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Atalophlebia sp.*
Insecta	Ephemeroptera	Onicigastridae	*Siphlonella sp.*
Insecta	Hemiptera	Belostomatidae	Belostoma sp.
Insecta	Hemiptera	Corixidae	Corixa sp.
Insecta	Hemiptera	Gerridae	Gerris sp.
Insecta	Hymenoptera	Cabronidae	Zyzzyx chilensis
Insecta	Megaloptera	Corydalidae	Protochauloides sp.
Insecta	Odonata	Aeshnidae	Aesna sp.
Insecta	Odonata	Lestidae	Lestes undulatus
Insecta	Plecoptera	Gripopteridae	*Limnoperla jaffueli*
Insecta	Trychoptera	Glossosomatidae	*Mastigoptyla sp.*
Insecta	Trychoptera	Hydropsychidae	*Smicridea chilensis*
Insecta	Trychoptera	Hydroptilidae	*Metrichia sp.*
Insecta	Trychoptera	Leptoceridae	*No determ.*

Mollusca	Archeogastropoda	Anmicolidae	*No determ.*
Mollusca	Basomatophora	Lymnaeidae	Lymnaea sp.
Platyhelminthes	Tricladida	Planaridae	Dugesia sp.

Anexo 6. Catálogo florístico Humedal Desembocadura del río Copiapó.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre	Origen*	Categoría de conservación**	Referencia
Charophyceae	Charales	Characeae	*Chara sp*	Alga verde	-	-	-
Charophyceae	Charales	Characeae	*Nitella sp*	Alga	-	-	-
Charophyceae	Charales	Characeae	*Tolypella apiculata*	Alga	N	-	-
Equisetopsida	Equisetales	Equisetaceae	*Equisetum bogotense*	Yerba de la plata	N	-	-
Eudicotyledoneae	Brassicales	Brassicaceae	*Nasturtium officinale*	Berro común	I	-	-
Eudicotyledoneae	Brassicales	Brassicaceae	*Rapistrum rugosum*	Falso yuyo	I	-	-
Gnetopsida	Gnetales	Ephedraceae	*Ephedra breana*	Pingo pingo	N	-	-
Liliopsida	Cyperales	Cyperaceae	*Carex sp*	Cortadera	N	-	-
Liliopsida	Cyperales	Cyperaceae	*Cyperus sp.*	Cortadera	-	-	-
Liliopsida	Cyperales	Cyperaceae	*Eleocharis sp*	-	-	-	-
Liliopsida	Cyperales	Cyperaceae	*Scirpus californicus*	Junco	N	-	-
Liliopsida	Cyperales	Cyperaceae	*Scirpus spoliatus*	Junco	N	-	-
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	*Schoenoplectus pungens*	Junquillo (totora)	N	-	-
Liliopsida	Poales	Juncaceae	*Juncus acutus*	Junco	N	-	-
Liliopsida	Poales	Juncaceae	*Juncus bufonius*	Junco de sapo	N	-	-
Liliopsida	Poales	Juncaceae	*Juncus cyperoides*	Junco	N	-	-
Liliopsida	Poales	Juncaceae	*Juncus procerus*	Junquillo	N	-	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Arundo donax*	Caña	I	-	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Cortaderia jubata*	Hierba de la pampa	N	-	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Cynodon dactylon*	Pasto bermuda	I	-	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Distichlis spicata*	Pasto salado	N	-	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Muhlenbergia asperifolia*	Hierba rasposa	N	-	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Paspalum vaginatum*	Chépica blanca	N	-	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Pennisetum clandestinum*	Chépica peruana	I	-	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Phragmites australis*	Carrizo	I	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre	Origen*	Categoría de conservación**	Referencia
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Polypogon monspeliensis*	-	I	-	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Setaria sp*	Cola de zorro	-	-	-
Liliopsida	Poales	Typhaceae	*Typha angustifolia*	Totora	N	VU	Libro rojo
Lycopodiopsida	Polypodiales	Isoetaceae	*Isoetes savatieri*	-	E	LC	DS 52/2014 MMA
Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	*Apium sp*	Apio silvestre	N	-	-
Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	*Hydrocotyle ranunculoides*	Sombrerito de agua	I	-	-
Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	*Sium latifolium*	-	I	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis linearis*	Romerillo	N	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis pingraea*	Chilquilla	N	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Chilca	N	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Chuquiraga acicularis*	Chiú-chiú	E	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Cotula coronopifolia*	Boton de oro	I	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Crepis capillaris*	Falsa achicoria	I	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Encelia canescens*	Coronilla del fraile	N	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Hypochaeris sp*	-	N	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Ludwigia peploides*	Vira-vira	E	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Polyachyrus fuscus*	Borlon de alforja	N	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Sonchus tenerrimus*	Ñilhue	I	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Tessaria absinthioides*	Brea	N	-	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Eulychnia breviflora*	Copao o tuna de copado	E	LC	DS 19/2012 MMA
Magnoliopsida	Caryophyllales	Chenopodiaceae	*Atriplex clivicola*	Cachiyuyo	E	-	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Chenopodiaceae	*Atriplex deserticola*	Cachiyuyo	N	-	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Chenopodiaceae	*Atriplex mucronata*	Cachiyuyo	E	-	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Chenopodiaceae	*Sarcocornia fruticosa*	Sosa	N	-	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Chenopodiaceae	*Suaeda foliosa*	Sosa	N	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre	Origen*	Categoría de conservación**	Referencia
Magnoliopsida	Caryophyllales	Frankeniaceae	*Frankenia chilensis*	Hierba del salitre	N	-	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	*Rumex acetosella*	Vinagrillo	I	-	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Tamaricaceae	*Tamarix ramosissima*	Tamarindo rosa	I	-	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Acacia karrhoo*	Aromo de Sudáfrica	I	-	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Adesmia littoralis*	Pircún	E	VU	Libro rojo
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Geoffroea decorticans*	Chañar	N	VU	Libro rojo
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Melitotus albus*	Trebol de color blanco	I	-	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Prosopis chilensis*	Algarrobo	N	VU/EN	DS 13/2013 MMA - Libro rojo
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Prosopis strombulifera*	Retortón	N	LC	DS 13/2013 MMA
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Senna acuta*	Alcaparra del norte	N	-	-
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Skytanthus acutus*	Cuerno de cabra	N	-	-
Magnoliopsida	Lamiales	Boraginaceae	*Heliotropium curassavicum*	Cama de sapo	N	-	-
Magnoliopsida	Lamiales	Boraginaceae	*Heliotropium floridum*	Palito negro	E	-	-
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Mentha aquatica L.*	Menta	I	-	-
Magnoliopsida	Lamiales	Plantaginaceae	*Plantago major*	Llantén mayor	I	-	-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	*Phyla canescens*	Hierba de San José	N	-	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Cristaria aspera*	Malvilla	E	-	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Cristaria pinnata*	Malvilla	E	-	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Malvella leprosa*	Malva amarilla	N	-	-
Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	*Ludwigia peploides*	Duraznillo de agua	I	-	-
Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	*Oenothera coquimbensis*	-	E	-	-
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Cressa truxillensis*	-	N	-	-
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Cuscuta sp*	Cuscuta	I	-	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Nolana albescens*	Suspiro	E	-	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Nolana carnosa*	Suspiro azul	E	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre	Origen*	Categoría de conservación**	Referencia
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Nolana divaricata*	Hierba sosa	E	-	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Nolana salsoloides*	Sosa	E	-	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Nolana sedifolia*	Sosa brava hoja chica	E	-	-
Monocotyledoneae	Alismatales	Ruppiaceae	*Ruppia maritima*	Pelo de marismas	N	-	-
Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	*Cladophora sp.*	Alga verde	-	-	-

*Origen: N=Nativa; E= Endémica; I= Introducida
**Categorías de conservación: EN= En peligro de extinción; VU= Vulnerable; LC= Preocupación menor; NT= Casi amenazada; DD= Datos insuficientes.

Anexo 7. Fauna terrestre presentes en Humedal Desembocadura del río Copiapó.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Origen*	Categoría de conservación**	Referencia
AVES						
Accipitriformes	Accipitridae	*Circus cinereus*	Vari	N	-	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Bailarín	N	-	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus polyosoma*	Aguilucho	N	-	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Parabuteo unicinctus*	Peuco	N	-	-
Anseriformes	Anatidae	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	N	LC	DS 16/2016 MMA
Anseriformes	Anatidae	*Anas cyanoptera*	Pato colorado	N	-	-
Anseriformes	Anatidae	*Anas georgica*	Pato jergón grande	N	-	-
Anseriformes	Anatidae	*Anas platyrhynchos domesticus*	Pato doméstico	I	-	-
Anseriformes	Anatidae	*Anas sibilatrix*	Pato real	N	-	-
Anseriformes	Anatidae	*Coscoroba coscoroba*	Cisne coscoroba	N	LC	DS 16/2020 MMA
Anseriformes	Anatidae	*Oxyura vittata*	Pato rana de pico delgado	N	-	-
Apodiformes	Trochilidae	*Rhodopis vesper*	Picaflor del norte	N	-	-
Apodiformes	Trochilidae	*Sephanoides sephaniodes*	Picaflor chico	N	-	-
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada	N	-	-
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Jote de cabeza negra	N	-	-
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius collaris*	Chorlo de collar	N	-	-
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius falklandicus*	Chorlo de doble collar	N	-	-
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius modestus*	Chorlo chileno	N	-	-
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius nivosus*	Chorlo nevado	N	VU	DS 23/2019 MMA
Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis dominica*	Chorlo dorado	N	-	-
Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo ártico	N	-	-

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Origen*	Categoría de conservación**	Referencia
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Queltehue	N	-	-
Charadriiformes	Haematopodidae	*Haematopus ater*	Pilpilén negro	N	-	-
Charadriiformes	Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Pilpilén	N	NT	DS 16/2020 MMA
Charadriiformes	Laridae	*Chroicocephalus serranus*	Gaviota andina	N	LC	DS 23/2019 MMA
Charadriiformes	Laridae	*Larosterna inca*	Gaviotín monja	N	NT	DS 23/2019 MMA
Charadriiformes	Laridae	*Larus belcheri*	Gaviota peruana	N	-	-
Charadriiformes	Laridae	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana	N	-	-
Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus modestus*	Gaviota garuma	N	VU	DS 16/2020 MMA
Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus pipixcan*	Gaviota de Franklin	N	LC	DS 16/2020 MMA
Charadriiformes	Laridae	*Sterna hirundinacea*	Gaviotín sudamericano	N	-	-
Charadriiformes	Laridae	*Sterna hirundo*	Gaviotín boreal	N	-	-
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus melanurus*	Perrito	N	-	-
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Recurvirostra andina*	Caití	N	-	-
Charadriiformes	Rynchopidae	*Rynchops niger*	Rayador	N	-	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Arenaria interpres*	Playero vuelvepiedras	N	-	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	N	-	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	N	-	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris melanotos*	Playero pectoral	N	-	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Gallinago paraguaiae*	Becacina	N	LC	DS 16/2016 MMA
Charadriiformes	Scolopacidae	*Limosa haemastica*	Zarapito de pico recto	N	-	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Numenius phaeopus*	Zarapito	N	-	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Phalaropus tricolor*	Pollito de mar tricolor	N	-	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico	N	-	-

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Origen*	Categoría de conservación**	Referencia
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Pitotoy grande	N	-	-
Charadriiformes	Sternidae	*Thalasseus elegans*	Gaviotín elegante	N	NT	DS 16/2020 MMA
Charadriiformes	Thinocoridae	*Thinocorus orbignyianus*	Perdicita cojón	N	-	-
Charadriiformes	Thinocoridae	*Thinocorus rumicivorus*	Perdicita	N	-	-
Columbiformes	Columbidae	*Columbina cruziana*	Tortolita quiguagua	N	-	-
Columbiformes	Columbidae	*Columbina picui*	Tortolita cuyana	N	-	-
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida auriculata*	Tórtola	N	-	-
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida meloda*	Paloma de alas blancas	N	-	-
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Traro	N	-	-
Falconiformes	Falconidae	*Falco femoralis*	Halcón perdiguero	N	-	-
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	N	LC	DS 06/2017 MMA
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo	N	-	-
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimango*	Tiuque	N	-	-
Falconiformes	Falconidae	*Phalcoboenus megalopterus*	Carancho cordillerano	N	-	-
Gruiformes	Rallidae	*Fulica ardesiaca*	Tagua andina	N	-	-
Gruiformes	Rallidae	*Fulica armillata*	Tagua común	N	-	-
Gruiformes	Rallidae	*Fulica leucoptera*	Tagua chica	N	-	-
Gruiformes	Rallidae	*Fulica rufifrons*	Tagua frente roja	N	-	-
Gruiformes	Rallidae	*Gallinula chloropus*	Taguita del norte	N	-	-
Gruiformes	Rallidae	*Porphyriops melanops*	Tagüita	N	-	-
Gruiformes	Rallidae	*Pardirallus sanguinolentus*	Pidén	N	-	-
Passeriformes	Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol	N	-	-
Passeriformes	Furnariidae	*Cinclodes fuscus*	Churrete acanelado	N	-	-

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Origen*	Categoría de conservación**	Referencia
Passeriformes	Furnariidae	*Cinclodes nigrofumosus*	Churrete costero	E	-	-
Passeriformes	Furnariidae	*Cinclodes oustaleti*	Churrete chico	N	-	-
Passeriformes	Furnariidae	*Geositta cunicularia*	Minero	N	-	-
Passeriformes	Furnariidae	*Geositta isabellina*	Minero grande	N	-	-
Passeriformes	Furnariidae	*Geositta maritima*	Minero chico	N	-	-
Passeriformes	Furnariidae	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral	N	-	-
Passeriformes	Furnariidae	*Phleocryptes melanops*	Trabajador	N	-	-
Passeriformes	Furnariidae	*Pseudasthenes humicola*	Canastero	E	-	-
Passeriformes	Furnariidae	*Upucerthia dumetaria*	Bandurrilla	N	-	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina bermeja	N	-	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina de dorso negro	N	-	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta meyeni*	Golondrina chilena	N	-	-
Passeriformes	Icteridae	*Agelasticus thilius*	Trile	N	-	-
Passeriformes	Motacillidae	*Anthus correndera*	Bailarín chico	N	-	-
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión	N	-	-
Passeriformes	Thraupidae	*Diuca diuca*	Diuca	N	-	-
Passeriformes	Thraupidae	*Phrygilus alaudinus*	Platero	N	-	-
Passeriformes	Thraupidae	*Phrygilus fruticeti*	Yal pechinegro	N	-	-
Passeriformes	Thraupidae	*Phrygilus gayi*	Cometocino de Gay	N	-	-
Passeriformes	Thraupidae	*Sicalis luteola*	Chirigüe	N	-	-
Passeriformes	Troglodytidae	*Cistothorus platensis*	Chercán de las vegas	N	-	-
Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán	N	-	-
Passeriformes	Turdidae	*Tordus chiguanco*	Zorzal negro	N	-	-

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Origen*	Categoría de conservación**	Referencia
Passeriformes	Tyrannidae	*Agriornis montanus*	Mero gaucho	N	-	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Anairetes parulus*	Cachudito	N	-	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia albiceps*	Fío-fío	N	-	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Lessonia oreas*	Colegial del norte	N	-	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Lessonia rufa*	Colegial	N	-	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Muscisaxicola macloviana*	Dormilona tontita	N	-	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Muscisaxicola maculirostris*	Dormilona chica	N	-	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Muscisaxicola flavinucha*	Dormilona fraile	N	-	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Muscisaxicola rufivertex*	Dormilona de nuca rojiza	N	-	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Tachuris rubigastra*	Siete colores	N	-	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Anas flavirotris*	Pato jergón chico	N	-	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza grande	N	-	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea cocoi*	Garza cuca	N	LC	DS 16/2016 MMA
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza boyera	N	-	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides striata*	Garcita azulada	N	-	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza chica	N	-	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo	N	-	-
Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus thagus*	Pelícano	N	NT	DS 23/2019 MMA
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax bougainvillii*	Guanay	N	NT	DS 79/2018 MMA
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	N	-	-
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax gaimardi*	Lile	N	NT	DS 79/2018 MMA
Pelecaniformes	Sulidae	*Sula variegata*	Piquero	N	LC	DS 79/2018 MMA
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Theristicus melanopis*	Bandurria	N	LC	DS 06/2017 MMA

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Origen*	Categoría de conservación**	Referencia
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco chileno	N	NT	DS 23/2019 MMA
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala	N	-	-
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podiceps occipitalis*	Blanquillo	N	-	-
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	Picurio	N	-	-
Procellariiformes	Pelecanoididae	*Pelecanoides garnotii*	Yunco	N	EN	DS 79/2018 MMA
Procellariiformes	Hydrobatidae	*Oceanites gracilis*	Golondrina de mar chica	N	DD	DS 79/2018 MMA
Sphenisciformes	Spheniscidae	*Spheniscus humboldti*	Pingüino de Humboldt	N	VU	DS 50/2008 MINSEGPRES
Strigiformes	Strigidae	*Asio flammeus*	Nuco	N	LC	DS 16/2016 MMA
Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Pequén	N	-	-
MAMMALIA						
Artiodactyla	Camelidae	*Lama guanicoe*	Guanaco	N	VU	DS 06/2017 MMA
Carnivora	Canidae	*Lycalopex culpaeus*	Zorro culpeo	N	LC	DS 33/2012 MMA
Carnivora	Canidae	*Lycalopex griseus*	Zorro chilla	N	LC	DS 33/2012 MMA
Carnivora	Otariidae	*Otaria flavescens*	Lobo marino	N	LC	DS 13/2013 MMA
Didelphimorphia	Didelphidae	*Thylamys elegans*	Llaca	E	LC	DS 16/2016 MMA
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus capensis*	Liebre	I	-	-
Rodentia	Cricetidae	*Abrothrix olivaceus*	Laucha olivácea	N	-	-
Rodentia	Cricetidae	*Oligoryzomys longicaudatus*	Ratón colilargo	N	-	-
Rodentia	Cricetidae	*Phyllotis darwini*	Ratón orejudo de Darwin	N	-	-
Rodentia	Muridae	*Mus musculus*	Laucha	I	-	-
PECES						
Mugiliformes	Mugilidae	*Mugil cephalus*	Lisa	N	LC	DS 52/2014 MMA
REPTILIA						

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Origen*	Categoría de conservación**	Referencia
Squamata	Colubridae	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	E	LC	DS 16/2016 MMA
Squamata	Colubridae	*Tachymenis chilensis*	Culebra de cola corta	E	LC	DS 16/2016 MMA
Squamata	Liolaemidae	*Liolaemus platei*	Lagartija de Plate	E	LC	DS 16/2016 MMA
Squamata	Liolaemidae	*Liolaemus nigromaculatus*	Lagartija de mancha	E	NT	DS 16/2016 MMA
Squamata	Teiidae	*Callopistes maculatus*	Iguana chilena	E	NT	DS 16/2016 MMA
Squamata	Tropiduridae	*Microlophus atacamensis*	Corredor de atacama	E	LC	DS 23/2019 MMA

*Origen: N=Nativa; E= Endémica; I= Introducida
**Categorías de conservación: EN= En peligro de extinción; VU= Vulnerable; LC= Preocupación menor; NT= Casi amenazada; DD= Datos insuficientes.

Folio015377

UNIVERSIDAD DE ATACAMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

FUNCIONAMIENTO HIDROLÓGICO DEL HUMEDAL RIBEREÑO MARÍA ISABEL, SECTOR BAJO RÍO COPIAPÓ, REGIÓN DE ATACAMA

RAMÓN ANTONIO QUIROZ QUIROZ

2016

Folio015378

UNIVERSIDAD DE ATACAMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

FUNCIONAMIENTO HIDROLÓGICO DEL HUMEDAL RIBEREÑO MARÍA ISABEL, SECTOR BAJO RÍO COPIAPÓ, REGIÓN DE ATACAMA

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de GEÓLOGO

Profesor Guía: Juan Pablo Saavedra Lyng

Tatiana Izquierdo Labraca

RAMÓN ANTONIO QUIROZ QUIROZ

2016

Folio015379

RESUMEN

La sobreexplotación de los recursos del acuífero que afecta actualmente al valle del río Copiapó no sólo tiene incidencia en labores industriales, agronómicas y domésticas, sino que también en ecosistemas asociados al recurso hídrico como lo son los humedales. La falta de políticas públicas y estudios relacionados al funcionamiento hidrológico de los humedales ha conllevado que se pierdan grandes áreas húmedas en el país durante el último tiempo. Particularmente la Región de Atacama ha sido afectada por una constante pérdida de humedales altoandinos y ribereños.

La presente tesis tiene como objetivo estudiar el funcionamiento hidrológico de un humedal ribereño en el sector María Isabel, cuenca baja del río Copiapó entre Valle Fértil y Angostura, a fin de establecer las medidas necesarias para su conservación.

Se desarrolló un modelo conceptual del funcionamiento hidrológico del humedal a partir de la geometría del acuífero, hidrogeología, hidrología e hidrogeoquímica. Morfológicamente en superficie destacan grandes terrazas fluviales paralelas al cauce actual y en profundidad un basamento irregular, el cual funciona como barrera al flujo subterráneo en el sector de Angostura. A partir de las unidades geológicas y su capacidad de albergar y transmitir agua se definieron unidades hidrogeológicas, agrupándose en unidad acuífero los depósitos fluviales recientes, unidad acuitardo depósitos sedimentarios semiconsolidados y unidad acuífugo basamento metamórfico e ígneo. Los niveles piezométricos son históricamente estables y someros, con una leve comportamiento cíclico; máximo de profundidad en octubre y mínimos en abril. El somero nivel piezométrico corta la cota topográfica y escurre hasta la salida en Angostura, asociado a dicha escorrentía se desarrolla una extensa cobertura de vegetación freatófita. La hidroquímica del agua superficial y subterránea es similar, con en general alto concentración de iones disueltos lo que indica un origen común y una gran evolución química.

A partir de la hidrología e hidrogeología se estimó un balance hidrológico para el área de estudio. La entrada subterránea al acuífero es cercana a 5,9 hm^3/año, recargas por infiltración y quebradas laterales se consideraron nulas por la escasa precipitación en el área. Las salidas del acuífero se calcularon en 1,7 hm^3/año en promedio para regadío, 3,5 hm^3/año de flujo superficial de salida en Angostura y en 3,5 hm^3/año por evapotranspiración de humedal ribereño. El cálculo

de la evapotranspiración del humedal se realizó utilizando el método SEBAL, en el cual la evapotranspiración se estima como residual de balance de energía en la superficie. Finalmente al realizar el balance hídrico arrojó una variación de volumen negativa, cercana a -2,8 hm^3/año.

El caudal ecológico por métodos convencionales y legales no es posible estimar para el humedal ribereño, puesto que la fuente de agua es de origen subterránea. Sin embargo a partir del control geomorfológico e hidrológico del área de estudio se determinó que la conservación del área actual de vegetación freatófita depende directamente de salvaguardar el nivel piezométrico actual estable en función del tiempo.

Folio015381

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1
2 OBJETIVOS 3
2.1 Objetivo general 3
2.2 Objetivos específicos 3
3 HIPÓTESIS DE TRABAJO 4
4 METODOLOGÍA DE TRABAJO 5
4.1 Recopilación de antecedentes 5
4.2 Campaña de terreno 6
4.3 Trabajo de gabinete 6
5 MARCO TEÓRICO 9
5.1 Humedales 9
5.2 Clasificación de humedales 9
5.3 Deterioro de humedales 10
5.4 Hidrología de humedales 12
5.5 Modelos hidrológicos 13
5.5.1 Modelo hidrológico conceptual 13
5.6 Balance hidrológico 14
5.7 Evapotranspiración en humedales 14
5.8 Caudales ecológicos 15
6 DESCRIPCIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO 17
6.1 Ubicación y accesos 17
6.2 Marco geológico 18
6.3 Geología estructural 20
6.4 Marco geomorfológico general 20
6.5 Marco hidrológico general 23

6.6 Biodiversidad del humedal ribereño 23

7 MODELO CONCEPTUAL 24

7.1 Aspectos generales 24

7.1.1 Extensión del acuífero 24

7.1.2 Esquema general del funcionamiento hidrológico del acuífero 24

7.2 Geometría área de estudio 25

7.2.1 Morfología superficial 25

7.2.2 Morfología basamento rocoso 26

7.2.3 Relleno sedimentario no consolidado 27

7.3 Hidrología 27

7.3.1 Clima 27

7.3.2 Infiltración y aporte de quebradas laterales 31

7.3.3 Evapotranspiración 32

7.3.4 Demanda de riego y extracciones 32

7.3.5 Fluviometría 35

7.4 Hidrogeología 38

7.4.1 Unidades hidrogeológicas 38

7.4.2 Piezometría y flujo subterráneo 40

7.4.3 Parámetros hidráulicos 43

7.4.4 Entrada subterránea al área de estudio 44

7.5 Hidrogeoquímica 47

7.5.1 Análisis fisicoquímicos utilizados 47

7.5.2 Validación de análisis fisicoquímicos utilizados 50

7.5.3 Caracterización fisicoquímica del agua 51

7.5.4 Clasificación Piper y Stiff 51

7.5.5 Variación temporal de parámetros 53

Folio015383

8 EVAPOTRANSPIRACIÓN 57
8.1 Selección de periodo de estudio e imágenes satelitales 59
8.2 Preprocesamiento de imágenes satelitales 59
8.3 Delimitación de área de estudio 61
8.4 Procesamiento de imágenes satelitales 61
8.4.1 Radiación neta (Rn) 62
8.4.2 Flujo de calor en el suelo (G0) 64
8.4.3 Flujo de calor sensible (H) 70
8.4.4 Evapotranspiración real en 24 hrs. (ET24) 73
8.5 Evapotranspiración real en humedal ribereño 75
9 BALANCE HÍDRICO Y CAUDAL ECOLÓGICO 78
9.1 Balance hídrico 78
9.1.1 Entradas 78
9.1.2 Salidas 78
9.1.3 Variación de volumen almacenado 79
9.2 Caudal ecológico 80
9.2.1 Configuración geomorfológica 81
9.2.2 Relación agua subterránea y agua superficial 84
9.2.3 Caudal ecológico humedal 87
10 DISCUSION 88
11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 96
12 REFERENCIAS 99
ANEXOS 106
A. Perfil litológico y habilitación pozos P-HMI1B, P-HMI2B, P-HMI3B (DGA, 2010). 107
B. Registro histórico niveles piezométricos pozos P-HMI1, P-HMI3, P-HMI4, P-PP, P-MA y P-VF. 111
C. Prueba de bombeo de gasto constante pozos Hacienda María Isabel. 118

D. Precipitación mensual estación meteorológica Caldera 1992-2015. 120

E. Caudal medio mensual estación fluviométrica Angostura 1963-2014. 122

F. Registro histórico parámetros fisicoquímicos pozos P-HMIc y P-HMI3. 125

G. Metadatos imágenes satelitales 128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Zonas de afloramiento de aguas subterráneas en el río Copiapó, sección transversal Este-Oeste. Modificado de DGA (2003), según DGA (1987a)..... 4

Figura 5-1 Procedimiento de realización de modelos. 13

Figura 6-1 Ubicación del área de estudio y sectores acuíferos río Copiapó, según DGA (1987a). 17

Figura 6-2 Geología de área de estudio. Modificado de Godoy et al. (2003). 21

Figura 6-3 Geomorfología del área de estudio. Modificado de Castillo (2015)..... 22

Figura 7-1 Esquema general del funcionamiento hidrológico del acuífero..... 25

Figura 7-2 Morfología superficial del área de estudio. Exageración vertical x10. 25

Figura 7-3 Modelo 3D morfología basamento a partir de DGA (1987b) y Montgomery (2006). Polígono negro índica el área de estudio exacta..... 26

Figura 7-4 Evolución anual temperatura media mensual (°C) desde 2005 a 2015. 28

Figura 7-5 Evolución temperatura media mensual (°C) desde 2005 a 2015..... 28

Figura 7-6 Evolución anual humedad relativa media (%) desde 2005 a 2015..... 29

Figura 7-7 Evolución anual presión media (hPa) desde 2005. a 2015. 29

Figura 7-8 Distribución porcentual de precipitaciones registradas en estación meteorológica de Caldera..... 31

Figura 7-9 Área de cultivo y puntos de captación de agua superficial y subterránea. 34

Figura 7-10 Evolución caudal medio mensual año 1976 estación fluviométrica Mal Paso, Angostura, Lautaro y Pastillo..... 35

Figura 7-11 Evolución caudal medio mensual fluviométrica año 1997 estación Angostura, Lautaro, Pastillo y San Antonio..... 36

Figura 7-12 Evolución fluviométrica estación Angostura desde 1963 a 2014..... 36

Figura 7-13 Evolución anual caudal (l/s) para año seco, normal y húmedo. 37

Figura 7-14 Gravas de Copiapó en sector de Hacienda María Isabel. Depósito sedimentario moderadamente cementado (Fecha de captura: 10/03/2016). 39

Figura 7-15 Basamento metamórfico Gneises de Caleta Turenne en sector de Angostura. Se aprecia además salida de agua superficial del área de estudio (Fecha de captura: 10/03/2016). .. 40

Figura 7-16 Evolución nivel piezométrico en pozos de red monitoreo DGA. 41

Figura 7-17 Mapa hidrogeológico del área de estudio. 42

Figura 7-18 Vista en planta de sección utilizada para de cálculo de caudal subterráneo entrante. 44

Figura 7-19 Perfil idealizado para cálculo subterráneo entrante. 45

Figura 7-20 Corrección de distancia entre pozo P-MA y P-PP. 45

Figura 7-21 Evolución anual de gradiente hidráulico entre pozo P-MA y P-PP. 46

Figura 7-22 Ubicación puntos de muestreo de agua superficial y subterránea. 49

Figura 7-23 Diagrama de Stiff agua pozo P-HMIc. 52

Figura 7-24 Diagrama de Piper para agua P-HMIc y Angostura. 52

Figura 7-25 Diagrama de Stiff agua superficial Angostura. 52

Figura 7-26 Evolución histórica de: a) pH, b) conductividad eléctrica, c) temperatura y d) oxígeno disuelto en aguas subterráneas. 54

Figura 7-27 Evolución histórica de concentración de: a) bicarbonato, b) sulfato, c) cloruro y d) nitrato en aguas subterráneas. 55

Figura 7-28 Evolución histórica de concentración de a) sodio, b) calcio, c) magnesio y d) potasio en aguas subterráneas. 56

Figura 8-1 Esquema de fuentes de evapotranspiración en área de estudio. 57

Figura 8-2 Diagrama de flujo general de metodología SEBAL. Modificado de Zwart (2007). ... 58

Figura 8-3 Procedimiento de cálculo de coseno de ángulo de incidencia solar horizontal equivalente. 60

Figura 8-4 Área de aplicación de método SEBAL. 61

Figura 8-5 Diagrama de flujo para el cálculo de Radiancia neta (Rn) y Flujo de calor en el suelo (G0) Modificado de Allen (2002). 64

Folio015387

Figura 8-6 Albedo de imágenes satelitales: a) Agosto 2007, b) Enero 2008, c) Julio 2010 y d) Enero 2011. 65

Figura 8-7 NDVI de imágenes satelitales: a) Agosto 2007, b) Enero 2008, c) Julio 2010 y d) Enero 2011. 66

Figura 8-8 Temperatura de superficie (°K) de imágenes satelitales: a) Agosto 2007, b) Enero 2008, c) Julio 2010 y d) Enero 2011. 67

Figura 8-9 Radiancia neta (W/m^2) de imágenes satelitales: a) Agosto 2007, b) Enero 2008, c) Julio 2010 y d) Enero 2011 68

Figura 8-10 Flujo de calor en el suelo (W/m^2) de imágenes satelitales: a) Agosto 2007, b) Enero 2008, c) Julio 2010 y d) Enero 2011. 69

Figura 8-11 Diagrama de cálculo de flujo de calor sensible (H). Modificado de Allen (2002). 71

Figura 8-12 Flujo de calor sensible (W/m^2) de imágenes satelitales: a) Agosto 2007, b) Enero 2008, c) Julio 2010 y d) Enero 2011. 72

Figura 8-13 Evapotranspiración Real en 24 hrs. (mm/día): a) Agosto 2007, b) Enero 2008, c) Julio 2010 y d) Enero 2011. 74

Figura 9-1 Meandros del río Copiapó en área de estudio. 82

Figura 9-2 Cauce y llanura de inundación de río Copiapó 82

Figura 9-3 Paleocauces de río Copiapó. 83

Figura 9-4 Terrazas limitando crecimiento de área de vegetación (Fecha de captura: 10/03/2016). 83

Figura 9-5 Relación entre el caudal superficial y el nivel piezométrico desde mayo de 1987 a diciembre de 1988. 84

Figura 9-6 Relación entre el caudal superficial y el nivel piezométrico desde marzo de 1992 a marzo de 1997. 85

Figura 9-7 Relación entre el caudal superficial y el nivel piezométrico desde abril de 1997 a octubre de 1998. 86

Figura 9-8 Relación entre el caudal superficial y el nivel piezométrico desde noviembre de 1998 a septiembre de 2014. 86

Figura 10-1 Balance hidrológico anual medio. 94

Figura A-1 Perfil litológico y de habilitación pozo P-HMI1B. 108

Figura A-2 Perfil litológico y de habilitación pozo P-HMI2B. 109

Figura A-3 Perfil litológico y de habilitación pozo P-HMI3B. 110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 7-1 Dirección y velocidad media (nudos) del viento desde 2005 a 2015. 30

Tabla 7-2 Precipitación media para año seco, normal y húmedo 31

Tabla 7-3 Demanda de agua para riego de olivos a partir de la evapotranspiración del cultivo. 33

Tabla 7-4 Derechos de agua subterráneos y superficiales otorgados en el área de estudio. 33

Tabla 7-5 Caudal mensual estación fluviométrica Angostura para año seco, normal y húmedo desde Enero-Junio. 37

Tabla 7-7 Pozos profundos existentes en el área de estudio. 40

Tabla 7-8 Campaña piezométrica DGA - 15 de mayo de 2015. 41

Tabla 7-9 Cálculo de parámetros hidráulicos, según Cooper y Jacob (1946). 43

Tabla 7-10 Gradiente hidráulico entre pozo P-MA y P-PP para año seco, normal y húmedo. 46

Tabla 7-11 Flujo subterráneo entrante para año seco, normal y húmedo. 47

Tabla 7-12 Muestreos de agua subterránea y superficial utilizados. 48

Tabla 7-13 Error de balance admisible a partir de la conductividad eléctrica del agua, según Custodio (2001c). 50

Tabla 7-14 Parámetros fisicoquímicos de aguas subterráneas y superficiales. 51

Tabla 8-1 Fechas de cálculo de evapotranspiración. 59

Tabla 8-2 Cálculo de coseno horizontal-equivalente de ángulo incidencia solar en superficie. 60

Tabla 8-3 Constantes de calibración para bandas espectrales (Chander, 2009). 63

Tabla 8-4 Coeficiente de peso para bandas espectrales (Allen, 2002). 63

Tabla 8-5 Irradiancia exo-atmosférica solar media para bandas espectrales (Chander, 2009). 63

Tabla 8-6 Distancia relativa de la Tierra al Sol (Chander, 2009). 63

Tabla 8-7 Temperatura de referencia de pixel húmedo (°K). 63

Tabla 8-8 Primera determinación de dT aparente para pixel caliente. 71

Tabla 8-9 Resultados de constantes “a” y “b” en las iteraciones realizadas. 71

Folio015390

Tabla 8-10 Primera estimación de Velocidad de Fricción y Resistencia Aerodinámica..... 71

Tabla 8-11 Radiación diaria promedio calculada de SolarCalc. 73

Tabla 8-12 Evapotranspiración, histograma y estadística de humedal el 17 de agosto de 2007... 75

Tabla 8-13 Evapotranspiración, histograma y estadística de humedal el 24 de julio de 2010..... 76

Tabla 8-14 Evapotranspiración, histograma y estadística de humedal el 24 de enero de 2008. ... 76

Tabla 8-15 Evapotranspiración, histograma y estadística de humedal el 16 de enero de 2011. ... 77

Tabla 8-16 Evapotranspiración estimada humedal para año seco, normal (media) y húmedo. 77

Tabla 9-1 Balance hídrico para un año seco. 79

Tabla 9-2 Balance hídrico para un año normal. 80

Tabla 9-3 Balance hídrico para un año húmedo. 80

Tabla 10-1 Resultados isotopía agua subterráneas y superficiales (Troncoso et al., 2002)- *PMC: Porcentaje de Carbono Moderno. 91

Tabla B-1Registro histórico nivel piezométrico pozo P-HMI1..... 112

Tabla B-2 Registro histórico nivel piezométrico pozo P-HMI3..... 113

Tabla B-3 Registro histórico nivel piezométrico pozo P-HMI4..... 114

Tabla B-4 Registro histórico nivel piezométrico pozo P-MA. 115

Tabla B-5 Registro histórico nivel piezométrico pozo P-PP. 116

Tabla B-6 Registro histórico nivel piezométrico pozo P-MA. 117

Tabla C-7 Prueba de bombeo gasto constante pozos P-HMI1B, P-HMI2B y P-HMI3B. 119

Tabla D-8 Precipitación mensual estación meteorológica Caldera. 121

Tabla E-9 Caudal medio mensual estación fluviométrica Angostura. Recuadros de tonalidad amarilla indica caudales medio mensuales calculados por Razón q. 123

Tabla F-11 Registro histórico parámetros fisicoquímicos pozo P-HMIc. Valores anómalos en color rojo. 126

Tabla F-12 Registro histórico parámetros fisicoquímicos pozo P-HMI3..... 127

Tabla G-13 Metadatos imágenes satelitales. 129

Tabla G-13 Metadatos imágenes satelitales (continuación). 129

Folio015392

1 INTRODUCCIÓN

Con el avance de las grandes industrias y el crecimiento de la población en el mundo, el recurso hídrico ha sido sobreexplotado y contaminado a niveles irrecuperables en diversas regiones del planeta. Uno de los ecosistemas asociados al agua que se ha visto dañado considerablemente en el último tiempo son los humedales. Los humedales, según Custodio (2001a), son áreas que presentan algunas de las siguientes condiciones: a) agua estancada o que fluye muy lentamente que no son lagos, es decir, con una lámina de agua somera, b) superficie freática poco profunda, por lo tanto accesible a las raíces de plantas freatófitas y c) la evapotranspiración es mayor que la precipitación, por lo que el aporte hídrico es de origen superficial o subterráneo.

Históricamente los humedales han sido considerados como terrenos baldíos e insalubres asociados a malaria y otras enfermedades, resultando una molestia y peligro para el hombre, que además ha deseado ocuparlas para llevar acabo la ganadería y agricultura, olvidando su importante papel ecológico además de generar servicios útiles a la sociedad y beneficios económicos. El resultado ha sido que desde la antigüedad se los han intervenido, rellenándolos o drenándolos, con frecuencia con apoyos e incentivos gubernamentales (García Novo et al., 2009).

Mitsch y Gosselink (1993) han descrito los humedales a la vez como los riñones del medio natural, a causa de las funciones que pueden desempeñar en los ciclos hidrológicos y químicos, y como supermercados biológicos, en razón de las extensas redes alimentarias y la rica diversidad biológica que sustentan. También han sido reconocidos como sumideros de carbono y estabilizadores climáticos en una escala global (Mitsch y Gosselink, 2000).

Para frenar el deterioro de los humedales y poder asegurar su protección, en 1971 se firma la Convención Ramsar, en Irán, a la cual Chile se encuentra suscrito desde 1981. La misión de la convención es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y, gracias a la cooperación internacional, contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo” (Convención Ramsar, 1971).

Los humedales, en general, se desarrollan en sistemas estuarios, marinos, ribereños, palustres y lacustres. Asociado al afloramiento de agua subterránea y flujo superficial en la cuenca baja del río Copiapó existe un humedal de tipo ribereño, cuya área ha disminuido

Folio015393

longitudinalmente debido a la sobreexplotación hídrica que afecta al valle. Los humedales ribereños son de gran importancia puesto que estabilizan los ríos y llanuras de inundación, regulan los ciclos bioquímicos, la temperatura y calidad del agua, la duración y magnitud de las inundaciones, y proporciona cubierta, alimentos, agua, hábitat de reproducción y corredores de migración para mucha fauna acuática y terrestre (Kondolf et al., 1987). Sumado a lo anterior, al desarrollarse el humedal ribereño en un ambiente de gran desertificación, su pérdida además provoca un impacto paisajístico y social importante.

En vista de que el agua es el elemento primordial para la existencia de los humedales, se hace fundamental conocer el funcionamiento hidrológico del humedal y los efectos en el mismo producto de variaciones en la disponibilidad del recurso hídrico.

Folio015394

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Definir el funcionamiento hidrológico del humedal ribereño María Isabel del sector 6 del acuífero del río Copiapó, atendiendo a los elementos fundamentales del ciclo hidrológico; escorrentía superficial y subterránea, infiltración, precipitación y evapotranspiración. Resulta fundamental la influencia de las aguas subterráneas y su implicancia como principal fuente de agua del humedal, dada la condición de estrés hídrico del acuífero. A partir de estos elementos se desarrollará un modelo hidrológico conceptual que permita realizar una gestión del recurso hídrico de cara a la sustentabilidad hídrica y ecológica del humedal.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la geometría del acuífero en el área de estudio; morfología superficial, morfología del basamento y relleno sedimentario.
- Caracterizar la hidrología; clima, fluviometría en aforo Angostura, infiltración y demanda de agua en el área de estudio.
- Caracterizar la hidrogeología; definir unidades hidrogeológicas, piezometría y líneas de flujo, calcular los parámetros hidráulicos del acuífero y el caudal subterráneo que ingresa al área de estudio.
- Caracterizar la hidrogeoquímica; analizar sus parámetros fisicoquímicos, clasificar tipos de las aguas superficiales y subterráneas y la evolución fisicoquímica histórica del agua subterránea.
- Estimar la evapotranspiración del humedal para años secos y años húmedos con el uso de imágenes satelitales y datos hidrometeorológicos, aplicando método SEBAL.
- Realizar balance hidrológico mensual y anual del área de estudio.
- Estimar el caudal ecológico que permita sentar las bases para la protección del humedal.

3 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Un estudio preparado para la Dirección General de Aguas (DGA, 1987a) identificó 5 tramos del río Copiapó en los cuales se produce afloramiento de agua subterránea, recuperación del flujo en el río y evapotranspiración en zonas de vegas (humedales ribereños) generados por el afloramiento (Figura 3-1). Los tramos identificados corresponden a San Antonio - La Puerta (Vega Los Loros), Quebrada Cerrillos - Mal Paso (Vegas Nantoco), Copiapó (Sector Pretil), Piedra Colgada y Angostura (Vega de María Isabel). En la actualidad sólo existe surgencia de agua subterránea en el sector de Los Loros, sin vegetación apreciable, y en María Isabel, en donde el afloramiento y posterior escurrimiento de agua propicia el desarrollo de vegetación freatófita. A diferencia del constante descenso de niveles piezométricos en gran parte del valle, los niveles en María Isabel no han sufrido una gran variación en los últimos años. Lo anterior indica una dependencia directa de la existencia de humedales ribereños en el río Copiapó (zonas de "vegas") con la disponibilidad de nivel piezométrico somero.

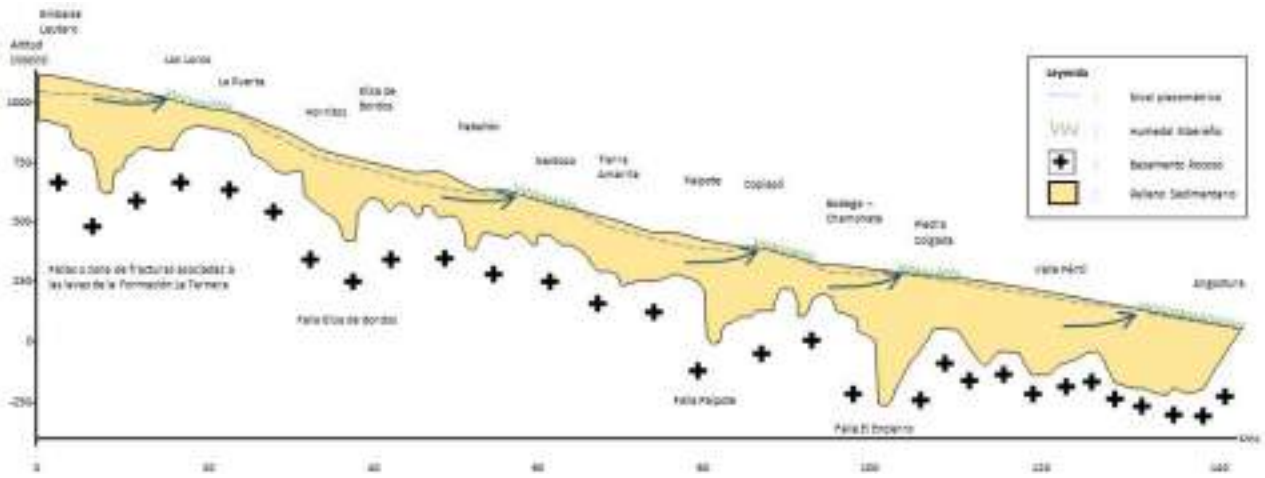


Figura 3-1 Zonas de afloramiento de aguas subterráneas en el río Copiapó, sección transversal Este-Oeste. Modificado de DGA (2003), según DGA (1987a).

4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Recopilación de antecedentes

En la actualidad no existe información que haga referencia de manera directa al humedal ribereño de María Isabel, sin embargo, se ha podido recopilar antecedentes de la hidrología, hidrogeología y geología del área de estudio a partir de:

- Estadística Hidrológica en Línea de Dirección General de Aguas: Se obtuvo registro histórico de los niveles piezométricos de 6 pozos, registro histórico de parámetros fisicoquímicos de 2 pozos en el área de estudio, registro histórico de caudales medios mensuales en Angostura y registro histórico de precipitaciones de estación meteorológica de Caldera. Disponible en: http://snia.dga.cl/BNAConsultas/.
- Registro histórico climatológico de estación meteorológica Desierto de Atacama, Caldera Ap. de la Dirección Meteorológica de Chile. Disponible en: http://164.77.222.61/climatologia/.
- Perfil litológico y pruebas de bombeo de 3 pozos con fines hidráulicos realizados en el área de estudio, por medio de “Ley de Transparencia” solicitados a la Dirección General de Aguas.
- Imágenes Landsat 7 ETM+8 con nubosidad menor a 25% que abarcan el área de estudio. Descargadas desde: http:/glovis.usgs.gov/.
- Modelo Digital de Elevación (MDE) del área de estudio desde plataforma ASTER. Descargado desde: http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/.
- Estudios realizados para organismos gubernamentales: DGA, 1987a, 1987b, 1995; Aguirre et al., 1999; Godoy et al., 2003; Montgomery, 2006; Pérez et al., 2009; DGA, 2010; Troncoso et al., 2012. Disponen de recopilación y realización de estudios geofísicos, hidrológicos, hidrogeológicos, hidrogeoquímicos y geológicos.
- Otros estudios no gubernamentales: CORPROA, 2006; Uecker y Brückner, 2012; Castillo, 2015. Disponen de recopilación y realización de estudios geomorfológicos, hidrogeológicos e hidrogeoquímicos.

4.2 Campaña de terreno

Para complementar los antecedentes recopilados se realizaron labores de campo que permitieron conocer a mayor detalle la hidrología, hidrogeología, hidrogeoquímica y geología del área de estudio. Las principales actividades incluyen:

- Mapeo geológico- hidrogeológico: Se realizó un mapeo de unidades litológicas circundantes al depósito fluvial reciente, con énfasis a la caracterización de su capacidad de albergar o transmitir agua de acuerdo a su consolidación.
- Muestreo y medición in situ de parámetros físicos de aguas superficiales y subterráneas: Las muestras fueron tomadas con un envase de polietileno de 1 litro, previamente lavado con agua destilada, y medidos en el lugar los parámetros pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto con una sonda multiparamétrica HI 9829 Hanna Instruments.

4.3 Trabajo de gabinete

Con los antecedentes recopilados y los datos obtenidos en terreno se realizó un modelo conceptual del funcionamiento hidrológico del área de estudio, una estimación de la evapotranspiración del humedal aplicando el método SEBAL, balance hidrológico del área de estudio y estimación de caudal ecológico.

- Modelo Conceptual:

Se descargó una imagen de alta calidad georreferenciada del área de estudio con el uso de software SASPlanet, la cual se utilizó como mapa base para los mapas presentes en esta tesis. A partir de estudios anteriores y de un mapeo geológico en detalle, con énfasis en litologías circundantes al depósito fluvial reciente, se realizó un mapa geológico del área de estudio. La digitalización del mapa se realizó con el uso del software ArcMap de ArcGIS 10.2.

Se realizó un modelo 3D de la superficie del área de estudio a partir de curvas de nivel descargadas con el uso del software Global Mapper. Posteriormente las curvas fueron refinadas y modeladas en 3D con el uso de los software ArcMap y ArcScene de ArcGIS 10.2. Para modelar la morfología del basamento se recopilaron antecedentes de levantamientos geofísicos tipo SEV y gravimétrico en el área de estudio, los cuales posteriormente fueron modelados en 3D utilizando el software Surfer 10. A su vez se caracterizó el relleno sedimentario a partir de antecedentes geológicos y descripción litológicas de pozos con fines hidráulicos existentes en el área.

Se caracterizó la hidrología utilizando el registro histórico de mediciones meteorológicas e hidrometeorológicas de estaciones cercanas al área de estudio y de una estación fluviométrica existente al extremo oeste del área. Además se estimó la demanda de riego a partir del coeficiente de cultivo de los olivos y de la evapotranspiración mensual de Copiapó.

Se realizó una caracterización hidrogeológica del área de estudio en la cual se 1) definieron unidades hidrogeológicas a partir de la importancia hidrogeológica de las unidades litológicas, 2) se calculó los parámetros hidráulicos del acuífero a partir de 3 pruebas de bombeo de pozos solicitadas por ley de transparencia a la DGA, 3) se identificó la piezometría y líneas de flujo a partir de datos de la red de monitoreo de la DGA y 4) se calculó el flujo subterráneo que ingresa al área de estudio a partir de los datos piezométricos, parámetro hidráulicos y morfología del basamento. Finalmente los datos hidrogeológicos fueron sintetizados en un mapa hidrogeológico realizado con el uso de software ArcMap de ArcGIS 10.2.

Se caracterizó la hidrogeoquímica del agua superficial y subterránea del área de estudio a partir del registro histórico de la Dirección General de Aguas, estudios anteriores y mediciones realizadas por el autor. Las mediciones se realizaron en laboratorio químico en donde se determinó el contenido de cloruro y bicarbonato con titulador HI902 Hanna Instruments y contenido de calcio y magnesio con fotómetro HI83094 Hanna Instruments de muestras de aguas superficiales y subterráneas muestreadas. Además de la caracterización, se realizó una clasificación el agua superficial y subterránea según Stiff y Piper utilizando los software EasyQuim y AquaChem.

- Evapotranspiración utilizando método SEBAL:

La metodología SEBAL posee 2 etapas: preprocesamiento y procesamiento. El software utilizado para el pre-procesamiento y procesamiento fue ArcMap de ArcGIS 10.2.

En el preprocesamiento se trabajó con las imágenes satelitales, datos meteorológicos y modelo de elevación de terreno. Las imágenes satelitales utilizadas son de tipo Landsat 7 ETM+ y se descargaron de forma gratuita de la plataforma virtual del USGS (http://glovis.usgs.gov). El modelo digital de terreno se descargó de la plataforma virtual de ASTER (http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/). Datos meteorológicos correspondientes a velocidad de viento, temperatura y precipitación fueron obtenidos del registro histórico de la estación

hidrometeorológica Desierto de Atacama, Caldera Ap. de la Dirección Meteorológica de Chile, ubicada a 9 km del humedal en las coordenadas 6984640 Norte, 325092 Este (WGS-84) y Cota 280 m.s.n.m. El registro se encuentra disponible de forma gratuita en la plataforma virtual de Productos Climatológicos Actuales e Históricos (http://164.77.222.61/climatologia/). La radiación solar horaria se generó con el uso del software libre SolarCalc del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) (http://www.ars.usda.gov/services/software/download.htm?softwareid=62#downloadForm).

Una vez finalizado el preprocesamiento se procede a realizar los cálculos de Albedo, Índice Diferencial de Vegetación Normalizada (NDVI) y Temperatura de Superficie, los cuales son los datos de entrada para el cálculo de la Radiancia Neta. Luego con la Radiancia Neta y el NDVI se procede a calcular el Flujo de Calor en el Suelo. A partir de la NDVI, Rugosidad de la Superficie, la Velocidad del Viento, Velocidad de Fricción, Resistencia Aerodinámica, Temperatura de la Superficie y Densidad del Aire se calcula el Flujo de Calor Sensible. Finalmente se realiza un balance de energía en el suelo, donde la evapotranspiración se obtiene desde el Flujo de Calor Latente, que es la diferencia de la Radiancia Neta con el Flujo de Calor del Suelo y Flujo de calor Sensible.

- Balance hidrológico y caudal ecológico:

Utilizando los resultados obtenidos de la hidrología, hidrogeología y evapotranspiración del área de estudio, se realizó un balance hidrológico mensual y anual para años seco, normal y húmedo.

Se estimó el caudal ecológico para el humedal ribereño a partir del control geomorfológico superficial y la relación temporal entre el flujo superficial y la profundidad del nivel piezométrico, a partir del registro histórico de flujo en la estación fluviométrica de Angostura y variación de nivel piezométrico en un pozo cercano al eje del río.

5 MARCO TEÓRICO

5.1 Humedales

Se han realizado numerosas definiciones del concepto humedal debido a las diversas disciplinas de investigación asociadas al estudio de estos; biología, hidrología, geología, geomorfología, ecología, paisajismo, entre otras. Según González-Bernáldez (1992) los humedales son rasgos del territorio que se caracterizan por la presencia permanente o temporal de una lámina de agua somera o un nivel freático poco profundo, accesible por lo menos a las raíces de parte de la vegetación. Se encuentran en casi todas las regiones del mundo, con superficies desde menos de una hectárea a varios km^2. González-Bernáldez (1992) también destaca que estos reciben diversos nombres tales como áreas palustres, pantanos, lagunas, Tablas, ibones, bofedales (en los altos andinos), marismas, etc., según sus características y designaciones locales.

Los humedales son, en general, áreas de gran productividad vegetal y ricos en fauna, con elevada diversidad de especies. Los fondos planos y ligeramente inclinados, fluctuantes entre seco y húmedo, forman playas. Lo más común es que el agua de los humedales sea dulce, pero se puede encontrar agua salina, tanto en áreas costeras como continentales, pudiendo llegar a ser salmueras y con precipitación y depósito de sales en los salares (Custodio, 2010).

5.2 Clasificación de humedales

Como se mencionó anteriormente existen diversas disciplinas asociadas al estudio de humedales, por consiguiente existen diversos tipos de clasificación. Barbier et al. (1997), a partir de Scott (1989), propusieron a la Convención Ramsar cinco grandes sistemas de humedales:

- *Estuarios:* donde ríos desembocan en el mar y el agua alcanza una salinidad equivalente a la media del agua dulce y salada (por ejemplo, deltas, bancos fangosos y marismas);
- *Marinos:* los que no resultan afectados por los caudales fluviales (por ejemplo, litorales y arrecifes de coral);
- *Fluviales (o ribereños):* las tierras anegadas periódicamente como resultado del desbordamiento de los ríos (por ejemplo, llanuras de inundación, bosques anegados y lagos de meandro);
- *Palustres:* los que contienen aguas relativamente permanentes (por ejemplo, pantanos de papiro, marismas y ciénagas); y

- *Lacustres:* zonas cubiertas de aguas permanentes caracterizadas por una baja circulación (lagunas, lagos glaciares y lagos de cráteres de volcanes).

Además de lo propuesto por expertos a la Convención Ramsar existen dos metodologías base, replicadas y modificadas en distintas partes del mundo: la clasificación jerarquizada de Cowardin et al. (1979) y clasificación según la geomorfología y régimen hidrológico de Semeniuk y Semeniuk (1995):

- *Clasificación de Cowardin et al. (1979):* Es un sistema jerárquico de dos niveles superiores: sistema y subsistema; y tres niveles inferiores: clase, subclase y tipo dominante. Los superiores se definen en base a la hidrología, geomorfología, químicas o biológicas. Las clases se definen por las formas dominantes de vegetación o fisiografía y composición del sustrato.
- *Clasificación de Semeniuk y Semeniuk (1995)*: Este sistema se basa en la geomorfología y régimen hidrológico exclusivo para humedales continentales. Clasifica 13 formas primarias compuestas en base a cinco categorías morfológicas y cuatro hidrológicas.

5.3 Deterioro de humedales

En cuanto a la pérdida de áreas de humedales que cubren el planeta frecuentemente se ha dicho que, sin estudios que lo avalen, se ha perdido 50% de los humedales desde inicios del siglo XX. De acuerdo al estudio realizado por Davidson (2014), en el cual se realizó una revisión de 189 informes de cambio en la zona de humedales, se concluye que la pérdida reportada de los humedales naturales es de entre un 54 a 57% desde el año 1900. Además, ha habido una mayor velocidad de la pérdida de humedales (3,7 veces) durante los siglos XX y principios de los XXI. Las pérdidas han sido mayores y más rápidas en los humedales naturales costeros. Aunque la tasa de pérdida de humedales en Europa se ha desacelerado, y en América del Norte se ha mantenido baja desde la década de 1980, la tasa se ha mantenido elevada en Asia, donde a gran escala y la conversión rápida de los humedales naturales costeros e interiores continúa.

Para frenar la pérdida de humedales diversos estados, países y congregaciones de países han implementado políticas de protección y conservación de humedales. Es así como por ejemplo el Unión Europea implementó el "Uso prudente y conservación de los humedales", inspirada en la idea de uso racional promovida por el Convenio de Ramsar y que fue aprobada por el Parlamento Europeo en 1995. Su finalidad, conseguir un desarrollo sostenible de los recursos de

los humedales y la conservación de sus funciones y valores para las generaciones futuras, implica, tal y como se expone tácitamente en la conclusión final del documento, un cambio radical en la percepción de estos ecosistemas, que sólo podrá tener lugar con una política global y coherente que debe ejecutarse mediante iniciativas innovadoras y ambiciosas y siguiendo un planteamiento integrado (Comisión Europea, 1995).

Diversos estados de Estados Unidos se han unido a la tendencia mundial de cuidado del humedales, es así como el estado de Minnesota, por ejemplo, los ha incluido dentro de sus reglas administrativas respecto a sus aguas como "Norma de Humedales y Mitigación" (Ley N° 7050.0186, 2008). La norma consiste en una "política del Estado para proteger los humedales y evitar impactos adversos significativos sobre los usos benéficos de humedales causados por los cambios químicos, físicos, biológicos, o radiológicos. La calidad de los humedales se mantendrá para permitir la propagación y el mantenimiento de una comunidad sana de especies acuáticas y terrestres indígenas a los humedales, preservar el hábitat de vida silvestre, y apoyar la diversidad biológica del paisaje".

En Chile existen 12 humedales protegidos declarados como sitios Ramsar, los cuales abarcan 358989 ha del país (Convención Ramsar, 2015) y se encuentran bajo administración de Corporación Nacional Forestal (CONAF). Los humedales Ramsar chilenos sólo constituyen un 18% del total de humedales catastrados por medio de imágenes satelitales, los cuales abarcan 1985167,58 ha (Centro de Ecología Aplicada, 2011). Por su parte las vegas y bofedales altoandinos de la región de Tarapacá y Antofagasta se encuentran con prohibición de exploración o explotación de los acuíferos que los alimentan (Ley N° 19145, 1992). Si bien una zona húmeda puede ser declarada a nivel internacional como un Sitio Ramsar, actualmente dicha declaración no implica una categoría de protección oficial a nivel nacional, lo que deriva en una falta de protección de los humedales (Mensaje Senado N° 161-362, 2015).

A pesar de las buenas intenciones existen diversos humedales dañados considerablemente, como es el caso de los humedales del corredor biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda, pertenecientes al sitio Ramsar "Parque Nacional Nevado Tres Cruces". En este corredor biológico, y por la actividad de pozos de explotación de agua subterránea, el humedal Pantanillo ha perdido más del 93% de su área entre 1985 a 2013 (Castro R. y Altamirano A., 2013).

5.4 Hidrología de humedales

Dentro de las funciones principales que realizan los humedales destacan las hidrológicas, bioquímicas y ecológicas. En las funciones hidrológicas de los humedales ribereños, y en base a la clasificación de García Rodriguez (2003), se pueden identificar las siguientes:

- *Control de avenidas:* al ingresar la escorrentía superficial al humedal inunda una superficie amplia, disminuyendo el caudal máximo instantáneo, pudiendo evitar el desbordamiento del río. Durante la inundación el agua puede rebasar ciertas barreras marginales del canal principal e inundar depresiones independizadas del río. Estas zonas, cuando cese la avenida, se irán vaciando lentamente por evaporación, escorrentía superficial o infiltración, y podría en este último caso actuar como zona de recarga de agua subterránea.
- *Recarga de aguas subterráneas:* en climas húmedos a menudo actúan como zonas de recarga de agua subterráneas. Los aportes hídricos al humedal pueden proceder de cursos superficiales, de precipitación directa de lluvia o bien de canalizaciones de origen antrópico (tanto de aguas naturales como de vertido líquidos urbanos). Para conocer si un determinado humedal cumple esta función, se debe estudiar la relación entre el nivel del agua en el río y el nivel freático en el acuífero subyacente. En ocasiones los humedales rechazan la recarga ya que su suelo está saturado.
- *Descarga de aguas subterráneas:* esto tiene lugar cuando el agua en el acuífero tiene un movimiento ascendente en el humedal, originando un curso superficial o una superficie libre de agua, o simplemente una laguna endorreica salina. Esta situación suele darse en zonas donde la topografía corta el nivel freático. Son los humedales más frecuentes en países semiáridos, donde la evapotranspiración potencial anual suele ser superior a la precipitación. El régimen hídrico de estos humedales a menudo es muy delicado, y son las actuaciones llevadas a cabo por el hombre, las que habitualmente más interfieren en su equilibrio y permanencia. Normalmente, las principales afecciones tienen relación con la extracción de agua para regadío, bien directamente desde el humedal, o desde pozos en zonas próximas.
- *Origen de flujos superficiales:* Flujos a partir de zonas de encharcamiento por aportes debido a escorrentía superficial e incluyendo a los originados por descarga de aguas subterráneas.

Folio015404

5.5 Modelos hidrológicos

El término modelo se refiere a una representación de un sistema real (Fetter, 2001). Un modelo de un acuífero es el procedimiento que nos permite simular el comportamiento ante distintos escenarios (Álvarez et al., 2001). El modelo es tanto más representativo del sistema real, cuando es capaz de reproducir fielmente su comportamiento (Álvarez et al., 2001). A partir de una situación real, y luego de realizar estudios hidrogeológicos, se obtiene un modelo conceptual, luego, y a partir de los objetivos de interés, se desarrolla un modelo análogo, analítico o numérico (Figura 5-1).

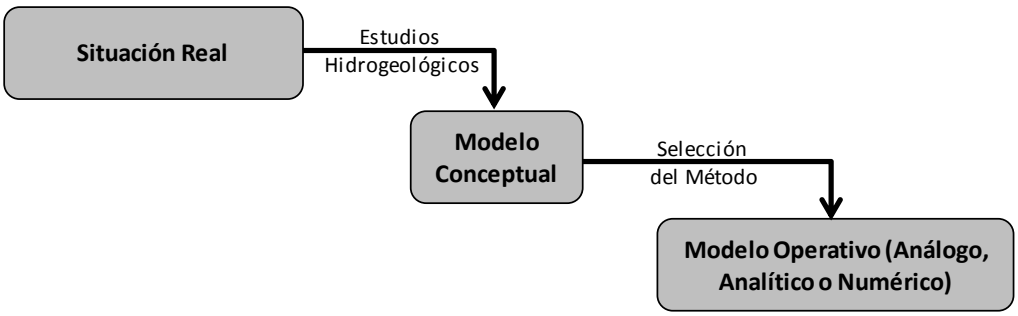


Figura 5-1 Procedimiento de realización de modelos.

5.5.1 Modelo hidrológico conceptual

Elaborar modelos conceptuales que expliquen adecuadamente el funcionamiento y relación de los diferentes cuerpos de agua en una zona, resulta esencial a la hora de generar políticas de gestión que favorezcan el adecuado aprovechamiento del recurso hídrico (Romanelli et al. 2010). El propósito de construir un modelo conceptual es simplificar el problema de campo y organizar los datos de manera que el sistema pueda ser analizado de manera efectiva. La simplificación es necesaria porque una reconstrucción completa del sistema es imposible, un modelo conceptual es la idea básica o construida de cómo operan los sistemas y procesos (Bredehoeft, 2005). Según (Álvarez et al., 2001), para poder definir el movimiento del agua en un acuífero se necesita:

- La descripción de su geometría.
- La descripción de sus propiedades físicas del medio en cada punto del dominio. Permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, etc.
- Las leyes que rigen el movimiento de agua. Ley de Darcy. Teorema de la continuidad.

Folio015405

- Las condiciones en los límites del sistema.
- Las condiciones del sistema en un tiempo t = 0.
- La descripción de las acciones exteriores al sistema.

5.6 Balance hidrológico

A partir de Llamas (2001a) se generó una definición del concepto de balances hidrológicos. En general, un balance es la variación del volumen almacenado considerando las entradas y salidas a un sistema [3.1].

$$Entradas - Salidas = \pm Variación\ de\ volumen\ almacenado \quad [3.1].$$

Para análisis de sistemas hídricos, se estudia las entradas y salidas al sistema subterráneo y la variación del volumen almacenado por el mismo. Las entradas naturales al sistema subterráneo provienen de la precipitación de agua, la cual puede caer directamente en el sistema e infiltrar o escurrir superficial, o provenir desde precipitaciones caídas en otro punto a mayor cota ingresando al sistema por flujos subterráneos y superficiales. Las salidas naturales de un sistema hídrico son la evapotranspiración en vegetación freatófita y zonas lacustres, salida de flujo superficial y/o subterráneo. El ser humano también interviene en el sistema subterráneo pudiendo aportar entradas por medio de recarga artificial y salidas por medio de captaciones superficiales y subterráneas. Si el balance es positivo (entra más de lo que sale) o neutro, las extracciones sólo abarcan el recurso hídrico, es decir, las aguas que se recargan anualmente. Si el balance es negativo (sale más de lo que entra), las extracciones consumen el recurso hídrico completo y parte de la reserva o volumen de agua almacenado en el sistema.

5.7 Evapotranspiración en humedales

En condiciones áridas y semiáridas la mayor parte del agua infiltrada sale por evapotranspiración, de manera que la recarga resulta ser la diferencia entre dos magnitudes análogas e inciertas: la lluvia eficaz (lluvia total menos escorrentía superficial) y la evapotranspiración (Carrera y Saaltink, 2002). La evapotranspiración es la fracción del agua que precipita en la superficie de la tierra y vuelve a la atmosfera en forma de vapor ya sea directamente por evaporación o transpiración de las plantas (Arnáiz, 2001)

Folio015406

Como se mencionó anteriormente, en el caso de humedales ribereños estos actúan como descarga de aguas subterráneas en zonas semiáridas, donde la evapotranspiración potencial es mayor que la precipitación (García Rodríguez, 2003). Además, la evapotranspiración de la vegetación freatófita de humedales ribereños genera variaciones en el caudal aflorante a lo largo del día y durante el año hidrológico, causando que éste sea menor en verano que en invierno (Llamas, 2001b).

Existen diversos métodos, directos e indirectos, para estimar la evapotranspiración de un punto de interés. Debido a los costos que conlleva la instalación y mantención de estaciones hidrometeorológicas se han desarrollado métodos económicos y rápidos de cálculo de evapotranspiración por medio del uso de sensores remotos.

El método Surface Energy Balance Algorithm for Land-SEBAL (Bastiaanssen, Menenti, Feddes, y Holtslag, 1998) estima la evapotranspiración a partir de imágenes satelitales y ecuación de balance de energía, donde la evapotranspiración es estimada como un residual del balance de energía [3.2].

$$ET=R_n - G - H \quad [3.2]$$

Dónde: ET es la evapotranspiración, R_n es la radiación neta computada mediante la información de la radiancia espectral en las diferentes longitudes del espectro captada por los satélites de observación terrestre, G es el flujo de calor en el suelo estimado a través de la radiación neta, la temperatura de superficie y el cálculo de algunos índices de vegetación y H es el flujo de calor sensible ajustado mediante la selección de dos pixeles anclas tomados de la imagen, que representan condiciones extremas, uno de extrema aridez (evapotranspiración cercana a 0) y otro de humedad (flujo de calor sensible cercano a cero).

5.8 Caudales ecológicos

El Código de Aguas de Chile indica que el caudal ecológico es el caudal mínimo que permita la preservación de la naturaleza y protección del medio ambiente. Para efectos de estimación del caudal ecológico en Chile solo se toma en consideración factores hidrológicos, correspondiendo al 20% del caudal medio mensual de la fuente superficial (Ley N°20017, 2005, Art. 129). De acuerdo a lo anterior lo que la ley realmente estima es un caudal mínimo, no así un

caudal que tenga como propósito la conservación de los ecosistemas específicos (Domínguez y Finotti, 2005).

Según King, et al. (1999) los métodos para la estimación de un caudal ecológico se agrupan en:

- *Métodos hidrológicos:* se basan principalmente en los registros históricos de flujo para hacer recomendaciones respecto al caudal ecológico, con atención a criterios ecológicos solo en algunos casos.
- *Métodos hidráulicos:* utiliza la relación entre variables hidráulicas simples como el perímetro mojado o la profundidad máxima, los cuales se miden generalmente a lo largo de una sección transversal individual a través de la sección del río.
- *Métodos de simulación de hábitat:* proporciona un análisis más detallado de la cantidad y la idoneidad del hábitat físico dentro de la corriente disponible para orientar la biota bajo diferentes regímenes de flujo.
- *Métodos holísticos:* difieren de los métodos anteriores y se orientan hacia la solución de las necesidades de flujo de todo un ecosistema fluvial y que pueden incorporar algunos derivados de las metodologías anteriores. A su vez son susceptibles a cuestiones de uso humano y de interés estético.

Folio015408

6 DESCRIPCIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO

6.1 Ubicación y accesos

El área de estudio se ubica en la Región de Atacama, comuna de Caldera, a 42 km al oeste de la ciudad de Copiapó, en el sector comprendido entre Valle fértil (336400 Este; 6973300 Norte) y Angostura (317900 Este; 6976450 Norte). De acuerdo a la subdivisión en sectores acuífero realizada por un estudio de DGA (DGA, 1987a) el área de estudio se ubica en el sector 6 del acuífero del río Copiapó (Figura 6-1).

Para acceder al área de estudio desde la ruta 5 Norte se debe tomar desvío hacia Puerto Viejo por la ruta C-358 en el sector de Valle Fértil, límite este del área. Siguiendo la ruta C-358 se accede al centro del área de estudio, sector Puente Puerto Viejo (324150 Este; 6974150 Norte), mientras que si se toma desvío hacia la ruta C-364 y luego la ruta C-318 se puede acceder al límite oeste del área de estudio, el sector de Angostura.

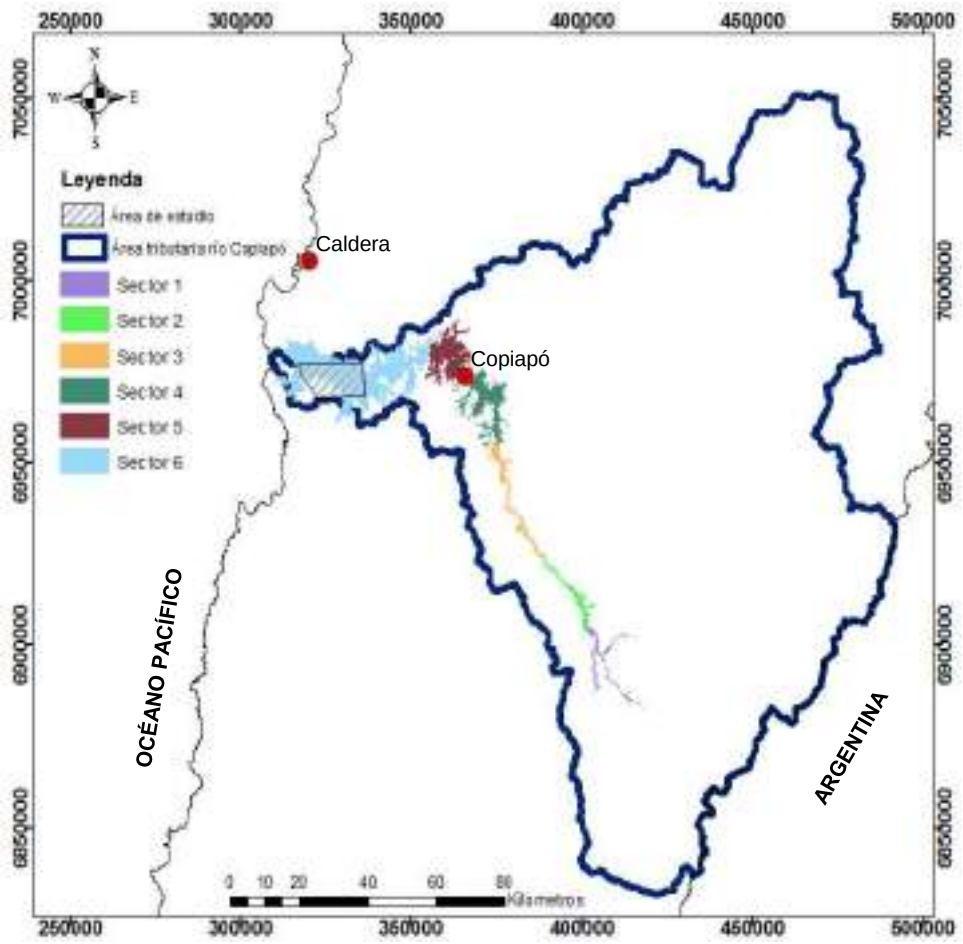


Figura 6-1 Ubicación del área de estudio y sectores acuíferos río Copiapó, según DGA (1987a).

Folio015409

6.2 Marco geológico

El área de estudio presenta una diversidad geológica importante; dentro de las que destaca unidades metamórficas, intrusivas, sedimentarias semiconsolidadas y sedimentarias no consolidadas (Figura 6-2). A partir de la carta geológica de Caldera (Godoy et al., 2003) y de un mapeo realizado en el área de estudio, se identificaron las siguientes las unidades geológicas:

- *Complejo Epimetamórfico Chañaral (Devónico- Carbonífero):* Corresponde a una secuencia de metawackas y pizarras que aflora a lo largo de la costa y hasta 25 km hacia el continente. Se caracteriza por presentar una intensa cornificación sobrepuesta a una deformación en condiciones de metamorfismo regional de bajo grado (Godoy y Lara, 1998). La base del complejo no aflora y se encuentra cubierto parcialmente, en discordancia, por depósitos del Cenozoico. En el área de estudio, al occidente está intruido por plutones del Jurásico temprano (Monzogranito Puerto Viejo) mientras que su límite oriente no aflora en el sector (Godoy et al., 2003).
- *Gneisses de Caleta Turenne (Devónico- Carbonífero):* Gneisses tonalíticos bandeados, en parte migmatíticos, de color gris oscuro y textura granoblástico. Gneises afloran, con apretado plegamiento moderadamente volcado al noroeste, en la localidad de Angostura, curso inferior del río Copiapó. Su límite occidental lo marca la intrusión del Plutón Granodiorítico Cerro Chascón y el límite oriental la intrusión del Plutón Sierra El Roble (Godoy et al., 2003).
- *Monzogranito Puerto Viejo (Jurásico inferior):* Cuerpo intrusivo compuesto por monzogranitos, granodioritas y dioritas cuarcíferas de grano medio a grueso y color gris claro, que aflora de forma alargada y aproximadamente 6 km de ancho en dirección norte-sur. Intruye al Complejo Epimetamórfico Chañaral (Godoy et al., 2003).
- *Granodiorita Cerro Chascón (Jurásico inferior):*Intrusivo que aflora en forma de apófisis de dioritas cuarcíferas, monzogranitos y monzodioritas cuarcíferas de grano medio y color gris oscuros, entre 10 y 2 km al este de la costa (Blanco et al., 2003). Intruye a Gneisses de Caleta Turenne (Godoy et al., 2003).
- *Plutón Sierra El Roble (Jurásico medio):* Cuerpo constituido por dioritas, dioritas cuarcíferas, gabros de olivina y, en menor proporción, monzogranitos de grano medio a grueso, que conforman una franja de unos 8 km de ancho y elongación NNE (Godoy y Lara, 1998). Intruye a Gneisses de Caleta Turenne (Godoy et al., 2003).

- *Plutón Cerro Moradito (Jurásico superior-Cretácico inferior):* Cuerpo intrusivo diorítico-granodiorítico, con un ancho de 8 km y de orientación NNE –SSW. Por el oeste intruye al Plutón Sierra El Roble y hacia el este es intruído por el Plutón Cerro Morado (Lara y Godoy, 1998).
- *Plutón Cerro Morado (Cretácico inferior):* Cuerpo heterogéneo, elongado NE-SW de 15 km de ancho y 50 km de largo. Compuesto por tonalitas, granodioritas, dioritas cuarcíferas y, en menor proporción, por apófisis de granito de grano medio y color gris claro (Lara y Godoy, 1998).
- *Gravas de Copiapó (Mioceno-Plioceno):* Sedimentos clásticos grises, constituidos principalmente por gravas redondeadas no consolidadas a levemente cementadas. Afloran a ambos lados del río Copiapó, aguas arriba de Angostura, a 9 km de la desembocadura del río Copiapó, hasta el Llano de las liebres. De base desconocida, aunque probablemente depositada sobre basamento epimetamórfico y granitoides mesozoicos, presenta un espesor mínimo de 50 m (Godoy et al., 2003).
- *Estratos de Agua Amarga (Plioceno):* Sucesión de coquinas, gravas y arenas de carácter marino-litoral en capas de espesores decimétricos a métricos. Constituyen llanos cubiertos por fragmentos carbonáticos, disgregados por acción del retrabajo aluvial y eólico. Sobreyacen a las Gravas de Copiapó y al basamento rocoso, conformando una banda fuertemente erosionada adosada, entre los 200 y 350 m de altura, a lo que se interpreta como una irregular paleolínea de costa (Blanco et al., 2003).
- *Estratos de Caldera (Plioceno):* Sucesión sedimentaria compuesta por sedimentos carbonaticos y clásticos de origen marina-litoral, expresadas en terreno como un conjunto de terrazas de abrasión marina y depósitos asociados. Se encuentran hasta 15 km al interior de la línea de costa actual, paralela al río Copiapó, a una cota entre 210 msnm +- 20 m. Sobreyace en discordancia de erosión a la Formación Bahía Inglesa y Estratos de Agua Amarga y se encuentra cubierta por depósitos eólicos y aluviales cuaternarios (Marquardt et al., 2000).
- *Depósitos Aluviales (Cuaternario):* Depósitos no cohesivos a moderadamente consolidados de gravas y bloques y, en menor proporción, arenas y limos que forman abanicos aluviales. Se concentran principalmente al pie de relieves de la Cordillera de la Costa. Se sobreponen a depósitos litorales pliocenos, y cuaternarios, cubiertos o engranando con depósitos eólicos holocenos (Godoy et al., 2003).

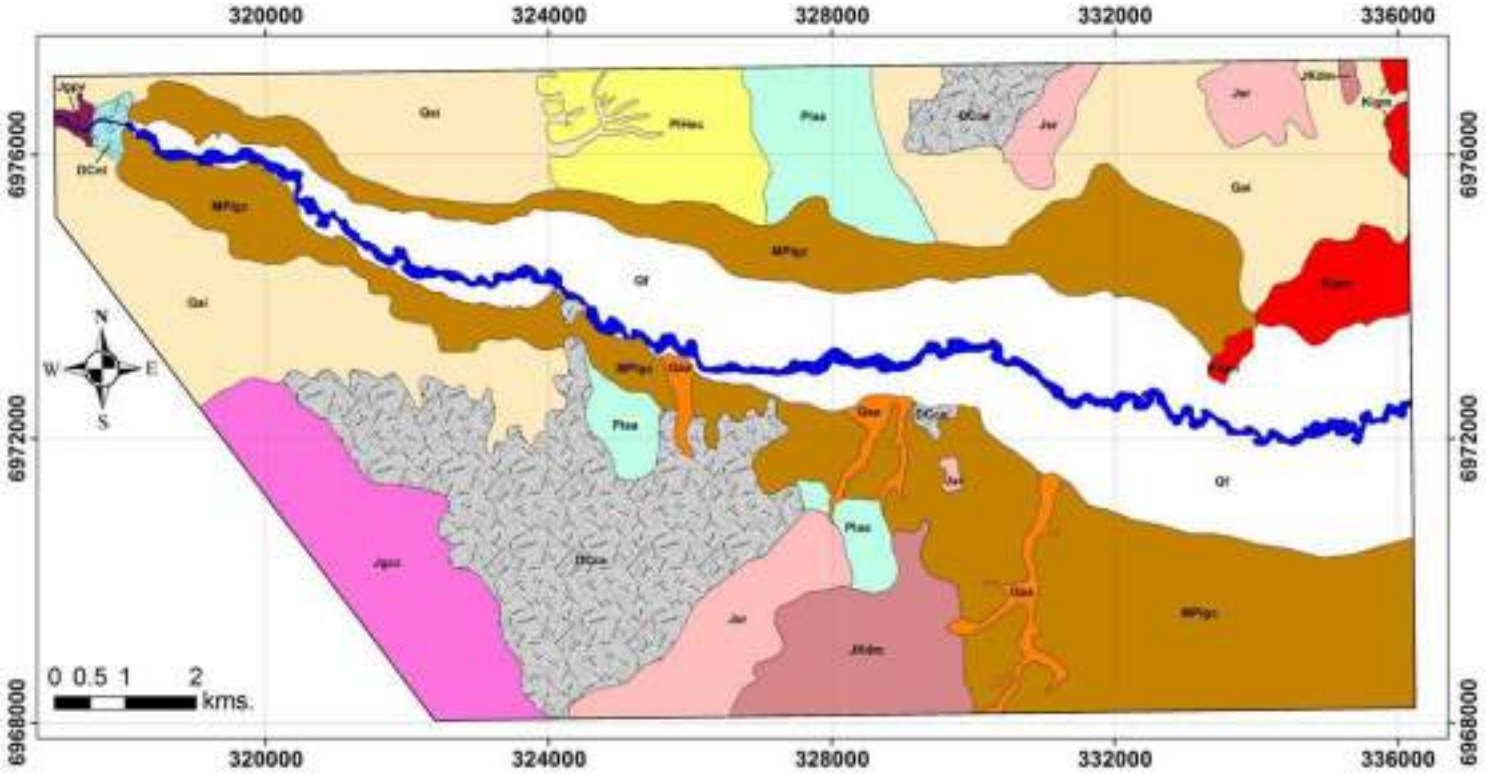
- *Depósitos Fluviales (Cuaternario):* Depósitos no cohesivos a moderadamente consolidados de bloques, gravas, arenas, limos y evaporitas subordinadas. Se distribuyen a lo largo del valle del río Copiapó, donde constituyen terrazas fluviales de espesores métricos, tanto en el lecho actual como colgados. Corresponden, principalmente, a sedimentos tractivos de escorrentías de agua superficial, en general esporádica, que alternan o engranan con sedimentos de llanura de inundación (Godoy et al., 2003), donde ocurren procesos de ascenso de sales por capilaridad (Veit, 1996).
- *Depósitos eólicos (Cuaternario):* Depósitos de arenas cuarzo-feldespáticas en parte bioclásticas de amplia distribución en el área, expuestas principalmente al norte del río Copiapó. Las arenas, mantiformes o conformando dunas, cubren sedimentos cuaternarios y secuencias miocenas-pliocenas y en parte son producto de su retrabajo. Se sobreponen también a cordones y promontorios de la Cordillera de la Costa, formados por afloramientos de basamento Paleozoico y Mesozoico (Godoy et al., 2003).

6.3 Geología estructural

Los rasgos estructurales presentes en el área de estudio son el resultado de diferentes eventos deformativos sobrepuestos desde el Paleozoico tardío hasta el Cuaternario. Sus características han sido controladas, ya sea por el ambiente de subducción del Paleozoico tardío (Complejo Epimetamórfico Chañaral y Gneisses Caleta Turenne) como por el estilo de intrusión de los plutones Jurásicos y Cretácicos, estos últimos ligados en parte al Sistema de Fallas Atacama [SFA] (Godoy et al., 2003).

6.4 Marco geomorfológico general

En el área de estudio fueron identificados por Castillo (2015) 12 niveles de terrazas fluviales antiguas, un nivel de terraza fluvial reciente y una terraza superior de origen marino, las cuales se encuentran sobreyacidas a un basamento metamórfico y paralelas al curso actual del río Copiapó (Figura 6-3). El alzamiento de basamento metamórfico existente en el sector de Angostura genera una línea divisoria entre terrazas marinas al oeste y fluviales al este. Al norte del área de estudio existen 6 terrazas fluviales y al sur del área 6 terrazas fluviales, de las cuales 4 se presentan en ambos costados. El oeste del área de estudio se encuentra limitado por una terraza marina superior, la cual se encuentra intersectada por el cauce actual (Castillo, 2015).



Leyenda

- Qf: Depósitos Fluviales Recientes (Cuaternario)
- Qaa: Depósitos Aluviales Activos (Cuaternario)
- Qai: Depósitos Aluviales Inactivos (Cuaternario)
- PlHec: Estratos de Caldera (Plioceno)
- Plaa: Estratos de Agua Amarga (Plioceno)
- MPlgc: Gravas de Copiapó (Mioceno - Plioceno)
- Kigm: Plutón Cerro Morado (Cretácico Inferior)
- JKdm: Plutón Cerro Moradito (Jurásico Superior - Cretácico Inferic
- Jsr: Plutón Sierra El Roble (Jurásico Medio)
- Jgcc: Granodiorita Cerro Chascón (Jurásico Inferior)
- Jgpv: Monzogranito Puerto Viejo (Jurásico Inferior)
- DCce: Complejo Epimetamórfico Chañaral (Devónico-Carbonífero
- DCnt: Gneisses de Caleta Turenne (Devónico-Carbonífero)

Simbología

- Río Copiapó

Figura 6-2 Geología de área de estudio. Modificado de Godoy et al. (2003).

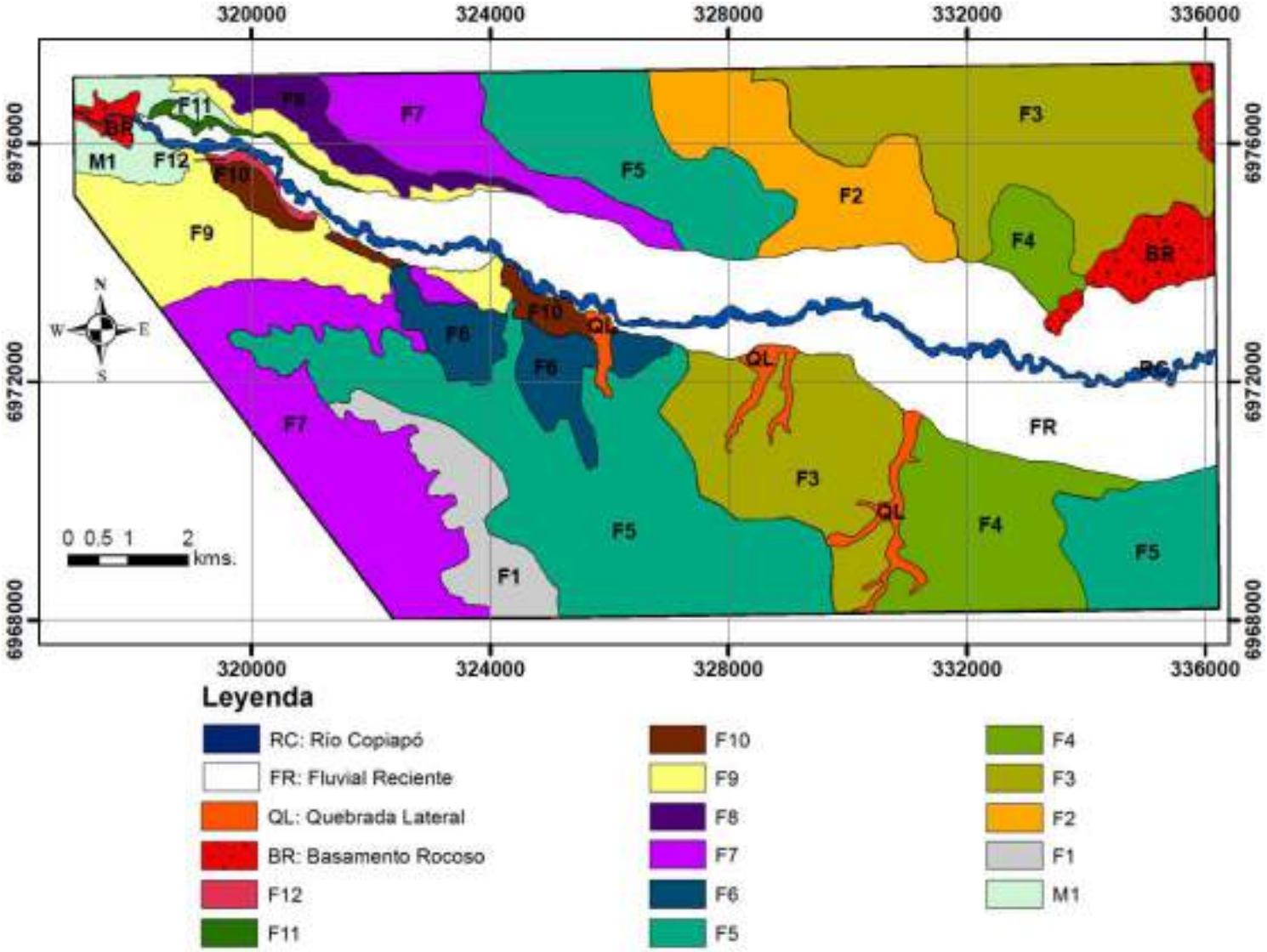


Figura 6-3 Geomorfología del área de estudio. Modificado de Castillo (2015).

Folio015414

6.5 Marco hidrológico general

El área de estudio se encuentra en el límite oeste del sector administrativo número 6 del acuífero del río Copiapó (DGA, 1987a), correspondiente al tramo Piedra Colgada – Angostura. El área se caracteriza por presentar entrada de agua subterránea, posterior flujo superficial asociado a afloramiento de la misma y, sólo en eventos de alta precipitación anómala, flujo superficial temporal desde aguas arriba. El flujo es en sentido sureste-noroeste y finaliza al extremo oeste con sólo flujo de tipo superficial (sector Angostura).

El clima predominante es de tipo desértico de nubosidad abundante, con un promedio de solo 44 días despejados. Consecuentemente, el aire costero presenta un contenido de humedad anual promedio de 74%. Las precipitaciones a nivel costero y de región son variables y aumentan de norte a sur, promediando la comuna de Caldera 24 mm al año (Juliá et al., 2008).

6.6 Biodiversidad del humedal ribereño

La vegetación asociada al flujo del río Copiapó, según Niemeyer (1981), puede ser clasificada de acuerdo a la existencia de lámina de agua evaporante, calidad y densidad de vegetación freatofíta:

- *Tipo A:* Vegetación densa y húmeda con lámina de agua evaporante, evapotranspiración estimada en 10000 m^3/ha/año, presencia de junquillo y gramíneas.
- *Tipo B:* Vegetación densa freatofíta sin humedad superficial, evapotranspiración estimada en 5000 m^3/ha/año, presencia de brea (*Tessaria absinthioides*) y grama salada (*Distichlis spicata*).
- *Tipo C:* Vegetación freatofíta rala de baja densidad y sin humedad superficial, evapotranspiración 3000 m^3/ha/año, presencia de especies de brea (*Tessaria absinthioides*), cachiyuyo (*Atriplex* sp.) y tola (*Baccharis* sp.).

De acuerdo a la clasificación anterior, un estudio de Pérez et al. (2009) identificó en el área de estudio (sector Hacienda María Isabel) 148 Ha de vegetación tipo A, 207 Ha de vegetación tipo B y 54 Ha de vegetación tipo C.

Folio015415

7 MODELO CONCEPTUAL

7.1 Aspectos generales

El humedal ribereño del sector de María Isabel depende directamente de la ocurrencia de descarga de agua subterránea en superficie. A partir de recopilación de antecedentes geológicos, hidrológicos, hidrogeológicos e hidrogeoquímicos se genera un modelo conceptual del funcionamiento del acuífero del sector. El modelo permitirá generar posteriormente un balance hídrico y estimación de caudal ecológico para la conservación del humedal en el tiempo.

7.1.1 Extensión del acuífero

El acuífero del río Copiapó posee una división en 6 sectores administrativos, definidos por DGA (1987a), expuestos en la Figura 6-1 El área de estudio se encuentra al final del último sector acuífero, sector 6, el cual abarca desde Piedra Colgada hasta Angostura.

El acuífero en el sector de estudio está constituido por secuencias de depósitos sedimentarios clásticos no consolidados recientes. Estos sedimentos van desde gravas de alta permeabilidad a arcillas de baja permeabilidad, albergando y transmitiendo agua en sus intersticios.

7.1.2 Esquema general del funcionamiento hidrológico del acuífero

El funcionamiento hidrológico del acuífero del área de estudio está controlado por las entradas y salidas al sistema (Figura 7-1). La principal entrada al acuífero es flujo subterráneo y, en menor medida, escorrentía superficial temporal desde aguas arriba generada por eventos anómalos de alta precipitación. Debido a la escasa precipitación, las entradas por infiltración y aporte de quebradas laterales al acuífero se han considerado nulas. Las salidas del acuífero corresponden al afloramiento del agua subterránea y la evapotranspiración realizada por el humedal. El agua que aflora es utilizada para el regadío de cultivos de olivos, los cuales posteriormente evapotranspiran parte de su consumo. El agua que no es utilizada para regadío escurre superficialmente hasta su salida en el sector Angostura, donde no existe salida subterránea.

Folio015416

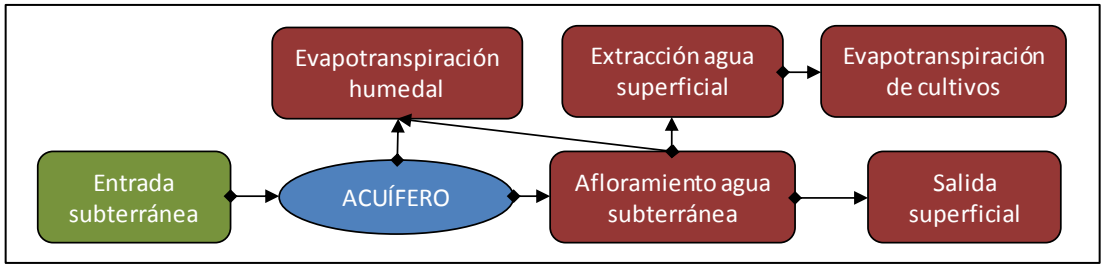


Figura 7-1 Esquema general del funcionamiento hidrológico del acuífero.

7.2 Geometría área de estudio

7.2.1 Morfología superficial

La superficie de terreno se caracteriza por presentar doce niveles de terrazas de origen fluvial de formas alargadas paralelas al cauce desde Angostura hacia el este (Castillo, 2015). La incisión del cauce del río Copiapó en las terrazas ha sido intermitente, puesto que el clima de la región genera precipitaciones estacionarias que provocan un aumento del caudal repentinamente (Castillo, 2015).

A partir de la plataforma virtual ASTER se descargó un modelo digital de terreno (MDE). Luego a partir del MDE, y con el uso del software ArcGIS, se obtuvo las curvas de nivel de terreno cada 25 m, las cuales posteriormente fueron suavizadas. Con las curvas obtenidas se generó un TIN del área, expuesto en la Figura 7-2.

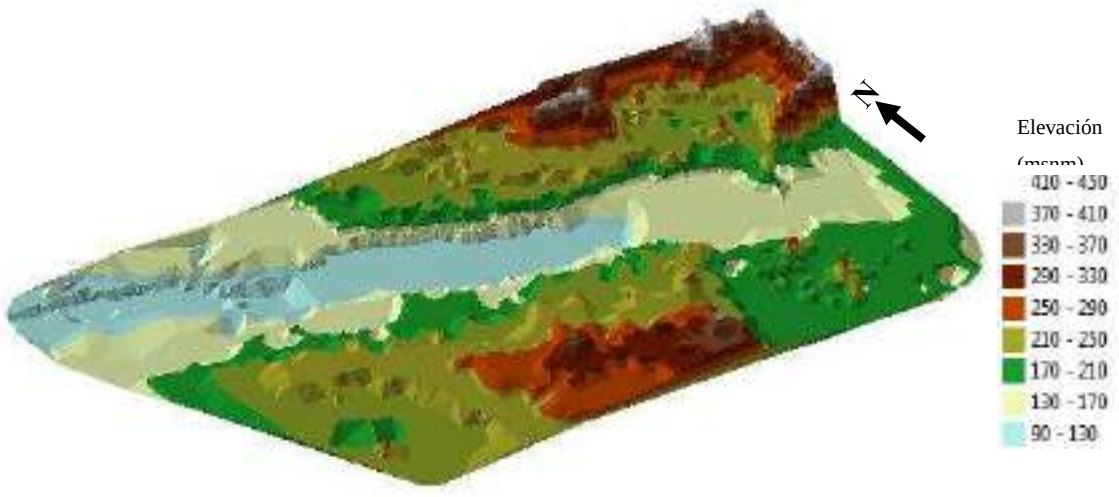


Figura 7-2 Morfología superficial del área de estudio. Exageración vertical x10.

Folio015417

7.2.2 Morfología basamento rocoso

El basamento rocoso del acuífero del río Copiapó, de acuerdo a antecedentes geofísicos y datos de sondajes, presenta una morfología bastante irregular en toda su extensión. Lo anterior se debe principalmente a las diversas estructuras geológicas que atraviesa el valle perpendicularmente, contrastes litológicos y al modelado erosivo que ha experimentado en lo largo del todo el cenozoico.

En el área de estudio existen dos estudios geofísicos, uno de tipo SEV (DGA, 1987b) y otro gravimétrico (Montgomery, 2006), los cuales se ubican en la parte baja de sector 6 y se disponen longitudinales y perpendiculares al eje del río. A partir de los datos geofísicos y con el uso del software Surfer 10.1, se realizó un modelo 3D de la morfología del basamento rocoso en el sector 6 del acuífero, abarcando el área de estudio. El modelo indica claramente que a la altura del afloramiento del agua subterránea existe una disminución de la profundidad del basamento y que en el sector de Angostura el basamento ya aflora en superficie.

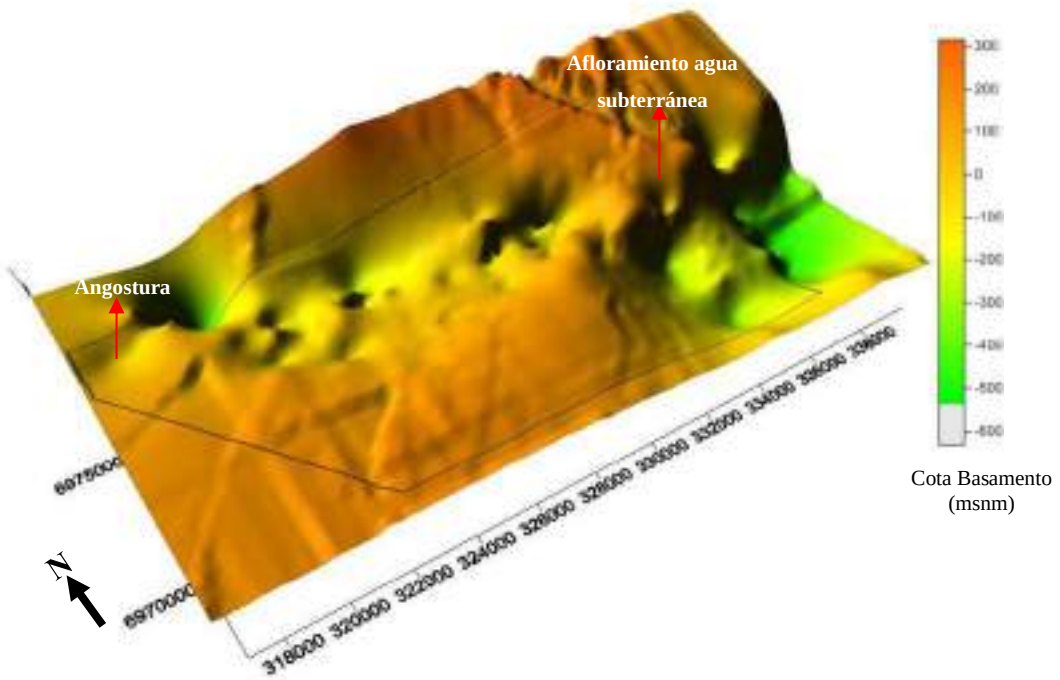


Figura 7-3 Modelo 3D morfología basamento a partir de DGA (1987b) y Montgomery (2006). Polígono negro índica el área de estudio exacta.

Folio015418

7.2.3 Relleno sedimentario no consolidado

El relleno sedimentario no consolidado que constituye el sistema acuífero, según la Carta Geológica de Caldera (Godoy, 2003), corresponde a depósitos fluviales recientes en todo el largo y ancho del valle del río Copiapó.

A partir de tres sondeos con fines hidráulicos realizados en la Hacienda María Isabel (DGA, 2010), y de los cuales se dispone la descripción litológica (Anexo A), se pudo conocer los tipos de sedimentos fluviales que componen el acuífero de manera más detallada. Desde la superficie hasta los 50 m de profundidad se ha podido identificar una secuencia de niveles de dos tipos de estratos métricos; uno de granulometría variable (grava-arena-arcilla) y otro con alto contenido de arcilla.

Dado que los sondeos no alcanzan basamento rocoso y que el estudio geofísico gravimétrico (Montgomery, 2006) indica una profundidad de basamento mayor a 150 m aproximadamente, existe gran parte del sistema acuífero del cual no se disponen antecedentes sedimentológicos.

7.3 Hidrología

El área de estudio se ubica en el extremo oeste del valle del río Copiapó, a 10 km de la desembocadura del río en el mar y constituye el límite oeste del acuífero del río Copiapó. Lateralmente al rio Copiapó se disponen grandes llanuras (antiguas terrazas) y algunas pequeñas quebradas laterales de poca importancia hidrológica. Los factores hidrológicos de mayor relevancia en el área de estudio son el clima, la extracción de aguas superficiales, la evapotranspiración y la salida de agua superficial en el sector de Angostura.

7.3.1 Clima

El clima de un lugar abarca, de manera general, la variación de los patrones de temperatura, humedad, presión atmosférica, viento y precipitación a lo largo del tiempo. Para la caracterización del clima del área de estudio fueron usadas las estaciones meteorológicas de la DGA en Caldera y Copiapó, además de la estación meteorológica de la DMC Desierto de Atacama. El uso de las estaciones varía de acuerdo a disponibilidad y temporalidad de información.

Folio015419

Temperatura: Se utilizó la estación meteorológica Desierto de Atacama, la cual dispone de registro desde 2005-2015. La temperatura media mensual de cada año de registro posee máximos en los meses de enero-febrero y las temperaturas más bajas se dan entre junio-agosto, con una variación de hasta 9° C de temperatura media en un año (Figura 7-4). La evolución anual mes a mes muestra una clara tendencia al aumento de la temperatura media mensual en los meses de julio a octubre a partir del 2010 (Figura 7-5).

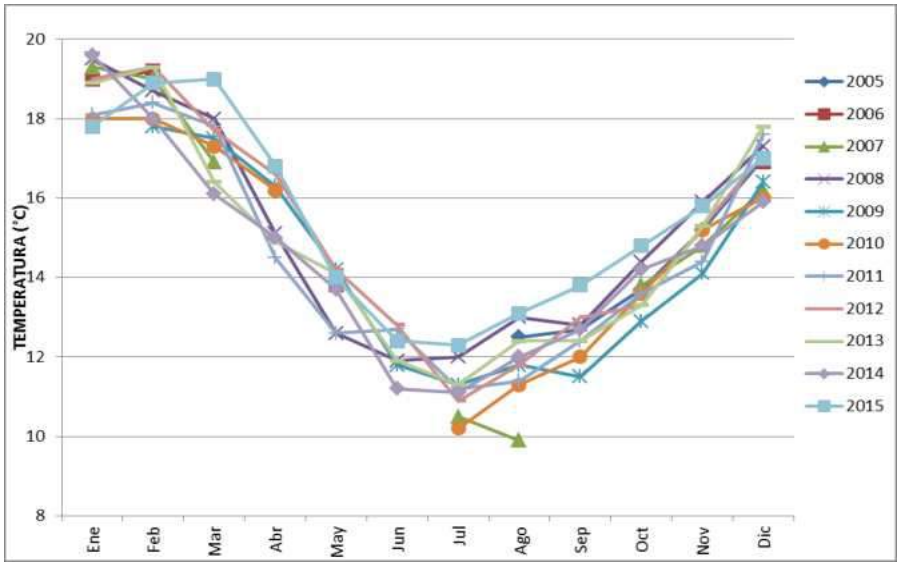


Figura 7-4 Evolución anual temperatura media mensual (°C) desde 2005 a 2015.

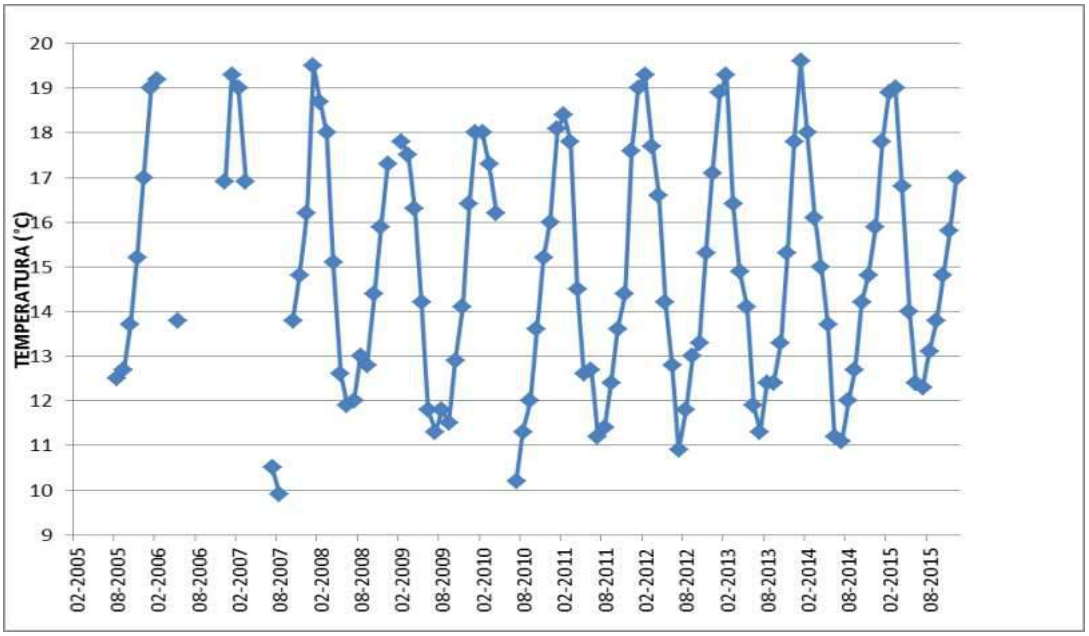


Figura 7-5 Evolución temperatura media mensual (°C) desde 2005 a 2015.

Humedad Relativa: Con objetivo de conocer la humedad relativa del área de estudio fue utilizada la estación meteorológica Desierto de Atacama, de la cual se tiene un registro desde 2005-2015. El registro solo ha sido continuo 2014-2015, sin embargo fue posible graficar la evolución mes a mes y se notó cierta tendencia sinusoidal, inversa a la tendencia de temperatura (Figura 7-6). Los valores de humedad relativa registrada son bastante altos para un área desértica, lo anterior se debe a la acción de una niebla costera típica de la zona.

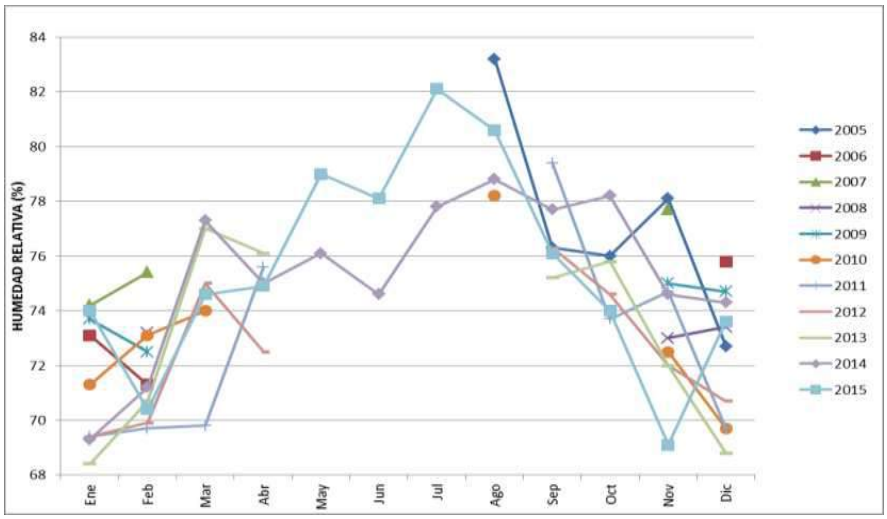


Figura 7-6 Evolución anual humedad relativa media (%) desde 2005 a 2015.

Presión: El registro de la estación meteorológica Desierto de Atacama va desde 2005-2015, con datos desde la misma estación y presión al nivel del mar fue utilizada la, de la cual se tiene un registro. El registro solo ha sido continuo 2011-2012 y 2014-2015, sin embargo fue posible graficar la evolución mes a mes y se notó cierta tendencia sinusoidal, inversa a la tendencia de temperatura y proporcional a la variación de humedad (Figura 7-7).

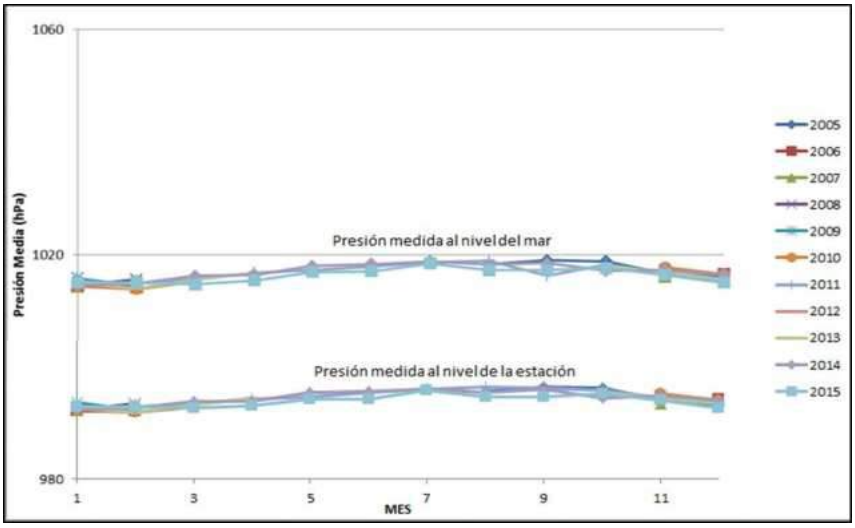


Figura 7-7 Evolución anual presión media (hPa) desde 2005.

Folio015421

Viento: La estación meteorológica Desierto de Atacama posee un registro de dirección y velocidad del viento para el periodo 2005-2015. Se tabuló la dirección y velocidad de viento promedio mensual, en la cual se aprecia una clara tendencia de dirección del viento Suroeste (SO) en periodos invernales y oeste (O) en periodos de verano, con unos anómalos periodos de dirección norte (N). En cuanto a la velocidad el viento varía entre 11,11 km/h hasta 18,52 km/h, con una media del total de datos de 15,03 km/h (Tabla 7-1).

Tabla 7-1 Dirección y velocidad media (km/h) del viento desde 2005 a 2015.

AÑO	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPT,		OCT,		NOV,		DIC,	
	Dir,	Vel,	Dir,	Vel,	Dir,	Vel,	Dir,	Vel,	Dir,	Vel,	Dir,	Vel,	Dir,	Vel,	Dir,	Vel,	Dir,	Vel,	Dir,	Vel,	Dir,	Vel,	Dir,	Vel,
2005	s/i	s/i	SO	16,67	W	14,82	W	11,11	SO	14,82	SO	12,96	SO	14,82	SO	14,82	SO	16,67	W	11,11	W	11,11	SO	12,96
2006	W	12,96	W	14,82	W	16,67	s/i	s/i	SO	12,96	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	W	16,67
2007	W	16,67	W	16,67	W	12,96	SO	14,82	SO	14,82	SO	12,96	SO	14,82	SO	16,67	SO	16,67	W	14,82	W	14,82	W	16,67
2008	W	16,67	SO	18,52	SO	16,67	W	12,96	W	12,96	W	12,96	SO	14,82	SO	14,82	SO	16,67	W	14,82	W	16,67	SO	16,67
2009	W	14,82	W	16,67	W	14,82	SO	14,82	SO	14,82	SO	12,96	SO	14,82	SO	12,96	SO	16,67	W	14,82	W	14,82	W	14,82
2010	W	14,82	W	16,67	SO	16,67	SO	14,82	W	12,96	W	11,11	SO	16,67	N	16,67	W	14,82	W	14,82	W	14,82	W	14,82
2011	W	16,67	W	16,67	W	16,67	W	12,96	SO	12,96	N	14,82	SO	14,82	SO	18,52	N	16,67	W	14,82	W	14,82	W	16,67
2012	W	16,67	W	16,67	W	12,96	W	14,82	W	11,11	SO	12,96	W	11,11	SO	16,67	W	12,96	SO	18,52	W	14,82	W	16,67
2013	W	14,82	W	16,67	W	12,96	W	12,96	W	11,11	SO	12,96	SO	12,96	SO	16,67	SO	18,52	SO	16,67	SO	18,52	W	14,82
2014	W	14,82	W	14,82	W	14,82	SO	16,67	W	12,96	SO	16,67	SO	14,82	SO	14,82	SO	16,67	SO	14,82	SO	16,67	SO	16,67
2015	SO	14,82	SO	16,67	SO	14,82	SO	14,82	SO	12,96	SO	12,96	SO	14,82	SO	16,67	SO	18,52	SO	18,52	SO	18,52	W	14,82

Precipitaciones: Este fenómeno es de tipo discontinuo y variable en el tiempo y espacio (Arnáiz, 2001), por lo que su análisis se realiza de manera diferente a las anteriores variables. Dado que la estación meteorológica Desierto de Atacama posee registro sólo de los últimos 10 años, el estudio de la precipitación fue realizado a partir de los datos históricos de la estación de Caldera. La estación Caldera dispone de datos de precipitación mensual desde marzo de 1992 a diciembre de 2015 (Anexo D).

Existen varios meses en el año en que no ocurre precipitación, concentrándose entre mayo y agosto cerca de un 90 % del total anual de precipitaciones. Además se observa una anomalía durante algunos años en que se produce precipitación en el mes de marzo. Esta anomalía sería provocada por el invierno altiplánico, el cual se origina por masas de aire provenientes del Amazonas durante la estación lluviosa (Figura 7-8).

Folio015422

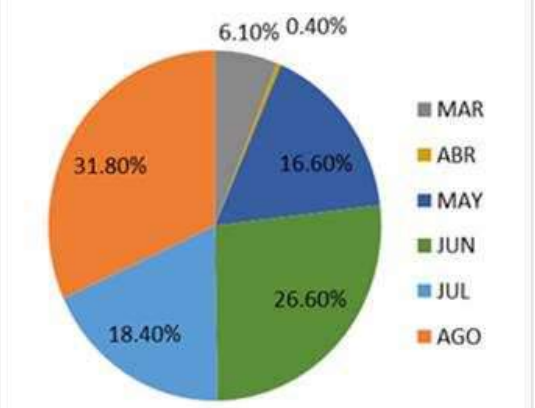


Figura 7-8 Distribución porcentual de precipitaciones registradas en estación meteorológica de Caldera.

Dada la variabilidad de ocurrencia de eventos de precipitación, su análisis se efectuó a partir del cálculo de ocurrencia de eventos en año seco, normal y húmedo. Para un año seco se asignó una probabilidad de ocurrencia de 80%, un año normal de 50 % y un año seco húmedo de 20%. El método probabilístico utilizado es el propuesto por Weibull (1951), el cual asigna un valor de ocurrencia de 1/(n+1) para el valor mayor de los datos históricos, mientras que n/(n+1) para el valor menor. A partir de lo anterior se obtuvo que para años secos y normales la precipitación es igual a cero, mientras que para un año húmedo solo ocurriría precipitación en los meses de Mayo, Julio y Agosto (Tabla 7-2).

Tabla 7-2 Precipitación media para año seco, normal y húmedo

Tipo de año	Probabilidad de ocurrencia	Ene (mm)	Feb (mm)	Mar (mm)	Abr (mm)	May (mm)	Jun (mm)	Jul (mm)	Ago (mm)	Sep (mm)	Oct (mm)	Nov (mm)	Dic (mm)
Seco	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Normal	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Húmedo	0.2	0	0	0	0	2	0	2	2.4	0	0	0	0

7.3.2 Infiltración y aporte de quebradas laterales

En el área de estudio las precipitaciones son bastante escasas, por lo general no llueve en todo el año hidrológico como se ha indicado en el apartado anterior. Por ello, y sumado a que en el tramo de estudio el río posee un comportamiento ganador (el río recibe aporte de aguas subterráneas), diversos estudios se ha considerado la infiltración igual a cero (DGA, 1987a; DGA, 2010; Ueckert y Brückner, 2012). A su vez, el posible aporte de quebradas laterales igualmente se ha considerado cero.

Folio015423

7.3.3 Evapotranspiración

En el área de estudio se identifican dos tipos de vegetación relevantes que realizan evapotranspiración; cultivo de olivos y vegetación freatófita de humedal ribereño.

Debido a que no existe estación meteorológica en el área o cercana a la misma que mida el fenómeno de evapotranspiración, su cálculo se realizó extrapolando información obtenida de otros estudios para el caso de los olivos y mediante teledetección para el caso de la vegetación del humedal ribereño, usando el método SEBAL. La aplicación del método SEBAL y los resultados se encuentran en detalle en el capítulo siguiente.

7.3.4 Demanda de riego y extracciones

En el área de estudio el agua es consumida sólo con fines agrícolas, para el cultivo de olivos y cultivos menores despreciables. El área total cultivada, según estimación a partir de imágenes satelitales es de 165 ha aproximadamente.

Según un informe del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA, 2000) la demanda de riego de cultivo de olivos va de 6000 a 8000 m^3/ha/ año, por lo que la demanda de riego en el área de estudio estaría entre 20 a 27 l/s.

Martínez et al. (2002) definió valores de evapotranspiración coeficiente de cultivo (kc) y coeficiente de sombramiento para cultivos de olivos en el valle de Huasco. A partir de dicho estudio se estimó la demanda de agua media para una superficie de 165 ha, utilizando la evapotranspiración media de la estación meteorológica Copiapó (DGA, 2010). La estimación realizada indica que en el área de estudio la demanda de agua de los olivos oscila entre 24,6 y 86,9 (Tabla 7-3), valor mucho más idóneo que el indicado por INIA (2000) puesto que las variaciones de evapotranspiración (ET) en un año hidrológico son bastante altas

Tabla 7-3 Demanda de agua para riego de olivos a partir de la evapotranspiración del cultivo.

Mes	Coeficiente		ET (m3/mes) media Copiapó	ET (mm/mes) olivos	Demanda de agua olivos (m3/mes)	Demanda de agua olivos (l/s)
	Kc	Ks				
Ene	0,65	1	217	141,05	232732,5	86,89
Feb	0,65	1	190,4	123,76	204204	84,41
Mar	0,65	1	173,6	112,84	186186	69,51
Abr	0,65	1	123	79,95	131917,5	50,89
May	0,6	1	89,9	53,94	89001	33,23
Jun	0,5	1	84	42	69300	26,74
Jul	0,5	1	77,5	38,75	63937,5	24,67
Ago	0,5	1	102,3	51,15	84397,5	31,51
Sep	0,6	1	132	79,2	130680	50,42
Oct	0,6	1	139,5	83,7	138105	51,56
Nov	0,65	1	165	107,25	176962,5	68,27
Dic	0,65	1	186	120,9	199485	74,48

Para cubrir la demanda de riego existen derechos de uso de agua concedidos por la DGA, tanto superficiales como subterráneos (Figura 7-9). Según la información existente en la plataforma virtual de DGA (http://www.dga.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx) existen tres puntos de captación subterránea y una captación de agua superficial, por 54 l/s y 110 l/s respectivamente (Tabla 7-4). El valor total de derechos existentes en el área cubriría la demanda existente en los meses de mayor consumo; noviembre, diciembre, enero y febrero

Tabla 7-4 Derechos de agua subterráneos y superficiales otorgados en el área de estudio.

Codigo	Norte (m)	Este (m)	Cota (msnm)	Datum	Naturaleza del Agua	Caudal Otorgado	Tipo de Derecho	Ejercicio del Derecho
P-HMI1B	6974624	323244	91	WGS-84	Subterraneo	18 l/s	Consuntivo	Permanente, Continuo y Provisionales constante
P-HMI 2B	6974795	324071	100	WGS-84	Subterraneo	29 l/s	Consuntivo	Permanente, Continuo y Provisionales constante
P-HMI3B	6975111	324086	102	WGS-84	Subterraneo	17 l/s	Consuntivo	Permanente, Continuo y Provisionales constante
Sup-HMI	6975214	321002	89	WGS-84	Superficial	110 l/s	Consuntivo	Permanente y Continuo

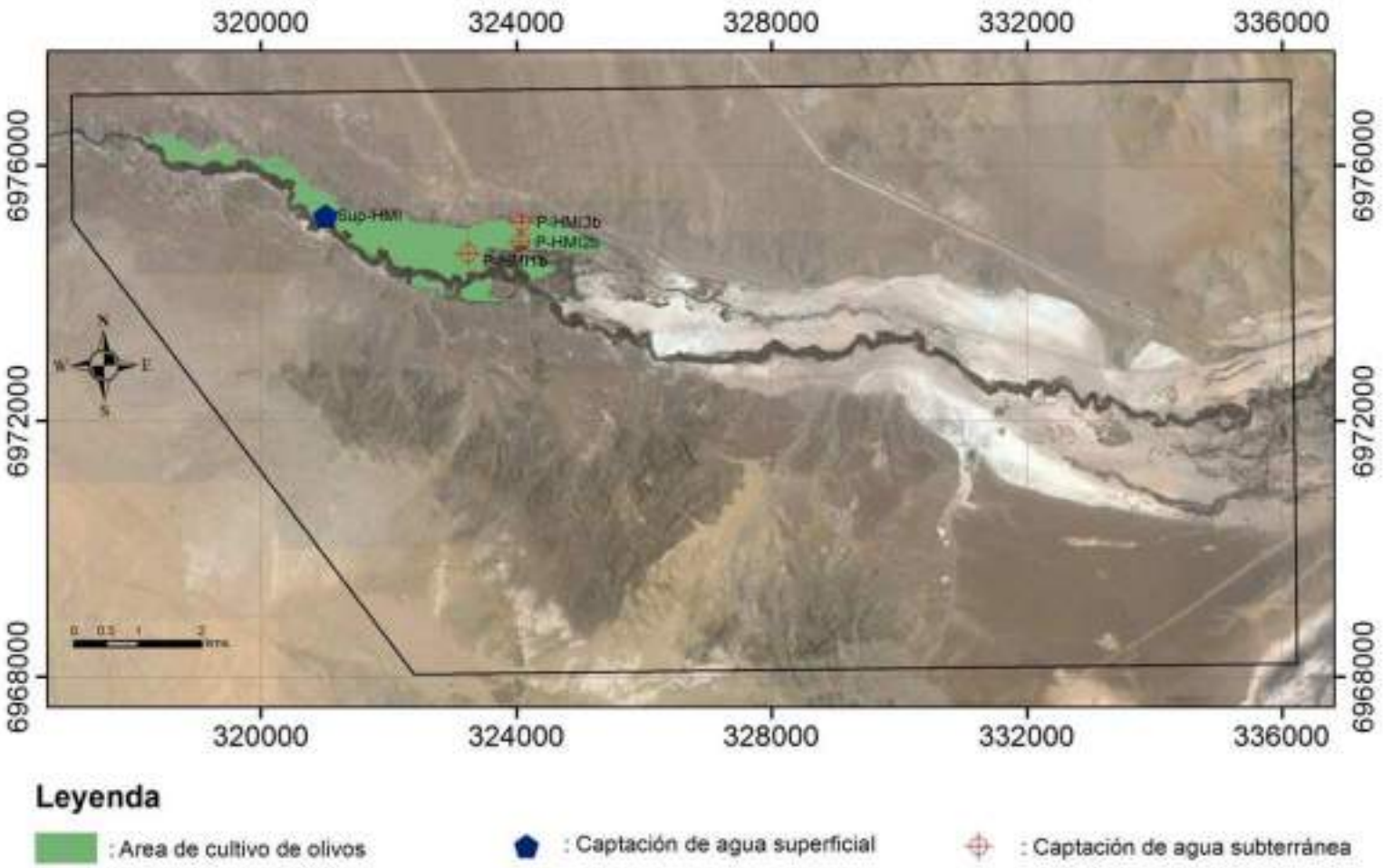


Figura 7-9 Área de cultivo y puntos de captación de agua superficial y subterránea.

Folio015426

7.3.5 Fluviometría

Posterior al afloramiento del agua subterránea está escurre pendiente abajo hasta la descarga en el sector oeste del área de estudio, denominado Angostura. Durante su flujo, el agua es utilizada para regadío, otra es evapotranspirada por el humedal ribereño y finalmente el excedente continúa su flujo posterior a Angostura hasta el mar. En el sector de Angostura existe una estación fluviométrica de la DGA, de la cual se dispone de información de caudal medio mensual desde abril de 1963 – a diciembre de 2014 (Anexo E).

Existen dos meses en los cuales no existe registro fluviométrico; marzo de 1976 y agosto de 1997, por lo que fue necesario realizar un relleno de datos fluvimétricos. Barger (1960) propone un método de rellenado denominado "Razón q", el cual rellena el dato fluviométrico faltante a partir del registro fluviométrico de una estación con comportamiento anual similar; "Razón q" constante. El valor de "q" se calcula a partir del cociente entre la sumatoria de promedio mensual durante el año del registro faltante en estación de medición y la sumatoria de promedio mensual durante el año del registro faltante en estación de referencia. Una vez determinado "q", se procede a determinar el valor del flujo medio mensual faltante, multiplicando "q" por el flujo medio mensual en la estación de referencia.

Para el valor faltante de marzo de 1976 se utilizó la estación Mal Paso (Figura 7-10), lo cual arrojó un "q" igual a 0,2622 y un caudal para Angostura de 0,1075 m^3/s.

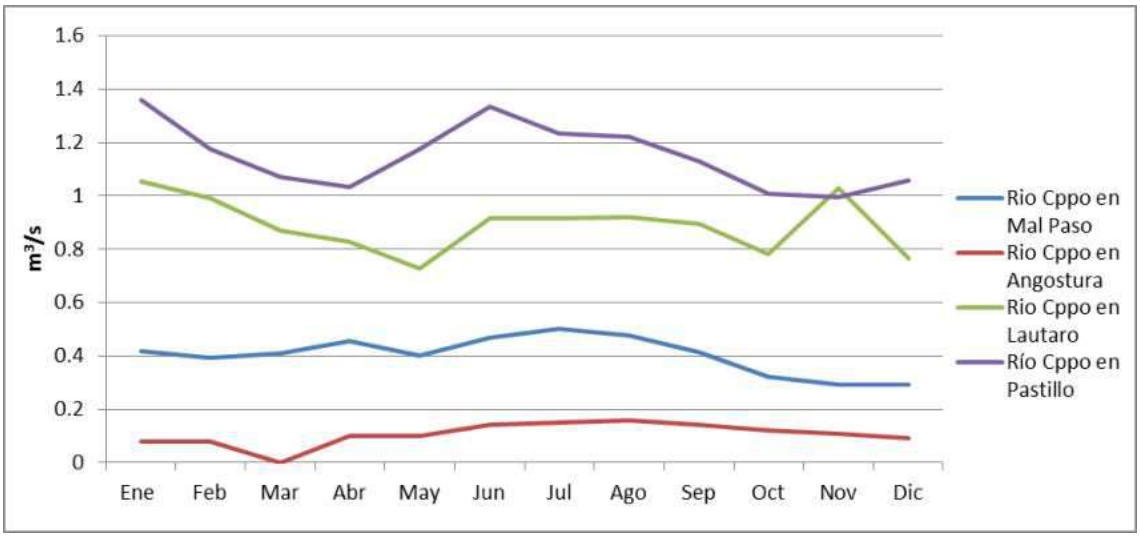


Figura 7-10 Evolución caudal medio mensual año 1976 estación fluviométrica Mal Paso, Angostura, Lautaro y Pastillo.

Para el valor faltante de agosto de 1997 se utilizó la estación San Antonio (Figura 7-11), lo cual arrojó un "q" igual a 0,6076 y un caudal para Angostura de 0,5159 m^3/s.

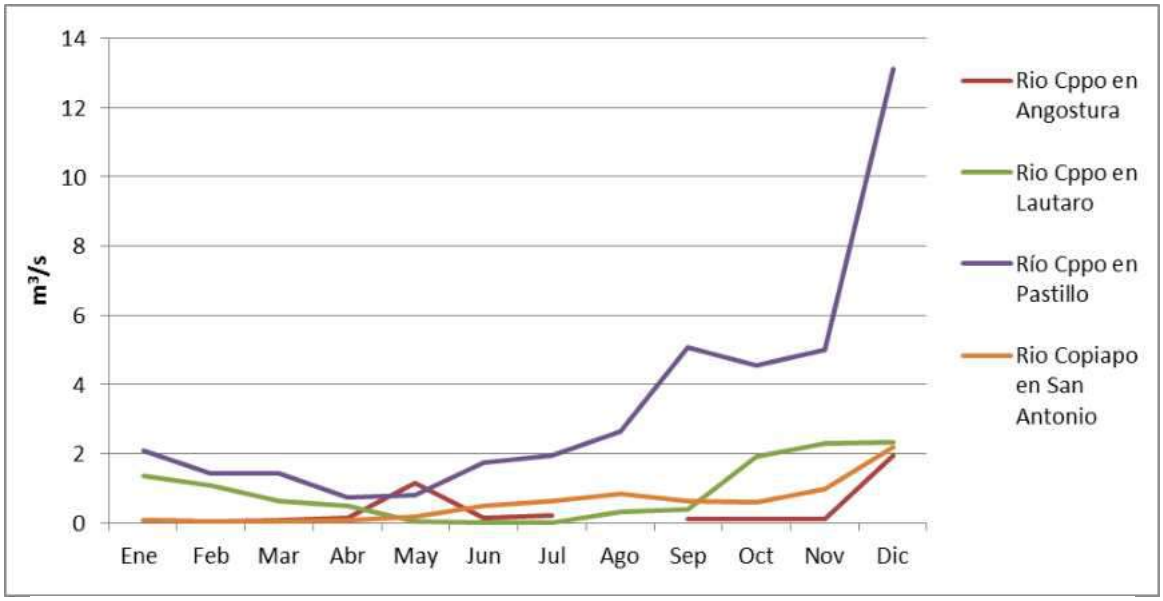


Figura 7-11 Evolución caudal medio mensual fluviométrica año 1997 estación Angostura, Lautaro, Pastillo y San Antonio.

El flujo anual por lo general posee una tendencia levemente sinusoidal, con altos caudales en inverno y bajos en verano y valores que oscilan entre 0,01 a 2 m^3/s de promedio mensual. Existen comportamientos anómalos en los años 1984, 1985, 1987, 1988 y 1998, los cuales presentan por lo general caudales mayores a 2 m^3/s mensual y promedio de caudal anual inclusive mayor a 5 m^3/s en 1988 (Figura 7-12). Lo anterior se debe a que episodios de alta precipitación generan un aumento de la escorrentía en los meses de invierno y la nieve asociada a estos eventos genera un aumento en la escorrentía en los meses de verano.

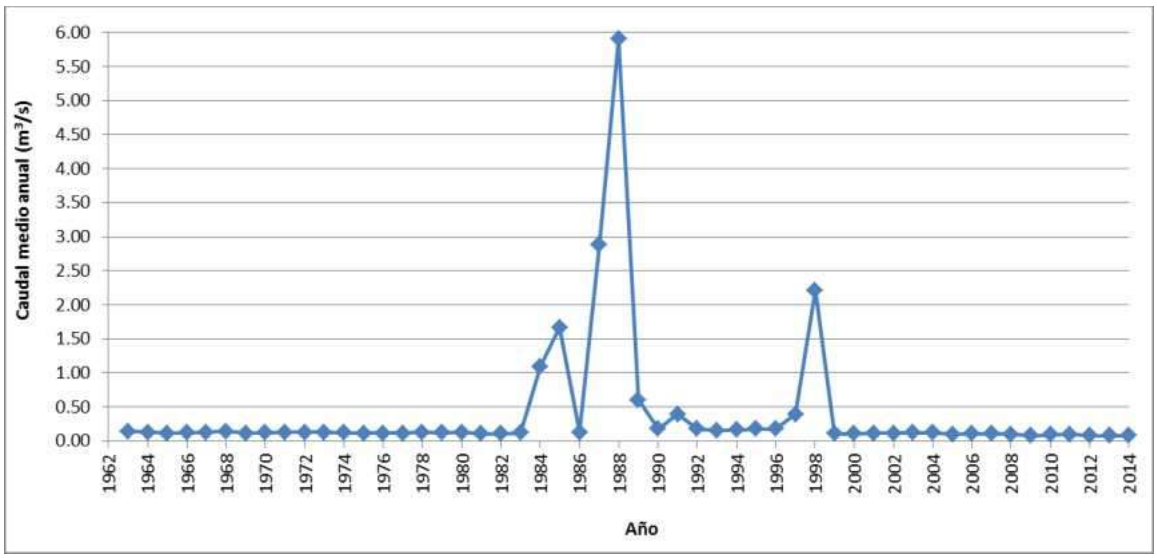


Figura 7-12 Evolución fluviométrica estación Angostura desde 1963 a 2014.

Folio015428

Tal y como sucede en la precipitación, debido a la variabilidad fluviométrica en Angostura, su análisis se efectuó a partir del cálculo de ocurrencia de eventos en año seco, normal y húmedo. Para un año seco existe una probabilidad de ocurrencia de precipitación de 80%, un año normal de 50 % y un año seco húmedo de 20%. El método probabilístico utilizado es el propuesto por Weibull (1951), el cual asigna un valor de ocurrencia de 1/(n+1) para el valor mayor de los datos históricos, mientras que n/(n+1) para el valor menor. A partir de lo anterior se tabularon y graficaron los resultados obteniendo el comportamiento de la fluviometría en el sector de Angostura para un año seco, normal y húmedo (Tabla 5-10, Tabla 5-11 y Figura 5-22).

Tabla 7-5 Caudal mensual estación fluviométrica Angostura para año seco, normal y húmedo desde Enero-Junio.

Tipo de año	Probabilidad de	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun	
		m3/mes	l/s	m3/mes	l/s	m3/mes	l/s	m3/mes	l/s	m3/mes	l/s	m3/mes	l/s
Seco	0.8	131400	50	131400	50	183960	70	289080	110	315360	120	367920	140
Normal	0.5	210240	80	210240	80	262800	100	341640	130	367920	140	420480	160
Húmedo	0.2	262800	100	289080	110	367920	140	446760	170	499320	190	604440	230

Tabla 7-5 Caudal mensual estación fluviométrica Angostura para año seco, normal y húmedo, desde Julio a Diciembre.

Tipo de año	Probabilidad de	Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	
		m3/mes	l/s	m3/mes	l/s	m3/mes	l/s	m3/mes	l/s	m3/mes	l/s	m3/mes	l/s
Seco	0.8	367920	140	367920	140	315360	120	262800	100	236520	90	157680	60
Normal	0.5	446760	170	446760	170	367920	140	315360	120	262800	100	236520	90
Húmedo	0.2	604440	230	604440	230	525600	200	420480	160	315360	120	262800	100

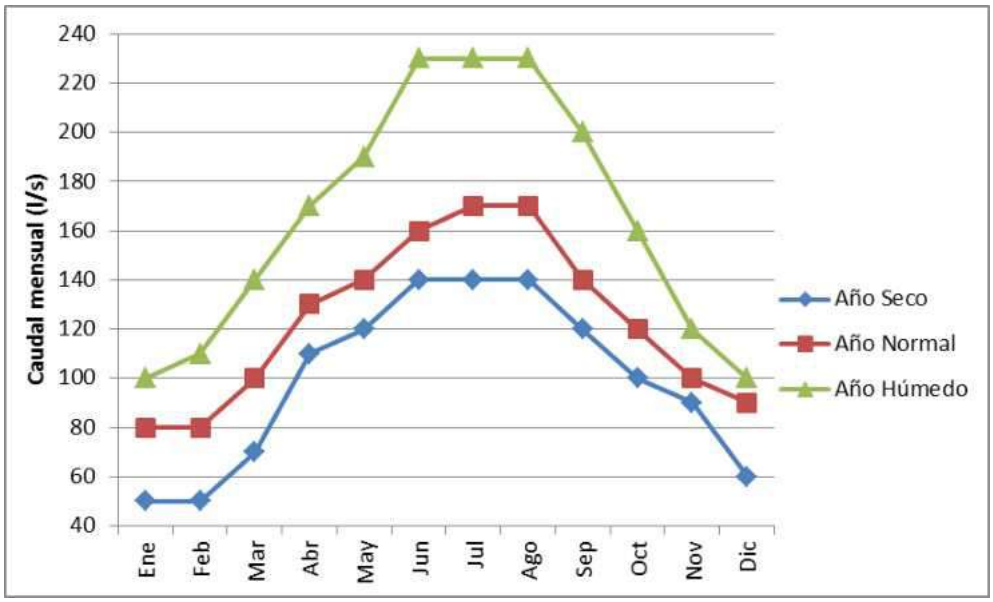


Figura 7-13 Evolución anual caudal (l/s) para año seco, normal y húmedo.

Folio015429

7.4 Hidrogeología

A partir de información de terreno, registro histórico de niveles piezométricos, litología de pozos disponibles, pruebas de bombeos recopiladas y carta geológica se logró definir la hidrogeología del área de estudio de forma general. Unidades hidrogeológicas, niveles piezométricos, flujo subterráneo, parámetros hidráulicos y flujo de entrada al acuífero han sido definidos y sintetizados en un mapa hidrogeológico.

7.4.1 Unidades hidrogeológicas

De acuerdo a la capacidad de albergar y transmitir agua de las unidades geológicas, se han definido unidades hidrogeológicas para el área de estudio: 1) un acuífero en depósitos fluviales recientes no consolidados; 2) un acuitardo en depósitos sedimentarios antiguos semiconsolidados; y 3) un acuífugo correspondiente a basamento metamórfico paleozoico e intrusivos jurásicos-cretácicos. A continuación se definen y describen las unidades hidrogeológicas de acuerdo a su importancia hidrogeológica:

Acuífero de alta a media importancia hidrogeológica: Al igual que en todo el valle, el acuífero de mayor importancia está constituido por depósitos fluviales recientes no cohesivos, compuesto en el área de estudio de intercalaciones de sedimentos heterogéneos (grava, arena y arcilla) y sedimentos con alto contenido de finos (arcillas) principalmente. Por lo anterior el acuífero sería de tipo multicapa, con niveles diferenciados por alta y baja permeabilidad. Sondajes con fines hidráulicos realizados en el lugar no han alcanzado basamento rocoso, pero a partir de estudios geofísicos se determinó que el espesor del acuífero es de 0 a 200 m. De acuerdo al estudio realizado por Troncoso et al. (2012) el acuífero en el área de estudio sería de tipo confinado, compuesto por una capa superior de depósitos de arenas finas, limos y arcillas, semipermeables a impermeables, de espesores variables.

Acuitardo de baja importancia hidrogeológica: En esta unidad se agrupan los depósitos sedimentarios existentes al norte y sur del acuífero principal. Está compuesto por depósitos sedimentarios semiconsolidados correspondientes a las Gravas de Copiapó, Estratos de Agua Amarga, Estratos de Caldera y Depósitos Aluviales. Las Gravas de Copiapó son sedimentos de origen fluvial de espesor mayor a 50 m cuya base se desconoce, pero se cree que están depositadas sobre basamento epimetamórfico (Figura 7-14). Estratos de Agua Amarga es una sucesión de coquinas, gravas y arenas de origen marino-litoral que sobreyacen a las Gravas de

Copiapó y posee un espesor máximo de 350 m. Estratos de Caldera sobreyace en el área de estudio a Estratos de Agua Amarga. Depósitos Aluviales compuestos en su mayoría de gravas y forman abanicos aluviales en las laderas de las terrazas del área. A pesar de su potencial sedimentológico de albergar y transmitirá agua, las unidades mencionadas presentan una moderada consolidación que disminuye considerablemente su capacidad de transmitir agua entre sus intersticios.



Figura 7-14 Gravas de Copiapó en sector de Hacienda María Isabel. Depósito sedimentario moderadamente cementado (Fecha de captura: 10/03/2016).

Acuífugo de nula importancia hidrogeológica: Corresponde a basamento rocoso que por lo general no alberga ni transmite agua subterránea. Está compuesto por rocas de tipo metamórficas; Complejo Epimetamórfico Chañaral y Gneises de Caleta Turenne (Figura 7-15), e intrusivas; Plutón Cerro Morado, Plutón Cerro Moradito, Plutón Sierra El Roble, Granodiorita Cerro Chascón y Monzogranito Puerto Viejo. En afloramientos en superficie se ha podido constatar que estas rocas poseen un bajo grado de alteración y baja a nula porosidad y permeabilidad; aunque no se descarta zonas de alto grado de fracturamiento que puedan albergar agua. Estás unidades limitan el acuífero en el fondo y lateralmente, además al oeste el acuífero impide la salida de flujo subterráneo del sistema.



Figura 7-15 Basamento metamórfico Gneises de Caleta Turenne en sector de Angostura. Se aprecia además salida de agua superficial del área de estudio (Fecha de captura: 10/03/2016).

7.4.2 Piezometría y flujo subterráneo

De informes gubernamentales anteriores (DGA, 2010; Troncoso et al. 2012) se pudo catastrar en el área de estudio 9 pozos (Tabla 7-7), de los cuales 6 son parte de la red de monitoreo de la DGA por lo que se dispone de registro histórico de la evolución de niveles piezométricos (Anexo B).

Tabla 7-6 Pozos profundos existentes en el área de estudio.

Código utilizado para pozos	Norte (m)	Este (m)	Cota (msnm)	Datum	Observación
P-HMI 4	6974194	326791	115	WGS-84	red monitoreo DGA
P-HMI 3	6974637	324824	100	WGS-84	red monitoreo DGA
P-HMI 1	6974815	322613	93	WGS-84	red monitoreo DGA
P-HMI1B	6974624	323244	91	WGS-84	-
P-HMI 2B	6974795	324071	100	WGS-84	-
P-HMI3B	6975111	324086	102	WGS-84	-
P-MA	6973061	329529	125	WGS-84	red monitoreo DGA
P-PP	6972996	332398	147	WGS-84	red monitoreo DGA
P-VF	6971708	337003	168	WGS-85	red monitoreo DGA

Folio015432

A partir del registro histórico se ha identificado que todos los pozos de la red de monitoreo existentes en el área de estudios poseen un nivel piezométrico cercano a superficie, a menos de 10 m de profundidad (Anexo B). Al visualizar de manera gráfica la evolución de niveles piezométricos históricos en los pozos de monitoreo se ha detectado que la variación ha sido muy leve, <± 10 cm/año (Figura 7-16).

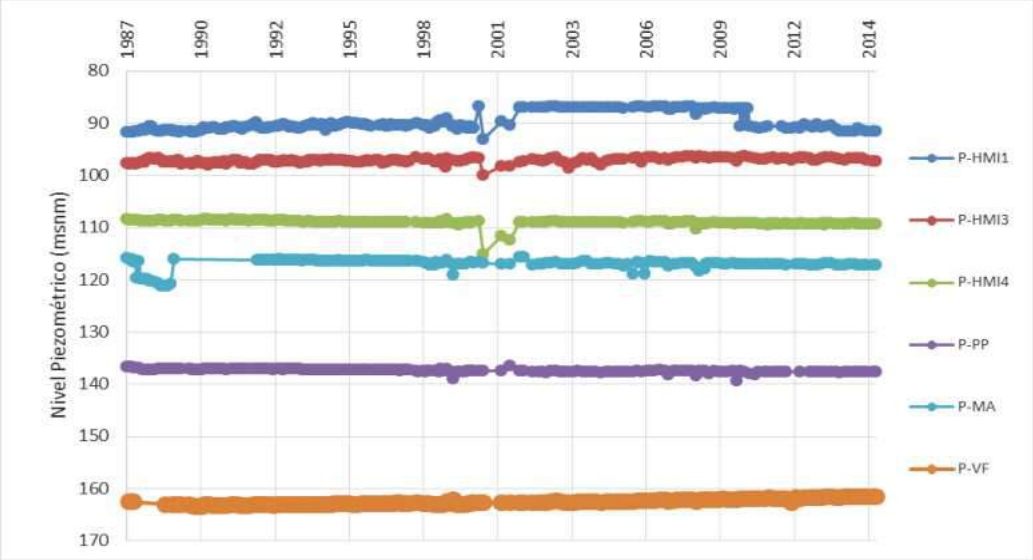


Figura 7-16 Evolución nivel piezométrico en pozos de red monitoreo DGA.

En base a la última campaña piezométrica disponible en la estadística hidrológica en línea de la DGA, realizada el 15 de mayo de 2015 (Tabla 7-8), se obtuvo las isopiezas y la dirección de flujo subterráneo en el área de estudio.

Tabla 7-7 Campaña piezométrica DGA - 15 de mayo de 2015.

Pozo	Norte (m)	Este (m)	Cota (msnm)	Nivel piezométrico (msnm)
P-HMI 1	6974815	322613	93	91,53
P-HMI 3	6974637	324824	100	96,47
P-HMI 4	6974194	326791	115	109,29
P-MA	6973061	329529	125	117,08
P-PP	6972996	332398	147	137,9
P-VF	6971708	337003	168	161,46

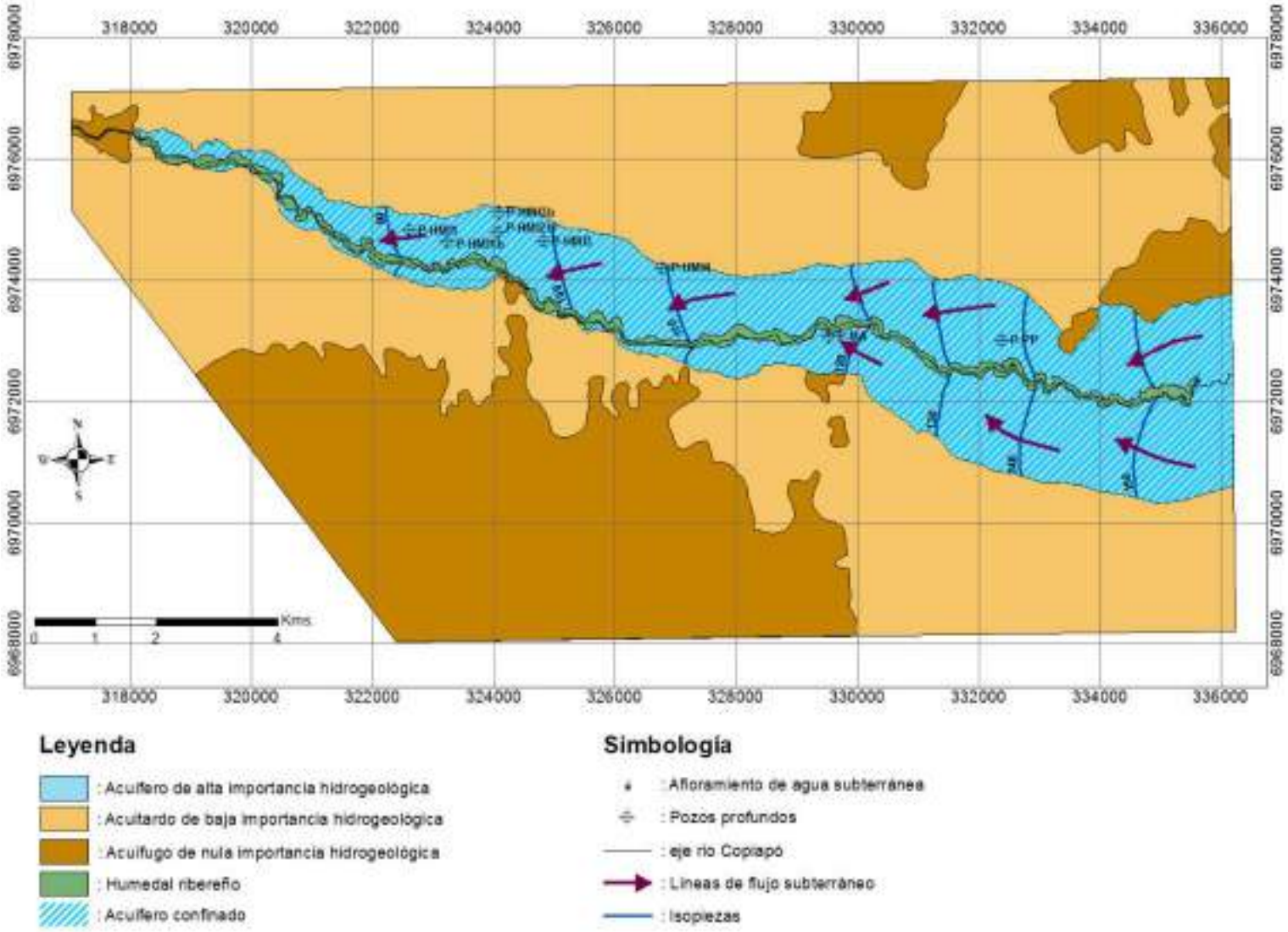


Figura 7-17 Mapa hidrogeológico del área de estudio.

Folio015434

7.4.3 Parámetros hidráulicos

A partir de pruebas de bombeo existentes en los informes de construcción de los pozos PHMI 1B, PHMI 2B y PHMI 3B, los cuales fueron solicitados por ley de transparencia a la DGA, se determinó las propiedades hidráulicas del acuífero confinado. A partir de la prueba de bombeo de gasto constante de cada pozo (Anexo C) y considerando que el acuífero es de tipo confinado (Troncoso et al., 2012), se calculó valores estimativos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento utilizando la simplificación de Jacob para régimen variable (Cooper y Jacob, 1946). La simplificación de Jacob consiste básicamente en graficar en un papel semilogarítmico el tiempo (log X) versus el descenso (Y), una vez graficado se calcula la pendiente "m" de los datos en el tramo que poseen una tendencia lineal y con dicho valor se calcula la transmisividad [7.1].

$$T=0{,}183*Q/m \quad [7.1]$$

Donde "Q" es el caudal de bombeo en m^3/día y "m" es la pendiente de los datos. Para calcular el coeficiente de almacenamiento se determina el punto en que la línea de tendencia de los datos intercepta el eje X. Aplicando la metodología mencionada, se obtuvo los siguientes resultados de transmisividad y coeficiente hidráulico para los 3 pozo existentes (Tabla 7-9).

Tabla 7-8 Cálculo de parámetros hidráulicos, según Cooper y Jacob (1946).

CALCULO PARAMETROS HIDRAULICOS (Cooper y Jacob, 1946)			
POZO	TRANSMISIVIDAD (m^2/día)	COEF, DE ALMACENAMIENTO	Q (lts/seg)
PHMI 1B	114,463	0,011	18
PHMI 2B	1280,64	0,021	29
PHMI 3B	659,17	0,016	17
PROMEDIO	684,76	0,016	

Considerando un valor de transmisividad promedio de 684,76 m^2/día y un espesor del relleno sedimentario de ~ 129 m en donde se ubican los pozos (DGA, 1987b), el acuífero posee una permeabilidad de 5,3 m/día. Según la clasificación de Benítez (1963) el acuífero sería de bueno a pobre, de moderado drenaje y la composición del terreno pudiese ser mezcla de grava y arena, arena arcillosa, mezcla arena, limo y arcilla o arcillas estratificadas, lo que coincide con las descripciones litológicas de los pozos.

El valor de coeficiente de almacenamiento en acuíferos confinados según Galofré (2001) se encuentra entre 10^{-3} a 10^{-5}, valor dentro del rango asignado a acuíferos confinados.

Folio015435

7.4.4 Entrada subterránea al área de estudio

Para determinar el flujo subterráneo entrante al área de estudio se calculó el flujo pasante por una sección utilizando la ley de Darcy. Darcy (1856) establece que la velocidad del agua a través de un medio permeable es el producto de la permeabilidad del medio "k" y el gradiente hidráulico existente "i". Por consiguiente el caudal es el producto de la velocidad del agua por el área de la sección de paso "A".

Para el presente estudio se seleccionó un perfil al extremo este del área de estudio, entre los pozos P-MA y P-PP, para el cual se calculó la entrada subterránea (Figura 7-18). La permeabilidad "k" a utilizar es el valor promedio obtenido del cálculo anterior de propiedades hidráulicas, 5,3 m/día. El gradiente hidráulico "i" se obtuvo desde los pozos P-MA y P-PP. El área de la sección de paso fue calculada a partir de una idealización del basamento basado en el estudio geofísico de DGA (1987b).

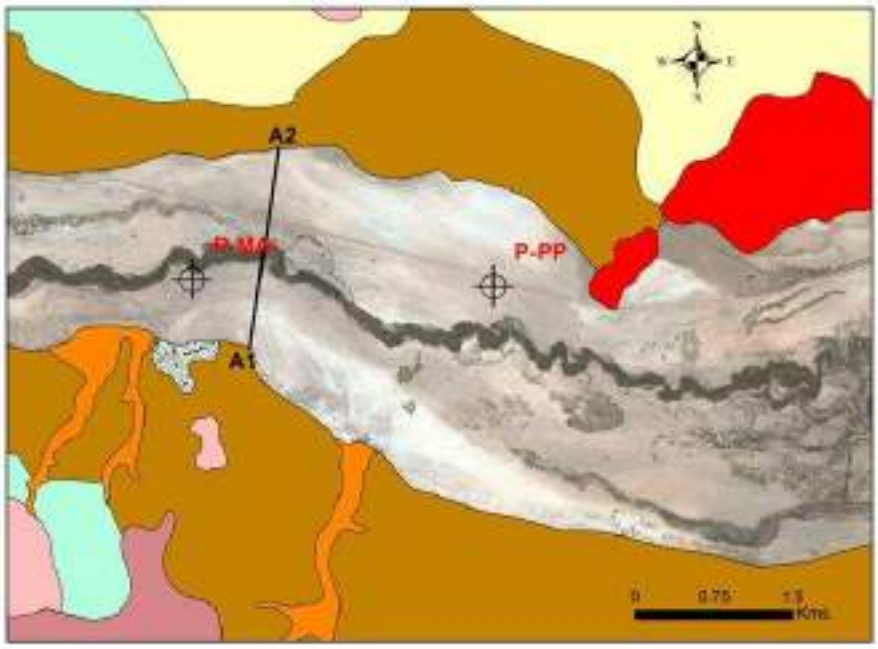


Figura 7-18 Vista en planta de sección utilizada para de cálculo de caudal subterráneo entrante.

Para el cálculo de la sección de paso "A" se idealizó una morfología del basamento generando un trapezoide a partir de la pendiente de los cerros de los costados, nivel piezométrico y antecedentes geofísicos (Figura 7-19).

Folio015436

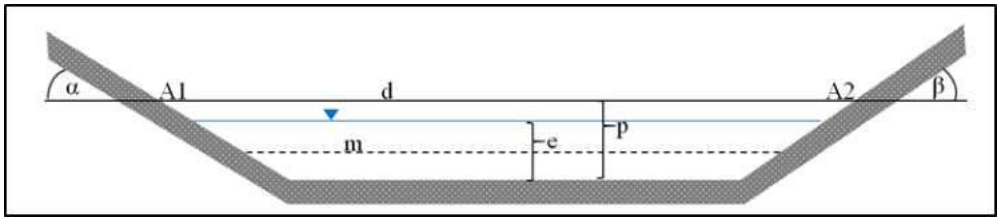


Figura 7-19 Perfil idealizado para cálculo subterráneo entrante.

Para el cálculo del área del trapecio de la Figura 7-19 se consideró una profundidad del acuífero "p" igual a 302 m, valor estimado de la geofísica (DGA, 1987b). El espesor saturado "e" se estimó a partir de la datos de nivel piezométrico de P-MA y P-PP, llegando al valor de 293,88 m de espesor. El ancho del acuífero "d" en la sección es de 1880 m. A partir de la topografía del lugar, la pendiente promedio de las laderas del río es de 45°. Finalmente el área de la sección corresponde a 451246 m^2.

El gradiente hidráulico es el cociente entre la diferencia de nivel y la distancia entre los puntos utilizados. Debido a que los pozos no se encuentran perpendiculares a la dirección de flujo, estimada anteriormente, la distancia entre ambos pozos fue corregida para obtener una distancia perpendicular a la sección "A". La distancia corregida entre P-MA y P-PP se obtiene a partir de la suma de "X" e "Y", lo que es igual al producto entre "L" y el coseno de α (Figura 7-20). Los valores de "L" y "α" se obtienen a partir de las coordenadas de los pozos, arrojando finalmente 2870 m de distancia corregida.

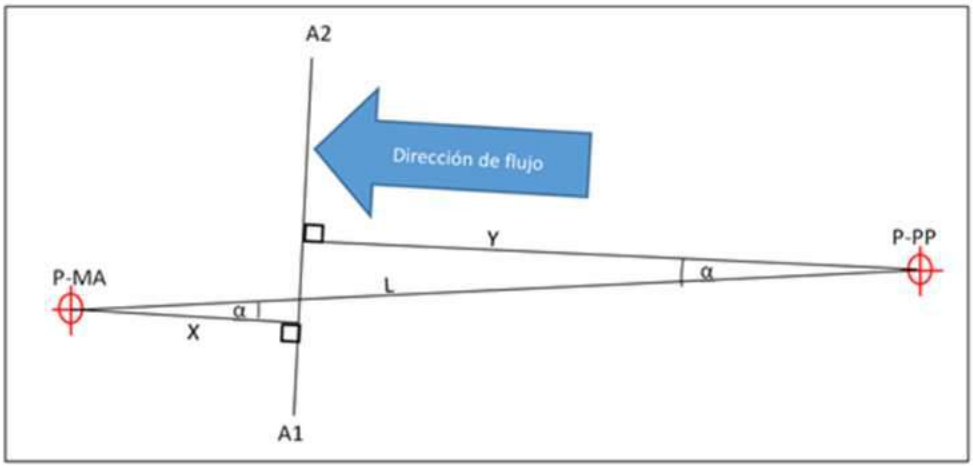


Figura 7-20 Corrección de distancia entre pozo P-MA y P-PP.

Folio015437

A diferencia de la permeabilidad, el área de la sección y la distancia entre ambos pozos, la diferencia de nivel entre ambos pozos es variable en función del tiempo. Dicha variación temporal se estudió a partir del registro piezométrico de la DGA en los pozos P-MA y P-PP, calculando la diferencia de nivel mes a mes para años secos, normales y húmedos. Los años utilizados fueron 2014 como año seco, 2003 como año normal y 1997 como año húmedo. El registro de los años seleccionados es cada dos meses, por lo que el dato faltante fue promediado entre el registro del mes anterior y el del mes posterior (Tabla 7-10 y Figura 7-21).

Tabla 7-9 Gradiente hidráulico entre pozo P-MA y P-PP para año seco, normal y húmedo.

Mes	Año Seco (2014)		Año normal (2003)		Año Húmedo (1997)	
	Dif de nivel (m)	Gradiente (i)	Dif de nivel (m)	Gradiente (i)	Dif de nivel (m)	Gradiente (i)
Ene	20,66	0,007199	20,69	0,007209	20,91	0,007286
Feb	20,68	0,007206	20,72	0,007218	20,96	0,007303
Mar	20,70	0,007213	20,74	0,007226	20,96	0,007303
Abr	20,65	0,007193	20,71	0,007214	20,97	0,007307
May	20,59	0,007174	20,67	0,007202	20,98	0,007310
Jun	20,61	0,007181	20,64	0,007190	21,02	0,007324
Jul	20,63	0,007188	20,60	0,007178	20,93	0,007293
Ago	20,58	0,007169	20,63	0,007186	20,93	0,007293
Sep	20,56	0,007164	20,65	0,007195	20,91	0,007286
Oct	20,56	0,007165	20,67	0,007202	20,81	0,007251
Nov	20,57	0,007166	20,69	0,007209	20,91	0,007285
Dic	20,55	0,007160	20,69	0,007209	21,00	0,007318

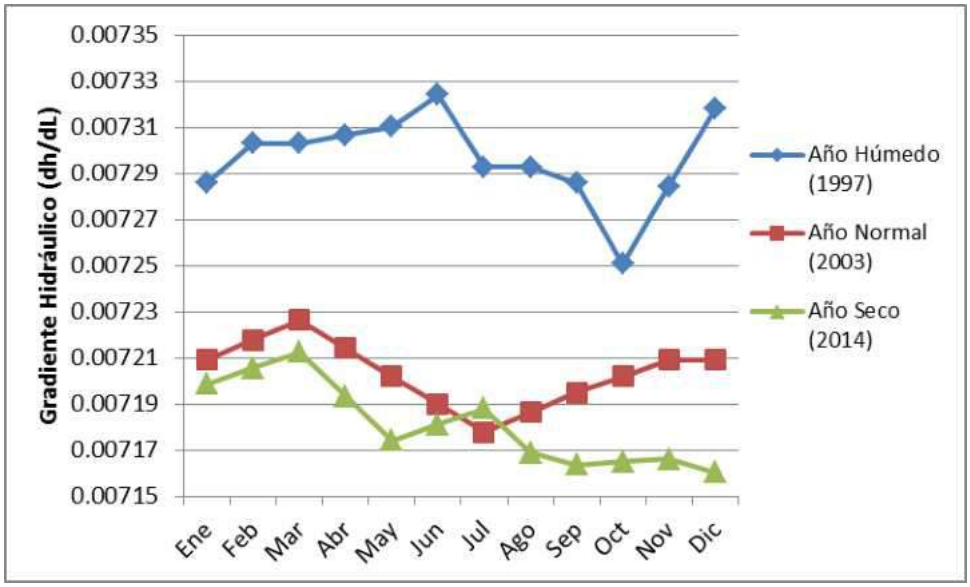


Figura 7-21 Evolución anual de gradiente hidráulico entre pozo P-MA y P-PP.

Folio015438

A partir de los resultados obtenidos de permeabilidad, sección de paso y gradiente hidráulico se estimó el caudal subterráneo mensual entrante al área de estudio para años secos, normales y húmedos (Tabla 7-11).

Tabla 7-10 Flujo subterráneo entrante para año seco, normal y húmedo.

Mes	Caudal año seco (2014)		Caudal año normal (2003)		Caudal año húmedo (1997)	
	m^3/mes	l/s	m^3/mes	l/s	m^3/mes	l/s
Ene	533702,64	203,08	534477,62	203,38	540160,80	205,54
Feb	482520,65	183,61	483337,29	183,92	489053,81	186,09
Mar	534735,94	203,48	535769,25	203,87	541452,43	206,03
Abr	516111,43	196,39	517611,39	196,96	524236,22	199,48
May	531894,35	202,39	533960,96	203,18	541969,09	206,23
Jun	515236,46	196,06	515861,44	196,29	525486,19	199,96
Jul	515736,44	196,25	514986,46	195,96	523236,25	199,10
Ago	531506,86	202,25	532798,49	202,74	540677,45	205,74
Sep	513986,49	195,58	516236,43	196,44	522736,26	198,91
Oct	531205,48	202,13	533960,96	203,18	537577,54	204,56
Nov	514153,15	195,64	517236,40	196,82	522652,93	198,88
Dic	530861,05	202,00	534477,62	203,38	542571,85	206,46

7.5 Hidrogeoquímica

A partir del análisis de parámetros fisicoquímicos de diferentes elementos de las aguas subterráneas se puede conocer la evolución geoquímica de las aguas en los acuíferos, pudiendo identificar desde la evaporación (y evapotranspiración), precipitación, infiltración por zona no saturada, flujo por zona saturada y su descarga (Custodio, 2001b).

7.5.1 Análisis fisicoquímicos utilizados

Para lograr una caracterización del agua subterránea y superficial se utilizaron muestreos de aguas recopilados y realizados en el área de estudio (Tabla 7-12 y Figura 7-22):

Registro histórico pozo monitoreo DGA: la DGA dispone de dos pozos de monitoreo de calidad de aguas en el sector Hacienda María Isabel. El pozo P-HMI 3 que posee registro desde 01/03/2010 a 30/10/2014 y un pozo no identificado en capítulos anteriores, el cual será denominado P-HMIc, que posee registro desde 12/09/1996 a 21/10/2013 (Anexo F).

Folio015439

Campaña Muestreo Agosto-2015: Muestras de un pozo a 2,8 km del límite este del área de estudio (P-JG) y dos muestras de agua superficial en el sector de Angostura y Puente Puerto Viejo (ruta C-358), fueron tomadas el 15 de agosto de 2015.

Muestreo Angostura Ueckert y Brückner (2012): Debido a que en la campaña de muestreo de Agosto 2015 no se midieron todos los iones mayoritarios, se utilizaron los valores obtenidos por Ueckert y Brückner (2012) de un muestreo realizado al agua superficial en Angostura.

Tabla 7-11 Muestreos de agua subterránea y superficial utilizados.

Procedencia	Punto	Coordenadas		Cota (msnm)	Datum	Observación
		Norte (m)	Este (m)			
Agua subterránea	P-HMI3	6974637	324824	100	WGS-84	red monitoreo DGA
	P-HMIc	6974731	322733	105	WGS-84	red monitoreo DGA
	P-JC	6974024	338939	184	WGS-84	Muestreo 15/08/2015
Agua superficial	Puente Pto Viejo	6974094	324186	107	WGS-84	Muestreo 15/08/2015
	Angostura	6976431	317932	88	WGS-84	Muestreo 15/08/2015
	Angostura (Ueckert y Brückner, 2012)	6976437	317945	88	WGS-84	Muestreo 25/07/2011

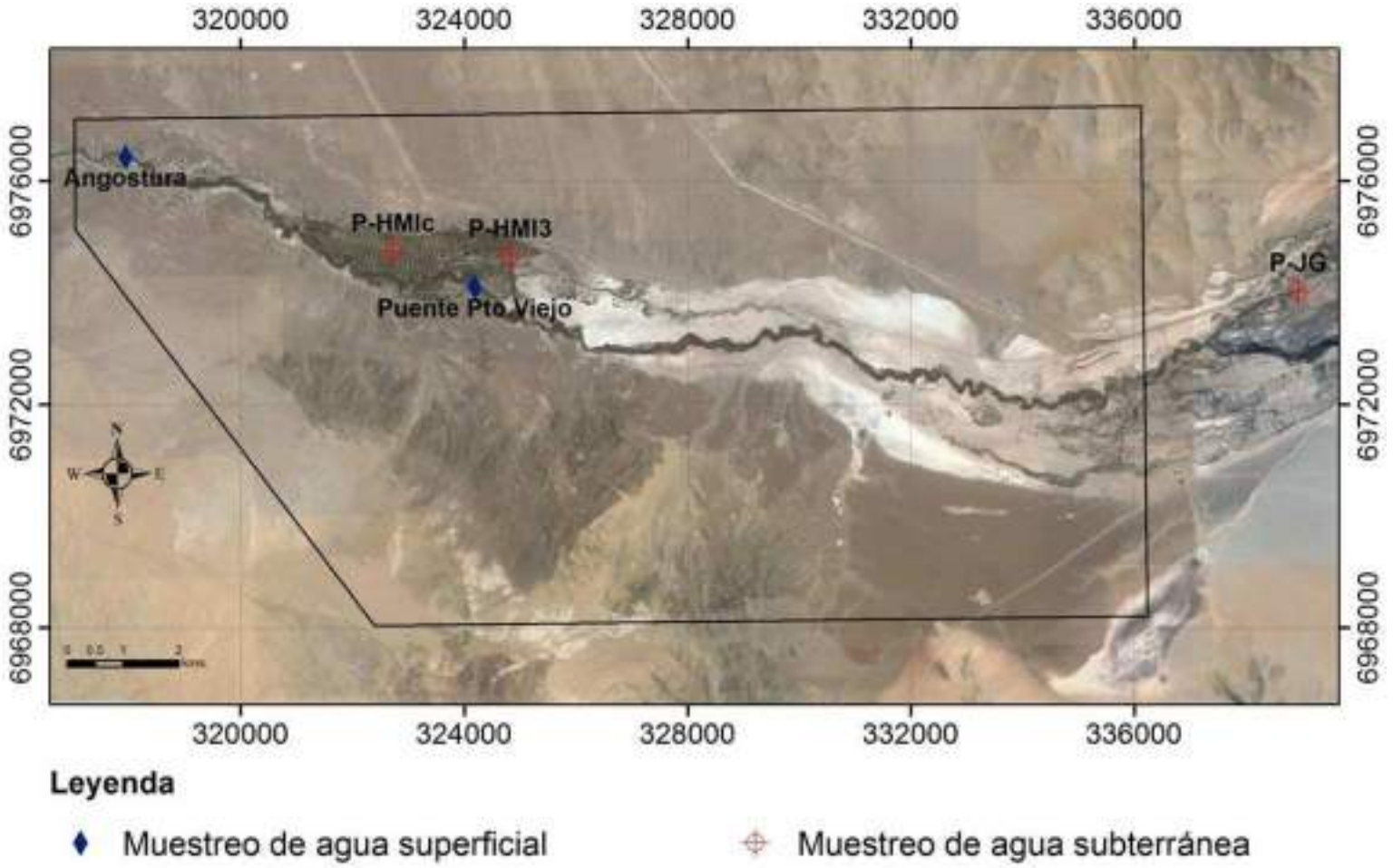


Figura 7-22 Ubicación puntos de muestreo de agua superficial y subterránea.

Folio015441

7.5.2 Validación de análisis fisicoquímicos utilizados

Para evaluar la confiabilidad de los datos históricos existentes de los pozos de la Hacienda María Isabel se realizó un cálculo de balance iónico. El balance iónico indica que la suma de aniones debe ser igual a la suma de cationes (expresados en meq/l). Debido a que esta condición idealizada no se da en la realidad, se calcula un error del balance [5.2]. Según Custodio (2001c), a partir de Anderson (1966), el error admisible depende en parte a la concentración y tipo de agua, existiendo una relación entre la conductividad eléctrica y el error obtenido (Tabla 7-13).

$$EB = \frac{\sum cationes - \sum aniones}{\sum cationes + \sum aniones} \; x \; 200 \; (Custodio, 2001c) \; [5.2]$$

Tabla 7-12 Error de balance admisible a partir de la conductividad eléctrica del agua, según Custodio (2001c).

Conductividad Eléctrica (µS/cm)	50	200	500	2000	>2000
Error admisible (%)	30	10	8	4	<4

Todos los datos existentes del pozo P-HMI3 no presentan medición de HCO^{3-}, por lo cual al realizar el cálculo de error de balance arroja un error no admisible. El pozo P-HMIc presenta algunas mediciones sin considerar HCO^{3-}, por lo cual arrojan un error de balance no admisible, sin embargo, la mayoría de los datos si presentan un error admisible. En general las muestras que arrojan error no admisible poseen valores cercanos a los históricamente medidos en el sector, por lo cual para efectos de caracterizar y clasificar hidrogeoquímicamente el área fueron igualmente utilizadas.

Debido a que en el análisis realizado en laboratorio de las muestras de Agosto 2015 no contempla todos los iones mayoritarios, no fue posible realizar el cálculo de error a las muestras tomadas en el pozo P-JG, Puente Puerto Viejo y Angostura. Sin embargo, los valores obtenidos son cercanos a los históricos de los pozos P-HMI3 y P-HMIc, por lo que igualmente fueron utilizados en este estudio.

El análisis de la muestra de Angostura de Ueckert y Brückner (2012) presenta un error de 0,16, por tanto admisible.

Folio015442

7.5.3 Caracterización fisicoquímica del agua

Para la caracterización de la concentración de parámetros fisicoquímicos se utilizó la información recopilada y obtenida, presente en la siguiente Tabla:

Tabla 7-13 Parámetros fisicoquímicos de aguas subterráneas y superficiales.

	Agua Subterránea			Agua Superficial		
	P-JG	P-HMIc (media)	P-HMI3 (media)	Puente Pto. Viejo	Angostura	Angostura (Ueckert y Brückner, 2012)
pH	7,1	7,3	7,3	7,7	8,1	8,0
Cond. Eléctrica (µS/cm)	4029,0	6177,0	5096,9	3961,0	4441,0	6060,0
Temperatura (°C)	22,0	20,8	22,0	12,1	13,6	12,6
Oxi. Disuelto (mg/l)	2,1	2,9	3,4	10,2	9,1	9,3
Bicarbonato (mg/l)	353,5	302,4		367,0	242,2	394,9
Sulfato (mg/l)		2661,0	1741,4			2202,9
Cloruro (mg/l)	352,8	690,6	621,6	426,1	533,3	785,9
Nitrato (mg/l)		0,6	0,4			0,6
Sodio (mg/l)		813,4	730,5			746,6
Calcio (mg/l)	240,0	576,4	388,7	400,0	380,0	531,7
Magnesio (mg/l)	150,0	190,2	115,6	140,0	150,0	177,2
Potasio (mg/l)		20,9	18,5			23,1

En general a partir de los datos se nota una concentración similar de parámetros fisicoquímicos en aguas superficiales y subterráneas. Además tendencia al aumento de algunos parámetros en la dirección del flujo en aguas (pH, conductividad eléctrica, cloruro, calcio y magnesio). Temperatura y oxígeno disuelto presentan valores que difieren bastante.

7.5.4 Clasificación Piper y Stiff

A partir de los iones mayoritarios de la media de datos del pozo P-HMIc del registro histórico de la DGA e iones mayoritarios de la medición realizada en Angostura el 2011 por Ueckert y Brückner (2012) (Tabla 7-14), se realizó una clasificación de las aguas subterráneas y superficiales del área de estudio a partir del diagrama de Piper (Piper, 1944) y Stiff (Stiff, 1951).

Diagrama de Piper: Con el uso del software EasyQuim (Vasquez-Suñe, 1999) se modeló la concentración de iones mayoritarios en aguas subterráneas y superficiales. De acuerdo a los resultados (Figura 7-23) el agua subterránea y superficial tienden a ser aguas sulfatadas sódicas.

Diagrama de Stiff: Con el uso del software Aquachem se modeló los diagramas de Stiff para aguas subterráneas y superficiales (Figura 7-24 y 7-25). Ambas muestras presentan un alto contenido de sulfato y sodio-potasio, respecto a los otros iones mayoritarios.

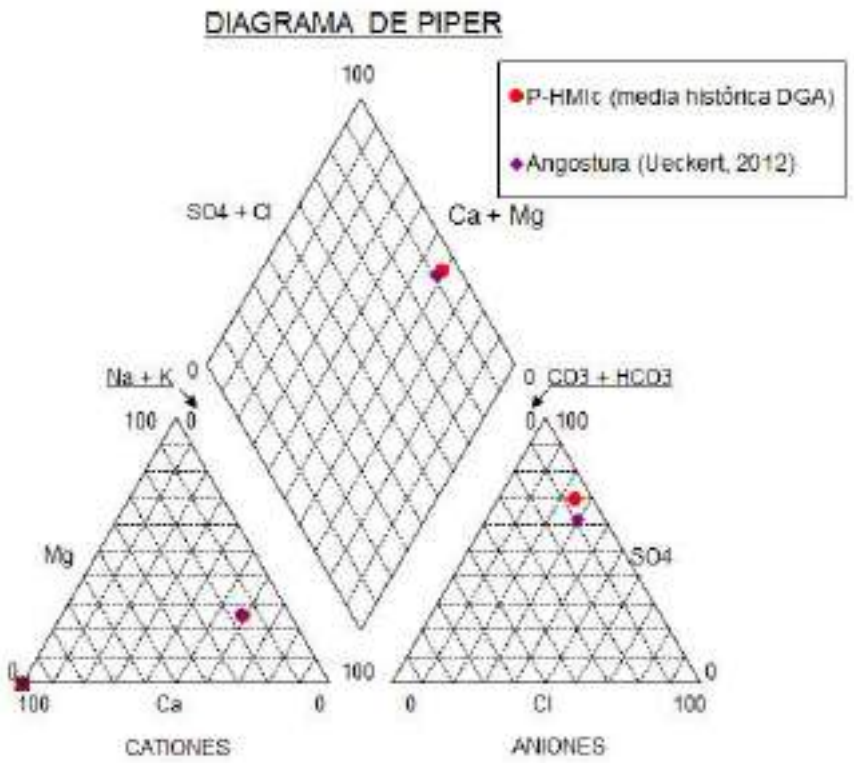


Figura 7-24 Diagrama de Piper para agua P-HMIc y Angostura.

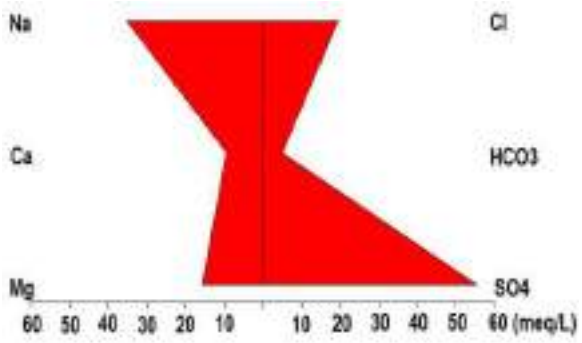


Figura 7-23 Diagrama de Stiff agua pozo P-HMIc.

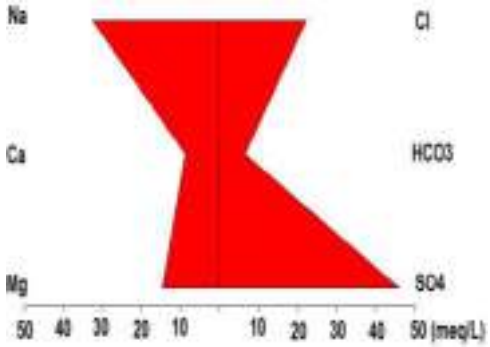


Figura 7-25 Diagrama de Stiff agua superficial Angostura.

Folio015444

7.5.5 Variación temporal de parámetros

A partir del registro histórico de parámetros fisicoquímicos que dispone la DGA del pozo P-HMIc y P-HMI3 (Anexo F), se realizaron gráficos de la evolución fisicoquímica del agua subterránea en el área de estudio respecto al tiempo (Figura 7-26, 7-27 y 7-28).

En general se aprecia que las aguas presentan un comportamiento sin tendencia clara en el valor de pH y oxígeno disuelto, mientras que en los demás parámetros si presenta tendencias. En el caso de la temperatura presenta una tendencia al aumento. Conductividad eléctrica, cationes y aniones mayoritarios presentan todos unas tendencias al aumento desde el año 2001-2004, con un máximo de concentración en el año 2007-2008 y luego un descenso abrupto en 2009 aproximadamente, volviendo a valores de concentración similares a los de previo 2001.

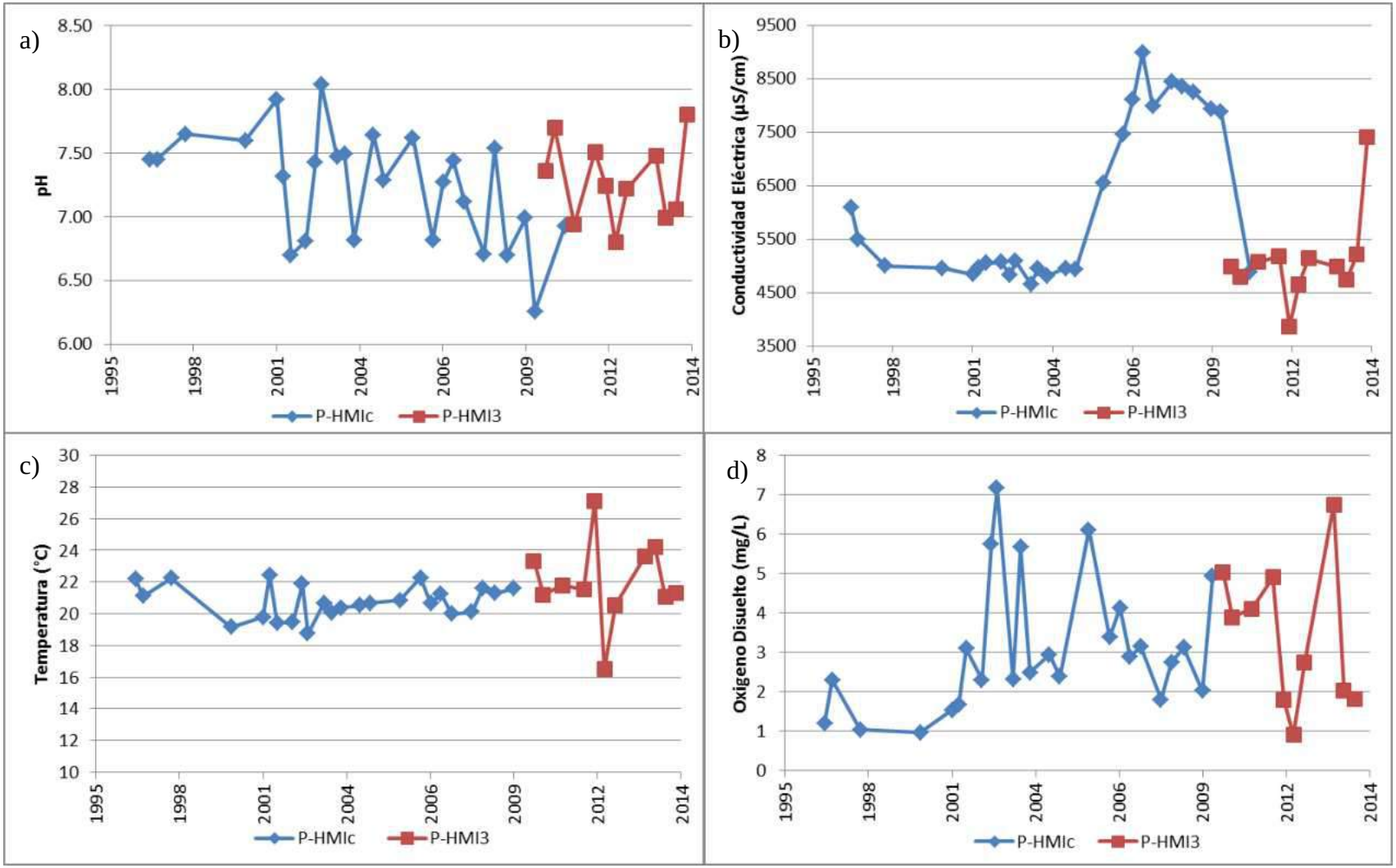


Figura 7-26 Evolución histórica de: a) pH, b) conductividad eléctrica, c) temperatura y d) oxígeno disuelto en aguas subterráneas.

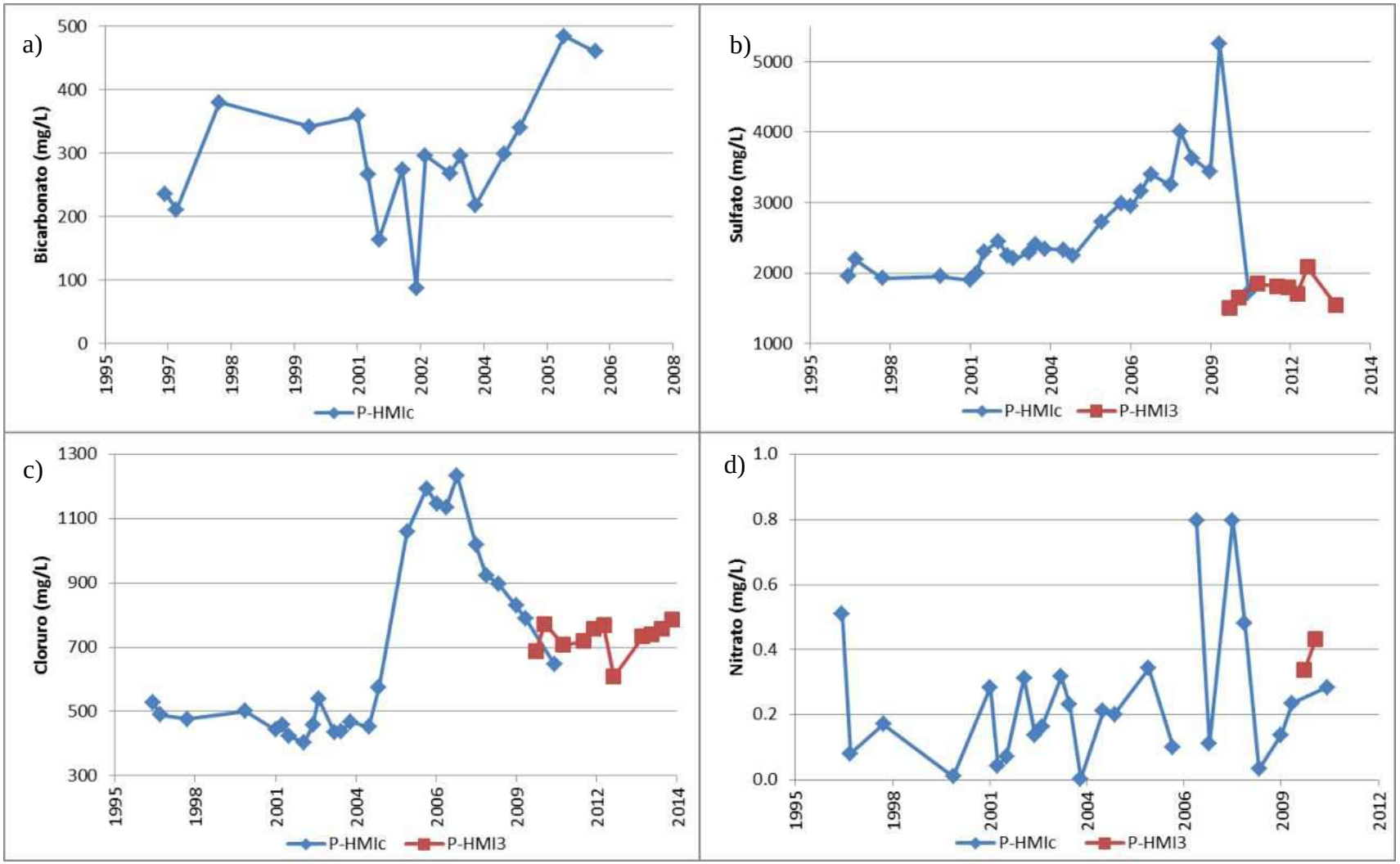


Figura 7-27 Evolución histórica de concentración de: a) bicarbonato, b) sulfato, c) cloruro y d) nitrato en aguas subterráneas.

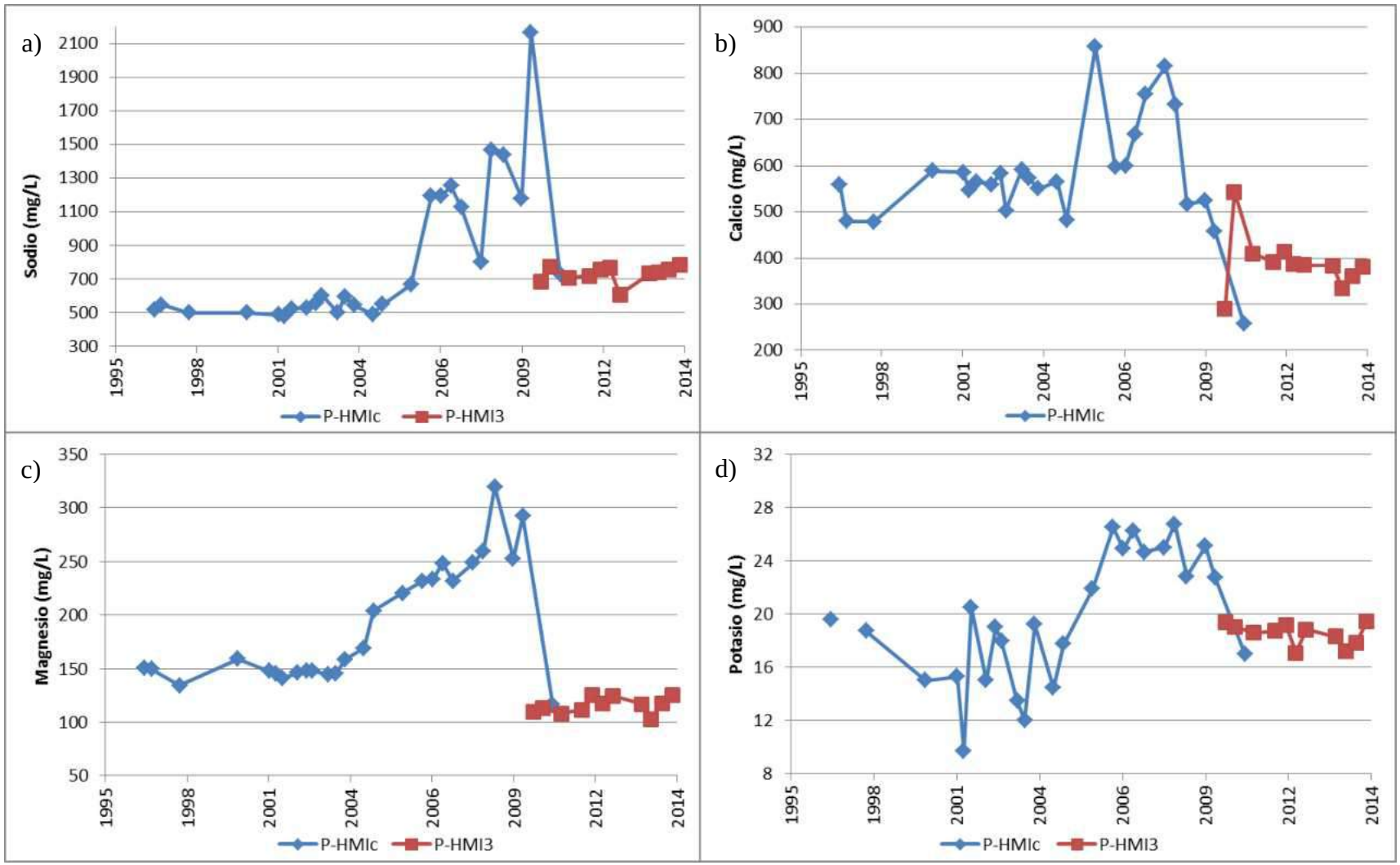


Figura 7-28 Evolución histórica de concentración de a) sodio, b) calcio, c) magnesio y d) potasio en aguas subterráneas.

Folio015448

8 EVAPOTRANSPIRACIÓN

El agua subterránea en el área de estudio supera la cota de terreno y fluye tanto superficial como subterráneamente hasta el sector de Angostura. El flujo superficial y el somero nivel piezométrico permiten que se lleve a cabo el proceso de evapotranspiración del humedal por la vegetación y flujo de lámina libre existente. A su vez, los cultivos de olivos circundantes son regados con parte del agua superficial desviada del río por lo que, al igual que la vegetación del humedal, el cultivo de olivos evapotranspiran parte del agua a la atmósfera (Figura 8-1)

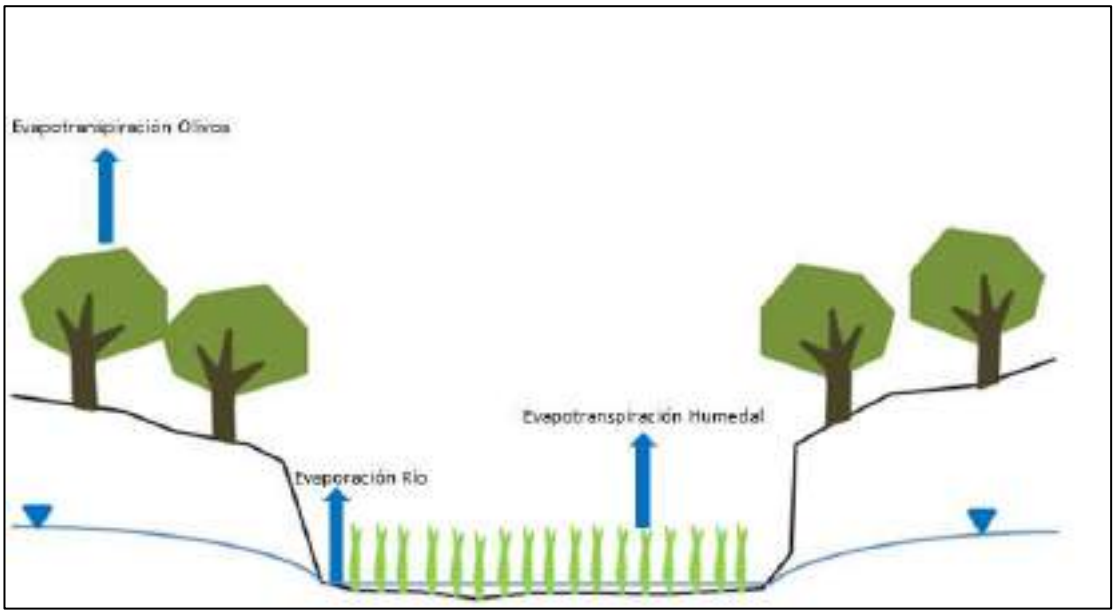


Figura 8-1 Esquema de fuentes de evapotranspiración en área de estudio.

Debido a la no existencia de una estación hidrometeorológica en el área de estudio la estimación del valor de evapotranspiración del humedal se realizará de manera indirecta. Se utilizó el método de balance de energía SEBAL (Bastiaanssen et al., 1998), aplicando la metodología desarrollada en el sector 2 del río Copiapó por Azuela (2010) (Figura 8-2).

Para la aplicación del método SEBAL fue necesaria la utilización de softwares computacionales, imágenes satelitales, modelo digital de elevación de terreno y datos meteorológicos.

Folio015449

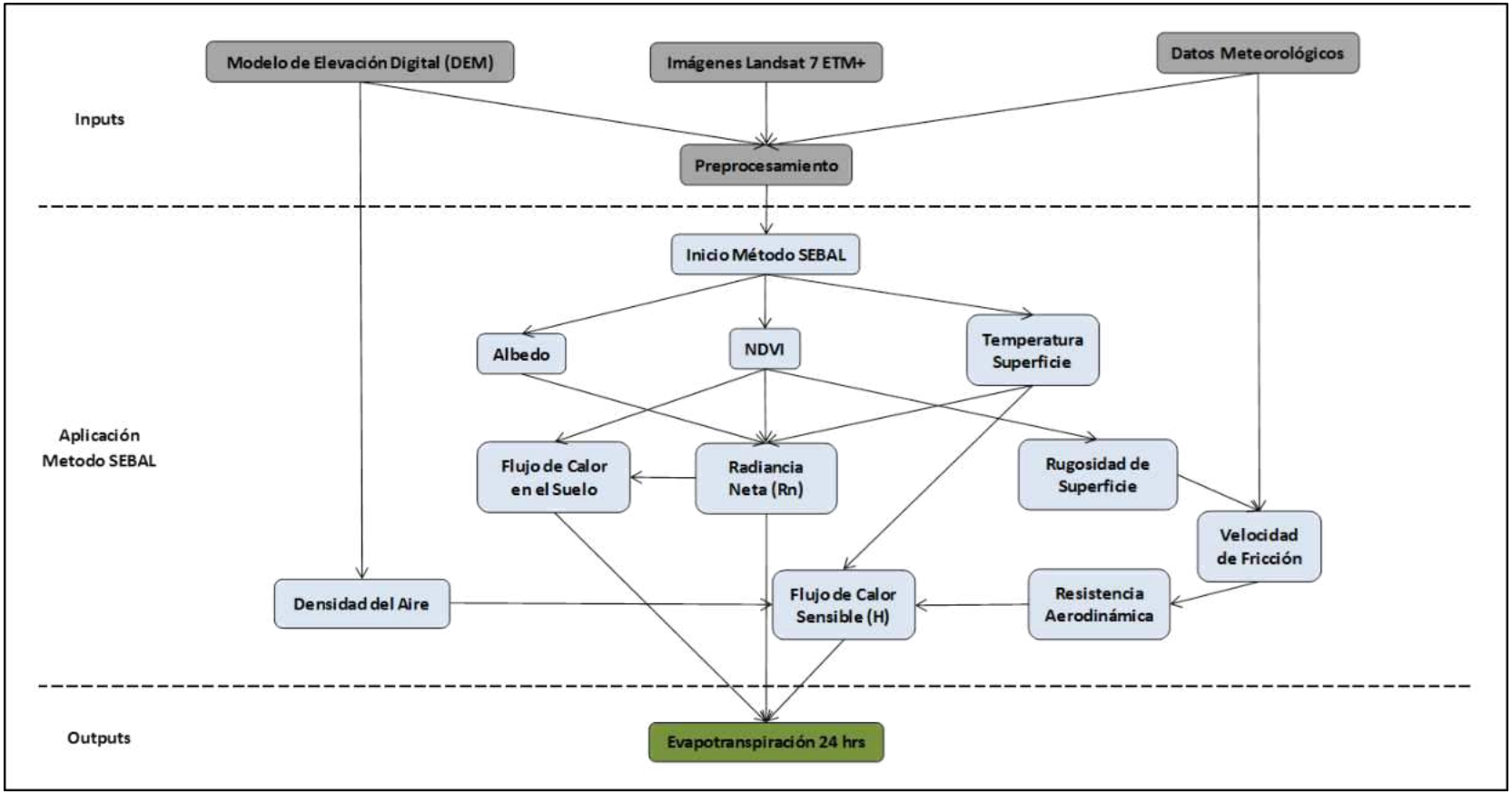


Figura 8-2 Diagrama de flujo general de metodología SEBAL. Modificado de Zwart (2007).

Folio015450

8.1 Selección de periodo de estudio e imágenes satelitales

Para efectuar un posterior análisis de la influencia de los factores climáticos en la evapotranspiración tanto del humedal como del cultivo de olivos, se seleccionaron imágenes satelitales tipo Landsat 7 ETM+ correspondientes al inverno y verano de los años hidrológicos de 2007-2008, considerado año seco, y 2010-2011, considerado año húmedo (Tabla 8-1). Los días seleccionados fueron aquellos en que no existiese cobertura de nubes en el área de estudio y que, en general, la nubosidad de la imagen satelital fuese inferior al 20%.

Tabla 8-1 Fechas de cálculo de evapotranspiración.

Año hidrológico	Periodo	Estación	Fecha cálculo de evapotranspiración
Seco	2007-	Invierno	17 de agosto de 2007
	2008	Verano	24 de enero de 2008
Húmedo	2010-	Invierno	24 de julio de 2010
	2011	Verano	16 de enero de 2011

8.2 Preprocesamiento de imágenes satelitales

Debido al variado relieve que posee la superficie terrestre, la incidencia de la radiación solar varía de acuerdo a la pendiente y la inclinación respecto al norte geográfico del punto a estudiar. Por lo anterior, y antes de aplicar el método SEBAL, se debe realizar cálculos previos a partir del Modelo de Elevación Digital (MDE), datos meteorológicos y la metadatos de las imágenes satelitales utilizadas (Anexo G).

El objetivo principal del preprocesamiento es obtener el coseno del ángulo de incidencia solar en la superficie. Debido a que el sensor satelital capta la radiación reflejada asumiendo una superficie horizontal, se debe obtener finalmente el coseno de ángulo de incidencia solar horizontal-equivalente (Figura 8-3 y Tabla 8-2).

Folio015451

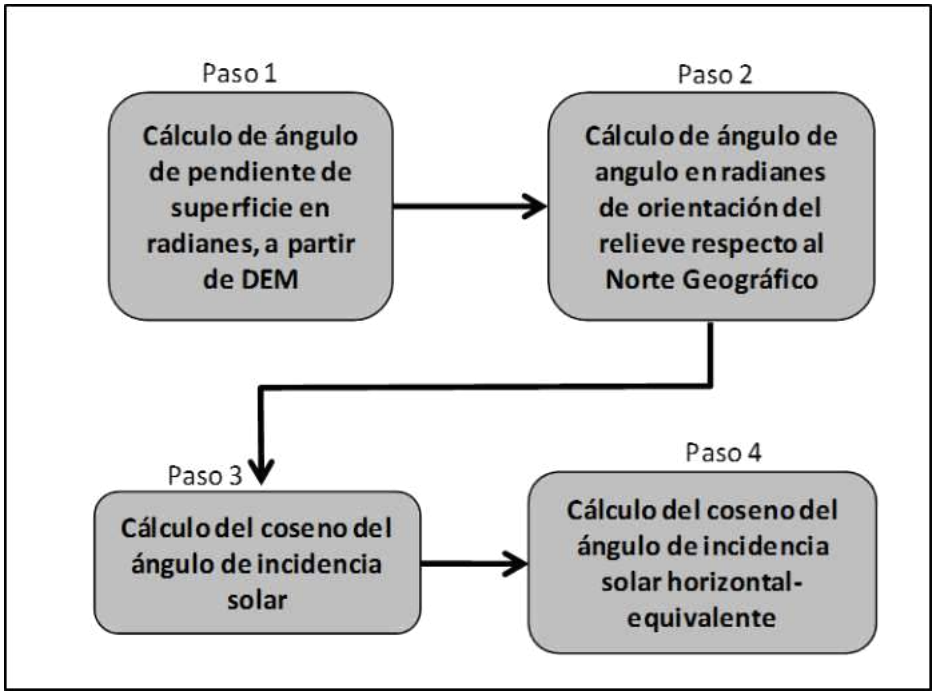


Figura 8-3 Procedimiento de cálculo de coseno de ángulo de incidencia solar horizontal equivalente.

Tabla 8-2 Cálculo de coseno horizontal-equivalente de ángulo incidencia solar en superficie.

Fecha Imagen Satelital	Día Juliano (d_n)	Angulo día (d_a)	Declinación Solar[b] (δ)	Ecuación de Tiempo[c] (E_t)	Tiempo Universal Coordinado[a] (UTC)	Longitud[a] (L_c)
		Rad	Rad		Horas	Rad
		$da = (dn - 1)\frac{2\pi}{365}$				
17-08-2007	229	3,923	0,238	-0,020	14,471	-1,236
24-01-2008	24	0,396	-0,339	-0,050	14,477	-1,237
24-07-2010	205	3,510	0,350	-0,028	14,508	-1,234
16-01-2011	16	0,258	-0,369	-0,039	14,526	-1,234

Tabla 8-2 Cálculo de coseno horizontal-equivalente ángulo de incidencia solar en superficie (continuación).

Fecha Imagen Satelital	Tiempo Local Aparente (LAT)	Ángulo Horario (ω)	Latitud[a] (ϕ)	Promedio de COS (Θ) en radianes	Promedio COS (Θ) en grados	Promedio COS-equiv en radianes	Promedio COS-equiv en grados
	Horas	Rad	Rad				
	$LAT = UTC + \frac{4\ x\ Lc}{60} + \frac{Et}{60}$	$\omega = 15(LAT - 12)\frac{\pi}{180}$					
17-08-2007	14,389	0,625	-0,478	0,58	36,92%	0,6	38,2%
24-01-2008	14,393	0,626	-0,479	0,82	52,2%	0,84	53,48%
24-07-2010	14,425	0,635	-0,479	0,51	32,47%	0,52	33,1%
16-01-2011	14,443	0,639	-0,479	0,82	52,2%	0,84	53,48%

Folio015452

8.3 Delimitación de área de estudio

Para efectos de enfocar el procesamiento de las imágenes satelitales sólo en el área de interés, se seleccionó un área que abarcase tanto la vegetación del humedal, cultivo de los olivos y zonas sin vegetación existente (Figura 8-4).

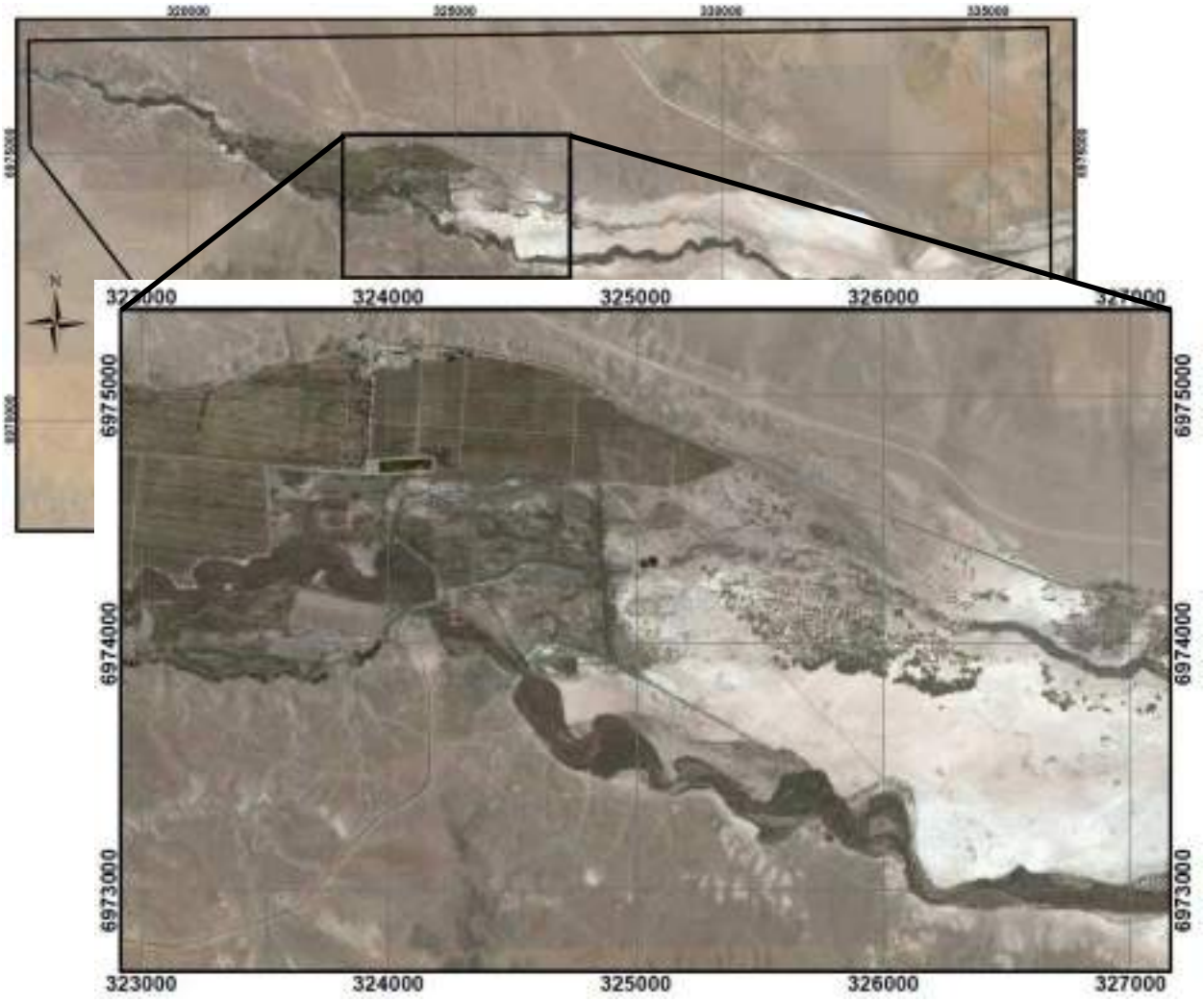


Figura 8-4 Área de aplicación de método SEBAL.

8.4 Procesamiento de imágenes satelitales

Una vez obtenido el coseno de ángulo de incidencia solar horizontal equivalente (Cosequiv) para todas las imágenes descargadas se inicia la aplicación del método SEBAL. Como se mencionó anteriormente el método SEBAL consiste en el cálculo de la evapotranspiración potencial o de referencia, a partir de un balance de energías. Por lo cual se debe obtener principalmente los datos de Radiancia Neta (Rn), Flujo de Calor en el Suelo (G0) y Flujo de Calor Sensible (H).

Folio015453

8.4.1 Radiación neta (Rn)

La radiancia neta, o Rn, corresponde a la energía radiante en la superficie terrestre que se divide en H, G0 y Flujo Evaporante (LE). Rn se obtiene a partir de la resta de todos los flujos radiantes salientes y flujos radiantes entrantes, incluidos la radiación solar y térmica [8.1].

$$Rn = Rsi - \alpha Rsi + Rli - Rlo - (1 - e0)Rli \quad [8.1]$$

Donde Rsi es la radiación entrante de onda corta (W/m^2), α es el albedo (adimensional), αRsi indica la radiación saliente de onda corta (W/m^2), Rli es la radiación de onda larga entrante (W/m^2), Rlo es la radiación de onda larga saliente (W/m^2), e0 es la emisividad (adimensional) y $(1 - e0)Rli$ es la fracción de radiación de onda larga entrante reflejada por la superficie (Allen, 2002).

La radiación entrante de onda corta Rsi se calcula a partir del coseno de ángulo de incidencia solar horizontal-equivalente obtenida en el pre-procesamiento, la distancia relativa entre la tierra y el sol y constantes como la constante solar (1367 W/m^2) y la transmitancia atmosférica, que según Morse (2000) es igual a 0.75 + 2*10^{-5} * elevación de terreno [8.2].

$$Rsi = Cte\ solar * Cosequiv * dr * Ta \quad [8.2]$$

El albedo α es la diferencia entre el albedo de la parte externa de la atmosfera y el albedo por trayectoria de radiancia. El valor del albedo por trayectoria de radiancia va desde 0,025 a 0.04, para este estudio se ocupó el promedio; 0,0325. Para el cálculo del albedo de la parte externa de la atmosfera se debe multiplicar la reflectancia espectral por el coeficiente de peso para cada banda (Tabla 8-4). La reflectancia espectral Re es el factor entre la radiación saliente en la parte externa de la atmosfera y la radiación entrante en la parte externa de la atmósfera [8.3]

$$Re = \frac{\pi * (a + (b - a) * \frac{DN}{255}}{ESUN * Cosequiv * DR}, \text{ (Modificado de Azuela (2010) y Allen (2002))} \quad [8.3]$$

Donde “a” y “b” son constantes de calibración para cada banda (Tabla 8-5), DN es el nivel digital de cada pixel, ESUN es la irradiancia exo-atmosférica solar media para cada banda de Landsat 7 ETM+ (Tabla 8-6), Cosequiv es el coseno del ángulo de incidencia solar horizontal-equivalente y DR es la distancia relativa de la tierra al sol para cada imagen satelital (Tabla 8-7).

Folio015454

Tabla 8-4 Coeficiente de peso para bandas espectrales (Allen, 2002).

Banda	1	2	3	4	5	7
Coeficiente	0,293	0,274	0,231	0,156	0,034	0,012

Tabla 8-3 Constantes de calibración para bandas espectrales (Chander, 2009).

Fecha Imagen Satelital	Banda 1		Banda 2		Banda 3		Banda 4		Banda 5		Banda 6		Banda 7	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
17-08-2007	-6,20	293,7	-6,4	300,9	-5	234,4	-5,1	241,1	-1	47,57	3,2	12,65	-0,35	16,54
24-01-2008	-6,20	293,7	-6,4	300,9	-5	234,4	-5,1	241,1	-1	47,57	3,2	12,65	-0,35	16,54
24-07-2010	-6,20	293,7	-6,4	300,9	-5	234,4	-5,1	157,4	-1	31,06	3,2	12,65	-0,35	10,8
16-01-2011	-6,20	293,7	-6,4	300,9	-5	234,4	-5,1	241,1	-1	47,57	3,2	12,65	-0,35	16,54

Tabla 8-5 Irradiancia exo-atmosférica solar media para bandas espectrales (Chander, 2009).

Fecha Imagen Satelital	Banda1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 7
17-08-2007	1970	1812	1533	1039	230,8	84,9
24-01-2008	1970	1812	1533	1039	230,8	84,9
24-07-2010	1970	1812	1533	1039	230,8	84,9
16-01-2011	1970	1812	1533	1039	230,8	84,9

Tabla 8-6 Distancia relativa de la Tierra al Sol (Chander, 2009).

Fecha Imagen Satelital	Día Juliano	Distancia Tiera al Sol
17-08-2007	229	101,244
24-01-2008	24	0,98439
24-07-2010	205	101,584
16-01-2011	16	0,98371

La radiación entrante de longitud de onda larga Rli se calcula a partir de la transmitancia atmosférica, constante de Stefan-Boltzmann (5,6707 x 10-8 W/m^2*K^4), temperatura de referencia de pixel húmedo (°K) y valor adimensional "1,08" [8.4]. Para determinar la temperatura de referencia de pixel húmedo (Tabla 8-8) es necesario haber calculado la temperatura de superficie a partir de calcular previamente el NDVI, la emisividad, y la temperatura de cuerpo negro (Azuela, 2010).

$$Rli = 1{,}08 * Cte\ Boltzmann * TR^4 * (-\ln(Ta))^{0{,}265}\ ) \text{ [8.4]}$$

Tabla 8-7 Temperatura de referencia de pixel húmedo (°K).

Fecha Imagen Satelital	Temperatura °K
01-08-2007	303
01-01-2008	306
01-07-2010	292
01-01-2011	305

Folio015455

La radiación saliente Rlo se calcula a partir de la emisividad, constante de Stefan-Boltzmann (5,6707 x 10-8 W/m^2*K^4), temperatura de superficie [8.5].

$$Rlo = Emisividad * Cte\ Boltzmann * TS^4 \text{ [8.5].}$$

8.4.2 Flujo de calor en el suelo (G0)

El flujo de calor en el suelo, o G0, es la energía neta almacenada en el suelo. El cálculo de G0 se obtiene del producto de 1 menos 0,98 por la potencia del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) a 4 por 0,3 y por la radiancia neta (Morse, 2000).

A continuación se presenta un diagrama de flujo del procedimiento efectuado (Figura 8-5) y los resultados obtenidos durante el procesamiento de imágenes satelitales. En cuanto al albedo es posible notar que en general el albedo es similar para los periodos seleccionados, con máximos en zonas descubiertas de vegetación y de sedimentos de tonalidad clara y mínimos en el humedal ribereño (Figuras 8-6). El NDVI nos permite notar un aumento de la vegetación de olivo desde el periodo 2007-2008 al 2010-2011, mientras que para la vegetación del humedal el NDVI es mayor en meses de verano que en invierno (Figura 8-7). La temperatura de superficie presenta máximos 30° superiores en verano que en invierno, las zonas de menor temperatura de superficie es la cubierta por vegetación freatofita (Figura 8-8). La radiancia neta y flujo de calor en el suelo son mayores en verano y se nota una posible influencia del ángulo de incidencia solar en la propagación de ambas en la superficie (Figura 8-9 y 8-10 respectivamente).

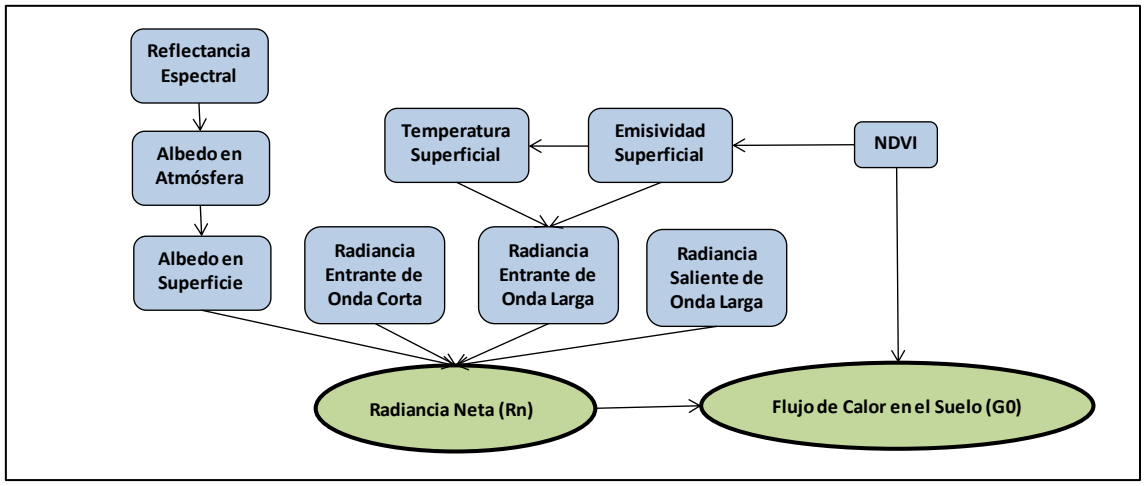


Figura 8-5 Diagrama de flujo para el cálculo de Radiancia neta (Rn) y Flujo de calor en el suelo (G0) Modificado de Allen (2002).

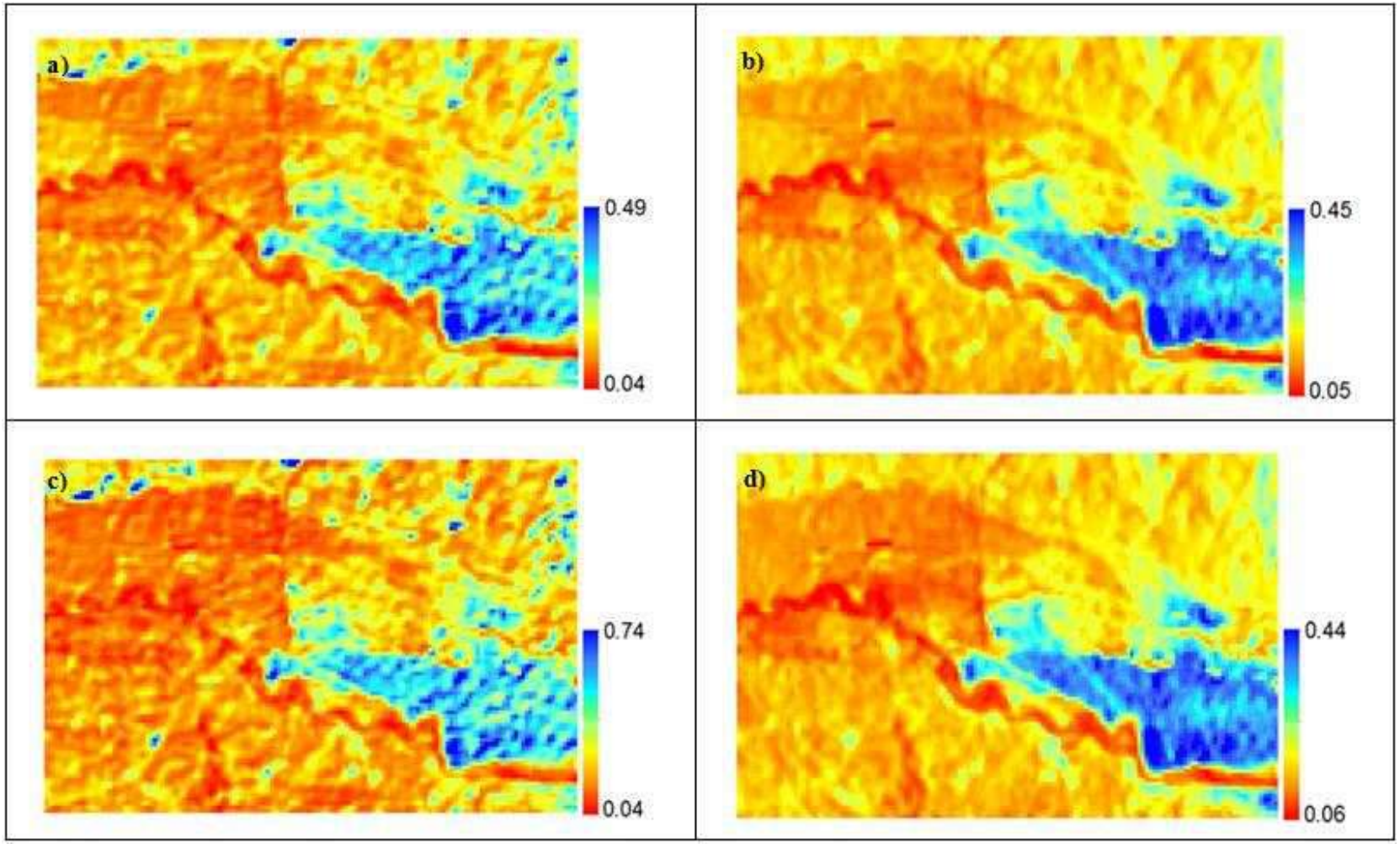


Figura 8-6 Albedo de imágenes satelitales: a) Agosto 2007, b) Enero 2008, c) Julio 2010 y d) Enero 2011.

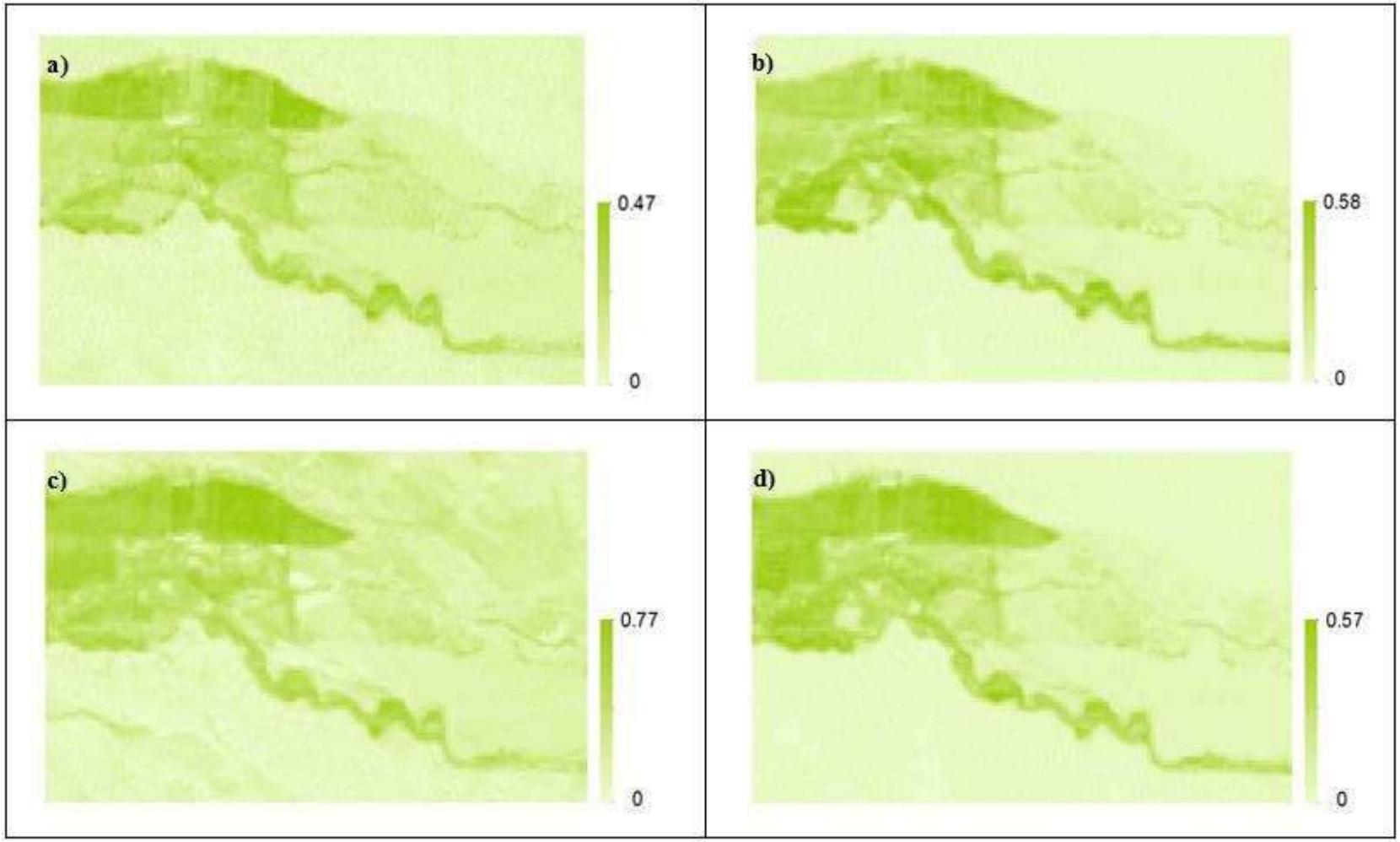


Figura 8-7 NDVI de imágenes satelitales: a) Agosto 2007, b) Enero 2008, c) Julio 2010 y d) Enero 2011.

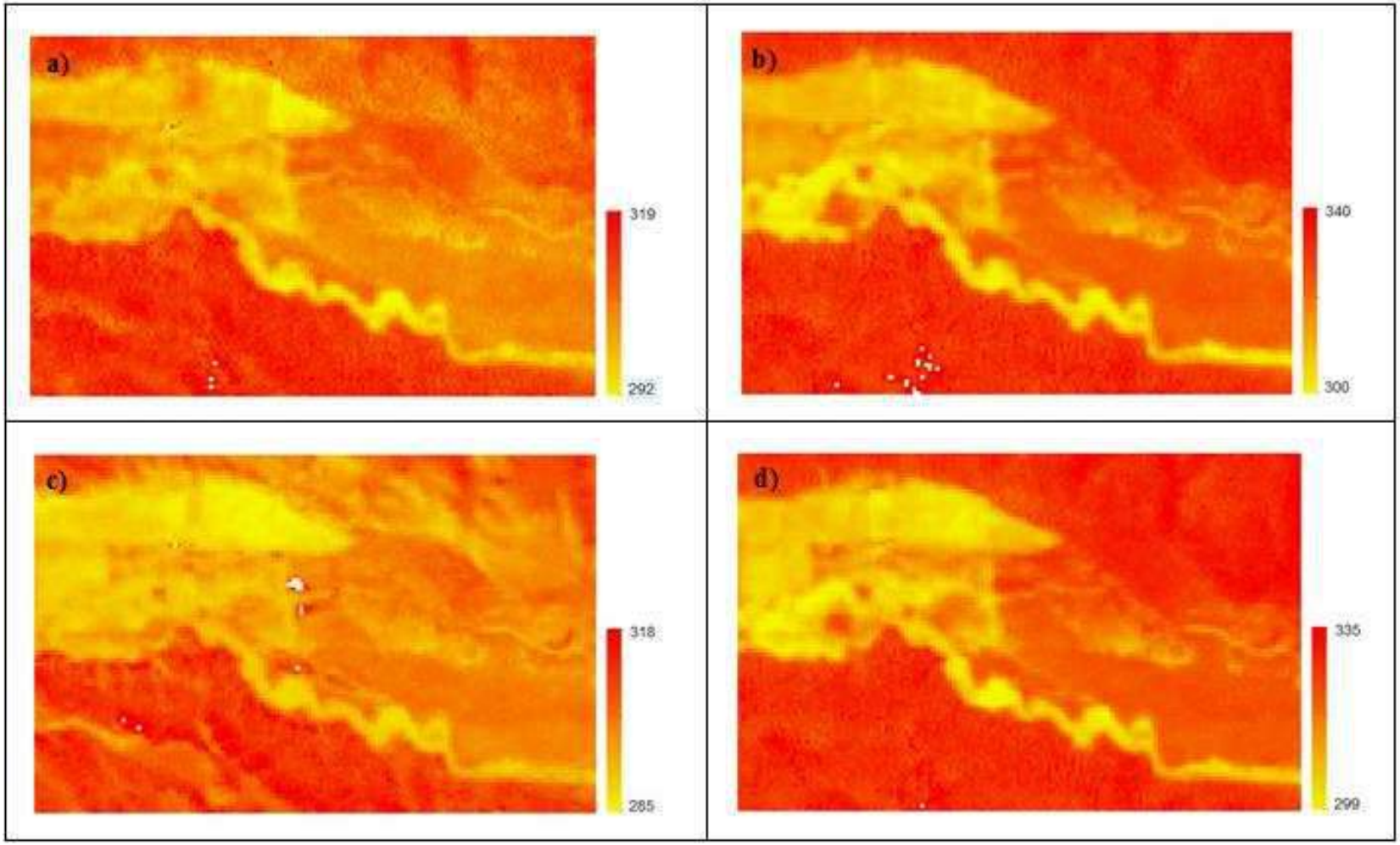


Figura 8-8 Temperatura de superficie (°K) de imágenes satelitales: a) Agosto 2007, b) Enero 2008, c) Julio 2010 y d) Enero 2011.

Folio015459

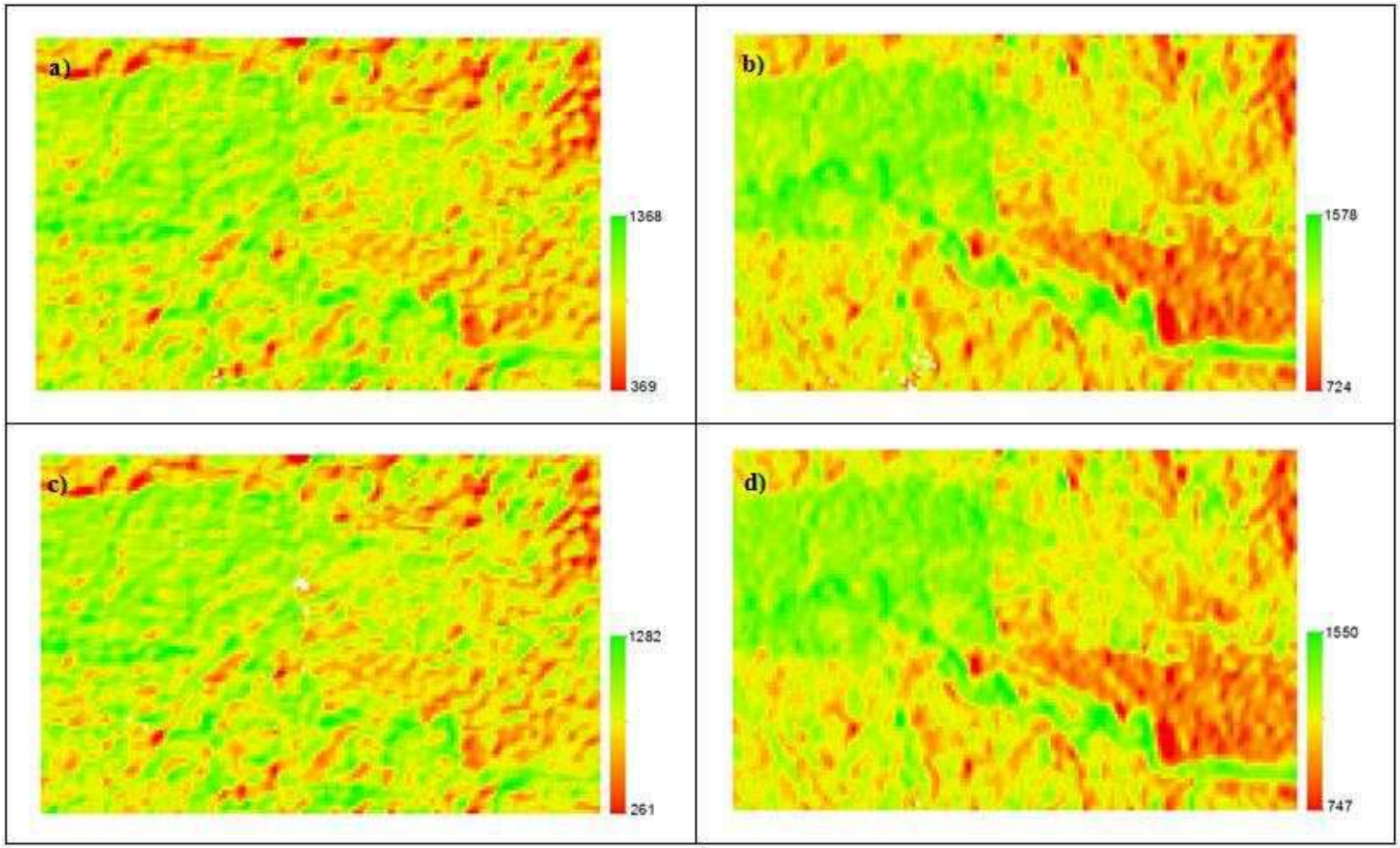


Figura 8-9 Radiancia neta (W/m^2) de imágenes satelitales: a) Agosto 2007, b) Enero 2008, c) Julio 2010 y d) Enero 2011

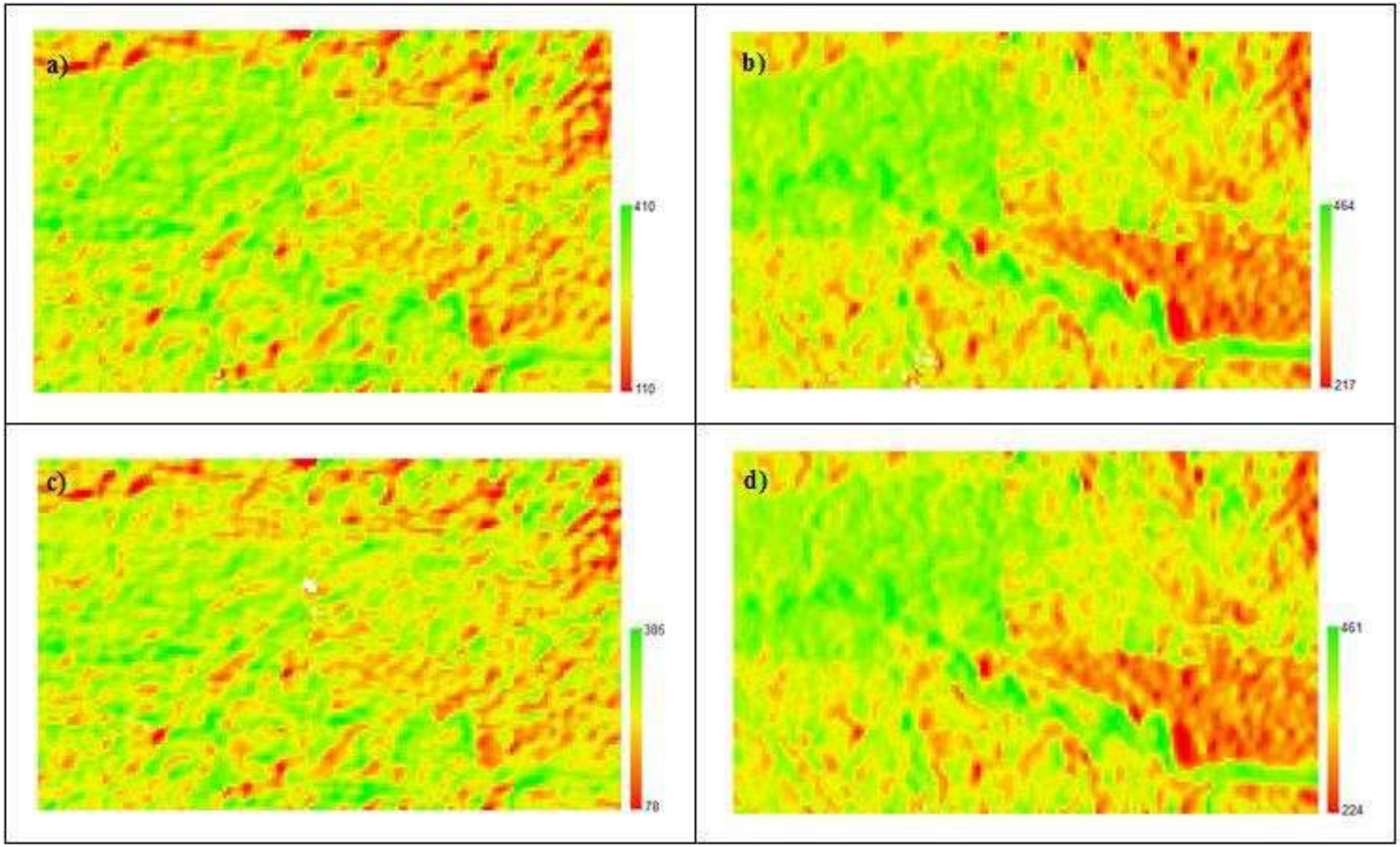


Figura 8-10 Flujo de calor en el suelo (W/m^2) de imágenes satelitales: a) Agosto 2007, b) Enero 2008, c) Julio 2010 y d) Enero 2011.

Folio015461

8.4.3 Flujo de calor sensible (H)

El flujo de calor sensible es el producto de la densidad del aire (en función de presión atmosférica, kg/m^3), la capacidad calórica del aire a 20° C (1004 J/kg*K) y la diferencia de temperatura entre el aire y superficie (adimensional), dividido por la resistencia aerodinámica al transporte de calor (s/m).

La resistencia aerodinámica se obtiene a partir de la rugosidad y la velocidad de fricción. La rugosidad se obtiene a partir del NDVI y la altura media de la vegetación en el área de estudio, mientras que la velocidad de fricción se obtiene a partir de los datos de la estación meteorológica utilizada.

La densidad se obtiene inicialmente de la presión atmosférica y de la elevación del terreno. Posteriormente es calculado a partir de la temperatura del aire, la cual se obtiene de la diferencia de temperatura entre el aire y la superficie.

La diferencia de temperatura se obtiene a partir de la temperatura aparente del pixel más frío o húmedo con el pixel más seco o caliente. La temperatura aparente se calcula a partir de la elevación de referencia (107 en el humedal) y la temperatura de superficie. Se selecciona el valor menor del pixel más frío o húmedo y se le asigna un dT=0, luego al pixel más seco o caliente se calcula su dT a partir de la resistencia aerodinámica del pixel, de la densidad del aire y de (H) del pixel (Rn – G0). A partir de la pendiente “a” y la intercepción en la ordenada “b” se calcula el dT de la temperatura de superficie.

Se realiza la primera estimación de H preliminar, al cual posteriormente se ejecutan una serie de correcciones de inestabilidad atmosférica aplicando las ecuaciones de Monin-Obukhov. Las correcciones de inestabilidad se detienen cuando las constantes “a” y “b” se mantienen constantes.

A continuación se presenta un diagrama de flujo del cálculo de flujo de calor sensible (H) (Figura 8-11), los resultados obtenidos en los cálculos efectuados (Tabla 8-9, 8-10 y 8-11) y la imagen resultante (Figura 8-11). En la imagen resultante se puede apreciar que el flujo de calor sensible es mayor en meses de verano y en años considerados “secos”.

Folio015462

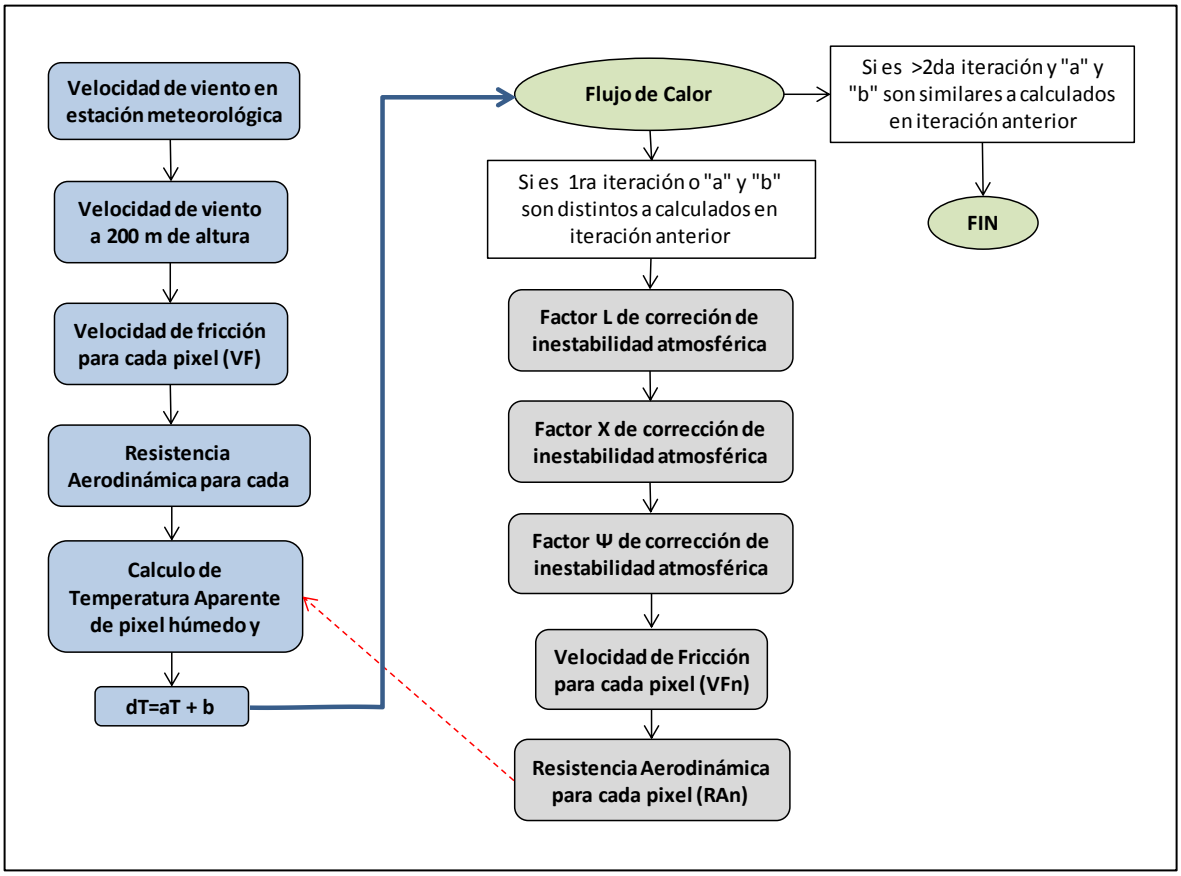


Figura 8-11 Diagrama de cálculo de flujo de calor sensible (H). Modificado de Allen (2002).

Tabla 8-10 Primera estimación de Velocidad de Fricción y Resistencia Aerodinámica.

Imagen Satelital	Rugosidad Pixel Estación Meteorológica	Velocidad Media (m/s)	Velocidad de Fricción en Estación Meteorológica (m/s)	Velocidad de Fricción a 200 m de Altura	Resistencia Aerodinámica (s/m)
ago-07	0,05	5,14	0,39	8,00	33,86
ene-08	0,02	6,69	0,42	9,78	30,29
jul-10	0,04	6,17	0,47	9,58	28,60
ene-11	0,01	5,14	0,32	7,47	39,41

Tabla 8-8 Primera determinación de dT aparente para pixel caliente.

Imagen Satelital	Temperatura Pixel Caliente	Temperatura Pixel Frío (°K)	Rn Pixel Caliente (W/m2)	G0 Pixel Caliente (W/m2)	H=Rn-G0 (W/m2)	Resistencia Aerodinámica (s/m)	Densidad del Aire (kg/m3)	dTaparente Pixel Caliente
ago-07	309,3	292,64	933,64	280,08	653,56	33,86	1,178	18,71
ene-08	325,61	300,93	1034,71	310,41	724,3	30,29	1,178	18,55
jul-10	302,95	285,77	862,28	258,64	603,64	28,6	1,178	14,60
ene-11	322,01	299,61	1031,4	309,42	721,98	39,41	1,178	24,06

Tabla 8-9 Resultados de constantes "a" y "b" en las iteraciones realizadas.

Imagen Satelital	Primera Iteración		Segunda Iteración		Tercera Iteración		Cuarta Iteración		Quinta Iteración	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
ago-07	1,12	-328,66	0,57	-167,03	0,80	-235,20	0,71	-208,89	0,75	-218,81
ene-08	0,75	-226,18	0,44	-133,60	0,57	-171,33	0,53	-158,43	0,54	-162,76
jul-10	0,85	-242,81	0,49	-140,39	0,62	-176,90	0,58	-164,37	0,59	-168,68
ene-11	1,07	-321,78	0,49	-148,01	0,78	-234,84	0,62	-185,31	0,69	-207,32

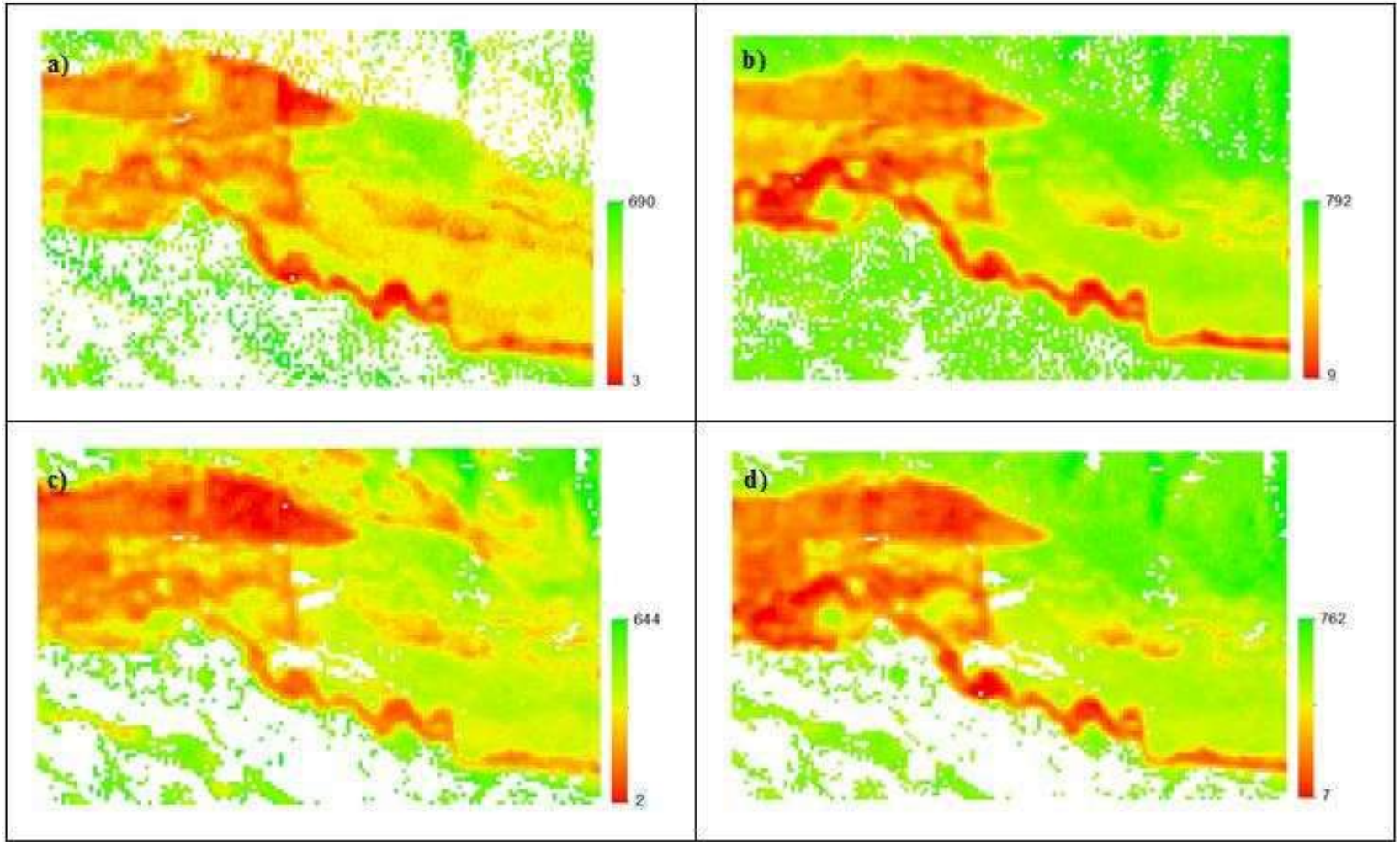


Figura 8-12 Flujo de calor sensible (W/m^2) de imágenes satelitales: a) Agosto 2007, b) Enero 2008, c) Julio 2010 y d) Enero 2011.

Folio015464

8.4.4 Evapotranspiración real en 24 hrs. (ET24)

A partir de los elementos de balance de energía es posible calcular la evapotranspiración diaria para cada pixel de la imagen. Para el cálculo es necesario contar con la fracción evaporativa (W/m^2), radiación neta diaria (W/m^2) y calor latente de vaporización (J/kg)

La fracción evaporativa se obtuvo directamente de la radiancia neta (Rn), flujo de calor en el suelo (G0) y flujo de calor sensible (H). El calor latente de vaporización se calcula a partir de la temperatura de superficie calculada previamente. Dado que no existe piranómetro en la estación meteorológica cercana utilizada en este estudio, la radiación neta diaria se obtiene a partir del albedo y la radiación diaria promedio calculada con el software SolarCalc del Departamento de Agricultura de EEUU (Tabla 8-12).

Tabla 8-11 Radiación diaria promedio calculada de SolarCalc.

Imagen Satelital	Radiación Diaria Promedio
ago-07	233,20
ene-08	352,00
jul-10	239,18
ene-11	347,21

En general la mayor evapotranspiración se presenta en el humedal ribereño y en una parte del cultivo de olivos, la cual pareciese ser de olivos de más antigüedad que el resto. La mayor evapotranspiración se da en los meses de verano, con aproximadamente 3 mm más que en invierno.

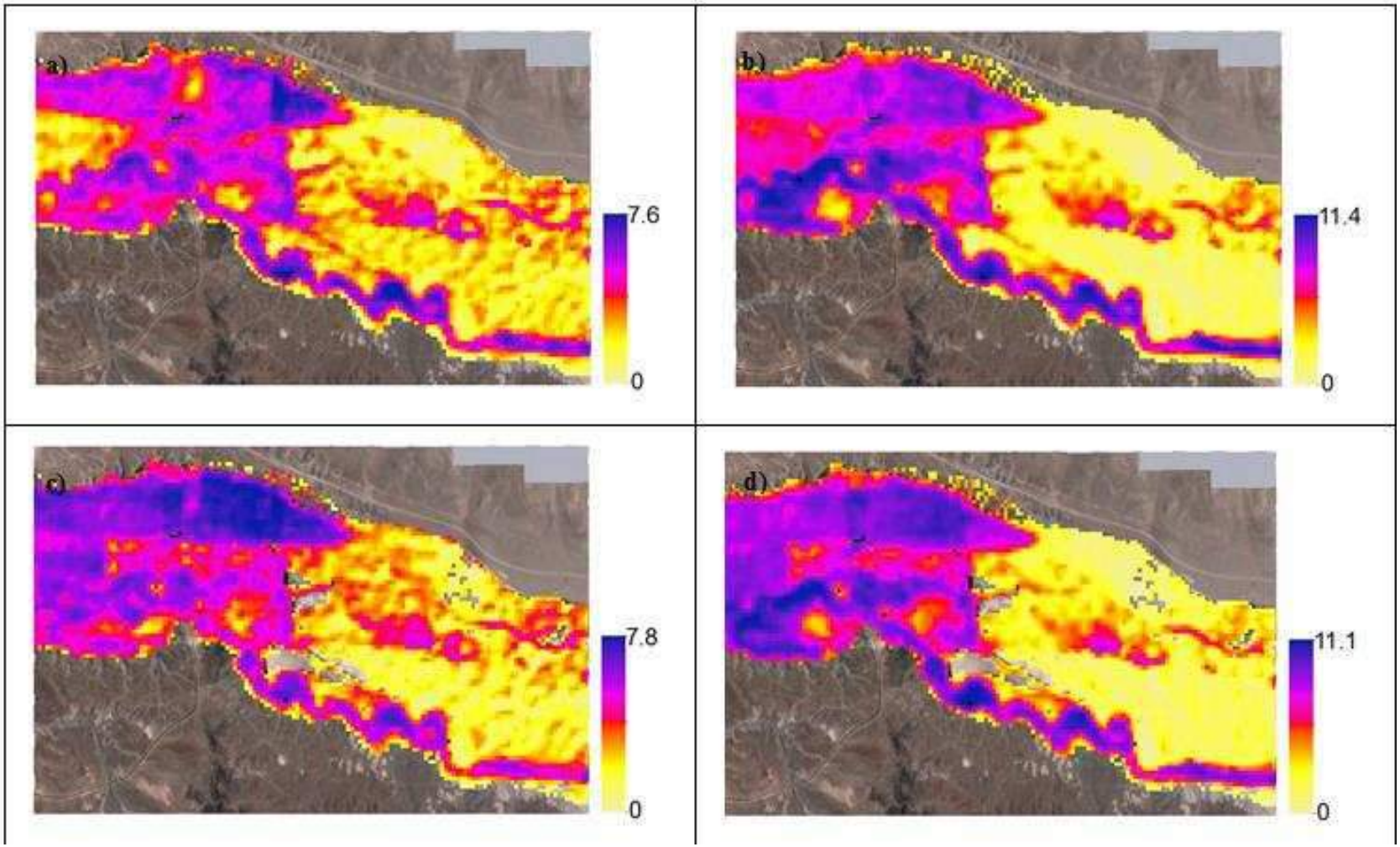


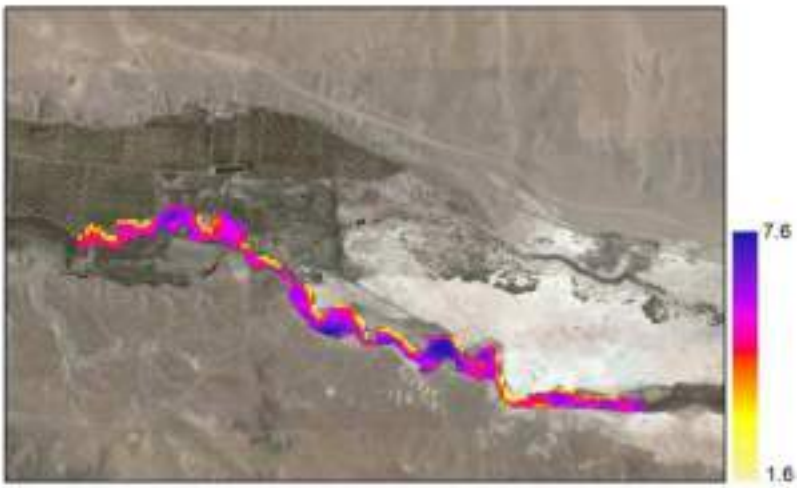
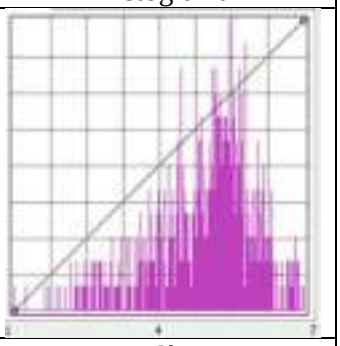
Figura 8-13 Evapotranspiración Real en 24 hrs. (mm/día): a) Agosto 2007, b) Enero 2008, c) Julio 2010 y d) Enero 2011.

Folio015466

8.5 Evapotranspiración real en humedal ribereño

Con el objetivo de evaluar sólo la evapotranspiración real generada por la vegetación del humedal se aplicó una máscara a las imágenes de ETR-24h obtenidas. Lo anterior permite realizar un análisis estadístico de la evapotranspiración del humedal para cada imagen analizada. La imagen del 17 de agosto de 2007 presenta una media de 5,55 mm/día, concentrándose en dos zonas de ensanchamiento del río una mayor evapotranspiración que en el resto del área analizada (Tabla 6-13). La imagen del 24 de julio de 2010 presenta una media de 8,86 mm/día, concentrándose en cuatro zonas del río una mayor evapotranspiración (Tabla 6-14). La imagen del 24 de julio de 2010 presenta una media de 5,5 mm/día, similar a lo obtenido par agosto de 2007 y con tres zonas del río con una mayor evapotranspiración (Tabla 6-15). La imagen del 16 de enero de 2011 presenta una media de 8.57 mm/día, 0,3 mm menos que para enero de 2008, y concentrándose la mayor evapotranspiración en tres zonas de ensanchamiento del río (Tabla 6-16):

Tabla 8-12 Evapotranspiración, histograma y estadística de humedal el 17 de agosto de 2007.

Fecha imagen satelital:	17 de Agosto de 2007	Histograma
		
		Estadística
		Mínimo: 1,65 mm/día
		Máximo: 7,60 mm/día
		Media: 5,55 mm/día
		Desviación Estándar: 1,05

Folio015467

Tabla 8-14 Evapotranspiración, histograma y estadística de humedal el 24 de enero de 2008.

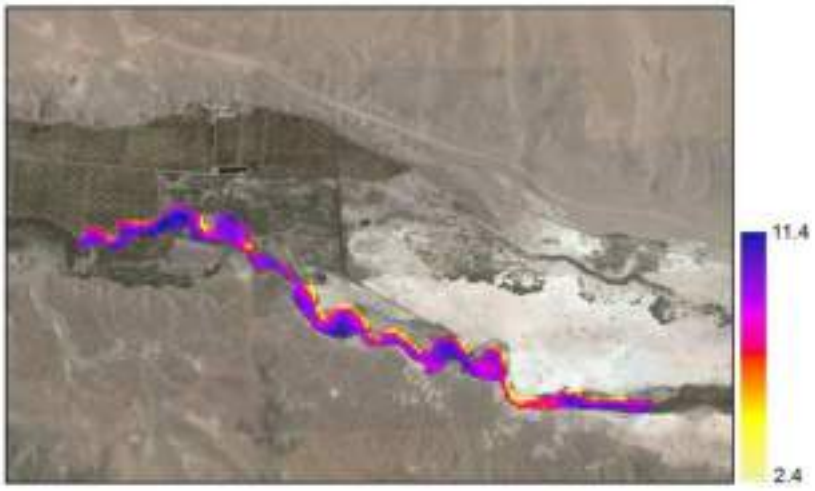
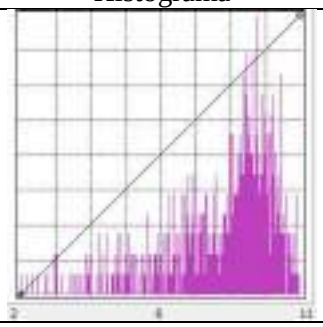
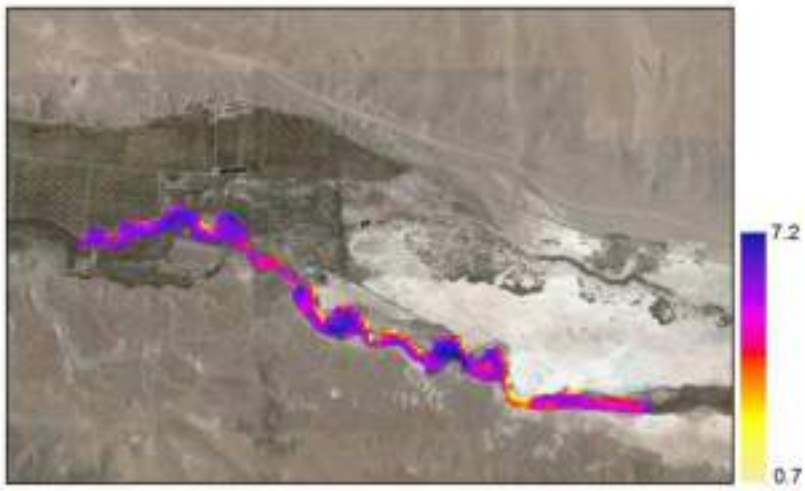
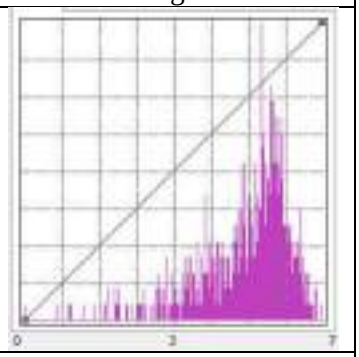
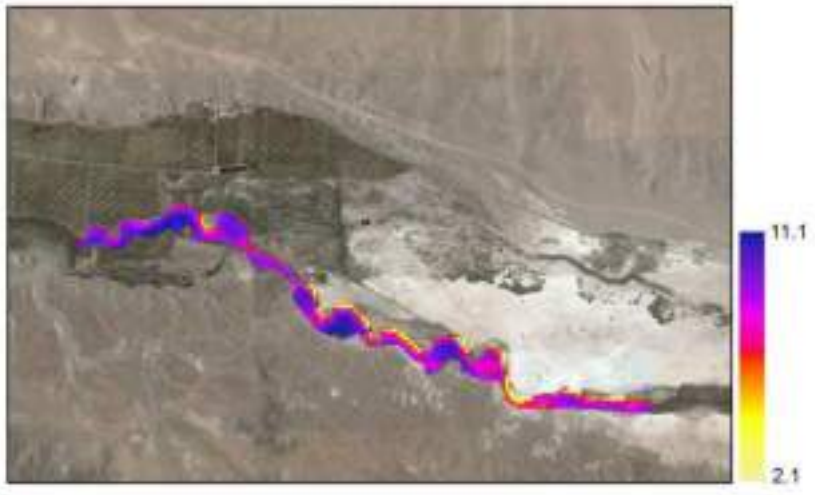
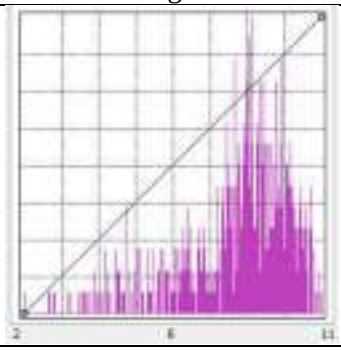
Fecha imagen satelital:	24 de Enero de 2007	Histograma
		
		Estadística
		Mínimo: 2,42 mm/día
		Máximo: 11,37 mm/día
		Media: 8,86 mm/día
		Desviación Estándar: 1,78

Tabla 8-13 Evapotranspiración, histograma y estadística de humedal el 24 de julio de 2010.

Fecha imagen satelital:	24 de Julio de 2010	Histograma
		
		Estadística
		Mínimo: 0,71 mm/día
		Máximo: 7,16 mm/día
		Media: 5,50 mm/día
		Desviación Estándar: 1,0

Folio015468

Tabla 8-15 Evapotranspiración, histograma y estadística de humedal el 16 de enero de 2011.

Fecha imagen satelital:	16 de Enero de 2011	Histograma
		
		Estadística
		Mínimo: 2,18 mm/día
		Máximo: 11,08 mm/día
		Media: 8,57 mm/día
		Desviación Estándar: 1,66

A partir de la evapotranspiración calculada previamente para periodos de invierno y verano de un año seco y un año húmedo, se estimó la evapotranspiración mes a mes para un año seco, normal (media) y húmedo (Tabla 6-17). Para la extrapolación mes a mes se usará la variación mensual media de la estación meteorológica Copiapó (DGA, 2010), ubicada a una altura de 330 msnm. Por lo general la variación de ET en el humedal para un año seco y un año húmedo es leve, con máximo de 6 mm/mes en enero y mínimo de 2 mm/mes en julio. El área cubierta por el humedal ribereño, según estimaciones satelitales, abarca 142 ha aproximadamente.

Tabla 8-16 Evapotranspiración estimada humedal para año seco, normal (media) y húmedo.

Mes	ETP media Copiapó (mm/mes)	ET estimada humedal (mm/mes)			ET estimada humedal (l/s)			ET estimada humedal (m^3/mes)		
		Año seco	Año húmedo	media	Año seco	Año húmedo	media	Año seco	Año húmedo	media
Ene	217,0	319,8	313,7	316,74	169,6	166,3	167,92	445580,9	437027,7	441304,3
Feb	190,4	280,6	275,2	277,91	164,7	161,5	163,13	432850,1	424541,2	428695,6
Mar	173,6	255,8	250,9	253,39	135,6	133,0	134,34	356464,8	349622,1	353043,4
Abr	123,0	181,3	177,8	179,53	99,3	97,4	98,36	260983,1	255973,4	258478,2
May	89,9	132,5	129,9	131,22	70,2	68,9	69,57	184597,8	181054,3	182826,1
Jun	84,0	123,8	121,4	122,61	67,8	66,5	67,17	178232,4	174811,1	176521,7
Jul	77,5	114,2	112,0	113,12	62,6	61,4	61,97	164440,6	161284,0	162862,3
Ago	102,3	150,8	147,9	149,32	79,9	78,4	79,16	210059,6	206027,3	208043,5
Sep	132,0	194,5	190,8	192,67	106,6	104,5	105,55	280079,4	274703,1	277391,3
Oct	139,5	205,6	201,6	203,62	109,0	106,9	107,95	286444,9	280946,4	283695,6
Nov	165,0	243,2	238,5	240,84	133,2	130,7	131,94	350099,3	343378,9	346739,1
Dic	186,0	274,1	268,9	271,49	145,3	142,5	143,93	381926,5	374595,2	378260,8

Folio015469

9 BALANCE HÍDRICO Y CAUDAL ECOLÓGICO

A partir del modelo conceptual del funcionamiento hidrológico del área de estudio generado fue posible estimar un balance hídrico en el área de estudio. En base a la geomorfología y el relación agua superficial-agua subterránea se estimó a su vez el caudal ecológico necesario para la conservación de la cubierta actual.

9.1 Balance hídrico

El balance hídrico se realizó entre el sector de Valle Fértil, a 1 km aguas arriba del afloramiento de agua subterránea y consecuente humedal, y el sector de Angostura, lugar en donde el flujo de agua es netamente superficial.

Con el objetivo de caracterizar en detalle el balance hídrico del área de interés, los inputs del balance fueron calculados mes a mes (mayor detalle de información disponible), inclusive se calculó para un año seco, normal y húmedo.

9.1.1 Entradas

Las entradas al sistema son flujo subterráneo, escorrentía superficial, aporte de quebradas laterales, infiltración y excedente de regadío. Dada la escasa precipitación registrada en el área de estudio, se asignó valor 0 al aporte de quebradas laterales e infiltración por lluvias. Al no existir información respecto al tipo de sistema de regadío, además de la alta evaporación del lugar, se consideró excedente de regadío igual a 0. La escorrentía superficial que ingresa al sistema es un factor de difícil estimación, puesto que la estación fluviométrica más cercana está a 40 km aprox. y la escorrentía que alcanza a ingresar al área de estudio sólo ocurre en eventos anómalos y de corta duración. El flujo subterráneo que ingresa al área de estudio fue determinado mes a mes a partir del gradiente piezométrico para año seco (2014), normal (2003) y húmedo (1997).

9.1.2 Salidas

Las salidas del acuífero corresponden a la evapotranspiración del humedal ribereño, la extracción de agua para regadío y el flujo superficial de salida aforado en Angostura. La evapotranspiración se estimó a partir del resultado del método SEBAL y variación anual de evapotranspiración potencial en Copiapó, obteniendo una evapotranspiración en un año seco (2007-2008), año húmedo (2010-2011) y año normal (media de seco y húmedo). La extracción de

Folio015470

agua se estimó a partir del coeficiente de cultivo y de sombramiento de los olivos, el área de cultivo y la evapotranspiración potencial en Copiapó, validado con los derechos superficiales y subterráneos otorgados por la DGA y utilizado el mismo caudal de extracción para año seco, normal y húmedo. Finalmente el flujo superficial del aforo Angostura fue tratado de manera estadística utilizando la ecuación de Weibull, obteniendo valores de caudales totales mensuales para un año seco (prob, ocurrencia 80%), año normal (prob. ocurrencia 50%) y año húmedo (prob. ocurrencia de 20%).

9.1.3 Variación de volumen almacenado

Una vez cuantificadas las entradas y salidas del sistema, se calculó la variación del volumen de agua almacenado mensual y anual, para un año seco, normal y húmedo. Para un año seco el balance, por lo general, es negativo; es decir, sale del sistema más de lo que está entrando, con un máximo de variación en enero y un mínimo en mayo (Tabla 9-1). En un año normal la variación de volumen almacenado es similar que para un año seco, lo que indica que por lo general en el área de estudio presenta un comportamiento "seco" (Tabla 9-2). Finalmente para un año húmedo el balance no fue posible de realizar. Esto que debido a que en periodos anómalamente húmedos ocurre escorrentía superficial que ingresa al sistema, por ende el valor de entrada general al sistema aumentaría y la variación de volumen sería mucho menor a un año seco y un año normal (Tabla 9-3).

Tabla 9-1 Balance hídrico para un año seco.

Mes	Entrada Flujo Subterráno (m^3)	Evapotranspiración Humedal (m^3)	Extracciones (m^3)	Salida Flujo Superficial (m^3)	Variación de Volumen (m^3)
Ene	470289,6	445580,9	232732,5	131400,0	-339423,9
Feb	425188,9	432850,1	204204,0	131400,0	-343265,2
Mar	471200,1	356464,8	186186,0	183960,0	-255410,7
Abr	454788,5	260983,1	131917,5	289080,0	-227192,1
May	468696,1	184597,8	89001,0	315360,0	-120262,7
Jun	454017,5	178232,4	69300,0	367920,0	-161434,9
Jul	454458,1	164440,6	63937,5	367920,0	-141840,0
Ago	468354,7	210059,6	84397,5	367920,0	-194022,4
Sep	452916,0	280079,4	130680,0	315360,0	-273203,4
Oct	468089,1	286444,9	138105,0	262800,0	-219260,8
Nov	453062,9	350099,3	176962,5	236520,0	-310518,9
Dic	467785,6	381926,5	199485,0	157680,0	-271305,9
Anual	5508846,9	3531759,4	1706908,5	3127320,0	-2857141,0
Hm^3/año	**5,5**	**3,5**	**1,7**	**3,1**	**-2,9**

Folio015471

Tabla 9-2 Balance hídrico para un año normal.

Mes	Entrada Flujo Subterráno (m^3)	Evapotranspiración Humedal (m^3)	Extracciones (m^3)	Salida Flujo Superficial (m^3)	Variación de Volumen (m^3)
Ene	534477,6	441304,3	232732,5	210240,0	-349799,2
Feb	483337,3	428695,6	204204,0	210240,0	-359802,3
Mar	535769,2	353043,4	186186,0	262800,0	-266260,2
Abr	517611,4	258478,2	131917,5	341640,0	-214424,3
May	533961,0	182826,1	89001,0	367920,0	-105786,1
Jun	515861,4	176521,7	69300,0	420480,0	-150440,3
Jul	514986,5	162862,3	63937,5	446760,0	-158573,3
Ago	532798,5	208043,5	84397,5	446760,0	-206402,5
Sep	516236,4	277391,3	130680,0	367920,0	-259754,9
Oct	533961,0	283695,6	138105,0	315360,0	-203199,7
Nov	517236,4	346739,1	176962,5	262800,0	-269265,2
Dic	534477,6	378260,8	199485,0	236520,0	-279788,2
Anual	6270714,3	3497862,0	1706908,5	3889440,0	-2823496,2
Hm^3/año	**6,3**	**3,5**	**1,7**	**3,9**	**-2,8**

Tabla 9-3 Balance hídrico para un año húmedo.

Mes	Entrada Flujo Subterráno (m^3)	Entrada Flujo Superficial (m^3)	Evapotranspiración Humedal (m^3)	Extracciones (m^3)	Salida Flujo Superficial (m^3)	Variación de Volumen (m^3)
Ene	540160,8	s/i	437027,7	232732,5	262800,0	s/i
Feb	489053,8	s/i	424541,2	204204,0	289080,0	s/i
Mar	541452,4	s/i	349622,1	186186,0	367920,0	s/i
Abr	524236,2	s/i	255973,4	131917,5	446760,0	s/i
May	541969,1	s/i	181054,3	89001,0	499320,0	s/i
Jun	525486,2	s/i	174811,1	69300,0	604440,0	s/i
Jul	523236,2	s/i	161284,0	63937,5	604440,0	s/i
Ago	540677,5	s/i	206027,3	84397,5	604440,0	s/i
Sep	522736,3	s/i	274703,1	130680,0	525600,0	s/i
Oct	537577,5	s/i	280946,4	138105,0	420480,0	s/i
Nov	522652,9	s/i	343378,9	176962,5	315360,0	s/i
Dic	542571,8	s/i	374595,2	199485,0	262800,0	s/i
Anual	6351810,8	s/i	3531759,4	1706908,5	5203440,0	s/i
Hm^3/año	**6,4**	**Sin información**	**3,5**	**1,7**	**5,2**	**Sin información**

9.2 Caudal ecológico

La dependencia directa del ecosistema humedal al recurso hídrico conlleva la urgencia de establecer un "caudal ecológico" que permita asegurar un flujo de agua para la conservación del humedal. Por lo general, las metodologías de cálculo de caudal ecológico se basan en parámetros hidrológicos, hidráulicos, holísticos y biológicos (King et al,. 1999).

La ley chilena, que establece el caudal ecológico, indica que éste corresponde al caudal equivalente al 20% del caudal medio mensual de la fuente superficial. Debido a que la fuente de agua en el humedal ribereño de estudio es agua subterránea que aflora en superficie, no es posible

Folio015472

aplicar la metodología indicada. Lo mismo sucede con metodologías hidráulicas e hidrológicas tradicionales.

La falta de estudios de la biodiversidad del humedal impide a su vez calcular el caudal ecológico a partir de cálculos biológicos. De la misma forma no existen estudios holísticos al respecto, por lo que también se descartan ambos métodos.

Para esclarecer la variable determinante para la conservación del humedal, es necesario determinar los controles geomorfológicos e hidrológicos que dominan el humedal. Kondolf et al. (1987) propone una metodología de análisis de humedales ribereños a partir de tres puntos esenciales:

- Configuración geomorfológica: Indica las condiciones que regulan el flujo superficial y el crecimiento de vegetación de ribera.
- Relación nivel freático y flujo superficial: Comparación entre las fluctuaciones del nivel freático y flujo superficial, a fin de identificar una relación.
- Comportamiento ganador vs perdedor: Identificar las zonas en que el rio se comporta como perdedor (rio recarga acuífero) y en las zonas en que se comporta como ganador (acuífero recarga río).

A partir de lo anterior, se realizó una caracterización geomorfológica del humedal y análisis de relación e interacción de nivel piezométrico-escorrentía superficial.

9.2.1 Configuración geomorfológica

A partir de imágenes satelitales e imágenes fotográficas se caracterizó la configuración morfológica del humedal ribereño. En general, el curso del río Copiapó a la altura del humedal presenta un flujo habitual de baja energía, con una pendiente de 0,004° en promedio. Lo anterior conlleva a que la morfología en planta del río actual sea en su mayoría de tipo meandriforme, con sectores que tienden a tipo recto (Figura 9-1).

Por lo general, el cauce del río presenta un canal tipo surco (sector de alta energía) y una llanura de inundación contigua, en la cual se desarrolla preferentemente la vegetación freatófita (Figura 9-2).

Folio015473

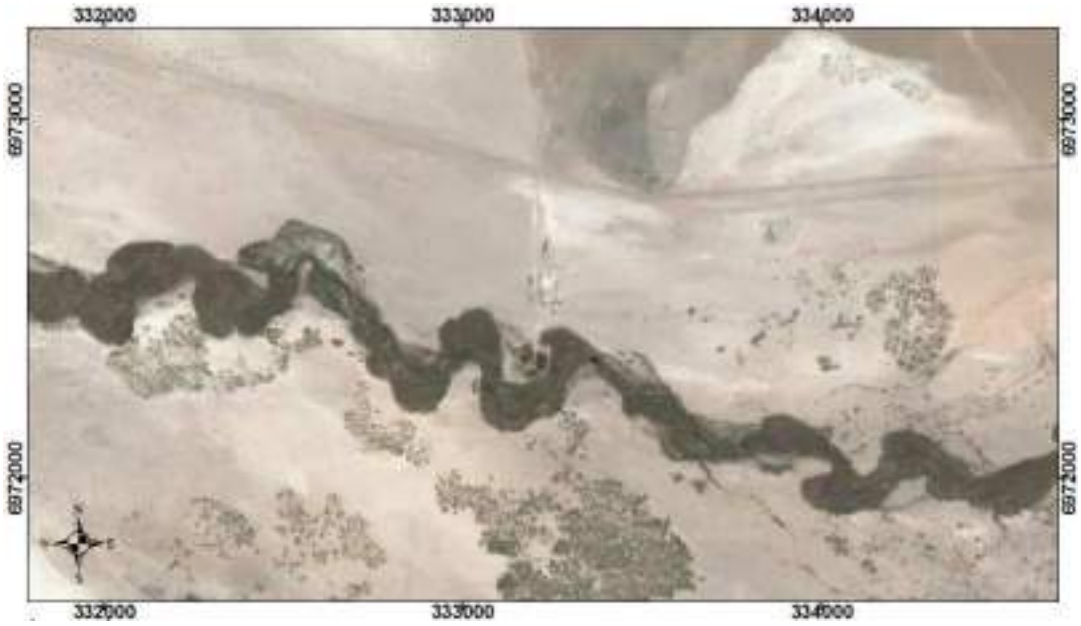


Figura 9-1 Meandros del río Copiapó en área de estudio.



Figura 9-2 Cauce y llanura de inundación de río Copiapó

Destaca además presencia en sectores de meandros "abandonados" originados por la migración del flujo del río y otros sectores más alejados del cauce actual, generado por procesos abruptos de avulsión. Las paleocauces mencionados actualmente se encuentran cubiertos por vegetación, dentro de las cuales destacan bosques de *Geoffroea decorticans* (Pérez et al., 2009), denominados localmente como "chañares" (Figura 9-3).

Folio015474

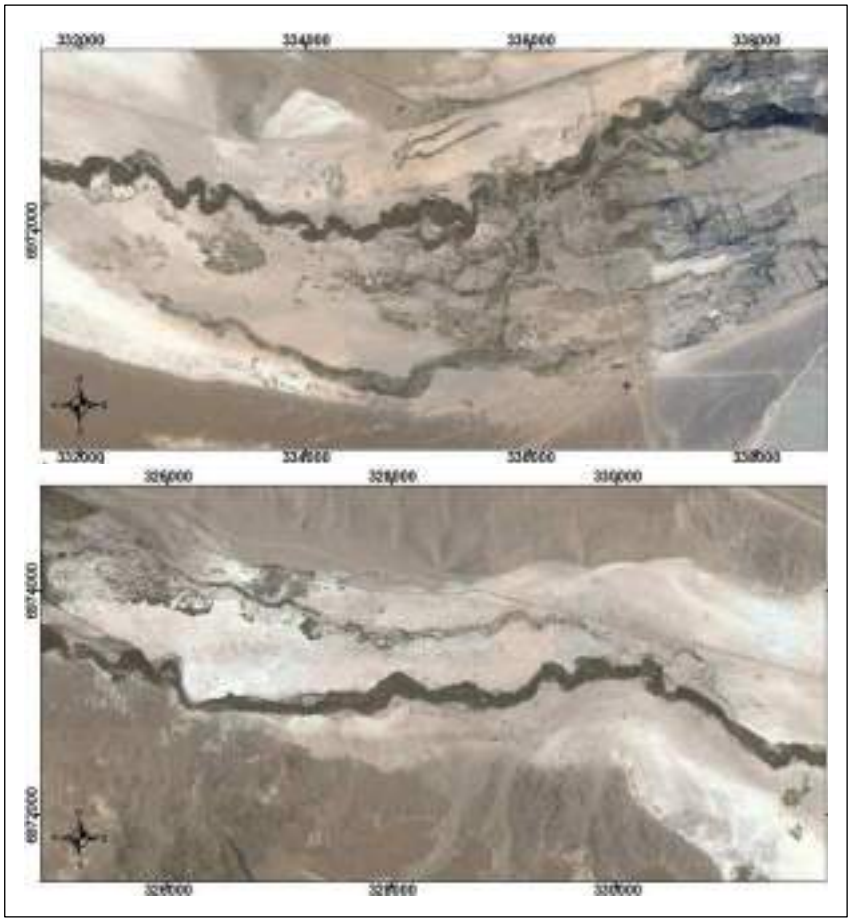


Figura 9-3 Paleocauces de río Copiapó.

Procesos de incisión posiblemente provocados por el alzamiento tectónico regionales han provocado que el río se encuentre encajado en el relleno sedimentario (Gutiérrez, 2008), generando terrazas fluviales laterales al río de 3 m de altura aproximadamente (Figura 9-4). Estás terrazas funcionan como barreras naturales al crecimiento de la cobertura de vegetación freatófita a lo ancho del río.



Figura 9-4 Terrazas limitando crecimiento de área de vegetación (Fecha de captura: 10/03/2016).

Folio015475

9.2.2 Relación agua subterránea y agua superficial

A partir del registro histórico de la DGA de niveles piezométricos en el P-MA (más cercano al eje del río) y del caudal medio mensual de descarga en el aforo de Angostura, se realizó un análisis temporal de la relación agua superficial-agua subterránea. Existe registro histórico de medición mensual, bimensual o trimestral de nivel piezométrico en el pozo P-MA desde mayo de 1987 a diciembre 1988 y de marzo de 1992 a septiembre de 2014. Por lo general, la escorrentía superficial registrada en Angostura es de 0,1 m^3/s media al mes, notándose anomalías en el flujo en el periodo 1987-1988 y 1997-1998 asociado a eventos de grandes precipitaciones y por ende aumento en escorrentía superficial. Para establecer la relación agua superficial-agua subterránea se realizó un análisis de 4 periodos de registro:

May87 - Dic88 (Figura 9-5): Entre mayo y julio de 1987 el nivel piezométrico se conserva estable a 9 m de profundidad. Precipitaciones invernales en julio de 1987 provocan un aumento de nivel piezométrico abrupto como respuesta, alcanzando los 5,5 m de profundidad. Un aumento en el caudal medio mensual registrado entre octubre de 1987 y marzo de 1988, posiblemente relacionado a deshielo de precipitación nival invernal, provoca que el nivel piezométrico continúe en aumento. A lo anterior, se suma un aumento de caudal registrado en Abril 1988, asociado posiblemente a precipitaciones de inverno boliviano. Finalmente, a pesar de registrarse una tendencia a la baja de caudal medio mensual en Angostura el cual retorna a los valores registrados al inicio del periodo, el nivel piezométrico sigue en aumento llegando hasta los 4 m de profundidad. Esto es debido a un aumento del flujo subterráneo por la recarga de los grandes eventos de precipitación (Figura 9-5).

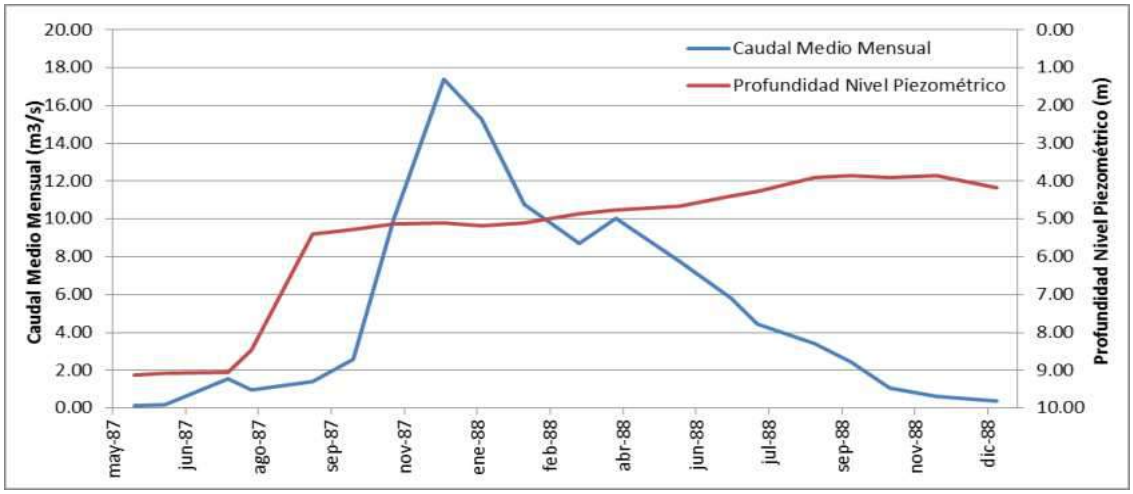


Figura 9-5 Relación entre el caudal superficial y el nivel piezométrico desde mayo de 1987 a diciembre de 1988.

Folio015476

Mar92 - Mar97 (Figura 9-6): Al visualizar la tendencia del caudal superficial aforado en Angostura, se nota una tendencia clara a aumentar en inverno (>0,2 m^3/s medio mensual) y a disminuir en verano (<0,1 m^3/s medio mensual). El nivel piezométrico de la misma manera presenta 5 ciclos notorios de oscilación, aunque con una clara tendencia al aumento. El ciclo del caudal medio mensual y del nivel piezométrico, presentan un desfase de entre 3 a 4 meses; mientras el ciclo del caudal medio mensual parte en enero aproximadamente, el ciclo del nivel piezométrico parte en abril aproximadamente (Figura 9-6).

El ciclo del caudal medio mensual posee una relación indirectamente proporcional con la evapotranspiración del humedal ribereño. Por su parte el ciclo del nivel piezométrico se vería influenciado por las extracciones de agua subterránea aguas arriba del área de estudio las cuales por lo general cesan entre junio-septiembre (cultivo de vid), lo que se ve reflejado en la recuperación de nivel piezométrico.

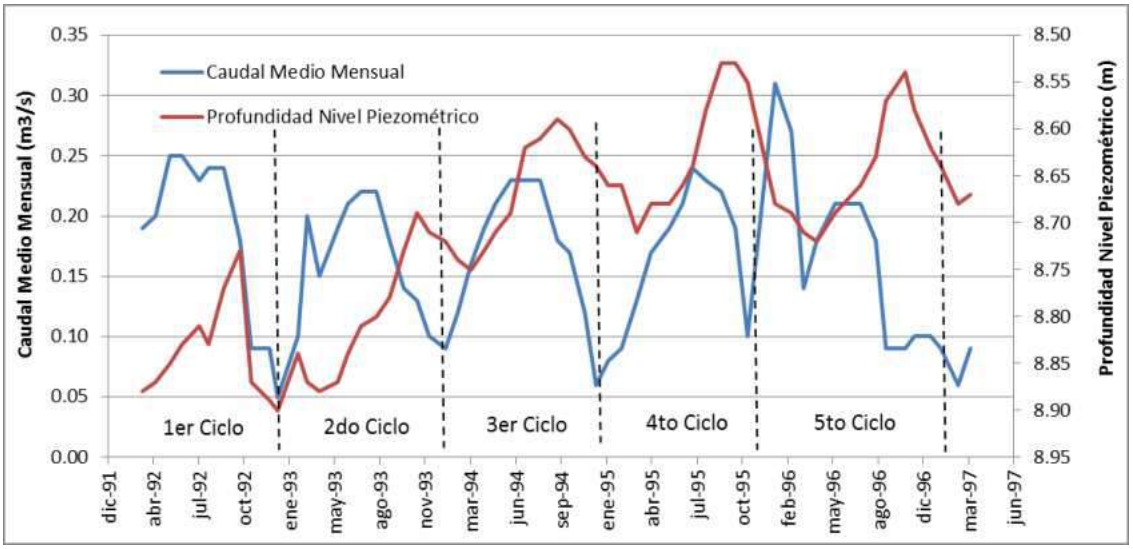


Figura 9-6 Relación entre el caudal superficial y el nivel piezométrico desde marzo de 1992 a marzo de 1997.

Abr97-Oct98 (Figura 9-7): A fines de abril y a mediados de junio de 1997 se tiene registro de dos temporales importantes, los que genera máximos de caudal medio mensual en Angostura al mes siguiente. Posteriormente entre octubre de 1997 y octubre de 1998 se registra un aumento de caudal en Angostura, asociado inicialmente hasta su máximo en diciembre por deshielo cordillerano de precipitación nival de abril y junio de 1997. Las aguas subterráneas por su parte presentan un comportamiento similar, aunque el ascenso de nivel piezométrico recién alcanza su máximo en Julio de 1998, debido a las recargas de la precipitación y escorrentía,

Folio015477

además del cese de extracciones de aguas subterráneas en ese mes. En octubre de 1998 el nivel desciende unos 40 cm, provocados por la reanudación de extracciones (Figura 9-7).

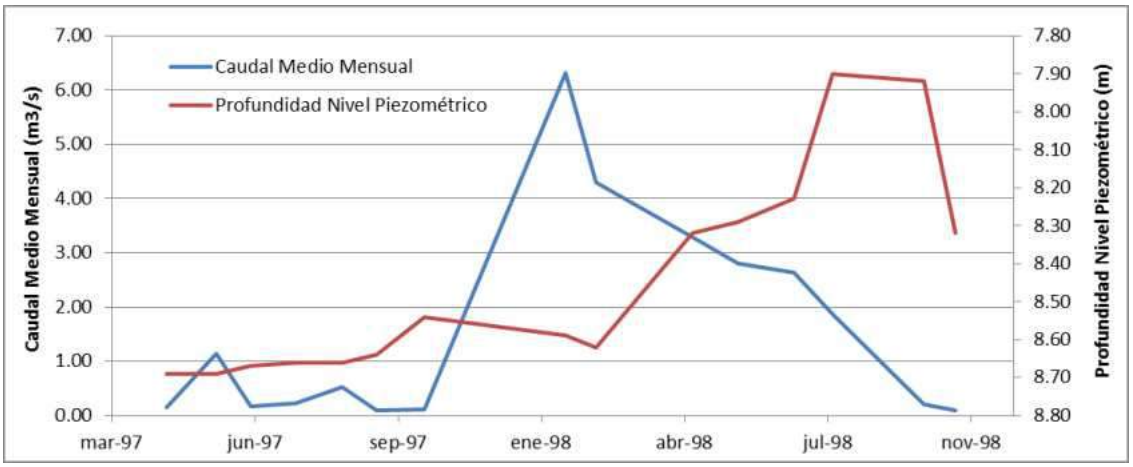


Figura 9-7 Relación entre el caudal superficial y el nivel piezométrico desde abril de 1997 a octubre de 1998.

Nov98-Sept14 (Figura 9-8): Posterior a los temporales registrados en 1997 y hasta el último registrado en 2015, no se han observado grandes precipitaciones en el área de estudio y por consiguiente un aumento anómalo de escorrentía superficial. El comportamiento del caudal medio mensual y del nivel piezométrico es similar a lo registrado entre marzo de 1992 y marzo de 1997, es decir, ambos poseen un comportamiento cíclico y con un desfase de 3 a 4 meses. Solo se visualizan algunos aumentos anómalos de nivel piezométrico en medición de 4 meses, en que este se encuentra a 6 m de profundidad aprox. La tendencia histórica de nivel piezométrico muestra una leve tendencia al aumento en los últimos años (Figura 9-8).

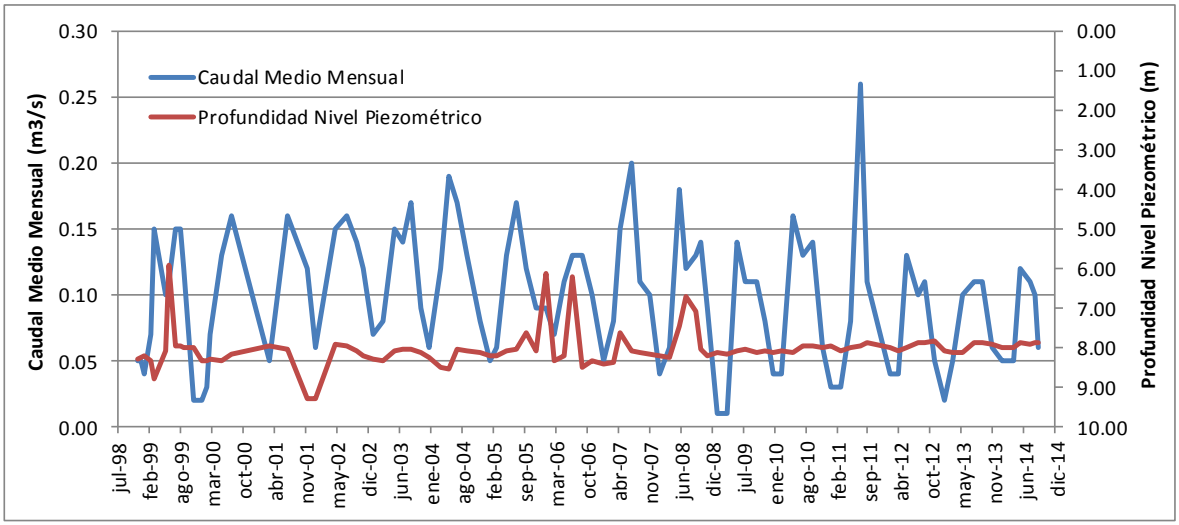


Figura 9-8 Relación entre el caudal superficial y el nivel piezométrico desde noviembre de 1998 a septiembre de 2014.

Folio015478

9.2.3 Caudal ecológico humedal

La conservación del humedal ribereño actual presenta dos limitantes importantes. La primera es la morfología con altas terrazas laterales las cuales restringen en cota y extremos el crecimiento de vegetación a lo ancho del valle, por lo que el crecimiento y decrecimiento del área cubierta por vegetación sólo podría ocurrir a lo largo del río actual donde está el agua. La segunda limitante es la disponibilidad de nivel piezométrico somero, el cual una vez que intercepta la superficie genera un escurrimiento superficial y subsuperficial que mantiene la vegetación freatófita y por consiguiente una fauna asociada.

De acuerdo a lo último mencionado, y si bien no es posible establecer un caudal ecológico, si es posible establecer “niveles piezométricos ecológicos”, los cuales aseguren un nivel piezométrico somero y posterior afloramiento del mismo.

A priori para lograr la conservación del humedal es necesario llevar un control mensual de niveles piezométricos en los pozos aledaños al humedal, los cuales debiesen mantener una tendencia estable año a año, con unas leves oscilaciones en el año debido a las demandas de agua subterránea rio arriba.

Folio015479

10 DISCUSION

El alzamiento tectónico, variaciones eustáticas y grandes escurrimientos superficiales provocados por precipitaciones anómalas, son los principales factores que aumentan la acción erosiva del río y por ende la formación de terrazas fluviales a lo largo del río Copiapó (Castillo, 2015). Particularmente en el humedal ribereño las terrazas fluviales recientes poseen una altura de 3 m aproximadamente y proporcionan barreras naturales al crecimiento de vegetación freatófita del humedal ribereño a lo ancho del río.

El basamento rocoso presenta una morfología irregular a todo lo largo del valle del río Copiapó (DGA, 2003), asociada a fallas perpendiculares al valle y/o contrastes litológicos. Lo anterior ha sido validado para el área de estudio a partir de recopilación de antecedentes geofísicos (DGA, 1987; Montgomery, 2006) y zonas puntuales de afloramiento de basamento documentadas en el mapeo geológico realizado. Es en particular la exhumación del basamento quien juega un rol fundamental en el afloramiento de aguas subterráneas, puesto que funciona como barrera natural al flujo subterráneo.

El relleno sedimentario que compone el acuífero presenta en general sedimentos de granulometría variable, de grava a arcilla, intercalados con sedimentos con alto contenido de finos, principalmente arcilla (DGA, 2010). Ésta secuencia alternada se podría correlacionar con el comportamiento del escurrimiento superficial en años normales (depositación de sedimentos de granulometría variable) y años anómalos en que ocurren grandes precipitaciones (depositación de sedimentos finos o mudflows).

De acuerdo a la geología del lugar (Godoy, 2003) y un mapeo realizado durante la elaboración de este trabajo se definieron unidades hidrogeológicas en el área de estudio a partir de la importancia hidrogeológica, capacidad de albergar y transmitir agua:

- acuífero de alta a media importancia; depósitos fluviales recientes no cohesivos.
- acuitardo de baja importancia; depósitos sedimentarios semiconsolidados.
- acuífugo de nula importancia; rocas ígneas y metamórficas, las cuales constituyen el basamento rocoso del acuífero.

Los parámetros hidráulicos del acuífero fueron definidos a partir de pruebas de bombeo recopiladas (Anexo B), y arrojaron una permeabilidad de 5,3 m/día y coeficiente de

Folio015480

almacenamiento de 0,016 como promedio. DGA (2010) calculó una permeabilidad de 3,6 m/día en promedio para el sector de estudio, bastante cercana a la calculada en éste estudio. La descripción litológica del acuífero, compuesta en general de sedimentos finos, concuerdan con el coeficiente de almacenamiento calculado.

El nivel piezométrico en el área de estudio se encuentra relativamente estable en función del tiempo, con un leve ascenso de nivel en 1988 y posterior estabilización. El sector 6 presenta una diferencia importante con los sectores 2, 3, 4 y 5, los cuales presentan una tendencia constante a la baja a partir de 1988 (Troncoso et al., 2012). Anualmente el nivel piezométrico presenta variaciones cíclicas centimétricas con máximos en octubre y mínimos en abril, posiblemente influenciado por la demanda de riego en el cultivo de vid aguas arriba del valle (máximas extracciones entre noviembre y abril). El afloramiento de agua subterránea (río ganador) indica que las líneas de flujos se dirigen hacia el eje del río (7-17).

Los análisis fisicoquímicos recopilados y realizados indican que aguas subterráneas y superficiales poseen similar firma geoquímica. Lo anterior indica que el agua superficial que sale en Angostura es de origen subterráneo y durante su movimiento hay interconexión directa entre agua superficial y subterránea. A partir de los resultados obtenidos de parámetros fisicoquímicos y concentración de iones y aniones se tiene que:

- El agua en el área de estudio posee un pH cercano a 7 e inclusive 8, valor típico de agua de mar (Custodio, 2001c) lo que indica una alta salinidad del agua.
- La conductividad eléctrica está entre 4000 a 6000 µS/cm, valores por encima de la media del valle del río Copiapó; con 2124,3 µS/ (Troncoso et al., 2012) lo que revela un enriquecimiento de iones importantes durante el flujo por el acuífero.
- La temperatura de agua superficial y subterránea es en promedio 12,7° C y 21,4° C respectivamente. La temperatura del agua superficial se ve directamente influenciada por la temperatura ambiente, por lo que, según las fechas de toma de muestra (junio-agosto), presentan valores coherentes. Según Custodio (2001c) la temperatura del agua subterránea responde a la media anual de la temperatura atmosférica del lugar de recarga, por lo que se sugiere que el agua recarga muy lejos del área de estudio debido a que la temperatura media anual del área de estudio es en promedio de 14,9° C.

- El oxígeno disuelto en aguas subterráneas y superficiales es de 0 a 5 mg/l y 10 mg/l respectivamente, y se encuentran dentro del rango indicado por Custodio (2001c). El agua subterránea presenta una tendencia al aumento en la dirección de flujo producida probablemente por la disminución del espesor saturado y por ende la cercanía del nivel piezométrico con raíces de vegetación. Además las aguas subterráneas presentan una tendencia al aumento en función del tiempo, posiblemente influenciado por el aumento el crecimiento del cultivo de olivos, cuya profundización de raíces podrían aumentar el contenido de oxígeno en el acuífero. Por su parte las aguas superficiales presentan un contenido de oxígeno disuelto influenciado por el contacto de la lámina libre con el aire y la vegetación freatófita.
- Los valores de bicarbonato oscilan entre 250 y 400 mg/l y tienden a aumentar en la dirección del flujo, valores de concentración y tendencia común en aguas subterráneas (Custodio, 2001c). estos valores se encuentran por sobre a la media del río Copiapó que es de 240 mg/l (Troncoso et al., 2012).
- Los valores de sulfato se encuentran entre 1700 y 2600 mg/l, concentraciones similares a los de agua de mar, lo que indica una gran evolución del agua subterránea y gran salinidad (Custodio, 2001c). Estos valores están muy por sobre la media del río Copiapó la cual es de 785 mg/l.
- Los valores de cloruro varían entre 350 y 790 mg/l, valores por sobre la media del río Copiapó que es de 196 mg/l (Troncoso et al., 2012).
- Los valores de nitrato oscilan entre 0.3 y 0.6 mg/l, valores bajo la media del acuífero del río Copiapó que es de 24 mg/l (Troncoso et al., 2012).
- Los valores de sodio se encuentran entre 730 y 815 mg/l, concentraciones muy por sobre la media del río Copiapó que es de 193,66 mg/l (Troncoso et al., 2012).
- Los valores de calcio varían entre 240 y 580 mg /l, concentraciones similares al agua de mar que posee 400 mg/l (Custodio, 2001c) y por sobre la media del río Copiapó que es de 248,2 mg/l.
- Los valores de magnesio oscilan entre 115 y 190 mg/l, siendo la zona con mayor contenido de ion magnesio en del valle del río Copiapó, cuya media es de 62,27 mg/l (Troncoso et al., 2012).
- El potasio se encuentra entre 18 y 23 mg/l, concentraciones que están muy por sobre a la media del valle del río Copiapó que es de 5,83 mg/l (Troncoso et al., 2012).

Folio015482

De acuerdo a la clasificación del diagrama de Piper. el agua superficial y subterránea tienden a ser de tipo sulfatadas sódicas, a diferencia de las aguas del valle que en general tienden a ser sulfatadas cálcicas (Troncoso et al., 2012). De acuerdo a la clasificación del diagrama de Stiff en las aguas superficiales y subterráneas predomina el contenido de sulfato y sodio-potasio respecto a los demás iones, presentando levemente mayor concentración de iones en el agua subterránea.

En cuanto a la tendencia histórica de los cationes y aniones analizados se notó una tendencia al aumento en concentración desde 2001-2004 aproximadamente, un máximo entre 2007 y 2008 y luego una caída abrupta en la concentración desde 2009, año en que en general las concentraciones son cercanas a las previas a 2001. A partir de un análisis de las variaciones en la hidrología industrial del valle se llegó a que el descenso abrupto de 2008 coincide con la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N°27/2008, que aprueba la impulsión del agua residual desde la planta de tratamiento de agua servidas (PTAS) del sector de Bodega (sector 5 acuífero Copiapó) hacia dependencias de Minera Candelaria. La reutilización de agua residual en procesos mineros, y el consecuente término del vertido directo de ésta al acuífero, permitió que en menos de un año el acuífero en el área de estudio recuperase su concentración original, previa a 2001. Si bien al parecer el acuífero se recuperó hidrogeoquímicamente, no se descarta que contaminaciones biológicas permanezcan en éste.

Troncoso et al. (2002) realizó una medición de isotopía del agua subterránea en el valle del río Copiapó, incluyendo el área de este estudio. A continuación se presentan los resultados obtenidos por Troncoso (Tabla 10-1) y observaciones respecto a los mismos.

*Tabla 10-1 Resultados isotopía agua subterráneas y superficiales (Troncoso et al., 2002)- *PMC: Porcentaje de Carbono Moderno.*

Punto de Muestreo	Fecha de Muestreo	pH	T °C	Cond (µS/cm)	Fecha Análisis	H-2 (%)	O-18 (%)	H-3 (UT)	Error+- 1σ	C-13 (%)	C-14 (*PMC)	Edad Aparente
P-HMI3B	13-10-2009	7,39	20,1	7670	15-03-2010	-73,8	-9,32	<0,8	0,5	-8,34	113	113 +/- 0,4 PMC
ANGOSTURA	16-01-2009	7,74	23,4	6430	02-03-2010	-73,1	-8,82					

- Los contenidos de O^{-18} y H^{-2} de las aguas superficiales en el sector de Angostura es muy similar a los contenidos del sistema Lautaro (más pesadas), lo cual podría estar influenciado por los efectos de la evapotranspiración directa que afecta al agua y

Folio015483

enriquece en isotopos pesados. Troncoso et al. (2012) asocia el alto contenido de isotopos pesados al origen subterráneo del agua que circula por Angostura.

- El contenido de O^{-18} y H^{-2} en el pozo P-HMI3B es similar al del agua muestreada en Angostura, lo anterior indica un origen común de ambas aguas.
- El valor del contenido de H^{-3} está por debajo del límite de detección (<0.8), por lo que serían aguas submodernas recargadas antes de 1952 (Clark y Fritz, 1997).
- El pozo P-HMI3B presenta el valor más elevado de concentración de C^{-14} en el valle del río Copiapó, 113 PMC, lo que indica poca desintegración y se contradeciría con la datación estimada del H^{-3}. Está falta de desintegración del C^{-14} se debería posiblemente a la disolución de calcita a partir de depósitos lacustres que contienen carbonato de calcio y niveles carbonosos (Aguirre et al., 1999), lo cual aportaría C^{-14} al agua enmascarando las perdidas producida por la desintegración en su recorrido (Troncoso et al., 2012). Finalmente, el autor del estudio señala que la edad aparente del agua en el pozo P-HMI3B sería de 113 +/- 0.4 PMC.
- El contenido de C^{-13} en el pozo P-HMI3B es de -8.34 %, de los más bajos presentes en el valle (Troncoso et al., 2012). El C^{-13} se fracciona por los mismos procesos que C^{-14}, pero en el valle presentaron una tendencia inversa. Lo anterior se debería a que los sedimentos del acuífero presentan contenido de C^{-13} cercano a 0 por lo que el agua en su recorrido no se enriquece, a diferencia del contenido de C^{-14} aportado por partículas orgánicas presente en los sedimentos.

El flujo subterráneo que ingresa al área de estudio se estimó en una media de 198,2 l/s para un año seco, 198,8 l/s para un año normal y 201,4 l/s para un año húmedo. Estudios anteriores han considerado el flujo subterráneo entre el sector 5 al sector 6 en 280-370 l/s (DGA, 1995) y 259 l/s (DGA, 2010). Considerando las extracciones de agua subterránea existentes entre el límite sector 5-sector 6 y el área de estudio, el valor calculado en el presente estudio sería coherente con resultados anteriores.

El clima en el área de estudio se caracteriza por que sus temperaturas medias máximas de 19°C en verano y media mínima de 11,5°C en invierno y humedad relativa media máxima en invierno de 80% y media mínima de 70 % en verano, valores que validan la clasificación de tipo desértico con nubosidad abundante asignada por Juliá et al. (2008). La presión atmosférica media anual de 994 hPa en sector Aeropuerto Caldera y presión media anual de 1016 hPa al nivel del

Folio015484

mar y el viento presenta tendencias 14,81 km/h suroeste en invierno y 16,6 km/h oeste en verano. A diferencia de la ciclicidad marcada de la temperatura, humedad, presión y viento, la precipitación es un fenómeno discontinuo y anómalo en el área de estudio; en años secos y normales la precipitación anual es 0 mm y en años húmedos es de 6,4 mm. Debido a la escasa precipitación, y posterior infiltración, se consideró cero la recarga pluviométrica para el área de estudio, mismo valor asignado por DGA (1995) y DGA (2010). Debido a lo anterior la recarga al acuífero proviene principalmente de la entrada de agua subterránea desde aguas arriba.

La demanda de riego en el área de estudio satisface el cultivo de olivos y otros menores (despreciables). A partir de un estudio de Martínez et al. (2002) y la evapotranspiración real de la estación Copiapó (DGA, 2010) se calculó la evapotranspiración potencial del olivo y se consideró coincidente con la demanda de agua del mismo. La demanda de agua promedio es de 54,4 l/s, con una máxima demanda en enero 86,9 l/s. La demanda es cubierta por 164 l/s de derechos de agua (superficiales más subterráneos) otorgados por DGA en el área de estudio.

La fluviometría del área de estudio registrada históricamente en la estación de Angostura está controlada por el afloramiento de agua subterránea y escorrentía fluvial anómala, provocada por grandes precipitaciones invernales y consecuentes deshielos de verano. Anualmente el flujo en Angostura presenta una variación cíclica con bajos en meses de verano y altos en meses de invierno. La baja presentada en meses de verano se atribuye a la alza de la demanda para regadío en el área de estudio y aguas arriba en dichos meses, y al aumento de evapotranspiración del humedal (Llamas, 2001b). En promedio para años secos el flujo es de 99 l/s, años normales de 123 l/s y años húmedos de 165 l/s.

La estimación de la evapotranspiración del humedal ribereño se realizó mediante la aplicación del método SEBAL. Los resultados indican que en verano por lo general evapotranspira del orden de 3 mm/día más que en invierno. Para años hidrológicos secos evapotranspira levemente más que para años húmedos, entre 0,05-0,3 mm/día. Considerando el valor medio entre año seco y húmedo como año normal, y usando como referencia la variación de evapotranspiración real en la estación Copiapó, se tiene que el humedal ribereño evapotranspira en promedio para año secos 112 l/s, año normal 109,8 l/s y años húmedos de 110,9 l/s.

Debido a que en años húmedos al área de estudio presenta entradas superficiales no cuantificadas, el balance hidrológico en el área de estudio sólo se pudo efectuar para años secos y

Folio015485

años normales. En años secos y años normales el acuífero presenta una variación de volumen negativa, arrojando una pérdida de 2,9 hm^3/año para periodos secos y 2,8 hm^3/año para periodos normales. El análisis del balance mensual arroja que la menor variación de volumen se produce en el mes de mayo y la mayor variación de volumen ocurre en el mes de diciembre. En el sector 6 del acuífero la variación de volumen fue estimada en 6,2 hm^3/año como media para el periodo 1986-1995 por DGA (1995), 9 hm^3/año como media a partir de series datos desde 1963 a 2003 por CORPROA (2006), 7,3 hm^3/año como media a partir de series de datos desde 1971-2007 por DGA (2010) y 10,5 hm^3/año como media para el periodo 1993 a 2006 por Troncoso et al. (2012). La gran parte del área cultivada del sector 6, y por ende las mayores extracciones, se encuentra fuera del sector de estudio. De acuerdo a lo anterior, el balance calculado se ajusta bastante a la realidad hidríca del área. Debido a que en la mayor parte del tiempo el área de estudio presenta años tipo seco y normal, utilizando la media entre ambos el balance para cualquier año sería similar a la siguiente Figura:

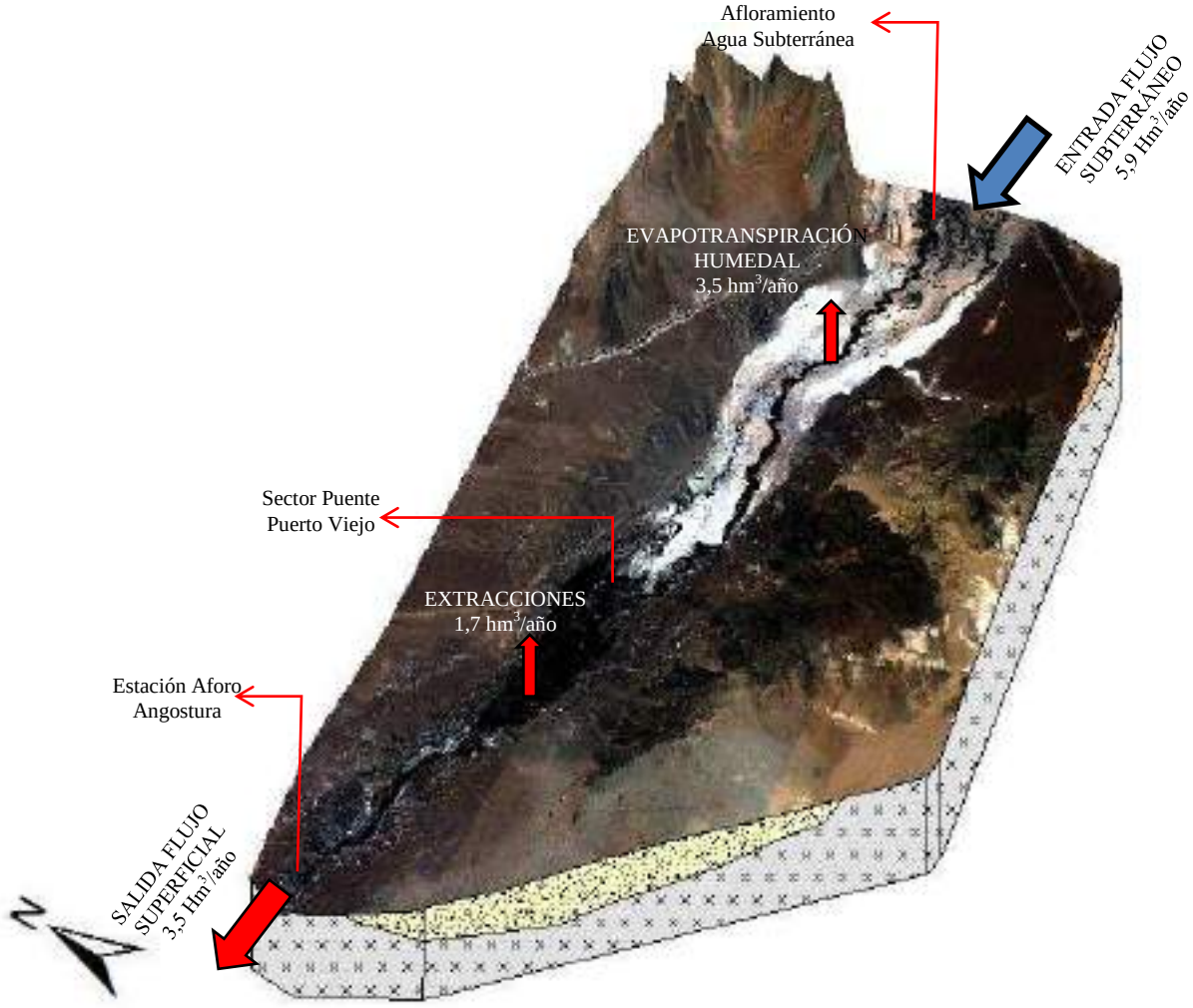


Figura 10-1 Balance hidrológico anual medio.

Folio015486

Establecer un “caudal ecológico” para el área de estudio con métodos convencionales y gubernamentales existentes resulta imposible. Sin embargo, caracterizando su configuración geomorfológica y la relación de agua superficial y subterránea es posible determinar los factores que determinan la conservación del humedal ribereño (Kondolf et al., 1987). A partir de lo anterior, para el humedal de estudio se tiene que:

- La morfología superficial, como se mencionó anteriormente, limita el crecimiento de vegetación freatófita a lo ancho del río Copiapó, por lo que un aumento o disminución de su área se llevaría acabo longitudinalmente.
- La relación entre agua subterránea y superficial demuestre que por lo general ambos flujos son cíclicos aunque con periodos distintos; el agua subterránea tiene un máximo de nivel en septiembre y mínimo en abril, mientras que el agua superficial posee mínimos entre diciembre y enero y máximos en meses de invierno. Para periodos anómalos de grandes precipitaciones en periodo de inverno el ciclicidad del agua superficial cambia y presenta máximos en meses de verano (deshielo cordillerano), mientras que el nivel piezométrico asciende considerablemente y se mantiene unos meses posterior al descenso de flujo superficial (recarga general del acuífero en todo el valle).

En base a lo anterior, se establece que como “caudal ecológico” en el área de estudio se debe considerar el caudal subterráneo entrante. El control de caudal se debe llevar a partir de una medición mensual de niveles piezométricos en pozos aledaños del humedal. A diferencia de caudales ecologicos superficiales, los que corresponden a un porcentaje del caudal total entrante, para caudal ecológico subterráneo es necesario establecer un nivel piezométrico somero y estable. Del analisis de variación mensual de niveles en el pozo P-MA, más cercano al río, se tiene que lo normal es que éste se encuentre a 8,0m +- 20 cm de profundidad, con máximo y mínimo en verano e invierno respectivamente.

Folio015487

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La morfología superficial el área de estudio está controlada por factores tectónicos y climatológicos, debido a los cuales el río Copiapó ha generado históricamente terrazas fluviales paralelas al cauce. Terrazas fluviales recientes limitan el crecimiento a lo ancho del humedal ribereño. La morfología irregular del basamento y su exhumación en el sector de Angostura impide la salida de agua subterránea del área de estudio, por ende obligando a ésta a aflorar unos 18 km antes.

A partir de las litologías presentes en el área de estudio y su capacidad de albergar y transmitir agua se definieron 3 unidades hidrogeológicas: acuífero de alta importancia (compuesto de depósitos fluviales recientes), acuitardo de baja importancia (depósitos sedimentarios semiconsolidados antiguos) y acuífugo de nula importancia (basamento ígneo y metamórfico). Los depósitos fluviales recientes que componen el acuífero corresponden a una intercalación métrica de sedimentos de periodos de flujo de baja energía (grava a arcilla) y periodos de alta energía con flujos tipo mudflows (alto contenido de arcilla). La permeabilidad del acuífero ha sido estimada en 5,3 m/día y coeficiente de almacenamiento de 0,016. De acuerdo a las características litológicas y el coeficiente de almacenamiento el acuífero sería de tipo confinado.

Los niveles piezométricos en el área de estudio se han mantenido cercanos a superficie y estables en el tiempo, con leves periodos de ascenso de nivel provocado por recarga de grandes precipitaciones (1988 y 1997). Anualmente el nivel posee variaciones centimétricas, con máximos en octubre y mínimos en abril, mínimo asociado posiblemente a la alta demanda del recurso hídrico entre noviembre y abril (cultivo de vid).

La hidrogeoquímica del agua superficial y subterránea válida el origen común de ambas, con una tendencia común a ser tipo sulfatada sódica. La alta conductividad eléctrica y contenido de iones mayoritarios indican una gran evolución del agua y enriquecimiento por disolución de sedimentos del acuífero. Una tendencia a la alza de concentración de iones mayoritarios que alcanzan su máximo en 2008 y desciende abruptamente al 2009, se relaciona directamente con un fin al vertimiento de aguas residuales de la planta de tratamiento de aguas servidas del sector Bodega. La recuperación inmediata de la calidad química del agua indica una renovación rápida de ésta. El contenido isotópico del agua indica en general que estás son submodernas, de las más

Folio015488

antiguas presentes en el valle. La antigüedad del agua subterránea estimada por isotopía se contradice con la rápida recuperación química del acuífero descubierta en el análisis de la tendencia histórica. Lo anterior indicaría que el área presenta una mezcla de aguas antiguas "estancadas" en el este del área de estudio, previo al alzamiento del basamento notado en el modelo 3D, con aguas modernas que recargan subterráneamente desde aguas arriba.

La entrada subterránea al sistema subterráneo se ha estimado en 199,5 l/s aproximadamente, las cuales se distribuyen en evapotranspiración, extracciones y salida superficial en el sector de Angostura.

El clima se destaca por una ciclicidad anual de la temperatura, humedad, presión y dirección del viento. La precipitación es discontinua y anómala, por lo general la precipitación total anual es 0 mm. Debido a lo anterior las entradas al sistema subterráneo por infiltración de precipitaciones y posible aporte de quebradas laterales se han sido consideradas en el estudio.

La salida por demanda de agua para riego se ha estimado en promedio 54,4 l/s, la evapotranspiración del humedal en promedio es de 110,1 l/s y la salida de flujo superficial en promedio es de 111 l/s, con periodos anómalos de altas precipitaciones en las que alcanzaría los 165 l/s en promedio.

El balance anual para años secos y normales arroja una pérdida de volumen embalsado de 2,9 hm^3/año y 2,8 hm^3/año. Ésta pérdida, a pesar de ser pequeña para el área de estudio, no se ve reflejada en descensos de niveles piezométricos en los pozos.

Debido a que la pérdida de volumen almacenado no se refleja con un descenso de niveles piezométricos en el área se recomienda:

- Volver a estimar el flujo subterráneo entrante con permeabilidades estimadas de pruebas de bombeo de pozos más cercanos a la sección de cálculo y con un área de sección más robusta con datos de nuevos sondeos o estudios geofísicos.
- Realizar un estudio de extracciones detallado considerando el año de cultivo, tipo de regadío y área real cubierta por vegetación.
- Realizar un cálculo de evapotranspiración con el uso del método SEBAL en un área más extensa, la cual abarque alguna de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el

Folio015489

valle y que permita la validación de los datos de evapotranspiración del humedal calculados.

El caudal ecológico que permite la conservación del humedal subterráneo es un flujo subterráneo cercano a superficie. Si bien no se determinó un valor de flujo, se estableció que el nivel piezométrico en el pozo P-MA se debe encontrar a 8 m +- 20 cm de profundidad, con máximo y mínimo en verano e invierno.

Finalmente, para un cálculo de caudal ecológico que vincule el comportamiento histórico del acuífero con simulaciones ante posibles escenarios futuros, se recomienda realizar un modelo numérico a partir de la información disponible. Para una buena confección del modelo es necesaria una topografía superficial de alto detalle, la cual permita simular el área inundada en función de los niveles piezométricos.

Folio015490

12 REFERENCIAS

Aguirre, I.; Hauser, A.; Schwerdtfeger, B. (1999) - *Estudio hidrogeológico del valle del río Copiapó, segmento Sistema Lautaro - Piedra Colgada, Región de Atacama*. Servicio Nacional de Geología y Minería (Chile), Informe Registrado IR-99-17, 186 p., 2mapas escala 1:50.000. Santiago.

Allen, R. G., Tasumi, M., Trezza, R., Waters, R., y Bastiaanssen, W. (2002) - SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land). *Advance Training and Users Manual–Idaho Implementation, version 1*, 97 p.

Alvarez, C., Anguita, F., Cuena, J., Custodio, E., Lopez-García, L. y Sahuquillo, A. (2001) - Modelos en hidrología subterránea. En: E. Custodio y M.R. LLamas, (eds.) *Hidrología subterránea*. Ediciones Omega, Barcelona (España), pp. 1571-1666.

Anderson, K. (1963) – *Water well handbook (4th edition).* Missouri Water Well Driller Association. Missouri (USA).

Arnáiz, M. (2001) – Conceptos primarios del ciclo hidrológico. En: E. Custodio y M.R. LLamas, (eds.) *Hidrología subterránea*. Ediciones Omega, Barcelona (España), pp. 283-349.

Azuela, J. (2010) – *Aplicación de técnicas de teledetección espacial para la estimación de la evapotranspiración de cultivos*. Tesis de Master. Universidad de Cadiz, Cadiz (España). 83 p.

Barbier, E. B., Acreman, M. y Knowler, D. (1997) - *Valoración económica de los humedales - Guía para decisores y planificadores*. Documento técnico Oficina de la Convención Ramsar, Gland (Suiza), 143 p.

Barger G.L. (Ed.) (1960) - *Climatology at work measurements, methods and machines*. Washington D.C. US Department of Commerce, Weather Bureau. 109 p

Bastiaanssen, W., Menenti, M., Feddes, R. y Holtslag, A. (1998) - A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL): 1. Formulation. *Journal of Hydrology, 212-213*(1-4), pp. 198–212. Doi : 10.1016/S0022-1694(98)00253-4.

Benítez, A. (1963) - *Captación de aguas subterráneas*. Dossat, Madrid (Esp), 137p.

Blanco, N., Godoy, E. y Marquardt, C. (2003) - *Cartas Castilla y Totoral Bajo, Región de Atacama, Escala 1:100.000*. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geologıa Básica, No. 77-78, 34 p.

Bredehoeft, J. D. (2005) - The conceptualization model problem-surprise. *Hydrogeology Journal, 13*(1), pp. 37–46. Doi : 10.1007/s10040-004-0430-5.

Carrera, J. y Saaltink, M. W. (2002) - *Balance de agua en el suelo: Métodos hidrometeorológicos*. Apunte curso Hidrología Subterranéa, Universidad Politecnica de Cataluña, Barcelona (España), 39 p.

Folio015491

Castillo, N. (2015) - *Evolución geomorfológica del curso inferior del río Copiapó: naturaleza y edad de terrazas fluviales y marinas*. Tesis de Pregrado (inédito) : Geología. Universidad de Atacama, Copiapó (Chile), 102 p.

Castro, R. y Altamirano, T. (2013) - *Analisis de la tendencia histórica de vegetacion azonal hídrica sector Ciega Redonda, Barros Negros y Pantanillo. Altiplano Región de Atacama*. Informe (no publicado) Ministerio de Agricultura, SAG Central, Santiago (Chile), 151 p.

Centro de Ecología Aplicada (2011) - *Diseño del Inventario Nacional de Humedales y el Seguimiento Ambienta*l. Informe final Para Ministerio de Medio Ambiente (no publicado N° 1588-28-LP10), Ministerio de Medio Ambiente, Santiago (Chile), 172 p.

Chander, G., Markham, B. L., y Helder, D. L. (2009) - Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*, *113*(5), pp. 893-903.

Clark, I.D., Fritz, P. (1997) - *Environmental Isotopes in Hydrogeology*. Lewis Publishers, Nueva York (EEUU), 312 p.

Comisión Europea (1995) - *Comunicación de la comisión al consejo y al parlamento europeo sobre uso prudente y conservación de zonas húmedas*, Bruselas (Bélgica), 54 p. [en línea] (Fecha de consulta: 18-02-16). Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/leg_comunicacion_pe_uso_prudente_tcm7-215109.pdf.

Convención Ramsar (1971) - *Convención relativa a humedales de importancia internacional*, Ramsar (Irán). [en línea] (Fecha de consulta: 18-02-16). Disponible en: www.ramsar.org.

Convención Ramsar (2015) - *The List of Wetlands of International Importance*. Ramsar (Irán). [en línea] (Fecha de consulta: 18-02-16). Disponible en : http://www.ramsar.org/pdf/sitelist.pdf

Cooper, H. H., y Jacob, C. E. (1946) - *A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well-field history*. Eos, Transactions American Geophysical Union, 27(4), pp. 526-534.

CORPROA (2006). *Diagnóstico de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Copiapó y Proposición de un Modelo de Explotación Sustentable*. Informe técnico para la Corporación para el Desarrollo de la Región de Atacama (CORPROA). Realizado por Golder Associates S.A. 245 p.

Cowardin, L., Carter, V., Golet, F. y LaRoe, E. (1979) - *Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States*. Documento Interior, Fish and Wildlife Service, Washington (USA), 79 p. [en línea] (Fecha de consulta: 18-02-16). Disponible en: https://tamug-ir.tdl.org/tamug-ir/handle/1969.3/20139

Folio015492

Custodio, E. (2001a) - Aguas Subterráneas y Humedales. En: M. R. Llamas (ed.) *Aguas Subterráneas y Medio Ambiente*, Fundación Marcelino Botín, Madrid (España), 1, pp. 33–67.

Custodio, E. (2001b) – Hidrogeoquímica. En: E. Custodio y M.R. LLamas, (eds.) *Hidrología subterránea*. Ediciones Omega, Barcelona (España), pp. 1005-1091.

Custodio, E. (2001c) – Principios básicos de química y radioquímica de aguas subterráneas. En: E. Custodio y M.R. LLamas, (eds.) *Hidrología subterránea*. Ediciones Omega, Barcelona (España), pp. 175-246.

Custodio, E. (2010) - Las aguas subterráneas como elemento básico de la existencia de numerosos humedales. *Ingenieria Del Agua*, *17*(2), pp. 119–135.

Darcy, H (1986) - *Les Fontaines Publiques de la villa de Dijon*. Dalmont, Paris (Francia).

Davidson, N. C. (2014) - How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, *65*(10), pp. 936-941. Doi : 10.1071/MF14173.

Decreto con Fuerza de Ley N° 1122 (1981) - *Fija Texto del Código de Aguas*. Ministerio del Interior, Santiago Chile). [en línea] (Fecha de consulta: 26/10/2015). Disponible en: http://www.leychile.cl/Navegar/?idNorma=5605yidVersion=2010-01-26yidParte.

DGA (1987a) - Análisis y Evaluación de los Recursos Hidrogeológicos. Valle del Río Copiapó-III Región. Dirección General de Aguas. Realizado por Álamos y Peralta Ingenieros Consultores Ltda. 2 v. y 8 anexos. Vol. 1, 338 p. y Vol. 2, 267 p.

DGA (1987b) - Prospección Geofísica y Mecánica Sistemas Acuíferos. Dirección General de Aguas. Realizado por Alamos y Peralta Ingenieros Consultores Ltda., Geoexploraciones Ltda. 2 v. Vol. 1, 16 p y Vol. 2, 224 p.

DGA (1995) - Análisis y evaluación de recursos hídricos en el valle del río Copiapó III Región (Inédito). Dirección General de Aguas. Realizado por Alamos y Peralta Ingenieros Consultores Ltda. 2 v. Vol. 1, 252 p. Vol. 2, 73 p.

DGA (2003) - *Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos del Valle del Río Copiapó.* Informe no publicado. Departamento de Estudios y Planificación-Dirección General de Aguas. 226 p.

DGA (2010) - *Analisis integrado de gestión en cuenca del río Copiapó.* Dirección General de Aguas. Realizado por Dictuc S.A. Tomo 3, 284 p.

Domínguez, G. J. y Finotti, A. R. (2005) - Evaluación del instrumento caudal ecológico, panorama legal e institucional en Chile y Brasil. *Rega*, *2*, pp. 83–96.

Fetter, C. W. (2001) - *Applied Hydrogeology. (Fourth Edition).* Prentice-Hall, New Yersey (USA), 598 p.

Galofré, A. (2001) – Conceptos básicos y definiciones. En: E. Custodio y M.R. LLamas, (eds.) *Hidrología subterránea.* Ediciones Omega, Barcelona (España), pp. 259-265.

García Novo, F., Toja Santillana, J. y Granado-Lorencio, C. (2009) - The state of water ecosystems. En: A. Garrido y M.R. Llamas (eds.) *Water Policy in Spain*. Ediciones CRC Press, New York (USA), pp. 21–28.

García Rodriguez, M. (2003) - Clasificación Funcional De Humedales Ribereños. *Tecnología y Desarrollo*, 26 p.

Godoy, E. y Lara, L. (1998) - *Hojas Chañaral y Diego de Almagro, Región de Atacama, Escala 1:100.000.* Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile, Seríe Geología Básica, No. 5-6.

Godoy, E., Marquardt, C., y Blanco, N. (2003) - *Carta Caldera, Región de Atacama, Escala 1:100.000.* Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, No. 76, 38 p.

González Bernáldez, F. (1992) - *Los paisajes del agua: Terminología popular de los humedales*. J.M. Reyero,, Madrid (España), 257 p.

Gutierrez, M. (2008) – *Geomorfología.* Ediciones Pearson Educación S.A., Madrid (España), pp. 920 p.

INIA (2000) – La producción de frutales de hoja persistente. Relacionada con aspectos tecnico-económico referentes a especies como: palto, cítricos y olivos. En: Comisión Nacional de Riego (CNR), *Estimación de la demanda de agua en los cultivos*. 26 p.

Juliá, C., Montecinos, S. y Maldonado, A. (2008) - Características Climáticas de la Región de Atacama. En: F. Squeo, G. Arancio y J. Gutierrez,, *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama.* Ediciones Universidad de La Serena, La Serena (Chile), pp. 25 – 42.

King, J., Tharme, R. y Brown, C. (1999) - *Definition and implementation of instream flows*. Thematic Report to the World Commission on Dams. Southern Waters Ecological Resarch and Consulti*ng*, Cape Town (Sudafrica), 94 p.

Kondolf, G. M., Webb, J. W., Sale, M. J., y Felando, T. (1987) - Basic hydrologic studies for assessing impacts of flow diversions on riparian vegetation: examples from streams of the eastern Sierra Nevada, California, USA.*Environmental Management*, *11*(6), pp.757-769.

Lara, L. y Godoy, E. (1998) - *Hoja Quebrada Salitrosa, Región de Atacama*, Escala 1:100.000. Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapas Geológicos, No 4.

Ley N°19.145 (1992) - Modifica Artículos 58 y 63 del CODIGO DE AGUAS, Ministerio de Obras Públicas, Santiago (Chile). [en línea] (Fecha de consulta: 26/10/2015). Disponible en : http://www.leychile.cl/N?i=30512yf=1992-06-25yp=.

Folio015494

Ley N°20017 (2005) – Modifica código de aguas, Ministerio de Obras Públicas, Santiago (Chile). [en línea] (Fecha de consulta: 26/10/2015). Disponible en: https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=239221.

Ley N°7050.0186 - *Wetland standards and mitigation*, Minnesota Administratives Rules (Estados Unidos). [en línea] (Fecha de consulta 26/10/2015). Disponible en: https://www.revisor.mn.gov/rules/?id=7050.0186.

Llamas, M.R. (2001a) – Conceptos básicos y definiciones. En: E. Custodio y M.R. LLamas, (eds.) *Hidrología subterránea.* Ediciones Omega, Barcelona (España), pp. 249-279.

Llamas, M.R. (2001b) – Relación entre las aguas subterráneas y las aguas superficiales. En: E. Custodio y M.R. LLamas, (eds.) *Hidrología subterránea.* Ediciones Omega, Barcelona (España), pp. 1571-1666.

Marquardt, C.; Blanco, N.; Godoy, E.; Lavenu, A.; Ortlieb, L.; Marchant, M.; Guzmán, N. 2000. Estratigrafía del Cenozoico Superior en el área de Caldera (26°45'-28°S). *Congreso Geológico Chileno, No. 9, Actas,* Vol. 2, p. 588-592. Puerto Varas (Chile).

Martinez, L. y Tapia, F. (2002) – *Riego del olivar en el Valle del Huasco*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Vallenar (Chile), Boletin INIA N° 72, 34 p. ISSN 0717 – 4829.

Mensaje N° 161-362 (2015) - *Proyecto de Ley Servicio, iniciado en mensaje de S.E. la Presidenta de la República, que crea el Servicio de Biodiversidad y Areas Protegidas y el Sistema Nacional de Areas Protegidas*, Boletín N°9.404-12, Saniago (Chile), 67 p. [en línea] (Fecha de consulta: 26/10/2015). Disponible en: http://www.mma.gob.cl/1304/articles-56464_ProyectoLeyServicioBiodiversidad.pdf.

Mitsch, W. J. y Gosselink, J. G. (1993) – *Wetlands, (2° Edition*). Van Nostrand Reinhold, New York (USA), 722 p.

Mitsch, W. J. y Gosselink, J. G. (2000) - The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics*, *35*(1), pp. 25–33. Doi : 10.1016/S0921-8009(00)00165-8.

Montgomery, E.(2006) - *Estudio geofísico gravimétrico III Región de Atacama*, Chile. Realizado por GeoDatos Ltda. 10 p. y Anexos.

Mook, W. G. (2002) - *Isótopos ambientales en el ciclo hidrológico: principios y aplicaciones* (Vol. 1). Instituto Geológico y Minero de España, Madrid (Esp), 596 p.

Morse, A., Tasumi, M., Allen, R. G., y Kramber, W. J. (2000) - Application of the SEBAL methodology for estimating consumptive use of water and streamflow depletion in the Bear River basin of Idaho through remote sensing. *Idaho Department of Water Resources–University of Idaho*.

Niemeyer, H. (1981) - Descripción de la hoya hidrográfica del río Copiapó. *Contribución Arqueológica,* 2, pp. 27-141.

Perez, J., Faundez, L., Estades, C., Fuster, R., Lobos, G. Alzamora, D yDemangel, D. (2009) – *Areas de relevancia ambiental vinculadas al agua en la cuenca del río Copiapó.* Informe (no publicado), Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago (Chile), 146 p.

Piper, A. M. (1944). A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, *25*(6), pp. 914-928.

Romanelli, A., Londoño, O. M. Q., Massone, H. E., y Escalante, A. H. (2010) - Validación y ajuste del modelo hidrogeológico conceptual de un humedal de la Llanura Pampeana, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Limnetica*, *29*(2), pp. 407–418.

Scott, D. (1989) - *Design of wetland data sheet for database on Ramsar Sites*. Informe (no publicado), Ramsar Convention Bureau, Gland (Suiza).

Semeniuk, C. y Semeniuk, V. (1995) - A geomorphic approach to global classification for inland wetlands. *Vegetatio*, 118, pp. 103–124. . [en línea] (Fecha de consulta: 26/10/2015). Disponible en: http://link.springer.com/article/10.1007/BF00045193.

Stiff , H. A. (1951). The interpretation of chemical water analysis by means of patterns. *Journal of Petroleum technology*, 3(10), pp. 15-17.

Troncoso, R.; Espinoza, M.; Pérez, Y.; Castro, R.; Lorca, M.; Vega, N.; Feuker, P.; Arévalo, C.; Mercado, E.; Creixell, C.; Ortiz, M., Wall, R. (2012) - *Evaluación hidrogeológica de la cuenca del río Copiapó, con énfasis en la cuantificación, dinámica y calidad química de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Región de Atacama*. Servicio Nacional de Geología y Minería. Informe Registrado IR-12-49, 814 p., 2 Vol., 2 DVD anexos, 5 mapas diferentes escalas. Santiago.

Ueckert, M. y Brückner, L. (2012) – *Hidrogeological and hydrogeochemical investigations in the Copiapó Valley, Región de Atacama, Chile.* Tesis de Master: Geología. TU Bergakademie Freiberg, Freiberg (Alemania), 283 p.

Vázquez-Suñé, E. (1999) - *EASYQUIM: Programa para el cálculo de error de balance y la la representación gráfica de análisis de aguas en diagramas de Piper, Schöeller-Berkaloff y Stiff modificado.* Hoja de cálculo(excel). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona (España).

Veit, H. (1996) - Southern Westerlies during the Holocene deduced from geomorphological and pedological studies in the Norte Chico, Northern Chile (27- 33°S). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 123, pp. 107–119. Doi : 10.1016/0031-0182(95)00118-2.

Weibull, W. (1951) - A statistical distribution function of wide applicability, presented to the *American Society of Mechanical Engineers*. New Jersey (EEUU), 23, pp. 981-997.

Folio015496

Zwart, Sander J., Bastiaanssen, Wim G. M., (2007) - SEBAL for detecting spatial variation of water productivity and scope for improvement in eight irrigated wheat systems. *Agricultural Water Management*, 89, pp. 287-296. Doi:10.1016/j.agwat.2007.02.002

ANEXOS

Folio015498

A. Perfil litológico y habilitación pozos P-HMI1B, P-HMI2B, P-HMI3B (DGA, 2010).

Folio015499

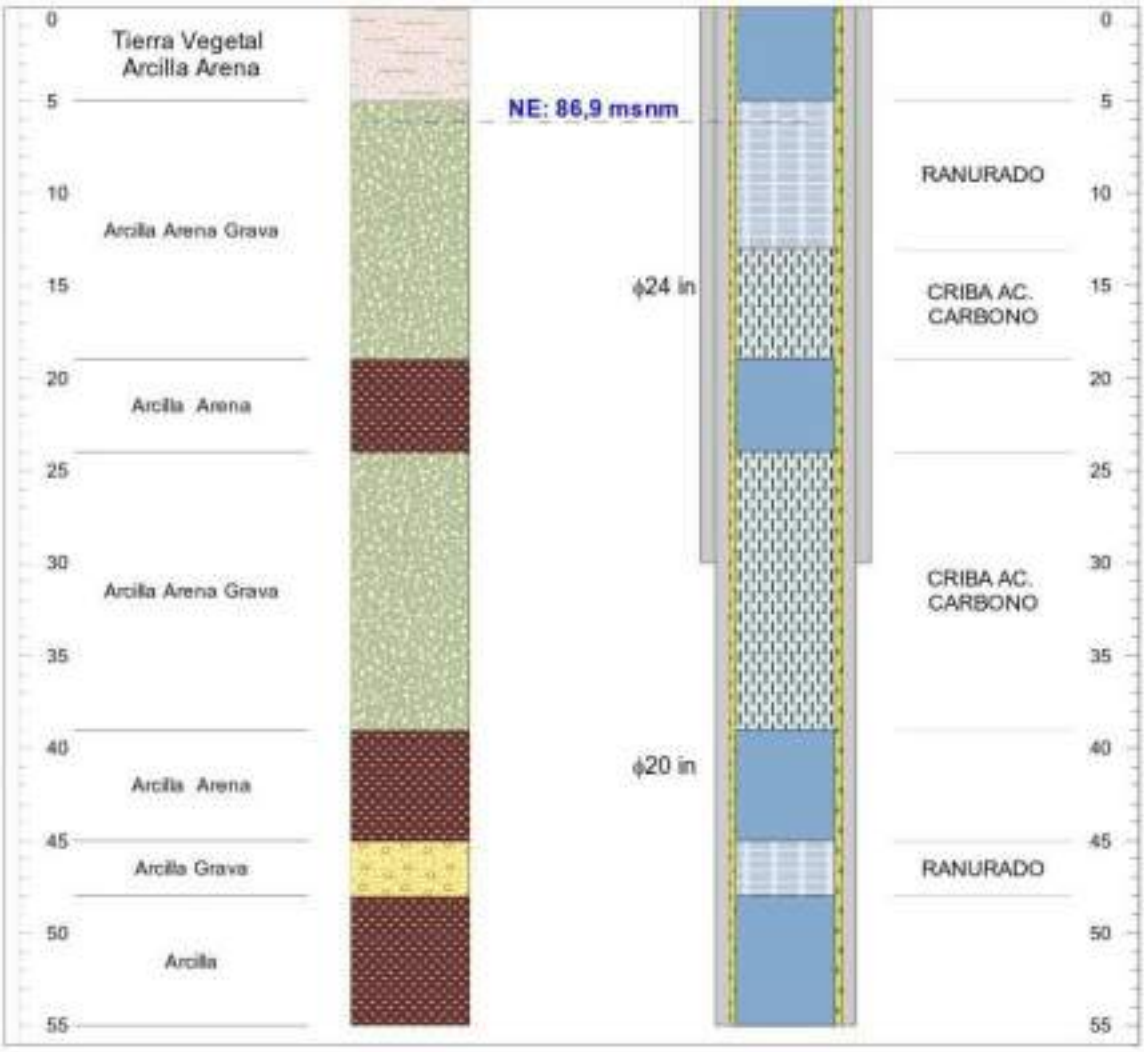


Figura A-1 Perfil litológico y de habilitación pozo P-HMI1B.

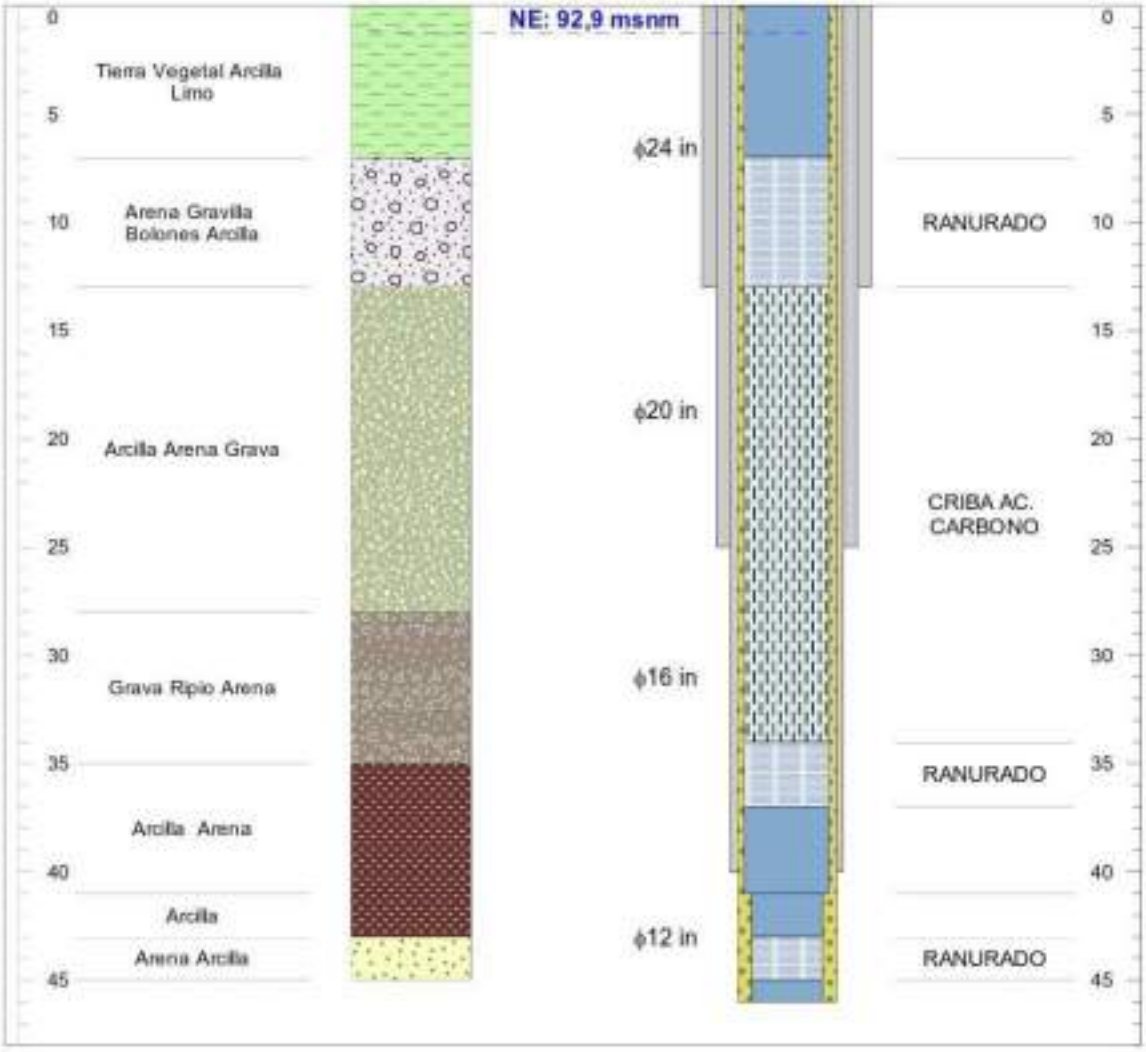


Figura A-2 Perfil litológico y de habilitación pozo P-HMI2B.

Folio015501

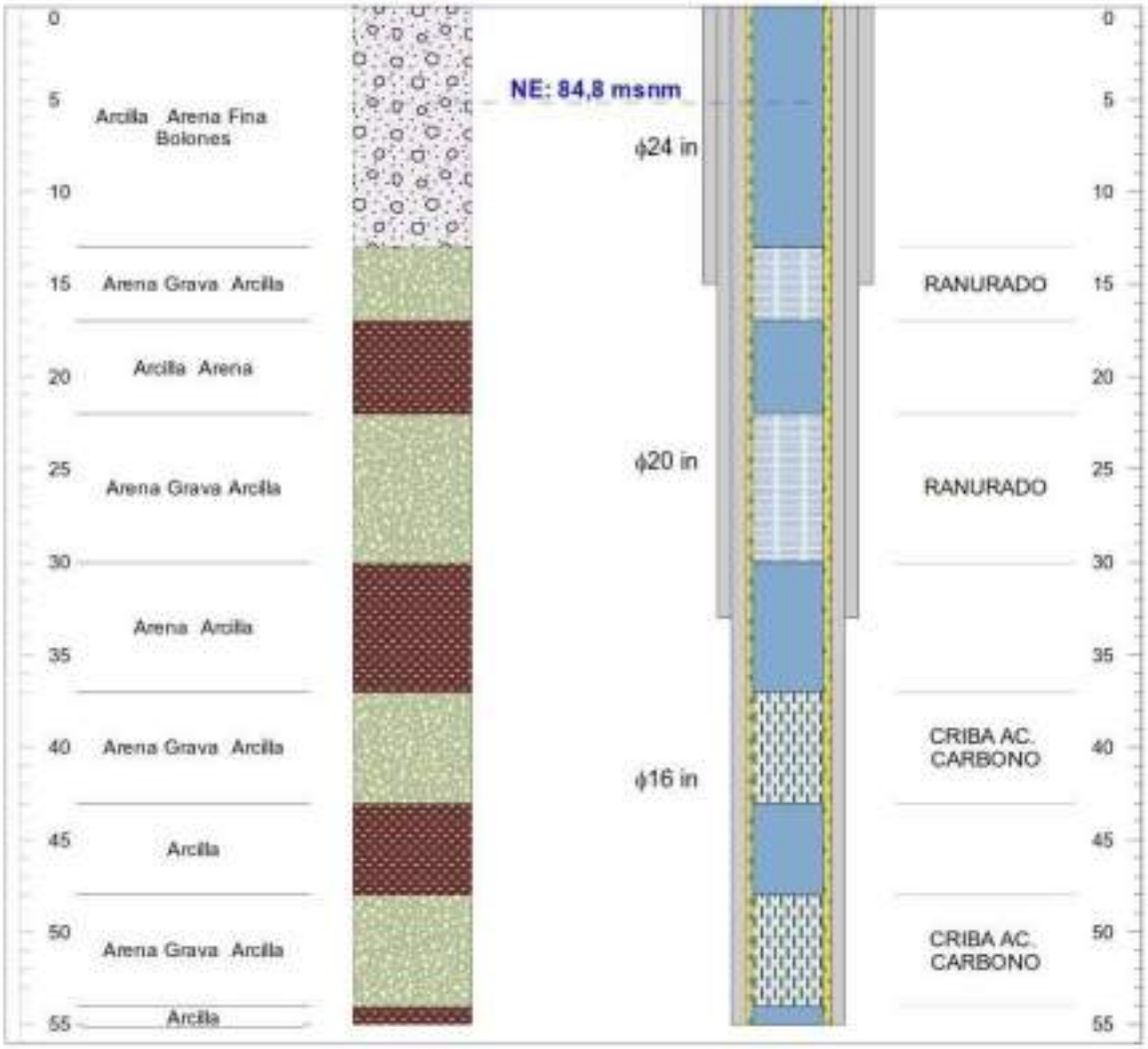


Figura A-3 Perfil litológico y de habilitación pozo P-HMI3B.

B. Registro histórico niveles piezométricos pozos P-HMI1, P-HMI3, P-HMI4, P-PP, P-MA y P-VF.

Folio015503

Tabla B-1Registro histórico nivel piezométrico pozo P-HMI1.

Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico
18-05-1987	1.23	11-03-1993	2.76	15-03-1999	4.00	26-05-2009	5.87
08-06-1987	1.34	08-04-1993	2.68	25-05-1999	2.47	25-06-2009	5.79
21-07-1987	1.36	17-05-1993	2.27	10-06-1999	2.56	22-07-2009	5.82
06-08-1987	1.21	09-06-1993	2.42	26-07-1999	1.81	28-09-2009	5.80
15-09-1987	1.43	09-07-1993	2.31	23-08-1999	2.47	26-10-2009	5.77
15-10-1987	1.54	11-08-1993	2.30	13-09-1999	2.60	25-11-2009	5.89
12-11-1987	1.67	09-09-1993	2.12	16-11-1999	2.43	12-01-2010	5.87
16-12-1987	1.77	11-10-1993	2.10	13-12-1999	2.08	12-01-2010	2.34
11-01-1988	1.75	10-11-1993	2.33	16-01-2000	2.43	26-02-2010	5.94
09-02-1988	1.82	07-12-1993	2.35	11-02-2000	2.03	05-03-2010	5.86
18-03-1988	2.40	12-01-1994	2.55	09-03-2000	2.01	05-03-2010	2.71
12-04-1988	2.43	07-02-1994	2.62	22-05-2000	6.20	16-04-2010	5.86
25-05-1988	1.68	07-03-1994	2.67	18-07-2000	0.00	20-05-2010	2.50
30-06-1988	1.52	07-04-1994	2.92	14-03-2001	3.32	29-07-2010	2.23
18-07-1988	1.49	02-05-1994	2.88	10-07-2001	2.53	30-09-2010	2.02
26-08-1988	1.42	03-06-1994	2.70	21-11-2001	6.08	30-11-2010	2.23
20-09-1988	1.57	04-07-1994	2.72	09-01-2002	6.15	21-01-2011	2.45
17-10-1988	1.59	08-08-1994	2.74	10-05-2002	6.02	25-07-2011	2.41
18-11-1988	1.62	15-09-1994	1.73	29-07-2002	5.98	13-09-2011	1.97
29-12-1988	1.64	11-10-1994	2.68	30-09-2002	5.97	29-11-2011	1.99
18-01-1989	1.62	15-11-1994	2.70	12-11-2002	6.06	31-01-2012	2.32
14-02-1989	1.51	09-12-1994	2.95	07-01-2003	6.20	22-03-2012	1.95
28-03-1989	1.54	05-01-1995	2.41	17-03-2003	6.20	18-05-2012	2.81
17-04-1989	1.32	03-02-1995	2.41	15-05-2003	6.09	31-07-2012	2.42
15-05-1989	1.40	10-03-1995	2.65	17-07-2003	6.02	11-09-2012	2.14
28-08-1989	1.50	10-04-1995	2.75	15-09-2003	6.00	14-11-2012	2.75
26-09-1989	1.40	19-05-1995	3.00	17-11-2003	5.99	15-01-2013	2.24
16-10-1989	1.35	19-06-1995	3.11	09-01-2004	6.13	12-03-2013	2.40
21-11-1989	1.36	11-07-1995	3.22	16-03-2004	6.09	15-05-2013	2.60
26-12-1989	1.41	08-08-1995	3.14	07-05-2004	6.12	30-07-2013	1.92
11-01-1990	1.52	12-09-1995	3.08	06-07-2004	6.05	12-09-2013	1.54
20-02-1990	1.63	13-10-1995	2.98	06-09-2004	5.99	19-11-2013	1.54
27-03-1990	2.17	10-11-1995	2.95	23-11-2004	6.03	17-01-2014	1.56
20-04-1990	2.02	08-01-1996	2.77	26-01-2005	6.02	31-03-2014	1.56
14-05-1990	1.98	13-02-1996	2.85	16-03-2005	6.03	19-05-2014	2.05
04-06-1990	1.95	12-03-1996	2.88	19-05-2005	6.01	14-07-2014	1.75
18-07-1990	2.19	10-04-1996	2.56	19-07-2005	5.98	08-09-2014	1.54
14-08-1990	2.24	20-05-1996	2.44	16-09-2005	5.93	02-12-2014	1.38
08-10-1990	1.79	09-09-1996	2.54	23-01-2006	6.06	16-01-2015	1.42
07-11-1990	1.81	22-10-1996	2.69	17-03-2006	6.20	12-03-2015	1.06
17-12-1990	1.83	12-11-1996	2.72	22-05-2006	6.17	15-05-2015	1.47
10-01-1991	2.28	18-12-1996	2.37	28-07-2006	6.13		
12-03-1991	2.31	09-01-1997	2.41	12-09-2006	6.13		
09-04-1991	2.34	17-02-1997	2.73	15-11-2006	6.16		
10-05-1991	2.34	14-03-1997	2.66	22-01-2007	6.27		
01-07-1991	2.28	18-04-1997	2.64	28-03-2007	6.23		
18-07-1991	1.97	23-05-1997	2.64	14-05-2007	5.71		
19-08-1991	1.92	16-06-1997	2.57	25-06-2007	5.68		
09-09-1991	2.19	17-07-1997	2.58	31-07-2007	6.12		
11-10-1991	2.17	19-08-1997	2.58	21-08-2007	6.13		
18-11-1991	2.37	12-09-1997	2.49	11-09-2007	6.12		
10-01-1992	2.82	15-10-1997	2.63	25-10-2007	6.13		
19-02-1992	3.16	22-01-1998	3.09	23-11-2007	6.11		
12-03-1992	2.45	12-02-1998	3.03	14-12-2007	6.13		
10-04-1992	2.50	20-04-1998	2.65	23-01-2008	6.19		
12-05-1992	2.12	22-05-1998	2.61	26-03-2008	6.23		
09-06-1992	2.11	30-06-1998	2.58	30-05-2008	4.69		
17-07-1992	2.01	27-07-1998	1.97	04-07-2008	5.89		
05-08-1992	2.21	29-09-1998	2.46	12-08-2008	5.68		
08-09-1992	2.18	28-10-1998	3.28	12-09-2008	5.87		
09-11-1992	2.47	27-11-1998	3.23	08-10-2008	5.77		
18-12-1992	2.38	17-12-1998	3.54	21-11-2008	5.81		
05-01-1993	2.65	13-01-1999	3.10	20-01-2009	5.98		
19-02-1993	2.73	23-02-1999	3.60	27-03-2009	5.89		

Tabla B-2 Registro histórico nivel piezométrico pozo P-HMI3.

Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico
18-05-1987	2.26	05-01-1993	2.66	17-12-1998	3.11	25-11-2009	2.72
08-06-1987	2.21	19-02-1993	2.74	13-01-1999	2.56	12-01-2010	3.48
21-07-1987	2.27	11-03-1993	2.89	23-02-1999	1.60	12-01-2010	3.48
06-08-1987	2.32	08-04-1993	2.79	15-03-1999	3.27	05-03-2010	3.74
15-09-1987	2.23	17-05-1993	2.77	25-05-1999	2.84	05-03-2010	3.74
15-10-1987	2.44	09-06-1993	2.88	26-07-1999	2.65	20-05-2010	3.47
12-11-1987	2.48	09-07-1993	2.76	23-08-1999	2.66	29-07-2010	3.40
16-12-1987	2.64	11-08-1993	2.74	13-09-1999	2.65	30-09-2010	3.18
11-01-1988	2.61	09-09-1993	2.52	16-11-1999	2.90	30-11-2010	3.14
09-02-1988	3.06	11-10-1993	2.42	13-12-1999	3.02	21-01-2011	3.36
18-03-1988	3.24	10-11-1993	2.54	16-01-2000	3.26	29-03-2011	3.46
12-04-1988	3.28	07-12-1993	2.61	11-02-2000	3.38	31-05-2011	3.06
25-05-1988	3.20	12-01-1994	2.63	09-03-2000	3.47	25-07-2011	3.21
30-06-1988	3.39	07-02-1994	2.85	22-05-2000	3.31	13-09-2011	3.29
18-07-1988	3.33	07-03-1994	2.92	18-07-2000	0.00	29-11-2011	2.99
26-08-1988	2.96	07-04-1994	3.00	14-03-2001	1.82	31-01-2012	3.25
20-09-1988	2.54	02-05-1994	2.97	10-07-2001	1.74	22-03-2012	3.46
17-10-1988	2.79	03-06-1994	2.99	21-11-2001	2.60	20-04-2012	3.39
18-11-1988	2.60	04-07-1994	2.80	09-01-2002	2.72	18-05-2012	3.44
29-12-1988	2.65	08-08-1994	2.88	10-05-2002	3.17	31-07-2012	3.24
18-01-1989	2.60	15-09-1994	2.88	29-07-2002	2.84	11-09-2012	3.01
14-02-1989	2.54	11-10-1994	2.89	30-09-2002	2.73	14-11-2012	2.97
28-03-1989	2.83	15-11-1994	2.99	12-11-2002	2.89	15-01-2013	3.29
17-04-1989	3.00	09-12-1994	3.12	07-01-2003	3.39	12-03-2013	3.48
15-05-1989	2.14	05-01-1995	2.88	17-03-2003	3.45	15-05-2013	3.52
28-08-1989	2.39	03-02-1995	2.88	15-05-2003	2.80	30-07-2013	3.33
26-09-1989	2.26	10-03-1995	2.89	17-07-2003	2.48	12-09-2013	3.13
16-10-1989	2.19	10-04-1995	2.98	15-09-2003	1.40	19-11-2013	2.94
21-11-1989	2.34	19-05-1995	2.83	17-11-2003	2.39	17-01-2014	3.22
26-12-1989	2.71	19-06-1995	2.70	09-01-2004	2.63	31-03-2014	3.22
11-01-1990	2.75	11-07-1995	2.67	16-03-2004	3.33	19-05-2014	3.37
20-02-1990	2.40	08-08-1995	2.78	07-05-2004	2.95	14-07-2014	3.38
27-03-1990	2.27	12-09-1995	2.70	06-07-2004	3.30	08-09-2014	2.92
20-04-1990	2.43	13-10-1995	2.59	06-09-2004	2.63	02-12-2014	2.82
14-05-1990	2.03	10-11-1995	2.46	23-11-2004	1.88	16-01-2015	2.77
04-06-1990	2.34	08-01-1996	2.53	26-01-2005	2.71	12-03-2015	3.19
18-07-1990	2.39	13-02-1996	2.69	16-03-2005	2.98	15-05-2015	3.53
14-08-1990	2.45	12-03-1996	2.75	19-05-2005	3.12		
07-09-1990	2.42	10-04-1996	2.92	19-07-2005	3.12		
08-10-1990	2.50	20-05-1996	2.70	16-09-2005	3.13		
07-11-1990	2.30	16-07-1996	2.86	25-01-2006	3.36		
17-12-1990	2.64	19-08-1996	2.83	17-03-2006	3.54		
10-01-1991	2.22	09-09-1996	2.98	22-05-2006	2.53		
12-03-1991	2.67	22-10-1996	2.41	28-07-2006	3.45		
09-04-1991	2.88	12-11-1996	2.48	12-09-2006	3.44		
10-05-1991	2.87	18-12-1996	2.58	15-11-2006	3.57		
01-07-1991	2.98	09-01-1997	2.76	22-01-2007	3.11		
18-07-1991	2.35	17-02-1997	2.99	28-03-2007	3.23		
19-08-1991	2.44	14-03-1997	2.86	14-05-2007	2.84		
09-09-1991	2.47	18-04-1997	2.98	31-07-2007	3.26		
11-10-1991	2.50	23-05-1997	2.88	11-09-2007	3.42		
18-11-1991	2.13	16-06-1997	2.77	23-11-2007	3.43		
10-01-1992	2.22	17-07-1997	2.78	23-01-2008	3.65		
19-02-1992	2.53	19-08-1997	2.78	26-03-2008	3.74		
12-03-1992	2.56	12-09-1997	2.47	30-05-2008	3.40		
10-04-1992	2.85	15-10-1997	2.64	04-07-2008	3.64		
12-05-1992	2.91	22-01-1998	3.45	12-09-2008	3.56		
09-06-1992	2.97	20-04-1998	3.07	08-10-2008	3.44		
17-07-1992	2.98	22-05-1998	3.05	21-11-2008	3.31		
05-08-1992	2.95	30-06-1998	3.32	20-01-2009	3.59		
08-09-1992	2.93	27-07-1998	3.06	27-03-2009	3.58		
14-10-1992	2.60	29-09-1998	2.62	06-05-2009	3.58		
09-11-1992	2.60	21-10-1998	2.67	22-07-2009	3.51		
18-12-1992	2.57	27-11-1998	2.63	28-09-2009	3.22		

Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico
18-05-1987	6.64	11-03-1993	6.44	26-07-1999	5.87	12-01-2010	5.87
08-06-1987	6.54	08-04-1993	6.32	23-08-1999	5.45	26-02-2010	5.94
21-07-1987	6.52	17-05-1993	6.30	13-09-1999	5.87	05-03-2010	5.86
06-08-1987	6.47	09-06-1993	6.29	16-11-1999	5.89	16-04-2010	5.86
15-09-1987	6.42	09-07-1993	6.26	13-12-1999	6.03	20-05-2010	5.85
15-10-1987	6.39	11-08-1993	6.22	16-01-2000	5.95	30-06-2010	5.82
12-11-1987	6.35	09-09-1993	6.21	11-02-2000	6.13	29-07-2010	5.79
16-12-1987	6.28	11-10-1993	6.21	22-05-2000	6.20	23-08-2010	5.78
11-01-1988	6.25	10-11-1993	6.15	18-07-2000	0.00	30-09-2010	5.76
09-02-1988	6.25	07-12-1993	6.15	14-03-2001	3.32	14-10-2010	5.77
18-03-1988	6.26	12-01-1994	6.19	10-07-2001	2.53	30-11-2010	5.75
12-04-1988	6.28	07-02-1994	6.24	21-11-2001	6.08	28-12-2010	5.77
25-05-1988	6.30	07-03-1994	6.23	09-01-2002	6.15	21-01-2011	5.48
30-06-1988	6.41	07-04-1994	6.15	10-05-2002	6.02	18-02-2011	5.81
18-07-1988	6.40	02-05-1994	6.09	29-07-2002	5.98	29-03-2011	5.61
26-08-1988	6.37	03-06-1994	6.05	30-09-2002	5.97	28-04-2011	5.80
20-09-1988	6.40	04-07-1994	6.06	12-11-2002	6.06	31-05-2011	5.67
17-10-1988	6.27	08-08-1994	6.06	07-01-2003	6.20	30-06-2011	5.74
18-11-1988	6.29	15-09-1994	6.04	17-03-2003	6.20	25-07-2011	5.75
29-12-1988	6.31	11-10-1994	6.03	15-05-2003	6.09	13-09-2011	5.79
18-01-1989	6.49	15-11-1994	6.04	17-07-2003	6.02	14-10-2011	5.68
14-02-1989	6.50	09-12-1994	6.08	15-09-2003	6.00	29-11-2011	5.72
28-03-1989	6.47	05-01-1995	6.11	17-11-2003	5.99	22-12-2011	5.75
17-04-1989	6.49	03-02-1995	6.11	09-01-2004	6.13	31-01-2012	5.62
15-05-1989	6.35	10-03-1995	6.16	16-03-2004	6.09	28-02-2012	5.72
28-08-1989	6.33	10-04-1995	6.16	07-05-2004	6.12	22-03-2012	5.79
26-09-1989	6.31	19-05-1995	6.15	06-07-2004	6.05	20-04-2012	5.79
16-10-1989	6.16	19-06-1995	6.12	06-09-2004	5.99	18-05-2012	5.77
21-11-1989	6.21	11-07-1995	6.10	23-11-2004	6.03	20-06-2012	5.72
26-12-1989	6.29	08-08-1995	6.07	26-01-2005	6.02	31-07-2012	5.70
11-01-1990	6.31	12-09-1995	6.04	16-03-2005	6.03	14-08-2012	5.69
20-02-1990	6.39	13-10-1995	6.01	19-05-2005	6.01	11-09-2012	5.65
27-03-1990	6.59	10-11-1995	6.01	19-07-2005	5.98	18-10-2012	5.67
20-04-1990	6.59	08-01-1996	6.08	16-09-2005	5.93	14-11-2012	5.68
14-05-1990	6.57	13-02-1996	6.12	23-01-2006	6.06	17-12-2012	5.71
04-06-1990	6.54	12-03-1996	6.12	17-03-2006	6.20	15-01-2013	5.80
18-07-1990	6.49	10-04-1996	6.04	22-05-2006	6.17	14-02-2013	5.42
14-08-1990	6.46	20-05-1996	6.06	28-07-2006	6.13	12-03-2013	5.87
07-09-1990	6.48	16-07-1996	6.02	12-09-2006	6.13	15-04-2013	5.79
08-10-1990	6.44	19-08-1996	6.01	15-11-2006	6.16	15-05-2013	5.83
07-11-1990	6.47	09-09-1996	6.01	22-01-2007	6.27	26-06-2013	5.74
17-12-1990	6.46	22-10-1996	6.05	28-03-2007	6.23	30-07-2013	5.74
10-01-1991	6.34	12-11-1996	6.07	14-05-2007	5.71	13-08-2013	5.76
12-03-1991	6.55	18-12-1996	6.09	25-06-2007	5.68	12-09-2013	5.70
09-04-1991	6.56	09-01-1997	6.10	31-07-2007	6.12	29-10-2013	5.72
10-05-1991	6.54	17-02-1997	6.15	21-08-2007	6.13	19-11-2013	5.73
01-07-1991	6.44	14-03-1997	6.13	11-09-2007	6.12	17-12-2013	5.75
18-07-1991	6.39	18-04-1997	6.14	25-10-2007	6.13	17-01-2014	5.77
19-08-1991	6.39	23-05-1997	6.11	23-11-2007	6.11	21-02-2014	5.81
09-09-1991	6.38	16-06-1997	6.08	14-12-2007	6.13	31-03-2014	5.81
11-10-1991	6.38	17-07-1997	6.07	23-01-2008	6.19	28-04-2014	5.80
18-11-1991	6.29	19-08-1997	6.07	26-03-2008	6.23	19-05-2014	5.77
10-01-1992	6.36	12-09-1997	6.04	30-05-2008	4.69	18-06-2014	5.75
19-02-1992	6.46	22-01-1998	6.07	04-07-2008	5.89	14-07-2014	5.62
12-03-1992	6.46	20-04-1998	5.92	12-08-2008	5.68	22-08-2014	5.72
10-04-1992	6.49	22-05-1998	5.90	12-09-2008	5.87	08-09-2014	5.70
12-05-1992	6.49	30-06-1998	5.88	08-10-2008	5.77	16-10-2014	5.69
09-06-1992	6.44	27-07-1998	5.86	21-11-2008	5.81	28-11-2014	5.72
17-07-1992	6.37	29-09-1998	5.89	20-01-2009	5.98	12-12-2014	5.73
05-08-1992	6.33	21-10-1998	5.91	27-03-2009	5.89	16-01-2015	5.72
08-09-1992	6.34	27-11-1998	5.79	26-05-2009	5.87	17-02-2015	5.75
14-10-1992	6.27	17-12-1998	6.35	25-06-2009	5.79	12-03-2015	5.63
09-11-1992	6.38	13-01-1999	5.86	22-07-2009	5.82	21-04-2015	5.31
18-12-1992	6.40	23-02-1999	6.04	28-09-2009	5.80	15-05-2015	5.71
05-01-1993	6.43	15-03-1999	6.67	26-10-2009	5.77		
19-02-1993	6.39	25-05-1999	5.95	25-11-2009	5.89		

Folio015506

Tabla B-4 Registro histórico nivel piezométrico pozo P-MA.

Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico
18-05-1987	9.13	12-09-1995	8.53	07-05-2004	8.55	02-12-2014	7.85
08-06-1987	9.08	13-10-1995	8.53	06-07-2004	8.06	16-01-2015	7.87
21-07-1987	9.04	10-11-1995	8.55	06-09-2004	8.10	15-05-2015	7.92
06-08-1987	8.47	08-01-1996	8.68	23-11-2004	8.11		
15-09-1987	8.65	13-02-1996	8.69	26-01-2005	8.20		
17-09-1987	5.39	12-03-1996	8.71	16-03-2005	8.22		
15-10-1987	8.61	10-04-1996	8.72	19-05-2005	8.07		
12-11-1987	5.14	20-05-1996	8.69	19-07-2005	8.05		
16-12-1987	5.11	16-07-1996	8.66	16-09-2005	7.63		
11-01-1988	5.17	19-08-1996	8.63	18-11-2005	8.07		
09-02-1988	5.11	09-09-1996	8.57	23-01-2006	6.14		
18-03-1988	4.85	22-10-1996	8.54	17-03-2006	8.32		
12-04-1988	4.77	12-11-1996	8.58	22-05-2006	8.22		
25-05-1988	4.67	18-12-1996	8.62	07-07-2006	6.20		
30-06-1988	4.39	09-01-1997	8.64	12-09-2006	8.52		
18-07-1988	4.27	17-02-1997	8.68	15-11-2006	8.34		
26-08-1988	3.90	14-03-1997	8.67	22-01-2007	8.43		
20-09-1988	3.85	18-04-1997	8.69	30-03-2007	8.39		
17-10-1988	3.90	23-05-1997	8.69	14-05-2007	7.62		
18-11-1988	3.86	16-06-1997	8.67	26-07-2007	8.09		
29-12-1988	4.17	17-07-1997	8.66	11-09-2007	8.12		
14-02-1989	9.00	19-08-1997	8.66	20-11-2007	8.15		
12-03-1992	8.88	12-09-1997	8.64	23-01-2008	8.21		
10-04-1992	8.87	15-10-1997	8.54	26-03-2008	8.24		
12-05-1992	8.85	22-01-1998	8.59	30-05-2008	7.45		
09-06-1992	8.83	12-02-1998	8.62	04-07-2008	6.72		
17-07-1992	8.81	20-04-1998	8.32	12-09-2008	7.08		
05-08-1992	8.83	22-05-1998	8.29	08-10-2008	8.05		
08-09-1992	8.77	30-06-1998	8.23	20-11-2008	8.19		
14-10-1992	8.73	27-07-1998	7.90	20-01-2009	8.14		
09-11-1992	8.87	29-09-1998	7.92	27-03-2009	8.15		
18-12-1992	8.89	21-10-1998	8.32	25-05-2009	8.08		
05-01-1993	8.90	27-11-1998	8.28	22-07-2009	8.05		
19-02-1993	8.84	17-12-1998	8.23	28-09-2009	8.14		
11-03-1993	8.87	13-01-1999	8.22	25-11-2009	8.09		
08-04-1993	8.88	23-02-1999	8.34	12-01-2010	8.11		
17-05-1993	8.87	15-03-1999	8.78	05-03-2010	8.07		
09-06-1993	8.84	25-05-1999	8.09	20-05-2010	8.12		
09-07-1993	8.81	10-06-1999	5.93	29-07-2010	7.96		
11-08-1993	8.80	26-07-1999	7.98	30-09-2010	7.98		
09-09-1993	8.78	23-08-1999	7.96	30-11-2010	7.99		
11-10-1993	8.73	13-09-1999	8.01	21-01-2011	7.98		
10-11-1993	8.69	16-11-1999	8.01	29-03-2011	8.07		
07-12-1993	8.71	16-01-2000	8.32	31-05-2011	8.02		
12-01-1994	8.72	11-02-2000	8.32	25-07-2011	7.96		
07-02-1994	8.74	09-03-2000	8.30	13-09-2011	7.87		
07-03-1994	8.75	22-05-2000	8.34	31-01-2012	7.99		
07-04-1994	8.73	18-07-2000	8.17	22-03-2012	8.09		
02-05-1994	8.71	14-03-2001	7.96	18-05-2012	8.00		
03-06-1994	8.69	10-07-2001	8.04	31-07-2012	7.87		
04-07-1994	8.62	21-11-2001	9.29	11-09-2012	7.86		
08-08-1994	8.61	09-01-2002	9.29	14-11-2012	7.84		
15-09-1994	8.59	10-05-2002	7.92	15-01-2013	8.08		
11-10-1994	8.60	29-07-2002	7.96	12-03-2013	8.14		
15-11-1994	8.63	30-09-2002	8.10	15-05-2013	8.13		
09-12-1994	8.64	12-11-2002	8.22	30-07-2013	7.88		
05-01-1995	8.66	07-01-2003	8.29	12-09-2013	7.87		
03-02-1995	8.66	17-03-2003	8.32	19-11-2013	7.92		
10-03-1995	8.71	27-05-2003	8.09	17-01-2014	8.00		
10-04-1995	8.68	17-07-2003	8.05	31-03-2014	8.02		
19-05-1995	8.68	15-09-2003	8.06	19-05-2014	7.88		
19-06-1995	8.66	17-11-2003	8.11	14-07-2014	7.93		
11-07-1995	8.64	09-01-2004	8.25	22-08-2014	7.88		
08-08-1995	8.58	16-03-2004	8.52	08-09-2014	7.87		

Folio015507

Tabla B-5 Registro histórico nivel piezométrico pozo P-PP.

Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico
18-05-1987	10.33	19-02-1993	9.81	17-12-1998	9.94	22-07-2009	9.43
08-06-1987	10.29	11-03-1993	9.88	13-01-1999	9.74	28-09-2009	9.54
21-07-1987	10.32	08-04-1993	9.89	23-02-1999	9.59	25-11-2009	7.57
06-08-1987	10.16	17-05-1993	9.89	15-03-1999	9.96	12-01-2010	9.47
15-09-1987	10.10	09-06-1993	9.89	25-05-1999	9.34	05-03-2010	9.40
15-10-1987	10.08	09-07-1993	9.89	10-06-1999	8.08	20-05-2010	9.07
12-11-1987	10.04	11-08-1993	9.88	26-07-1999	9.29	29-07-2010	8.79
16-12-1987	9.77	09-09-1993	9.88	23-08-1999	9.29	10-09-2010	9.36
09-02-1988	9.78	11-10-1993	9.85	13-09-1999	9.33	30-11-2010	9.33
18-03-1988	9.74	10-11-1993	9.76	16-11-1999	9.33	21-01-2011	9.35
12-04-1988	9.77	07-12-1993	9.75	13-12-1999	9.55	29-03-2011	9.37
25-05-1988	9.73	12-01-1994	9.76	16-01-2000	9.62	31-05-2011	9.41
30-06-1988	9.88	07-02-1994	9.76	11-02-2000	9.60	25-07-2011	9.37
18-07-1988	9.90	07-03-1994	9.75	09-03-2000	9.62	13-09-2011	9.30
26-08-1988	9.90	07-04-1994	9.73	22-05-2000	9.62	22-03-2012	9.38
20-09-1988	9.97	02-05-1994	9.72	18-07-2000	9.62	31-07-2012	9.30
17-10-1988	9.86	03-06-1994	9.73	14-03-2001	9.62	11-09-2012	9.29
18-11-1988	9.90	04-07-1994	9.75	10-07-2001	10.58	14-11-2012	9.32
29-12-1988	9.92	08-08-1994	9.76	21-11-2001	9.52	15-01-2013	9.45
18-01-1989	10.04	15-09-1994	9.73	09-01-2002	9.59	12-03-2013	9.45
14-02-1989	9.97	11-10-1994	9.72	10-05-2002	9.41	15-05-2013	9.37
28-03-1989	9.93	15-11-1994	9.73	29-07-2002	9.41	30-07-2013	9.32
17-04-1989	9.95	09-12-1994	9.74	30-09-2002	9.41	12-09-2013	9.26
15-05-1989	9.92	05-01-1995	9.76	12-11-2002	9.23	19-11-2013	9.34
28-08-1989	9.93	03-02-1995	9.76	07-01-2003	9.60	17-01-2014	9.34
26-09-1989	9.94	10-03-1995	9.75	17-03-2003	9.58	31-03-2014	9.32
16-10-1989	9.77	10-04-1995	9.71	15-05-2003	9.42	19-05-2014	9.29
21-11-1989	9.79	19-05-1995	9.73	17-07-2003	9.45	14-07-2014	9.30
26-12-1989	9.78	19-06-1995	9.73	15-09-2003	9.41	08-09-2014	9.31
11-01-1990	9.78	11-07-1995	9.72	17-11-2003	9.42	02-12-2014	9.30
20-02-1990	9.79	08-08-1995	9.73	09-01-2004	9.56	16-01-2015	9.30
27-03-1990	9.94	12-09-1995	9.74	16-03-2004	9.42	12-03-2015	9.26
20-04-1990	9.96	13-10-1995	9.72	07-05-2004	9.41	12-03-2015	9.26
14-05-1990	9.96	10-11-1995	9.76	06-07-2004	9.42	15-05-2015	9.10
04-06-1990	9.96	08-01-1996	9.73	06-09-2004	9.40		
18-07-1990	9.96	13-02-1996	9.75	23-11-2004	9.23		
14-08-1990	9.94	12-03-1996	9.74	26-01-2005	9.38		
07-09-1990	9.88	10-04-1996	9.74	16-03-2005	9.36		
08-10-1990	9.92	20-05-1996	9.72	19-05-2005	9.35		
07-11-1990	9.94	16-07-1996	9.73	19-07-2005	9.35		
17-12-1990	9.92	19-08-1996	9.71	16-09-2005	9.37		
10-01-1991	9.74	09-09-1996	9.75	17-11-2005	9.34		
12-03-1991	9.95	22-10-1996	9.74	23-01-2006	9.37		
09-04-1991	9.93	12-11-1996	9.77	17-03-2006	9.54		
10-05-1991	9.94	18-12-1996	9.71	22-05-2006	9.31		
01-07-1991	9.90	09-01-1997	9.73	28-07-2006	9.55		
18-07-1991	9.87	17-02-1997	9.72	12-09-2006	9.56		
19-08-1991	9.91	14-03-1997	9.71	15-11-2006	9.57		
09-09-1991	9.90	18-04-1997	9.72	22-01-2007	9.69		
11-10-1991	9.94	23-05-1997	9.71	28-03-2007	9.62		
18-11-1991	9.92	16-06-1997	9.65	14-05-2007	8.74		
10-01-1992	9.92	17-07-1997	9.73	31-07-2007	9.54		
19-02-1992	9.94	19-08-1997	9.73	11-09-2007	9.54		
12-03-1992	9.92	12-09-1997	9.73	23-11-2007	9.56		
10-04-1992	9.94	15-10-1997	9.73	23-01-2008	9.52		
12-05-1992	9.94	22-01-1998	9.49	26-03-2008	9.51		
09-06-1992	9.91	12-02-1998	9.44	30-05-2008	8.62		
17-07-1992	9.94	20-04-1998	9.48	04-07-2008	9.55		
05-08-1992	9.94	22-05-1998	9.44	12-09-2008	9.52		
08-09-1992	9.93	30-06-1998	9.50	08-10-2008	9.40		
14-10-1992	9.84	27-07-1998	9.47	21-11-2008	8.90		
09-11-1992	9.94	29-09-1998	9.61	20-01-2009	9.54		
18-12-1992	9.94	21-10-1998	9.62	27-03-2009	9.44		
05-01-1993	9.91	27-11-1998	9.34	25-05-2009	9.33		

Tabla B-6 Registro histórico nivel piezométrico pozo P-MA.

Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico	Fecha	Prof. nivel piezométrico
08-06-1987	5.56	02-05-1994	5.00	18-07-2000	5.23	31-01-2012	6.21
21-07-1987	5.49	03-06-1994	5.01	14-03-2001	5.36	22-03-2012	6.17
06-08-1987	5.46	04-07-1994	5.00	10-07-2001	5.28	18-05-2012	6.26
17-10-1988	4.95	08-08-1994	4.97	21-11-2001	5.27	31-07-2012	6.23
18-01-1989	5.02	15-09-1994	4.95	09-01-2002	5.35	11-09-2012	6.20
14-02-1989	4.97	11-10-1994	4.95	10-05-2002	5.33	14-11-2012	6.24
28-03-1989	4.98	15-11-1994	4.98	29-07-2002	5.27	15-01-2013	6.35
17-04-1989	5.00	09-12-1994	5.00	30-09-2002	5.26	12-03-2013	6.45
15-05-1989	4.94	05-01-1995	5.04	12-11-2002	5.36	15-05-2013	6.42
28-08-1989	4.85	03-02-1995	5.04	07-01-2003	5.45	30-07-2013	6.35
26-09-1989	4.81	10-03-1995	5.10	17-03-2003	5.63	12-09-2013	6.32
16-10-1989	4.79	10-04-1995	5.10	15-05-2003	5.43	19-11-2013	6.37
21-11-1989	4.62	19-05-1995	5.11	17-07-2003	5.39	17-01-2014	6.42
26-12-1989	4.60	19-06-1995	5.10	15-09-2003	5.35	27-03-2014	6.47
11-01-1990	4.60	11-07-1995	5.07	17-11-2003	5.39	19-05-2014	6.46
20-02-1990	4.64	08-08-1995	5.06	09-01-2004	5.53	14-07-2014	6.45
27-03-1990	4.86	12-09-1995	5.02	16-03-2004	5.52	08-09-2014	6.44
20-04-1990	4.85	13-10-1995	5.00	07-05-2004	5.51	02-12-2014	6.47
14-05-1990	4.88	10-11-1995	5.02	06-07-2004	5.47	16-01-2015	6.47
04-06-1990	4.87	08-01-1996	5.07	06-09-2004	5.45	12-03-2015	6.52
18-07-1990	4.82	13-02-1996	5.12	23-11-2004	5.38	15-05-2015	6.54
14-08-1990	4.76	12-03-1996	5.13	26-01-2005	5.53		
07-09-1990	4.74	10-04-1996	5.16	16-03-2005	5.57		
08-10-1990	4.72	20-05-1996	5.15	19-05-2005	5.58		
07-11-1990	4.71	16-07-1996	5.11	19-07-2005	5.53		
17-12-1990	4.74	19-08-1996	5.08	15-09-2005	5.50		
10-01-1991	4.66	09-09-1996	5.07	18-11-2005	5.52		
12-03-1991	4.90	22-10-1996	5.06	23-01-2006	5.60		
09-04-1991	4.90	12-11-1996	5.09	17-03-2006	5.76		
10-05-1991	4.90	18-12-1996	5.13	22-05-2006	5.77		
01-07-1991	4.86	09-01-1997	5.15	07-07-2006	5.75		
18-07-1991	4.83	17-02-1997	5.20	12-09-2006	5.73		
19-08-1991	4.80	14-03-1997	5.20	15-11-2006	5.76		
09-09-1991	4.80	18-04-1997	5.24	22-01-2007	5.91		
11-10-1991	4.77	23-05-1997	5.25	28-03-2007	5.85		
18-11-1991	4.77	16-06-1997	5.23	14-05-2007	5.55		
10-01-1992	4.85	17-07-1997	5.21	26-07-2007	5.77		
19-02-1992	4.91	19-08-1997	5.21	10-09-2007	5.80		
12-03-1992	4.93	12-09-1997	5.15	20-11-2007	5.81		
10-04-1992	4.98	15-10-1997	5.15	23-01-2008	5.88		
12-05-1992	5.01	22-01-1998	5.23	26-03-2008	5.93		
09-06-1992	4.99	12-02-1998	5.25	30-05-2008	5.58		
17-07-1992	4.96	20-04-1998	5.18	25-07-2008	5.92		
05-08-1992	4.92	22-05-1998	5.16	12-09-2008	5.90		
08-09-1992	4.89	30-06-1998	5.09	08-10-2008	5.80		
14-10-1992	4.78	27-07-1998	5.03	20-11-2008	5.95		
09-11-1992	4.85	29-09-1998	4.97	20-01-2009	5.93		
18-12-1992	4.86	21-10-1998	4.99	27-03-2009	5.96		
05-01-1993	4.86	27-11-1998	4.86	25-05-2009	6.00		
19-02-1993	4.88	17-12-1998	4.98	22-07-2009	5.96		
11-03-1993	4.94	13-01-1999	4.93	28-09-2009	5.93		
08-04-1993	4.98	23-02-1999	5.08	25-11-2009	5.95		
17-05-1993	5.01	15-03-1999	5.55	11-01-2010	6.00		
09-06-1993	5.00	25-05-1999	5.06	05-03-2010	6.13		
09-07-1993	4.99	10-06-1999	5.94	20-05-2010	6.07		
11-08-1993	4.99	26-07-1999	4.98	29-07-2010	6.09		
09-09-1993	4.97	23-08-1999	4.95	10-09-2010	6.08		
11-10-1993	4.93	13-09-1999	4.97	30-11-2010	6.12		
10-11-1993	4.90	16-11-1999	5.00	31-01-2011	6.20		
07-12-1993	4.91	13-12-1999	5.11	29-03-2011	6.08		
12-01-1994	4.95	16-01-2000	5.21	31-05-2011	6.13		
07-02-1994	4.98	11-02-2000	5.23	25-07-2011	6.08		
07-03-1994	4.99	09-03-2000	5.25	13-09-2011	6.11		
07-04-1994	5.01	22-05-2000	5.28	29-11-2011	5.38		

C. Prueba de bombeo de gasto constante pozos Hacienda María Isabel.

Folio015510

Tabla C-7 Prueba de bombeo gasto constante pozos P-HMI1B, P-HMI2B y P-HMI3B.

	P-HMI1B	P-HMI2B	P-HMI3B
Tiempo (min)	Profundidad nivel piezométrico (m)	Profundidad nivel piezométrico (m)	Profundidad nivel piezométrico (m)
0	8.5	3.68	5.19
1	13.9	9.62	13.5
2	16.43	11.24	17.64
3	19	12	18.23
4	20.24	12.92	19.78
5	21.11	14	20.72
6	21.69	15.32	21.53
7	22.23	16.2	22.56
8	22.59	17.08	23.46
9	23.07	17.98	24.5
10	23.72	18.85	25.38
12	24.4	19.2	26.41
14	24.78	19.75	27.34
16	25.07	20.07	27.8
18	25.3	20.78	27.99
20	25.59	21.8	28.12
25	26	22.15	28.18
30	26.41	23.25	28.27
35	26.66	23.15	28.35
40	26.85	23.46	28.43
45	27.06	23.55	28.5
50	27.28	23.94	28.56
60	28.3	24.26	28.62
70	29.12	24.31	28.67
80	29.4	24.4	28.71
90	29.7	24.46	28.75
100	30.44	24.47	28.81
110	30.86	24.48	28.87
120	31.3	24.52	28.92
180	32.68	25	29.03
240	33.14	25.08	29.53
300	33.41	25.08	30.03
360	33.43	25.09	30.13
420	33.47	25.14	30.27
480	33.5	25.17	30.32
540	33.6	25.19	30.37
600	33.83	25.2	30.4
660	33.8	25.2	30.41
720	33.8	25.2	30.41
780	33.95	25.2	30.41
840	34.53	25.24	30.42
900	34.92	25.3	30.42
960	34.93	25.38	30.43
1020	34.93	25.44	30.43
1080	35.27	25.44	30.43
1140	35.27	25.44	30.43
1200	35.28	25.44	30.44
1260	35.3	25.44	30.44
1320	35.32	25.44	30.44
1380	35.32	25.44	30.44
1440	35.32	25.44	30.44

Folio015511

D. Precipitación mensual estación meteorológica Caldera 1992-2015.

Folio015512

Tabla D-8 Precipitación mensual estación meteorológica Caldera.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992			9.6	0	18	9.5	0	0.5	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	1	48.5	0	84	0	0	0	0
1998	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0.5	0	0	0	0	2.4	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	2	32	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	1.5	0	0	0	11.5	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	24.5	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2015	0	0	10.5	0	0	0	15	4	0	0	0	0

E. Caudal medio mensual estación fluviométrica Angostura 1963-2014.

Folio015514

Tabla E-9 Caudal medio mensual estación fluviométrica Angostura. Recuadros de tonalidad amarilla indica caudales medio mensuales calculados por Razón q.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1963				0.08	0.11	0.12	0.18	0.18	0.21	0.19	0.14	0.10
1964	0.10	0.08	0.12	0.11	0.12	0.14	0.16	0.19	0.21	0.14	0.10	0.09
1965	0.09	0.08	0.07	0.09	0.13	0.16	0.13	0.13	0.14	0.12	0.11	0.09
1966	0.10	0.07	0.09	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.13	0.12	0.10
1967	0.09	0.10	0.11	0.13	0.15	0.15	0.15	0.16	0.15	0.13	0.11	0.10
1968	0.09	0.09	0.11	0.15	0.16	0.19	0.20	0.19	0.19	0.15	0.13	0.10
1969	0.08	0.08	0.09	0.11	0.13	0.14	0.15	0.18	0.13	0.11	0.10	0.08
1970	0.09	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.17	0.16	0.13	0.11	0.09	0.08
1971	0.08	0.08	0.11	0.15	0.15	0.16	0.18	0.18	0.14	0.11	0.10	0.09
1972	0.09	0.09	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.15	0.12	0.10	0.09
1973	0.09	0.11	0.11	0.14	0.16	0.16	0.19	0.16	0.11	0.12	0.11	0.09
1974	0.08	0.08	0.08	0.12	0.13	0.15	0.17	0.16	0.14	0.12	0.11	0.08
1975	0.07	0.07	0.08	0.12	0.13	0.15	0.13	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
1976	0.08	0.08	0.11	0.10	0.10	0.14	0.15	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09
1977	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	0.13	0.14	0.13	0.13	0.12	0.10	0.08
1978	0.08	0.11	0.13	0.14	0.13	0.16	0.17	0.15	0.14	0.13	0.10	0.09
1979	0.08	0.08	0.09	0.13	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.12	0.10	0.10
1980	0.09	0.10	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.19	0.13	0.13	0.10	0.09
1981	0.07	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.15	0.17	0.13	0.10	0.09	0.08
1982	0.06	0.06	0.07	0.10	0.12	0.15	0.16	0.15	0.12	0.09	0.10	0.09
1983	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.24	0.17	0.16	0.12	0.13	0.09	0.07
1984	0.06	0.08	0.11	0.12	0.13	0.42	1.09	0.88	1.56	2.35	2.62	3.74
1985	2.60	1.49	2.03	2.10	3.22	4.75	1.74	1.21	0.42	0.15	0.17	0.13
1986	0.07	0.07	0.10	0.12	0.18	0.20	0.17	0.17	0.14	0.12	0.09	0.08
1987	0.12	0.10	0.10	0.12	0.14	0.17	1.53	0.94	1.39	2.58	10.05	17.40
1988	15.30	10.75	8.72	10.06	7.79	5.84	4.47	3.41	2.45	1.06	0.61	0.38
1989	0.21	0.41	0.40	0.70	1.29	1.32	0.95	1.10	0.48	0.17	0.16	0.10
1990	0.11	0.12	0.14	0.18	0.20	0.23	0.24	0.24	0.21	0.18	0.15	0.10
1991	0.10	0.14	0.16	0.23	0.30	1.11	1.67	0.42	0.19	0.16	0.17	0.11
1992	0.08	0.13	0.19	0.20	0.25	0.25	0.23	0.24	0.24	0.18	0.09	0.09
1993	0.05	0.10	0.20	0.15	0.19	0.21	0.22	0.22	0.18	0.14	0.13	0.10
1994	0.09	0.12	0.16	0.19	0.21	0.23	0.23	0.23	0.18	0.17	0.12	0.06
1995	0.08	0.09	0.13	0.17	0.19	0.21	0.24	0.23	0.22	0.19	0.10	0.25
1996	0.31	0.27	0.14	0.18	0.21	0.21	0.21	0.18	0.09	0.09	0.10	0.10
1997	0.09	0.06	0.09	0.15	1.15	0.16	0.22	0.52	0.10	0.11	0.11	1.94
1998	6.31	4.29	4.18	3.28	2.81	2.63	1.87	0.78	0.20	0.09	0.05	0.05
1999	0.04	0.07	0.15	0.23	0.10	0.11	0.15	0.15	0.12	0.10	0.02	0.02

Folio015515

Tabla E-9 Caudal medio mensual estación fluviométrica Angostura. Recuadros de tonalidad amarilla indica caudales medio mensuales calculados por Razón q (continuación).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	0.02	0.03	0.07	0.11	0.13	0.22	0.16	0.14	0.14	0.11	0.09	0.07
2001	0.06	0.04	0.05	0.11	0.13	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.12	0.10
2002	0.06	0.04	0.07	0.12	0.15	0.16	0.16	0.17	0.14	0.13	0.12	0.09
2003	0.07	0.08	0.08	0.14	0.15	0.14	0.14	0.16	0.17	0.13	0.09	0.07
2004	0.06	0.08	0.12	0.13	0.19	0.13	0.17	0.18	0.13	0.11	0.08	0.07
2005	0.05	0.06	0.06	0.08	0.13	0.16	0.17	0.14	0.12	0.09	0.09	0.07
2006	0.09	0.08	0.07	0.14	0.11	0.14	0.13	0.14	0.13	0.09	0.10	0.08
2007	0.05	0.05	0.08	0.12	0.15	0.16	0.20	0.13	0.11	0.10	0.10	0.05
2008	0.04	0.03	0.06	0.16	0.18	0.14	0.12	0.04	0.13	0.14	0.09	0.05
2009	0.01	0.01	0.01	0.12	0.14	0.12	0.11	0.11	0.11	0.09	0.08	0.05
2010	0.04	0.04	0.04	0.12	0.16	0.12	0.13	0.14	0.14	0.09	0.06	0.04
2011	0.03	0.03	0.03	0.05	0.08	0.27	0.26	0.17	0.11	0.10	0.04	0.04
2012	0.04	0.05	0.04	0.10	0.13	0.13	0.10	0.11	0.11	0.09	0.05	0.04
2013	0.02	0.03	0.05	0.06	0.10	0.14	0.11	0.12	0.11	0.08	0.06	0.05
2014	0.05	0.06	0.05	0.08	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.07	0.07	0.06

Folio015516

F. Registro histórico parámetros fisicoquímicos pozos P-HMIc y P-HMI3.

Tabla F-10 Registro histórico parámetros fisicoquímicos pozo P-HMIc. Valores anómalos en color rojo.

Fecha toma	pH	Cond	Temperatura	Odisuelto	HCO3	SO4	Cl	NO3	Na	Ca	Mg	K
de muestra	unid	mu/cm	°C	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
12-09-1996		1597.0			258.1	525.4	79.0	1.9	102.1	162.0	45.4	7.4
18-12-1996	8.2	5815.0		1.7	314.3	2000.0	422.6	0.1	542.3	507.0	130.6	19.0
17-02-1997	7.5	6100.0		1.2	354.5	1950.0	527.9	0.5	519.8	558.9	150.9	19.6
16-05-1997	7.5	5500.0		2.3		2190.2	489.2	0.1	547.4	479.0	149.6	52.0
15-10-1997	7.9	6000.0	22.3					0.1				
22-01-1998	5.9		24.9					0.0				
20-04-1998	7.7	5000.0	22.2	1.0	210.7	1925.8	476.5	0.2	498.7	478.0	134.0	18.7
27-07-1998	6.8		18.7	1.0				0.1				
11-01-1999	5.5	4480.0	24.0	0.9	221.5	1900.0	414.8	0.1	2277.0	523.0	131.0	14.0
26-04-1999	5.1	454.0	21.2	2.2				0.2				
26-07-1999	7.4	4921.0	16.7	0.8	296.0	2325.0	394.7	0.1	530.0	510.0	145.5	15.0
27-01-2000		5280.0	21.1	1.0	384.2	2094.0	497.1	2.5	575.0	576.0	147.0	3.4
07-04-2000	7.6	4959.0	21.1	1.0	380.3	1950.0	500.7	0.0	500.0	588.0	159.0	15.0
17-07-2000	7.5	5004.0	19.0		365.9	2150.0	486.1	0.3	490.0	634.0	173.0	15.0
20-10-2000	7.3	4916.0	18.5	0.5	364.1	2100.0	500.7	0.2	471.0	591.0	151.0	15.7
15-01-2001	7.7	4690.0	24.4	1.9	309.0	2150.0	386.8	0.6	482.0	579.0	151.0	15.0
23-04-2001	7.9	4840.0	22.2	1.5	342.0	1900.0	442.7	0.3	490.0	585.5	147.6	15.3
10-07-2001	7.3	4974.0	19.2	1.7	358.8	2000.0	459.0	0.0	478.0	546.0	145.5	9.7
08-10-2001	6.7	5050.0	19.8	3.1	265.8	2300.0	422.5	0.1	522.5	565.0	141.0	20.5
09-01-2002	6.7	4800.0	21.9	2.8				0.1				
09-04-2002	6.8	5070.0	22.5	2.3	163.4	2450.0	403.4	0.3	531.0	559.0	146.0	15.0
29-07-2002	7.4	4830.0	19.4	5.8	273.9	2250.0	457.7	0.1	556.0	583.0	148.0	19.0
08-10-2002	8.0	5090.0	19.5	7.2	87.3	2200.0	540.1	0.2	603.0	503.0	148.0	18.0
06-01-2003	6.7	4810.0	21.8	3.0	256.4	2100.0	478.0	0.1	540.6	548.2	157.5	17.7
21-04-2003	7.5	4660.0	21.9	2.3	295.7	2279.7	436.1	0.3	500.3	591.1	144.2	13.5
17-07-2003	7.5	4960.0	18.8	5.7	268.3	2400.0	438.2	0.2	595.6	572.5	145.5	12.0
10-11-2003	6.8	4820.0	20.7	2.5	295.2	2339.2	467.6	0.0	544.9	549.7	158.7	19.2
05-01-2004	7.1	4680.0	21.8		312.8	2386.1	442.2	1.1	535.2	580.2	149.2	17.3
26-06-2004	7.6	4960.0	20.1	2.9	218.4	2324.9	451.0	0.2	492.0	564.8	168.9	14.4
27-10-2004	7.3	4940.0	20.4	2.4	299.4	2243.7	573.2	0.2	550.0	482.7	203.9	17.7
21-02-2005	7.7	5340.0	22.3	2.7	297.0	2210.6	584.8	0.4	535.8	514.4	173.2	18.9
17-06-2005	8.0	5300.0	21.3	2.3	164.9	2239.1	573.6	0.1	542.0	522.2	181.2	19.3
12-10-2005	7.6	6550.0	20.5	6.1	340.5	2726.5	1058.0	0.3	665.6	857.1	220.3	21.9
15-02-2006	7.6	7890.0	24.3	4.6	496.4	3161.6	1201.0	0.3	1191.6	580.4	260.0	26.3
16-06-2006	6.8	7460.0	20.7	3.4	484.3	2990.0	1193.0	0.1	1193.0	597.5	231.9	26.5
19-10-2006	7.3	8110.0	20.9	4.1	460.2	2942.4	1147.6	9.5	1192.6	600.0	233.6	24.9
15-02-2007	7.4	8990.0	22.3	2.9		3157.0	1133.9	0.8	1255.3	666.9	248.3	26.3
25-06-2007	7.1	7990.0	20.7	3.2		3400.0	1234.5	0.1	1127.8	753.9	231.9	24.6
25-10-2007	7.3	8170.0	19.9	5.3		330.0	1012.0	1.1	1149.1	312.9	18.4	26.9
22-02-2008	6.7	8440.0	21.3	1.8		3250.0	1018.1	0.8	799.0	815.3	248.7	25.0
27-06-2008	7.5	8360.0	20.0	2.8		4000.0	923.6	0.5	1467.8	732.6	259.7	26.8
21-11-2008	6.7	8250.0	20.1	3.1	236.0	3625.0	897.0	0.0	1440.2	516.7	319.8	22.8
02-07-2009	7.0	7930.0	21.6	2.0		3430.7	828.3	0.1	1179.7	524.2	252.5	25.1
26-10-2009	6.3	7880.0	21.3	4.9		5243.7	789.4	0.2	2169.5	457.7	292.4	22.8
22-10-2010	6.9	4890.0	21.6			1716.5	647.1	0.3	728.7	258.5	116.7	17.0
07-02-2013	5.8	5159.0	22.7			1858.7	541.9		812.0	464.8	112.8	16.7
13-06-2013	7.2	5050.0	21.0			1758.9	643.0		811.6	398.3	118.3	6.6
21-10-2013	7.5	4980.0	23.6	6.8		1792.3	604.6		733.6	382.9	116.9	

Folio015518

Tabla F-11 Registro histórico parámetros fisicoquímicos pozo P-HMI3.

Fecha toma de muestra	pH unid	Cond mu/cm	Temperatura °C	Odisuelto mg/l	HCO3 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	NO3 mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l
01-03-2010	7.4	4980.0	23.3	5.0		1506.3	650.3	0.3	686.8	290.3	109.3	19.4
23-06-2010	7.7	4790.0	21.2	3.9		1649.4	649.9	0.4	772.3	542.6	112.8	19.1
09-02-2011	6.9	5070.0	21.8	4.1		1845.8	648.2		707.7	409.8	108.0	18.6
21-10-2011	7.5	5184.0	21.5	4.9			615.1		718.6	390.9	111.3	18.7
28-02-2012	7.2	3868.0	27.1	1.8			653.8		758.4	412.9	125.3	19.2
25-06-2012	6.8	4660.0	16.5	0.9			639.9		768.2	386.7	117.5	17.1
29-10-2012	7.2	5146.0	20.6	2.7		1812.5	657.4		607.6	384.1	124.7	18.8
21-10-2013	7.5	4980.0	23.6	6.8		1792.3	604.6		733.6	382.9	116.9	18.3
17-02-2014	7.0	4750.0	24.2	2.0		1701.9	619.6		739.7	333.5	102.8	17.2
24-06-2014	7.1	5220.0	21.0	1.8		2080.4	469.6		757.1	360.5	117.8	17.8
30-10-2014	7.8	7418.0	21.3			1542.3	628.8		785.1	381.0	125.2	19.4

G. Metadatos imágenes satelitales.

Tabla G-12 Metadatos imágenes satelitales.

	Año Hidrológico Seco 2007-2008		Año Hidrológico Humedo 2010-2011	
	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Landsat Scene Identifier	LE70010792007229EDC00	LE70010792008024ASN00	LE70010792010205ASN00	LE70010792011016ASN00
Sensor Mode			BUMPER	BUMPER
Station Identifier	EDC	ASN	ASN	ASN
Day Night	DAY	DAY	DAY	DAY
WRS Path	1	1	1	1
WRS Row	79	79	79	79
Date Acquired	39311	39471	40383	40559
Start Time	2007:229:14:28:03.5473750	2008:024:14:28:22.8477500	2010:205:14:30:15.5255625	2011:016:14:31:20.3799999
Stop Time	2007:229:14:28:30.3015000	2008:024:14:28:49.6018124	2010:205:14:30:42.2796875	2011:016:14:31:47.1339999
Image Quality VCID 1	9	9	9	9
Image Quality VCID 2	9	9	9	9
Cloud Cover	0.0045	0.0001	0.022	0.105
Cloud Cover Quadrant Upper Left	0.0023	0.0001	0.0401	0.2655
Cloud Cover Quadrant Upper Right	0.0049	0.0001	0.0107	0.0002
Cloud Cover Quadrant Lower Left	0.0011	0.0001	0.0118	0.1531
Cloud Cover Quadrant Lower Right	0.0096	0.0002	0.0255	0.0013
Sun Elevation	37.0332909	55.4163399	32.01088333	57.28265381
Sun Azimuth	44.0269241	84.3743591	39.21689606	86.36179352
Scene Center Latitude	-27.42250 (27°25'20"S)	-27.43260 (27°25'57"S)	-27.43525 (27°26'06"S)	-27.43401 (27°26'02"S)
Scene Center Longitude	-70.83390 (70°50'02"W)	-70.91850 (70°55'06"W)	-70.74197 (70°44'31"W)	-70.74874 (70°44'55"W)
Full Aperture Calibration	N	N	N	N
Gain Band 1	L	L	L	L
Gain Band 2	L	L	L	L
Gain Band 3	L	L	L	L
Gain Band 4	L	L	H	L
Gain Band 5	L	L	H	L
Gain Band 6 VCID 1	L	L	L	L
Gain Band 6 VCID 2	H	H	H	H
Gain Band 7	L	L	H	L
Gain Band 8	L	L	L	L
Gain Change Band 1	LL	LL	LL	LL
Gain Change Band 2	LL	LL	LL	LL
Gain Change Band 3	LL	LL	LL	LL
Gain Change Band 4	LL	LL	HH	LL
Gain Change Band 5	LL	LL	HH	LL
Gain Change Band 6 VCID 1	LL	LL	LL	LL
Gain Change Band 6 VCID 2	HH	HH	HH	HH
Gain Change Band 7	LL	LL	HH	LL
Gain Change Band 8	LL	LL	LL	LL
Browse Exists	Y	Y	Y	Y

Tabla G-133 Metadatos imágenes satelitales (continuación).

	Año Hidrológico Seco 2007-2008		Año Hidrológico Humedo 2010-2011	
	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Data Category	NOMINAL	NOMINAL	NOMINAL	NOMINAL
Gap Phase Source	DE	DE	DE	DE
Gap Phase Statistic	-8.476589	3.101518	1.915068	14.920996
Data Type L1	L1T	L1T	L1T	L1T
Date L1 Product Generate	41933	41933	41933	41933
Elevation Source	GLS2000	GLS2000	GLS2000	GLS2000
Output Format	GEOTIFF	GEOTIFF	GEOTIFF	GEOTIFF
Ephemeris Type	DEFINITIVE	DEFINITIVE	DEFINITIVE	DEFINITIVE
Corner Upper Left Latitude	-26.46375 (26°27'49"S)	-26.46306 (26°27'47"S)	-26.46117 (26°27'40"S)	-26.46080 (26°27'38"S)
Corner Upper Left Longitu	-71.94159 (71°56'29"W)	-71.97465 (71°58'28"W)	-71.93551 (71°56'07"W)	-71.95354 (71°57'12"W)
Corner Upper Right Latitud	-26.49305 (26°29'34"S)	-26.49292 (26°29'34"S)	-26.49041 (26°29'25"S)	-26.49034 (26°29'25"S)
Corner Upper Right Longit	-69.53784 (69°32'16"W)	-69.57096 (69°34'15"W)	-69.51977 (69°31'11"W)	-69.53783 (69°32'16"W)
Corner Lower Left Latitude	-28.34898 (28°20'56"S)	-28.35094 (28°21'03"S)	-28.34911 (28°20'56"S)	-28.34330 (28°20'35"S)
Corner Lower Left Longitu	-71.99198 (71°59'31"W)	-72.02569 (72°01'32"W)	-71.98587 (71°59'09"W)	-72.00406 (72°00'14"W)
Corner Lower Right Latitud	-28.38072 (28°22'50"S)	-28.38329 (28°22'59"S)	-28.38080 (28°22'50"S)	-28.37531 (28°22'31"S)
Corner Lower Right Longit	-69.54708 (69°32'49"W)	-69.58077 (69°34'50"W)	-69.52870 (69°31'43"W)	-69.54705 (69°32'49"W)
Panchromatic Lines	13941	13961	13961	13921
Panchromatic Samples	15981	15981	16061	16061
Reflective Lines	6971	6981	6981	6961
Reflective Samples	7991	7991	8031	8031
Thermal Lines	6971	6981	6981	6961
Thermal Samples	7991	7991	8031	8031
Ground Control Points Mo	188	81	187	82
Geometric RMSE Model	4.078	5.337	4.2	6.63
Geometric RMSE Model X	1.95	4.207	1.947	3.364
Geometric RMSE Model Y	3.581	3.284	3.722	5.713
Map Projection L1	UTM	UTM	UTM	UTM
Datum	WGS84	WGS84	WGS84	WGS84
Ellipsoid	WGS84	WGS84	WGS84	WGS84
UTM Zone	19	19	19	19
Grid Cell Size Panchromati	15	15	15	15
Grid Cell Size Reflective	30	30	30	30
Grid Cell Size Thermal	30	30	30	30
Orientation	NORTH_UP	NORTH_UP	NORTH_UP	NORTH_UP
Resampling Option	CUBIC_CONVOLUTION	CUBIC_CONVOLUTION	CUBIC_CONVOLUTION	CUBIC_CONVOLUTION
Scan Gap Interpolation	2	2	2	2

INFORME 2009 MONITOREO HUMEDAL

MONITOREO AMBIENTAL
HUMEDAL DESEMBOCADURA DEL RÍO COPIAPÓ

INFORME ANUAL 2009

PREPARADO POR:

PROGRAMA DE MEDIO AMBIENTE

FUNDACIÓN CHILE

GERENCIA DE MEDIO AMBIENTE

COMPAÑÍA CONTRACTUAL MINERA CANDELARIA

MARZO 2010



Folio015524

TABLA DE CONTENIDO

1 PRESENTACION....4

2 OBJETIVOS....5

2.1 Objetivo General....5
2.2 Objetivos Específicos....5

3 METODOLOGÍA....6

3.1 Evaluación exploratoria de la condición ambiental del humedal....7
3.2 Evaluación y seguimiento de la condición de salud del humedal....9
3.3 Estado de salud del humedal....17

4 RESULTADOS....19

5 ETAPA 1: Evaluación Exploratoria de la Condición Ambiental....19

5.1 Exploración General....19
5.2 Chequeo de Terreno....24
5.3 Clasificación del Humedal....28
5.4 Evaluación de Riesgo....30
5.5 Establecimiento de las Áreas de Evaluación....33

6 ETAPA 2: Evaluación y Seguimiento de la Condición de Salud....35

6.1 Atributo 1: Paisaje, área de influencia y buffer....35
6.2 Atributo 2: Hidrología....37
6.3 Atributo 3: Estructura Física....45
6.4 Atributo 4: Estructura Biótica....48

7 Estado de Salud: Humedal Desembocadura Río Copiapó año 2009....56

7.1 Puente Puerto Viejo - Estuario No Salino Persistente....56
7.2 Desembocadura del río Copiapó – Estuario Estacional....57

8 Tendencia de Salud Humedal Desembocadura Río Copiapó año 2009....58

9 Apoyo al Programa de Extensión GEF Isla Grande Atacama....59

10 Anexos....62

Folio015525

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características de terreno que delimitan el área de evaluación 8
Figura 2. Atributos y métricas ambientales considerados en la evaluación 10
Figura 3. Puntos de muestreo de agua y sedimento 12
Figura 4. Transectas de censos de Avifauna 15
Figura 5. Calculo de puntaje Humedal 17
Figura 6. Valorización para cada atributo 17
Figura 7. Categoría de Humedales 17
Figura 8. Localización regional del sector en estudio 20
Figura 9. Localización específica humedal río Copiapó 21
Figura 11. Ficha de Información básica del humedal 25
Figura 12. Superficie de sectores Incendiados, (A) Incendio asociado al camino interno que bordea el humedal, superficie 1,5 há; (B) Sector asociado al Puente Puerto Viejo, 15 Há. de superficie afectada ... 26
Figura 13. Sector asociado al Puente Puerto Viejo afectado por el Fuego en el mes de octubre 27
Figura 14. Estuario del río Copiapó, sub-tipo humedal estuarino estacional 29
Figura 15. Estuario río Copiapó, sub-tipo humedal estuarino no salino persistente 29
Figura 21. Áreas de evaluación para el monitoreo de la desembocadura del río Copiapó 34
Figura 23. Caudales observados en el estuario del río Copiapó en el año 2009 38
Figura 24. Intrusión salina en el estuario del río Copiapó, verano de 2009 39
Figura 25. Intrusión salina en el estuario del río Copiapó, primavera 2009 40
Figura 27. Composición del riesgo por elemento y sector 43
Figura 29. Consecuencia inmediata de los incendios en la estructura física de las áreas evaluadas 45
Figura 30. Resultados del atributo físico y área de influencia de cada AE 46
Figura 31. Efecto inmediato del fuego en capas vegetales 49
Figura 32. Inicio del rebrote desde lignotuber, crecimiento observado en primavera 50
Figura 33. Germinación de nuevas plántulas y rebrote de pies quemados 51
Figura 34. Inicio del rebrote de *Arundo donax* a partir de lignotuber 52
Figura 35. Estructura biótica horizontal observada en el subtipo estuario salino no persistente 53
Figura 36. Distribución espacial de atributos bióticos en las áreas de evaluación del humedal 54
Figura 40. Registro fotográfico de actividades de Difusión 61

1 PRESENTACION

El Fondo Global para el Medio Ambiente (GEF) implementado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y coordinado en Chile por la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). Tiene como parte de sus objetivos del período 2005 - 2010, la creación de Áreas Marinas y Costeras Protegidas de Múltiples Usos (AMCP-MU),

En Chile actualmente existen 3 AMCP-MU, ubicadas en las regiones de Magallanes, Los Lagos y Atacama. En esta última región, específicamente en la comuna de Caldera, se encuentra el AMCP-MU, "Isla Grande de Atacama" (IGA), declarada como tal en el año 2005 y que se extiende desde el Morro Copiapó por el norte hasta la desembocadura del río Copiapó por el Sur, abarcando 36 kilómetros de camino costero.

El presente informe expone los resultados del "Programa de Monitoreo del Humedal del Río Copiapó" única iniciativa ambiental ejecutada en el área protegida, como parte del **Compromiso Voluntario** suscrito por Minera Candelaria Asociado a la Resolución Exenta Nº 273/08, del 01 de septiembre de 2008, de la COREMA Región de Atacama, la cual aprobó la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto "Acueducto Chamonate - Candelaria".

El objetivo principal es entregar el estado actual de la condición y evolución del estado de salud del humedal en el transcurso de 11 años, según el acuerdo suscrito por Compañía Contractual Minera Candelaria en la Resolución de Calificación Ambiental del Proyecto Acueducto Candelaria Chamonate,

El presente informe, contiene el desarrollo del monitoreo realizado en la estación seca y húmeda del año 2009 y evalúa los componentes ecológicos y de paisaje en el territorio, utilizando Sistemas de Información Geográfica (en adelante SIG) para orientar al diagnostico de la condición ambiental actual de humedal.

Conjuntamente, se definen las áreas de evaluación a escala sitio específica y se implementa un plan de monitoreo del humedal Copiapó para obtener un estado de salud basado en métricas indicativas y representativas del sistema.

Es así como Minera Candelaria y Fundación Chile, en su constante interés por apoyar proyectos que benefician a la comunidad y al medio ambiente, este apoyo fortaleció el programa de extensión del proyecto GEF Marino, III Región, mediante la iniciativa de colaboración GEF-CCMC-FCH., en la cual se financio a los monitores y se presto apoyo logístico.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Elaboración de un sistema de monitoreo costo efectivo del Humedal del Río Copiapó durante la vida útil de proyecto Acueducto Chamonate Candelaria, que permita su seguimiento en el tiempo, dando cuenta del estado de salud del sistema.

2.2 Objetivos Específicos

Realizar levantamiento de información de aspectos espaciales, físico-químicos y bióticos del humedal incluyendo:

Aspectos Espaciales

- Evaluar la conectividad del paisaje, a fin de verificar el potencial de corredor biológico.
- Identificación de factores hidrodinámicos estaciónales que inciden en el volumen y superficie de los cuerpos de agua.

Aspectos Físico-químicos

- Realizar un seguimiento en las dos temporadas críticas del sistema de los parámetros in situ de calidad de agua (temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos).
- Determinación de la concentración de elementos contaminantes (metales pesados, contaminación orgánica y otros respecto a la norma chilena NCH Nº 1333 "Requisitos Generales de Aguas Destinadas a la Vida Acuática").
- Determinación de la calidad de aguas respecto a las norma de riego vigente en Chile, incluyendo además, los siguientes parámetros: nitritos, nitratos, fósforo total, amonio, nitrógeno total y fósforo total, aceites y grasas, hidrocarburos totales, DQO y DBO5, coliformes totales, detergentes, turbiedad, transparencia SECCHI, según NCH Nº 409.

Aspectos Biológicos

- Revisión de las líneas bases de flora y fauna existentes para el humedal.
- Actualización de la categoría de especies vegetales (invasoras o nativas) presentes en el humedal.
- Establecimiento de métricas de estado, asociadas a los Recursos Naturales (RRNN) que permitan un seguimiento del humedal en el tiempo de manera costo efectiva.

3 METODOLOGÍA

La metodología que se describe a continuación, surge como resultado de un exhaustivo análisis de los métodos y mecanismos existentes en la literatura internacional que han sido ampliamente utilizados para la evaluación y monitoreo de la condición ambiental de humedales. De esta manera, de una variada gama de metodologías se han seleccionado algunos documentos claves para el presente proyecto, los cuales han sido utilizados como referencia en el marco de la propuesta metodológica. Entre éstos se pueden mencionar:

(i) Revisión de métodos Internacionales para la Evaluación Rápida de Humedales (desarrollada por Fenecí, 2004).
(ii) Método de Evaluación Integrada Ecológica para la Mitigación de Humedales (Fafer Langendöen, Nature Serve, 2006).
(iii) Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica (CONAMA 2006).
(iv) Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales (SAG 2006).
(v) Metodología EMA, Evaluación y monitoreo ambiental de humedales (SAG, 2009)

Adicionalmente a lo anterior, la propuesta metodológica incorpora otros mecanismos de análisis bajo distintos niveles, lo que permitirá avanzar progresivamente en función de los resultados de cada etapa con el fin de orientar la toma de decisiones y la utilización eficiente de los recursos disponibles.

En este contexto, la metodología propuesta se divide en dos grandes etapas:

1. Evaluación exploratoria de la Condición Ambiental del humedal.

2. Evaluación y seguimiento de la Condición de salud del humedal.

El proyecto comienza con una evaluación exploratoria a nivel de microcuenca que evalúa los componentes ecológicos y de paisaje en el territorio utilizando Sistemas de Información Geográfica (en adelante SIG) para orientar un rápido diagnóstico en terreno de la condición ambiental del humedal.

Posteriormente se definen las áreas de evaluación (AE) a escala sitio específica e implementa un plan de monitoreo del humedal para obtener un estado de salud basado en métricas indicativas y representativas del sistema.

Folio015529

3.1 Evaluación exploratoria de la condición ambiental del humedal

La evaluación exploratoria consiste en determinar la condición ambiental del humedal, ésta se realizará en varias etapas:

- Trabajo de gabinete: Contempla la recopilación y análisis de los antecedentes disponibles en el área de estudio.

- Inspección general del humedal: Mediante la aplicación de un chequeo rápido en terreno, donde se evaluará visualmente presencia o ausencia de un posible efecto negativo significativo otorgando una visión general del área a evaluar.

- Determinación de la condición ambiental del humedal bajo el enfoque de microcuenca, esto se realizará a través de los tres análisis siguientes:

3.1.1 Clasificación del humedal

Una de las consideraciones claves en el desarrollo de métodos de evaluación rápida es la definición del tipo de humedal y la necesidad de la clasificación a nivel regional, ya que esto evita desarrollar diferentes métodos para una misma clase.

En este contexto se propone realizar la clasificación del humedal utilizando el siguiente criterio de selección:

- **Criterios Internacionales de Clasificación de Humedales en base a la Hidro-Geomorfología (HGM):** (U.S. Army Corps of Engineers, 1995 y Bradley, 2005), ha sido ampliamente utilizado y permite la comparación de humedales de diferentes continentes, así como la utilización de humedales de referencia fuera del territorio de evaluación para su calibración y monitoreo de los esfuerzos de su restauración o mitigación del riesgo.

3.1.2 Análisis de riesgo

El análisis del riesgo del territorio, se define como el grado en el cual un humedal es susceptible a sufrir daño como resultado de un peligro, se utilizará principalmente para:

1. Definir áreas críticas del humedal y su entorno desde el punto de vista de su fragilidad y susceptibilidad a la alteración antrópica.

2. Entregar una rápida visión sistémica de los peligros asociados a cada humedal dentro de los límites de su microcuenca, sean estos perturbaciones, actividades económicas y/o agentes estresores, entre otros.

3. Permitir orientar un plan de monitoreo indicador y representativo del estado de salud según los peligros identificados en cada microcuenca, de manera de lograr una evaluación consistente con las actividades presentes en el entorno.

El análisis de riesgo se realizará utilizando SIG basado en geoinformación disponible por Fundación Chile y CCMC, así como otras fuentes para realizar un álgebra de imágenes relativo a criterios espaciales que permiten identificar zonas más susceptibles a sufrir daño dentro del territorio evaluado.

3.1.3 Establecimiento de las áreas de evaluación (AE)

Las áreas de evaluación son porciones representativas del humedal que serán evaluadas en el trabajo de campo. Su establecimiento es uno de los pasos críticos en la implementación de métodos rápidos de evaluación ya que una mala selección del área podrá generar datos de baja replicabilidad y falta de asociación entre las perturbaciones y las medidas de manejo.

Para la definición de las AE se utilizará una imagen de alta resolución (QuickBird multibanda, RGB+NIR) que abarque toda el área de estudio. Esta imagen es parte fundamental en la aplicación del método, ya que se utilizará para la obtención de la mayoría de los atributos del paisaje, así como para la obtención de atributos bióticos, lo que permitirá un ahorro sustancial de tiempo y recursos. Las imágenes no deben tener una antigüedad mayor a los dos años.

El establecimiento de estas áreas se realiza al concluir la etapa I de evaluación exploratoria, para delimitar las áreas de evaluación se debe basar en el mapa de riesgo del humedal y características del terreno (Figura 1).

Figura 1. Características de terreno que delimitan el área de evaluación

Ribereños, Estuarios y de Escorrentía
• Diques • Fuentes puntuales • Estructuras de control de altura del agua • Cambios mayores en los cursos de los ríos • Confluencia de canales importantes • Caídas de agua • Transición entres clases de humedales • Estructuras de control de flujo • Aguas abiertas de mas de 50 metros de ancho en los remansos

3.1.4 Tamaño recomendado para el área de evaluación

El tamaño recomendado por área de evaluación, debe ser de 0,1 a 1 Ha, de forma hexagonal cuya suma de superficies represente entre un 5 al 10%.

Folio015531

3.2 Evaluación y seguimiento de la condición de salud del humedal

Una vez determinadas las áreas de evaluación se debe realizar una inspección de terreno, cuya finalidad será obtener un primer diagnóstico de la condición del estado de salud mediante la aplicación de una ficha de evaluación rápida para los sectores más vulnerables. De esta manera, el encargado en aplicar la ficha obtendrá una aproximación a la condición del humedal que servirá como estado inicial para determinar el plan de monitoreo a implementar en el humedal.

El contar con un sistema de evaluación rápido, contribuye en el proceso de predecir y evaluar el cambio en la salud del humedal, con especial hincapié en la aplicación de técnicas de "alerta temprana" mediante indicadores. La aplicación acertada de indicadores y la valoración de la respuesta de éstos es esencial para seleccionar, analizar y basar las decisiones adoptadas.

3.2.1 Implementación Plan de Monitoreo

A partir de la imagen satelital y la evaluación en terreno, se obtendrán algunas variables físicas y biológicas de relevancia para conocer el estado de salud del humedal. La evaluación sistemática de atributos y métricas permitirá obtener el puntaje de la condición ambiental de los siguientes atributos ambientales:

Los atributos y métricas se obtendrán en dos períodos críticos del humedal, estos corresponden al periodo de mayor estrés hídrico (marzo) y a la época de crecimiento tardío de la vegetación (fines de septiembre). Por lo tanto se realizarán dos campañas de muestreo anuales:

- Campaña estación seca (Marzo)
- Campaña estación húmeda (Octubre)

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a los de ambas campañas, dando cuenta de la condición general del sistema para el año 2009.

En cada una de las áreas de evaluación ya establecidas, se procedió a obtener las siguientes variables físicas y biológicas de relevancia para conocer el estado de salud del humedal. Esta evaluación sistemática de atributos y métricas permitió obtener el puntaje de la condición ambiental en base a los siguientes atributos ambientales que se muestran en la figura 2.

Figura 2. Atributos y métricas ambientales considerados en la evaluación

ATRIBUTOS		MÉTRICAS
Paisaje, área de influencia y buffer		Conectividad del área de influencia en las AE
		Porcentaje del AE con Buffer
		Promedio del ancho del Buffer
		Condición del Buffer
Hidrología		Fuente de agua
		Hidroperiodo
		Conectividad hidrológica
		Físico- químicas
		Químicas y Microbiológicas (Análisis Qco. de agua y sedimento)
Estructura	**Físicas**	Riqueza estructural de los parches
		Complejidad topográfica
	Bióticas	Comunidad Vegetal
		Número de capas de plantas presentes
		Número de especies co-dominantes
		Porcentaje de invasión
		Intercepción horizontal y zonificación
		Estructura biótica vertical

3.2.2 Paisaje

Los atributos del buffer y paisaje guardan relación con la conectividad y el porcentaje del área de evaluación, ancho promedio y condición del buffer, estableciendo el buffer como el área de influencia en la cual está el área de evaluación. La mayoría de los atributos del paisaje, son obtenidos a través de SIG, lo que reduce el tiempo de obtención, y aporta los diseños para la evaluación en terreno.

3.2.3 Hidrología

La hidrología incluye la fuente, cantidad y movimiento de las aguas, sumado al flujo de transporte de sedimento. Siendo la hidrología uno de los determinantes directos más importantes de la función del humedal (Mitsh y Gossenlink 1993)6. La hidrología de un humedal afecta directamente muchos procesos físicos, incluido el ciclo de nutrientes, quelación en el sedimento y la filtración de contaminantes (Richard et al 20027 y Sanderson et al 20008).

[6] Mitch, W.J. and J.G. Gosselink. 1993. Wetlands. New York, Van Nostrand Reinhold.

[7] Richards, K., J. Brasington, and F. Hughes. 2002. Geomorphic dynamics of floodplains: ecological implications and a potential modeling strategy. *Freshwater Biology* 47(4):559- 579.

[8] Sanderson, E.W., S.L. Ustin, and T.C. Foin. 2000. The influence of tidal channels on the distribution of salt marsh plant species in Petaluma Marsh, CA, USA. Plant Ecology 146:29-41.

Folio015533

Esta variable es uno de los factores claves de los ecosistemas del tipo humedal, la vegetación característica de estos ecosistemas, da cuenta de la disponibilidad de fuentes de agua, la emergencia de especies tolerantes a la salinidad es una respuesta de estos sistemas a la intrusión salina y el aumento del área de usos de este tipo de especies vegetales (salino-tolerantes) en el humedal, es medido en los atributos biológicos de la metodología EMA.

a. Métricas Físico-Químicas y Microbiológicas

Dentro de las variables hidrológicas se obtuvieron de las tres estaciones de monitoreo las siguientes métricas físico-químicas y microbiológicas de agua:

- pH
- OD
- Conductividad
- Salinidad
- Potencial de Oxido Reducción
- Temperatura
- NCH1333
- NCH409

Además, se colectarán tres muestras de agua y tres de sedimento para análisis de laboratorio en la temporada de evaluación (temporada seca y temporada de crecimiento tardío) con objeto de comparar con los valores del puntaje final del sistema y poder establecer el grado de correlación existente entre el estado de salud del humedal con las variables evaluadas.

Estos valores se pueden comparar con los parámetros establecidos en la normativa de calidad secundaria de las aguas por cuencas en el caso de los ríos y con los valores de calidad de las aguas según clase de CONAMA.

b. Campañas de muestreo de calidad de agua y sedimento

Se obtendrán tres muestras de agua superficial dos veces al año para su análisis químico en un laboratorio certificado. Los sitios de muestreo serán las tres estaciones ya utilizadas en estudios anteriores[9], denominadas Puente, Chacra y Desembocadura (Figura 3).

Se obtendrán dos muestras compuestas de sedimento con el propósito de caracterizar, establecer valores de referencia y nivel de asociación con el estado de salud del humedal.

Para las muestras de agua se analizarán los parámetros ya mencionados de la NCh1333/78 (Norma Chilena de Riego) y aquellos adicionales contemplados NCh409/98 (Norma Chilena de Agua Potable).

Adicionalmente se obtendrán parámetros *in situ* en cada estación de parámetros tales como: pH, Oxígeno disuelto, Conductividad, Nitrito, Nitratos, Amonio, obtenidos con equipo multiparámetro de ión selectivo, Transparencia de secchi.

Los valores serán comparados con los valores de calidad de las aguas según clase de CONAMA 200510, NCH1333 y NCH409.

[9] Andrade,2007. Conservación de la Biodiversidad de Importancia mundial a lo Largo de la Costa Chilena

Folio015534

Figura 3. Puntos de muestreo de agua y sedimento



[10] CONAMA 2005. Guía CONAMA Para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales y Marinas.

Folio015535

3.2.4 Estructura Física

La riqueza estructural y la complejidad topográfica se definen como la organización espacial de la superficie que proporciona el hábitat para la biota (Maddock 199911). Referida a la riqueza de los parches presentes en el área evaluada, corresponde al número de superficies físicas diferentes o diversas características que puedan proporcionar el hábitat para especies acuáticas o especies riparianas.

3.2.5 Estructura Biótica

La estructura biótica, considera información existente de la comunidad descrita e incorpora censos en cada campaña de terreno. Incluye además, la vegetación viva y su distribución, ya que influencia fuertemente la calidad y riqueza biológica de un área.

Se evalúa dentro de esta métrica, de comunidad vegetal basada en la presencia de diversas capas de vegetación y la variedad e intercepción de los parches de vegetación, seleccionados en base a criterios de dominancia, altura o textura. La intercepción permite la obtención de variables del efecto borde.

Comunidades vegetales nativas más ricas en flora y fauna tienden a ser asociadas a la mayor división en zonas y a más intercepción de las zonas de las especies vegetales.

a. Censos de Avifauna

La determinación taxonómica de los animales y la confección del catastro se realizó mediante consulta a la siguiente bibliografía:

- Para Aves: Araya, B. & G. Millie. (1991) y Jaramillo *et al*. (2003).

Tanto para las especies directamente observadas como aquellas potenciales derivadas de evidencias indirectas, se identificó su grado de amenaza, endemismo e importancia relativa de acuerdo con la Ley de Caza N° 19.473 descrito por la Cartilla de Caza del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2009) y el "Libro Rojo de los Vertebrados de Chile" (Glade 1993).

En el caso de algunas especies encontradas en que no aparezcan descritas su categoría de estados de conservación (SAG 2009, Glade 1993), la señalaremos como NO DEFINIDA (ND).

La clasificación se detalla a continuación:

- EN PELIGRO (P): Taxa en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando. Se incluyen taxa cuyas poblaciones han sido reducidas a un nivel crítico o cuyo hábitat ha sido reducido tan drásticamente que se considera que están en inmediato peligro de extinción. También se incluye taxa que posiblemente ya están extinguidos, pero que han sido vistos en estado silvestre dentro de los últimos 50 años.

[11] Maddock, I. 1999. The Importance of Physical Habitat Assessment for Evaluating River Health.*Freshwater Biology* 41:373-391.

- VULNERABLE (V): Estado de conservación donde se supone que la especie pasará en el futuro cercano a la categoría EN PELIGRO si los factores causales de la amenaza continúan operando. Especie que tiene un 10% de probabilidad de extinción dentro de los próximos 100 años. Se incluyen taxa de los cuales la mayor parte o todas las poblaciones están disminuyendo debido a la sobreexplotación, destrucción amplia del hábitat u otras alteraciones ambientales; taxa con poblaciones que han sido seriamente agotadas y cuya protección definitiva no está aún asegurada y taxa con poblaciones que son aún abundantes, pero que están bajo amenaza por acción de factores adversos severos a través de su área de distribución.

- RARAS (R): Especie cuya población mundial es pequeña, que no se encuentra actualmente EN PELIGRO, ni es VULNERABLE, pero que está sujeta a cierto riesgo. Estos taxa se localizan normalmente en ámbitos geográficos o hábitat restringidos o tienen una bajísima densidad a través de una distribución más o menos amplia.

- INADECUADAMENTE CONOCIDAS (I): Especie que se supone pertenece a alguna de las categorías anteriores, pero no se tiene certeza, debido a la falta de información.

- FUERA DE PELIGRO (F): Taxa que antes estuvo incluido en una de las categorías anteriores, pero en la actualidad se considera relativamente segura debido a la adopción de medidas efectivas de conservación o a la amenaza que existía ha sido eliminada.

- DAÑINA (D): Especie de fauna silvestre considerada perjudicial o dañina para las actividades silvoagropecuarias y para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales, que podrán ser cazadas o capturadas en cualquier época de año (SAG, 2006).

- ENDEMICA (EN): Taxa que están restringidas a un área relativamente pequeña o a un biótopo poco frecuente o raro. Propias de una región particular o zona (Cepeda, 1993).

- NATIVA (NA): Taxa que naturalmente (sin intervención humana) pertenece a un ecosistema. Se considera propia de un lugar y vive en estado silvestre (Ceded, 1993). Se considera nativa a todas las especies de fauna de cualquier especie animal, que viva en estado natural, libre o independiente del hombre, en un medio terrestre o acuático, sin importar cual sea su estado de desarrollo, exceptuados los animales domésticos y los domesticados, mientras conserven éstos últimos la costumbre de volver al amparo o dependencia del hombre (SAG 2006).

- INTRODUCIDA o EXOTICA (IN): Taxa que no se considera propia de un determinado lugar y que viven en estado silvestre, independientes del dominio del hombre, las cuales no han evolucionado en los ecosistemas en que se encuentran.

- NO DEFINIDA (ND): En el caso de que en algunas de las especies encontradas no aparezca descrita su categoría de estado de conservación (Glade, 1993; SAG 2009)

- B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

- S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

- E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

b. Materiales y Método de Muestreo

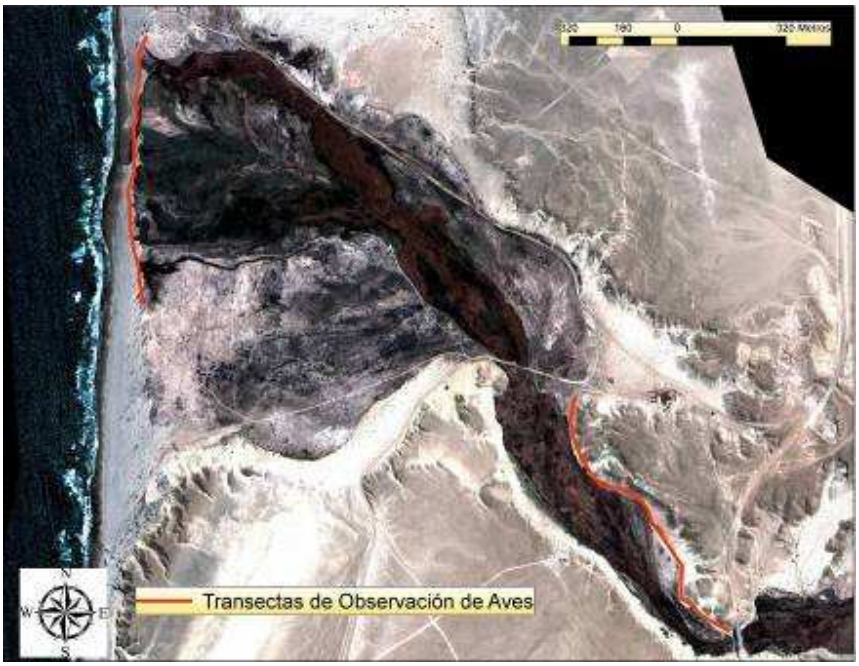
Con apoyo de la cartografía generada con la imagen de alta resolución QuickBird, se realizó la caracterización del medio en zonas representativas en función de las clases de humedales detectados, efectuando las siguientes actividades:

- Identificación de los taxa colectados o avistados.
- Determinación de la ubicación de los taxa en los diferentes sectores
- Determinación del estado de conservación de las especies registradas.
- Determinación de la distribución de los taxa (nativo-exótico, endémico-no endémico).
- Determinación de la diversidad biológica de los sitios de muestreo.
- Determinación de la abundancia de los taxa en cada uno de los sitios de muestreo.

El muestreo directo de aves se realizó a través de transectos de ancho y largo variable, puntos de observación o escucha, con un observador único. (Figura 4)
Las observaciones se realizaron temprano por la mañana, y en la tarde utilizando binoculares, Range Finder, GPS y la libreta de anotaciones.
Para la identificación por canto, se utilizaron las claves de Egli (2002). Además se identificaron los registros indirectos como heces, huellas y nidos.

Además, se utilizaron métodos indirectos como la detección de huellas, madrigueras y presencia de heces.

Figura 4. Transectas de censos de Avifauna



Para estimar la diversidad de las especies registradas, los datos se analizaron con diferentes coeficientes ecológicos según la cantidad de datos con los índices de Shannon y Sorensen.

El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989) mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad de la que se conoce el número total de especies S. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y H' será máxima cuando todas las especies S estén presentes:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:
H´: diversidad específica
P= ni/N
ni: número de individuos de cada especie.
N: número total de individuos.

El Índice de Sorensen (1948) es utilizado para datos cualitativos de presencia/ausencia. Está, diseñado para ser igual a 1 en casos de similaridad completa e igual a 0 en comunidades sin especies en común (Moreno, 2001).

$$\text{Índice de Sorensen} = \frac{2C}{A+B} 100$$

Donde

A = Número de especies de una de las muestras.
B= Número de especies de la otra muestra.
C= Número de especies comunes a ambas muestras.

3.3 Estado de salud del humedal

Basado en los atributos y métricas descritas anteriormente, el cálculo de puntaje del humedal se realizará convirtiendo todas las letras de caracterización de las diferentes métricas obtenidas de cada área de evaluación mediante la Figura 5

Figura 5. Calculo de puntaje Humedal

Puntaje	Valor
A	4
B	3
C	2
D	1

Posteriormente se calcula el valor para cada atributo

Figura 6. Valorización para cada atributo

ATRIBUTOS	CALCULO	VALOR MAXIMO
Atributos del búfer y del paisaje	(condición búfer x (%AE con búfer x promedio del largo del búfer)1/2) 1/2 + (conectividad del paisaje)	8
Atributos Hidrológicos	Suma de todas las métricas	12
Atributos Biológicos	Suma de todas las métricas	8
Puntaje de salud (promedio)		9

En seguida, se divide el valor de cada atributo por el máximo según clase y se calcula el promedio entre los tres atributos, este será el puntaje de cada área de evaluación, el puntaje de condición de salud del humedal estará dado por la media de todas las áreas de evaluación, siendo un humedal de muy mala condición aquel que posea un valor de 9 y uno de muy buena condición el que posee valor 16.

Una vez obtenido el valor del porcentaje del estuario, se puede categorizar su estado de salud y compararlo con otros humedales de condiciones similares (Figura 7).

Figura 7. Categoría de Humedales

Letra	%
A	82 – 100%
B	63-81%
C	44-63%
D	0-43%

El peor estado de salud de un sistema es la categoría D, en el cual tan solo se reconoce la existencia del humedal.

3.3.1 Valores de referencia del Programa de Monitoreo

Posterior al análisis de riesgo de las subcuencas y de sitio específico, la primera campaña de monitoreo del periodo de mayor estrés hídrico se utilizó como valor de referencia para evaluar la condición futura del estuario, de esta manera la ejecución de las otras campañas de terreno darán cuenta de la salud del sistema.

a. Obtención de valores de referencia:

Con Objeto de obtener valores de referencia y poder establecer una línea base de comparación se obtendrán los atributos físicos y bióticos (métricas de paisaje) a partir de la imagen de archivo existente para la zona, con fecha de octubre de 2007.

El proceso de calibración requerirá al menos de un seguimiento inicial de dos (2) años, a fin de establecer las métricas de estado que otorgarán un balance que permita conocer el estado de salud actual del sistema. Al finalizar los dos años de calibración, se deberá actualizar la imagen satelital existente a fin de evaluar el estado del sistema respecto de la imagen anterior.

4 RESULTADOS

5 ETAPA 1: EVALUACIÓN EXPLORATORIA DE LA CONDICIÓN AMBIENTAL

5.1 Exploración General

El humedal del Río Copiapó, es un humedal estratégico por su ubicación, ya que es considerado un lugar de descanso de aves migratorias y posee una función de control de la intrusión salina y proceso de desertificación. La sobreexplotación sostenida del recurso hídrico en la cuenca del río Copiapó en los últimos años, ha generado una modificación sustancial del tamaño y de las especies que habitan o utilizan este ecosistema, es así como la disminución del número de especies vegetales dulceacuícolas, el aumento de la superficie utilizada por las especies salino tolerantes (pe. *Sarcocornia fruticosa*), da cuenta de una modificación importante de los aportes de agua proveniente del valle.

La iniciativa de generar un Programa de Monitoreo de la Desembocadura del Río Copiapó, surge en respuesta de una preocupación regional del estado y amenazas que afectan a este ecosistema, el cual actualmente se encuentra dentro del área de protección costera Isla Grande. En los últimos años los estudios asociados a este humedal han sido escasos, no pudiendo establecer grandes conclusiones de su estado y las principales amenazas que lo afectan, en este ámbito destaca el proyecto impulsado por el GEF marino de otorgar un reconocimiento oficial al sector como área de conservación de la biodiversidad, y la iniciativa actual de la Compañía Contractual Minera Candelaria, para desarrollar un programa de monitoreo durante la vida del proyecto Acueducto Chamonate Candelaria, el que permitirá evaluar la condición y evolución del sistema.

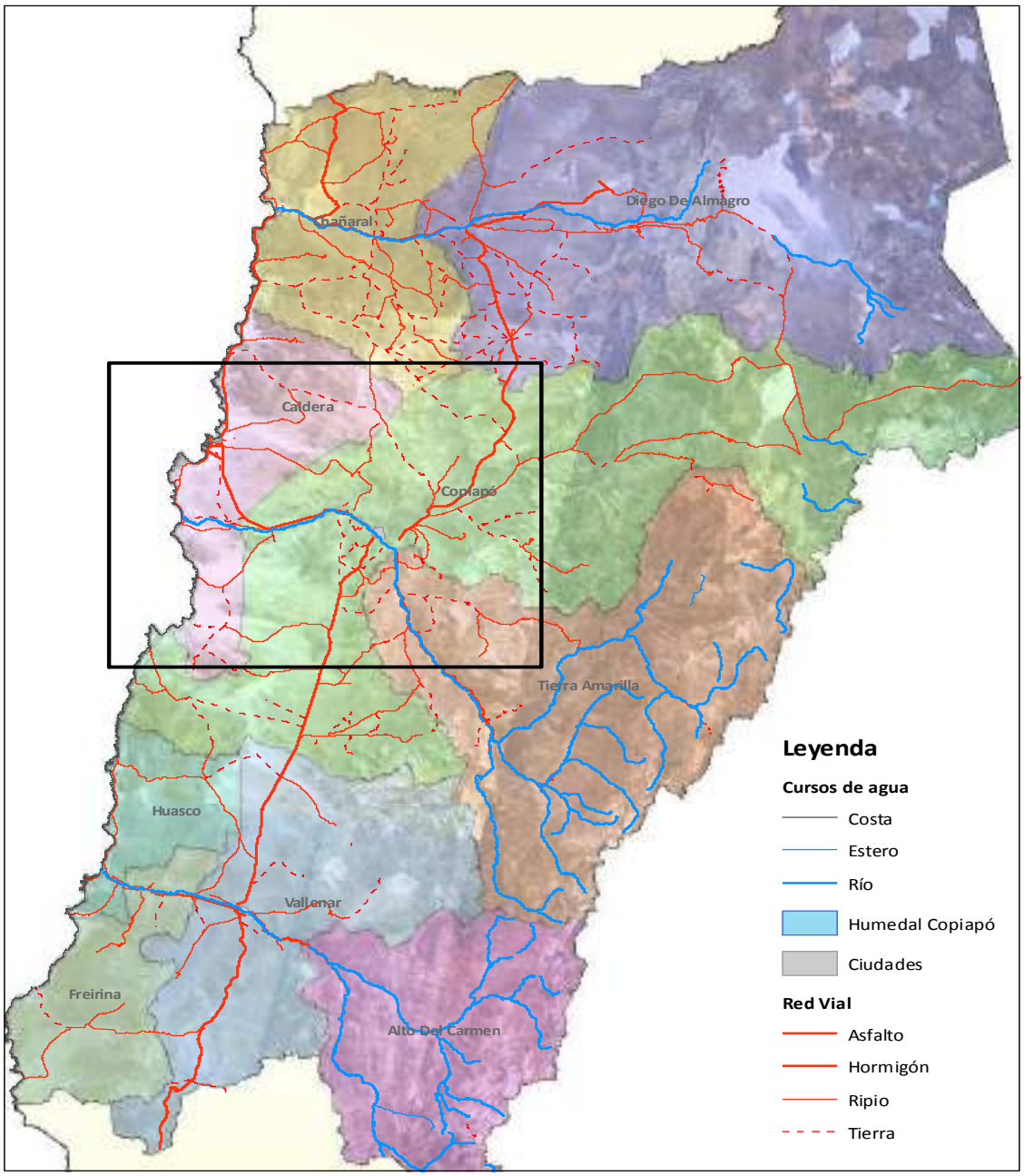
5.1.1 Ubicación del área de estudio

La zona de estudio corresponde al Humedal del Río Copiapó localizado en la costa de la Región de Atacama, en la desembocadura del curso de agua del mismo nombre, en las siguientes coordenadas: huso UTM-19 S, 308482 (UTM X mínima), 310161 (UTM X máxima), 6980098 (UTM Y mínima) y 6976586 (UTM Y máxima). En las siguientes figuras se observa la localización del sector en evaluación.

5.1.2 Bioclima y clase vegetacional

El rigor de las condiciones climáticas predominantes en el sector del humedal del río Copiapó queda reflejado por una precipitación media anual de 28 mm en la cuenca y que se concentra entre los meses de mayo a agosto, y una ausencia casi total de ellas durante los meses de octubre a Marzo, además de una temperatura media anual de 16,3 ºC con una fluctuación anual de alrededor de 8 ºC. en este aspecto es importante destacar que la variabilidad estacional de la clase vegetacional Matorral Desértico Mediterráneo Costero el cual se ubica entre los 0-300 msnm. con pisos bioclimáticos inframediterraneo superior y termomediterraneo inferior ultrahiper-árido superior hiperoceánico el humedal, esta asociado a dos periodos anuales, uno seco y otro húmedo, no existiendo otra variación significativa para el bioclima como las que ocurren en la zona central de Chile.

Figura 8. Localización regional del sector en estudio



Folio015543

Figura 9. Localización específica humedal río Copiapó



5.1.3 Aproximación al estado actual del sistema

Con objeto de evaluar el estado actual del sistema, se realizó una evaluación de la variación del tamaño del humedal a través de imágenes satelitales tipo Landsat_TM, enfocados en establecer las áreas de uso vegetacional, a través del índice de vegetación (SAVI) para zonas áridas, el cual utiliza las bandas del rojo y del infrarrojo cercano, ajustados por la reflectancia del suelo, las imágenes resultantes resaltan la vegetación viva del humedal, ya que es esta la que establece los límites del sistema y presenta una tasa de variación de 1,5 a 2 años según las condiciones hídricas a las cuales se vea expuesto el sistema.

Para la detección de cambios en el Humedal de la desembocadura del Río Copiapó se utilizaron cuatro imágenes Landsat de los años 1975, 1987, 2000 y 2008. El espaciamiento entre los años de las imágenes fue tan uniforme como lo permitía la biblioteca de archivos a la que se tuvo acceso. Se utilizó una imagen del satélite L-2 MSS de la órbita 251 y la fila 79 tomada el 16 de mayo de 1975; una imagen del satélite L-5 TM de la órbita 001 y la fila 79 tomada el 30 de julio de 1987; y dos imágenes del satélite L-7 ETM+ también de la órbita 001 y la fila 79 fechadas el 25 de mayo de 2000 y el 06 de octubre de 2008.

Folio015544

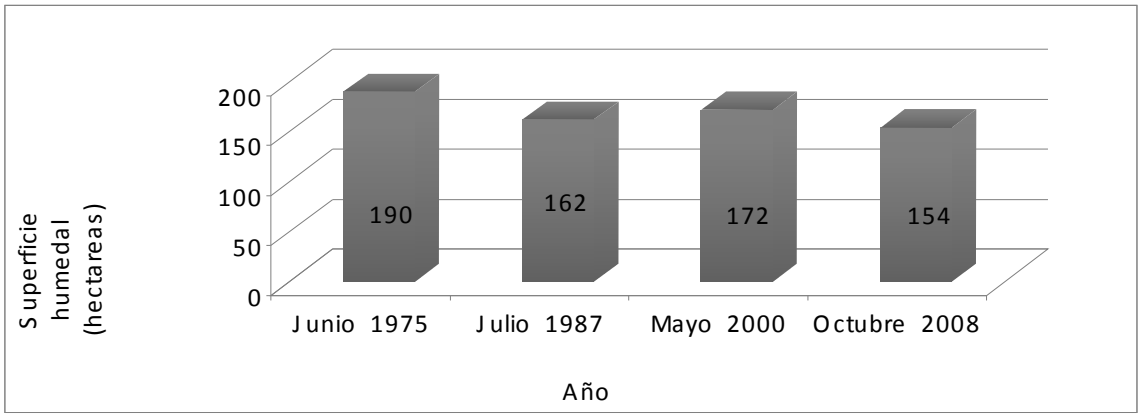
Para la realización de este método se ha privilegiado el uso de imágenes que presentan recubrimiento nuboso bajo o nulo.

Debido a la extrema falta de lluvia (con un promedio mensual de precipitación menor a 5 mm. en la estación metereológica del Aeropuerto Desierto de Atacama), la vegetación es extremadamente escasa en toda la región. Por esto, la teledetección de áreas cubiertas por vegetación a partir de índices de vegetación de imágenes satelitales es un proceso fiable como primera aproximación para comenzar a entender la evolución y los cambios sufridos por un humedal en un ámbito desértico o semidesértico.

En la imagen de cada año fue calculada el área cubierta por el humedal y a partir de esto se pudieron evaluar las tendencias en cuanto a la evolución de su superficie.

En la Figura 10 se presentan los valores obtenidos según el análisis de imágenes satelitales y la superposición de capas a partir de la digitalización de los límites del humedal para cada año. La presencia de la vegetación fue la principal característica que distingue al humedal de sus alrededores, por esto, sus variaciones fueron particularmente importantes como indicador de cambios en el humedal. Se puede observar el comportamiento regular de la superficie del humedal con un aumento en el año 2000 que da cuenta de los efectos de las lluvias de la zona de finales de los años 90.

Figura 10. Superficie del humedal río Copiapó según mes y año



En la imagen de junio de 1975 la superficie del humedal alcanzaba las 190 hectáreas aproximadamente. Este valor puede ser considerado el más cuestionable de todos los obtenidos, debido a que el tamaño del pixel de la imagen Landsat MSS es de 79x79 metros lo cual tiende a generalizar de mayor manera los límites del humedal en comparación con el resto de los años analizados. Sin embargo, la diferencia en el área del humedal entre los años 1975 y 1987 es lo suficientemente alta para definir una tendencia de disminución de superficie entre ambos años, siendo esta disminución de casi 30 hectáreas, la más fuerte que se observa entre dos casos seguidos.

Entre 1987 y 2000 se produce un leve incremento de la superficie del humedal de diez hectáreas, esto puede estar explicado por las altas precipitaciones que se produjeron el año 1997, lo que provocó un aumento en el nivel del río Copiapó. Para el caso del año 2008 se observa una disminución de 18 hectáreas en el área cubierta por el humedal. Entre 2000 y 2008 se produce una importante pérdida de superficie de humedal en el sector suroeste del área de estudio, donde aproximadamente 11 hectáreas tienen una notoria disminución de vegetación.

Para finalizar, es necesario señalar que a pesar de las limitaciones por el uso de imágenes Landsat, es posible reconocer una importante disminución en la superficie del humedal en el periodo analizado (1975 -2008). La pérdida de casi 40 hectáreas de vegetación es un fenómeno que potencia esta iniciativa de monitoreo de manera de evaluar en un plazo de 10 años el proceso que está siguiendo el humedal y proponer medidas de manejo coherentes a la situación de escasez del recurso hídrico de la cuenca.

Folio015546

5.2 Chequeo de Terreno

La inspección general del área estudiada permite vislumbrar perturbaciones con posible efecto negativo y/o significativo. El chequeo de terreno, fue realizado por Fundación Chile en compañía de profesionales de Minera Candelaria a través de fichas con información básica del humedal (Figura 11).

En el transcurso del año 2009, se registraron al menos dos eventos de fuego de diferentes magnitudes en el humedal del río Copiapó, el primero estuvo asociado al camino interno que bordea el humedal y que abarcó una superficie de 1.5 há. Mientras, que el segundo incendio se observo en el sector del puente Puerto Viejo, el efecto del fuego consumió un total de 15 Há aproximadas. La Figura 12 y la Figura 13, ilustran los sectores incendiados.

Ambos eventos se encuentran asociados a caminos, por lo que se presume la influencia antrópica (colillas de cigarrillos o basura) en la generación del fuego.

Mediante un chequeo de terreno, se evaluó en cada campaña: hidrología, estructura física, estructura biótica y atributos del paisaje:

- **Hidrología:** El humedal de la desembocadura del río Copiapó, es un humedal del tipo estuario estacional, cuyo principal aporte de agua proviene del valle de Copiapó, siendo este atributo el que juega un rol fundamental en el tamaño y condición del humedal, ya que al existir una variación importante en los caudales a los que se ve expuesto, el humedal podría cambiar de tipo o desaparecer.

- **Estructura física:** Este punto fue observado respecto a la riqueza de estructuras físicas que puedan proporcionar diversos hábitats para las especies de fauna o flora asociadas al ecosistema de humedal. De esta forma se observaron distintos hábitats ocupados por las especies notando una ribera seca, ribera pantanosa y marisma, siendo prácticamente nula la presencia de agua libre con un espejo de agua libre.

  En la zona que colinda el área de inundación se observan algunas extensiones que antiguamente fueron destinadas a la actividad ganadera caprina menor, existencia de áreas erosionadas, ramoneo de especies nativas y dominancia de especies exóticas.

- **Estructura biótica:** En el chequeo rápido de terreno se observa que la distribución de las asociaciones vegetales está condicionada por el grado de anegamiento del humedal y la gradiente de salinidad. Existencia de amplios sectores con presencia de malezas alóctonas adaptadas a condiciones antropogénicas. En la zona de inundación de observa una densa cobertura de helófitas palustres que cubren más del 80% del cauce, lo que en el paso de los años puede llegar a cegar completamente el cuerpo de agua.

- **Paisaje y su contexto:** Localizado dentro del Área Marina Costera Protegida (AMCP), la variabilidad paisajística del humedal esta asociado a dos periodos anuales, uno seco y otro húmedo.
  Su asociación espacial con otras áreas se ve limitada debido a la presencia del camino costero que circunda al humedal, constituyendo una amenaza para el adecuado desarrollo de este frágil ecosistema, por la mediana frecuencia de transito.

Figura 11. Ficha de Información básica del humedal

INFORMACION BASICA DEL HUMEDAL	
Nombre: Humedal Estuario de Copiapó	
Descripción: El humedal del río Copiapó corresponde a un humedal del tipo estuario, caracterizado por ser un cuerpo de agua semi-cerrada por tierra donde se presenta la unión a aguas marinas y aguas dulces. Localizado en la III región de Atacama, comuna de Caldera	
Evaluación: N° 1	**Fecha**: marzo 2009
Cordenadas UTM	**Este :** 308482 (UTM X mínima) - 310161 (UTM X máxima)
	Norte: 6980098 (UTM Y mínima) - 6976586 (UTM Y máxima)
Nombre Evaluadores	
Alejandra Arochas: Ingeniero Ambiental- Ecologo Paisajista Juan Pablo Rubilar: Médico Veterinario, Magister Biodiversidad y Conservación	
Categoria de Evaluación	
☐ Restauración ☐ Mitigación ■ Impactado ☐ Otro	
Tipo de humedal que mejor describe la condición existente	
☐ Salino persistente ☐ persistente de agua dulce ■ Estuario estacional	
Condición hidrologica que mejor describe el humedal en el momento de evaluación	
☐ Inundado ■ Suelo saturado sin agua superficial ☐ Seco	
Régimen hidrologico del humedal al momento de la evaluación	
■ baja marea ☐ alta marea	
El humedal conecta con el plano de inundación o corriente de agua cercana	
☐ Sí ■ No	
Topografía básica del humedal	
☐ Recto ■ Meandroso	

Figura 12. Superficie de sectores Incendiados, (A) Incendio asociado al camino interno que bordea el humedal, superficie 1,5 há; (B) Sector asociado al Puente Puerto Viejo, 15 Há. de superficie afectada

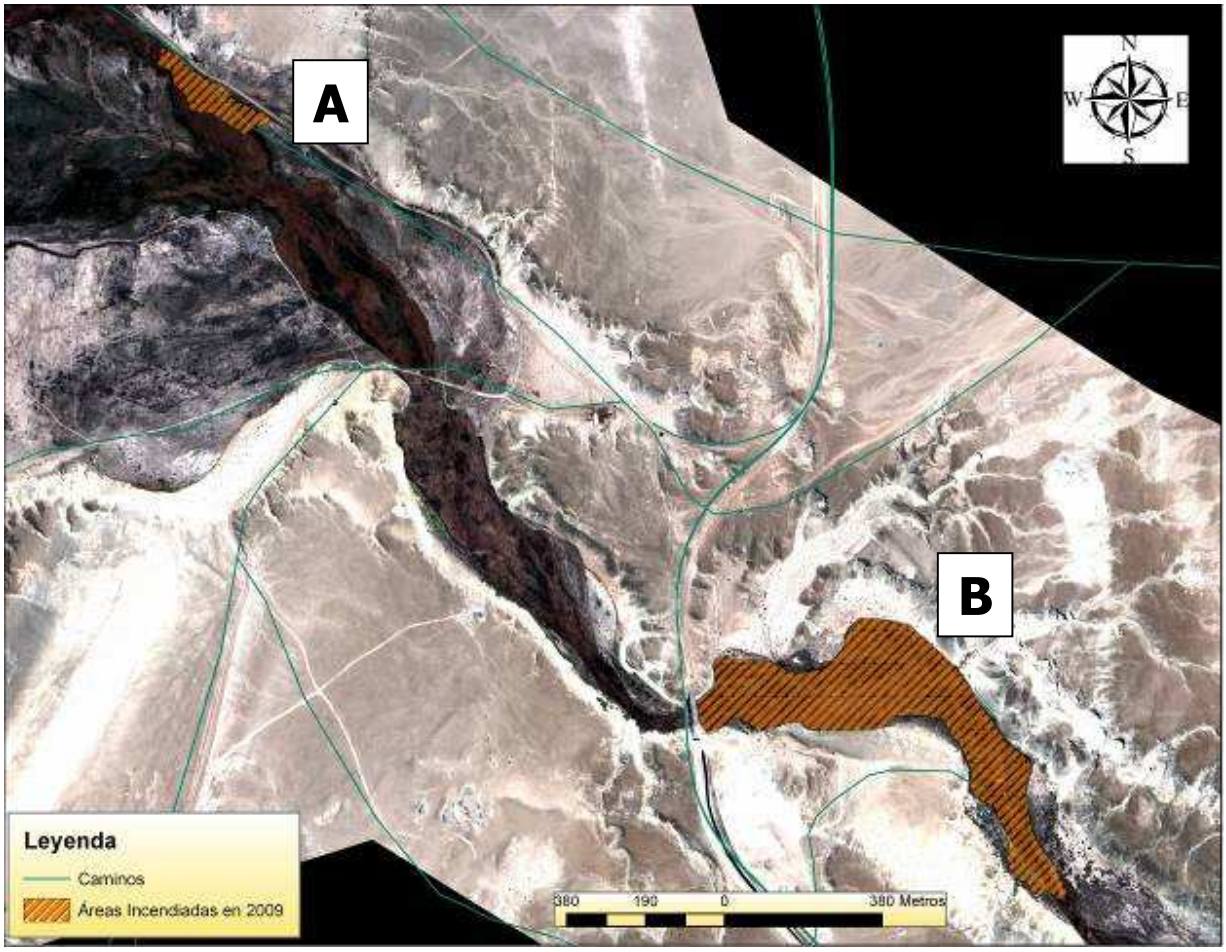


Figura 13. Sector asociado al Puente Puerto Viejo afectado por el Fuego en el mes de octubre



5.3 Clasificación del Humedal

Esta clasificación se basó de acuerdo a los Criterios Internacionales de Clasificación de Humedales en base a la Hidro-Geomorfología (HGM).

La clasificación de atributos hidrológicos se realizó en la época de estrés hídrico (mes de marzo).

El área litoral de playa las Salinas donde desemboca el río Copiapó presenta elementos geomorfológicos y bióticos que incluyen una barrera arenosa que genera un humedal costero asociado, esta barrera litoral con la acción de las corrientes oceánicas y eólicas en períodos del año detiene y acumula los materiales en suspensión.

La clasificación del área de La desembocadura del río Copiapó corresponde a un humedal del tipo estuario. Los humedales estuarinos se caracterizan por ser cuerpos de aguas semi-cerradas por tierra donde se presenta la unión de aguas marinas - dulces (que vienen de tierras adentro) y de lluvias.

El estuario del río Copiapó tiene representación de dos subtipos, diferenciados básicamente por la presencia de especies vegetales vasculares tolerantes a la salinidad. Según esta clasificación se reconocen:

- **Humedal Estuarino Estacional**

  Esta clasificación indica que el humedal se localiza cercano a corrientes costeras y ecológicamente son influenciados por los encierros estaciónales de entradas de mar. La frecuencia y duración de la entrada del mar puede ser natural o artificial. Cuando la entrada de mar esta abierta, la marea puede ser igual o inferior a la del sistema marino o del estuario adyacente.

  El régimen de la salinidad es altamente variable, puede ser dulce o muy salobre en sequías extendidas (Figura 14).

- **Humedal Estuarino No Salino Persistente**

  El humedal ha sido clasificado bajo este subtipo en el sector de Puente Puerto Viejo, dadas las características que presenta la comunidad vegetal que es dominada por especies que no toleran altas salinidades, además la presencia hidro-geomorfología del lugar se presenta con características homogéneas con planos de inundación entremezclados con planos más altos (Figura 15).

Figura 14. Estuario del río Copiapó, sub-tipo humedal estuarino estacional



Figura 15. Estuario río Copiapó, sub-tipo humedal estuarino no salino persistente



5.4 Evaluación de Riesgo

La evaluación de riesgo del humedal del Río Copiapó, se realizó a nivel de sitio específico[12], debido a las características que presenta la zona, ya que no se encuentra a asociada a usos de suelos intensivos en su cuenca de drenaje aledaña, correspondiendo su condición a las modificaciones generales de la cuenca del río Copiapó.

5.4.1 Procesamiento cartográfico y generación de coberturas

Se utilizó como base para la generación de cartografía una imagen satelital ortorectificada tipo Bundle[13], del satélite Quickbird, con fecha de adquisición del 10 de octubre de 2007 con una resolución espacial de 0.6 cm. toda la cartografía generada se encuentra proyectada en el sistema Universal Transversal de Mercator, para la zona H , huso 19, que corresponde al centroide de Chile, utilizandose el datum WGS 84, con su respectivo elipsoide como referencia geodésica. Toda otra cartografía consultada fue reproyectada a este datum, con el método de siete parámetros y local.

En la Figura 16 se presenta las coberturas utilizadas para la generación del mapa de riesgo (Figuras 16 y 17).

Figura 16. Tabla de cartografía generada

Fuente	Tipo De Información	Producto	Escala
Imagen satelital multiespectral (Bundle)	Espectral y topográfica	Suelo desnudo Usos de suelo Estrés vegetacional Índices de vegetación	1: 20.000
Cartografía GEF Marino	Coberturas: Caminos Curvas Límite humedal	Áreas de influencia	1: 20.000
Fundación Chile GEF Marino IGM	Coberturas: Curvas de nivel, Ptos elevaciones máximas, curvas de terreno	Modelo de elevación Digital Exposición Pendientes Red de drenaje	1: 20.000.

[12] Escala 1:10.000
[13] Imagen multibanda (RGB+NIR)

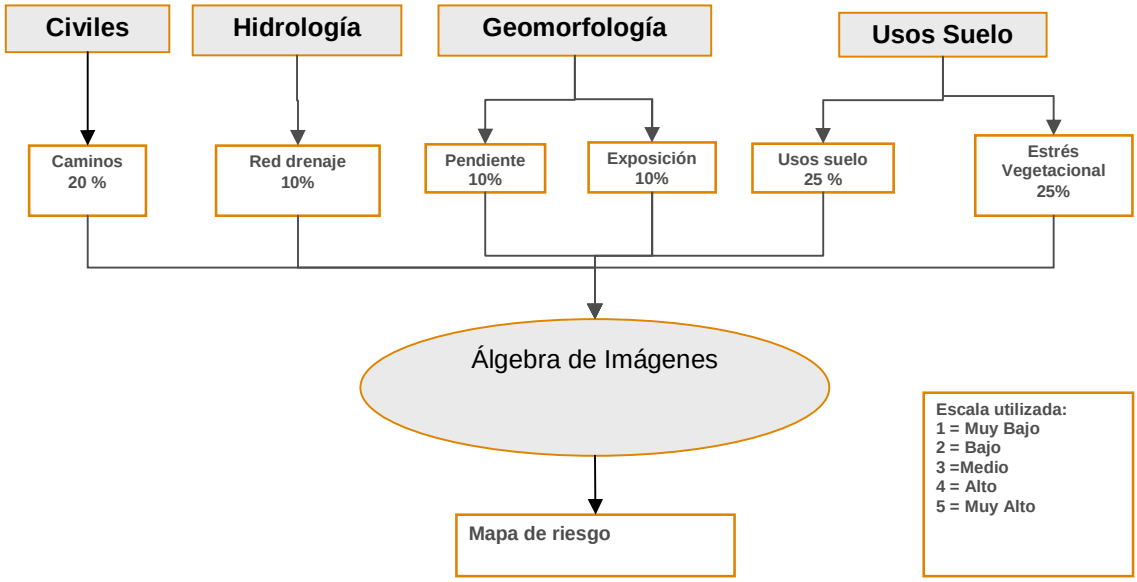
Folio015553

Además, para la selección del peso de cada una de las coberturas se tomo en cuenta información cualitativa del sector, como son:

- Transito de vehículos
- Accesos a sitios de pesca
- Tasa de retorno de lluvia de magnitud importante
- Meteorología
- Sitios de picnic
- Tasa de visita
- Puntos de extracción de agua
- Presencia de perros vagos

La determinación de los valores de riesgo se realizo según lo descrito en el programa[14], la Figura 17 muestra los pesos y coberturas utilizadas.

Figura 17. Esquema de generación del mapa de riesgo y pesos de las coberturas



[14] Programa de monitoreo del humedal del río Copiapó

Figura 18. Sectores con riesgo alto y muy alto del humedal del Río Copiapó

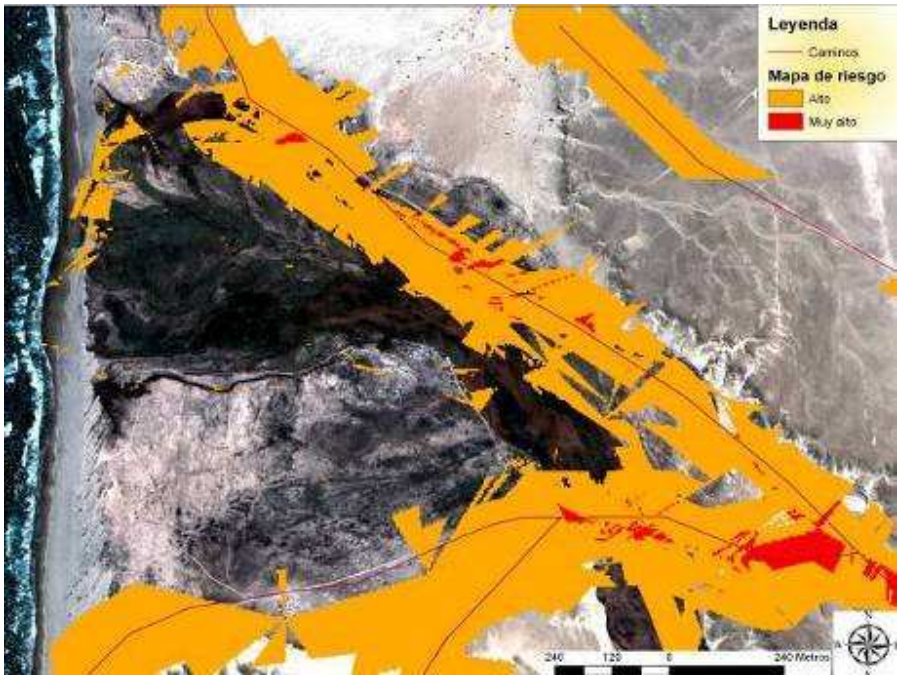


Figura 19. Imagen 3D de los sectores con riesgo muy alto del humedal del Río Copiapó



En base al mapa de riesgo se puede concluir que las mayores amenazas del sector en evaluación se encuentran asociadas a la cercanía de los caminos, los puntos de extracción de agua y sectores con tasas de visitas importantes o principalmente por la presencia de basura, la atracción de perros vagos y vectores de enfermad.

Cercano a estos sectores, es precisamente donde el humedal presenta vegetación vigorosa, la cual se ubica principalmente en los bordes del parche de vegetación. En general, la flora al interior del parche de vegetal del humedal, presenta un vigor deficiente.

5.5 Establecimiento de las Áreas de Evaluación

En base a los resultados de la evaluación exploratoria, así como los datos obtenidos en terreno, se establecieron 24 áreas de evaluación que representan a un 20% de la superficie total estimada del humedal (incluye la zona en regresión), la Figura 21 ilustra la ubicación de las áreas de evaluación del humedal.

Con objeto de asociar los resultados de los diferentes atributos con los de calidad de aguas y sedimentos, se dividió el sector en tres zonas, según el comportamiento de la vegetación, la variable de intrusión salina obtenida en terreno y los resultados analíticos.

La Figura 20 muestra las áreas de evaluación que pertenecen a cada subtipo de humedal, junto a los puntos de muestreo de agua y sedimento que se encuentran asociados. Se mantuvieron áreas en sectores que actualmente no presentan características de humedal (C10 y C24), como una manera de tener un patrón de comparación para medir un eventual proceso de regresión en las otras áreas. A estas áreas no se le asocio ninguna muestra de agua ni de sedimento, ya que no se encuentran influenciadas por ellas.

Figura 20. Áreas de evaluación estudiadas

Sector	Área de evaluación	Tipo humedal	ID Muestra de agua	ID Muestra de Sedimento
I	C1	Estuario no salino persistente	C1	C1S
II	C4-C9, C11-C15 y C19	Estuario estacional	C2	C2S
III	C16, C17, C22, C23, C25-29 y C31	Estuario estacional	C3	C3S
IV	C10 y C24	Estuario estacional en regresión	N/A	N/A

Folio015556

Figura 21. Áreas de evaluación para el monitoreo de la desembocadura del río Copiapó



Folio015557

6 ETAPA 2: EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA CONDICIÓN DE SALUD

6.1 Atributo 1: Paisaje, área de influencia y buffer

En los meses de agosto y octubre del año 2009, dos sectores del humedal del río Copiapó fueron objeto de un incendio provocado por la influencia antrópica, alterando notablemente la fisionomía de este peculiar ecosistema.

Ante la lentitud que exige la recuperación de la vegetación en zonas quemadas, el transcurso de solo algunos meses de acontecido los incendios, no nos permite más que observar algunas tendencias generales en el inicio del proceso de recuperación. Los incendios que tienen lugar en los estuarios, representan un importante agente desestabilizador en las estructura de las comunidades fruticosas de vegetación estrictamente eurihalinas. La riqueza florística de las comunidades alteradas sufre un notable impacto, presentando un grado de inestabilidad muy elevado en relación a la respuesta observada en otras formaciones vegetales dulceacuícolas.

Los suelos quemados ocupados por este tipo de vegetación eurihalina, presentan un elevado índice de vulnerabilidad frente a la erosión, quedando muy desprotegidas tras el primer año después del incendio. Ante porcentajes tan reducidos de cobertura vegetal, juegan un importante papel las especies pioneras que incrementan su cobertura en etapas iniciales.

Para los atributos del paisaje, el sector representado por el subtipo estuario no salino persistente en el extremo Este del humedal presenta las condiciones con mayor deterioro del ecosistema, debido básicamente que el área fue afectada en un 50% aprox. por el incendio ocurrido en el mes de octubre.

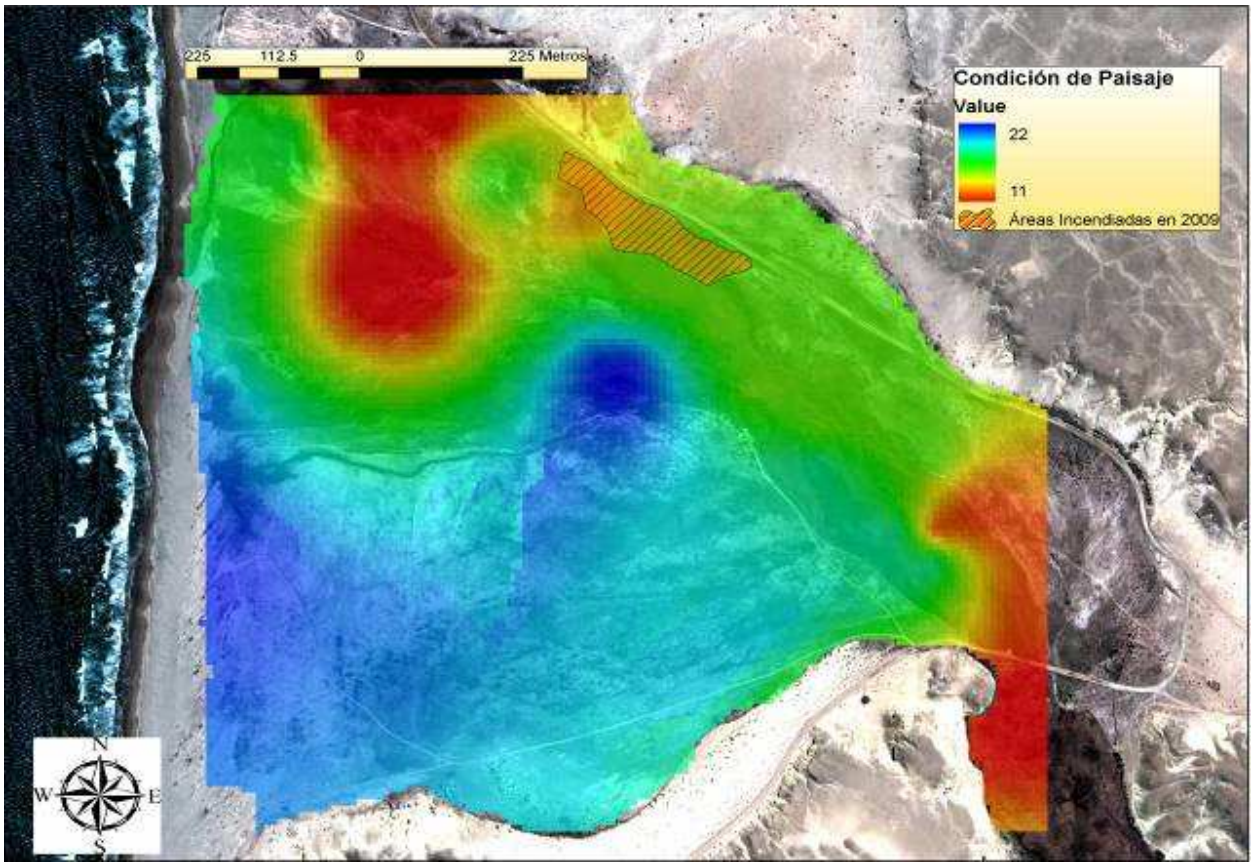
Mientras que el sector Nor-Oeste del subtipo estuarino estacional, presenta altas condiciones de degradación explicadas por su cercanía con suelos que no poseen capacidad de amortiguación (buffer), como el suelo desnudo y las dunas. Respecto de la conectividad del paisaje, para esta campaña el sector central del estuario estacional fue considerado en regresión, hipótesis que será necesaria verificar en campañas posteriores.

En relación de la distribución espacial de los valores, se observa que son geoestadísticamente homogéneos en el sector norte del estuario estacional, salvo por el sector que estuvo asociado al efecto de uno de los incendios en el mes de agosto, presentando una varianza espacial de 1,5 m.

El efecto borde asociado al camino se hace más evidente al manifestarse perturbaciones directas al sistema como son el fuego y el cambio en la estructura del paisaje. Se deberá mantener el seguimiento de este sector, para evaluar la recuperación de los sectores, las otras AE pueden ser resumidas en la evaluación detallada del AE 12, acompañada de una exploración general del sector.

La Figura 22 exhibe un mapa con la condición para los atributos del paisaje del año 2009, el valor máximo que puede obtener un AE para este atributo es 24. Altos valores fueron observados en las áreas asociadas al sur-oeste de la desembocadura del río Copiapó, alcanzando un valor máximo de 22.39 en el sector central del humedal, situación dada básicamente por los tipos de coberturas de suelos que los rodean, la cercanía con las fuentes de aguas fresca y baja accesibilidad.

Figura 22. Distribución espacial de los valores del atributo del paisaje y área de influencia



Folio015559

6.2 Atributo 2: Hidrología

En general la hidrología del humedal esta influenciada por el uso agrícola (>20%) e industrial de su cuenca de drenaje, los patrones de inundación se encuentran disminuidos de manera considerable, tanto por la reducción de los aportes como por el embancamiento de los cauces provocado por especies macrófitas existentes, el sector del estuario de subtipo salino no persistente junto al sector norte del subtipo estacional, se observan con nula o muy poca influencia mareal, lo que se expresa como una disminución de la riqueza estructural y de la diversidad de especies co-dominantes.

El humedal posee importantes restricciones para acceder a otros sectores, principalmente asociados al camino que lo rodea y al efecto de compresión por el puente del río Copiapó.

6.2.1 Régimen hídrico

En el transcurso del año 2009, se realizó la medición de caudales en la primera semana de cada mes, a partir de mayo y hasta diciembre en dos sectores con secciones conocidas, el primero corresponde al sector del río Copiapó, en los ductos de paso de agua donde se construyo una sección conocida la cual se limpia y estabiliza cada ves que se realiza la medición y el segundo corresponde al canal de apertura de la barrera en el sector de la desembocadura, donde se estabiliza la sección en cada medición.
Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \cdot S$$

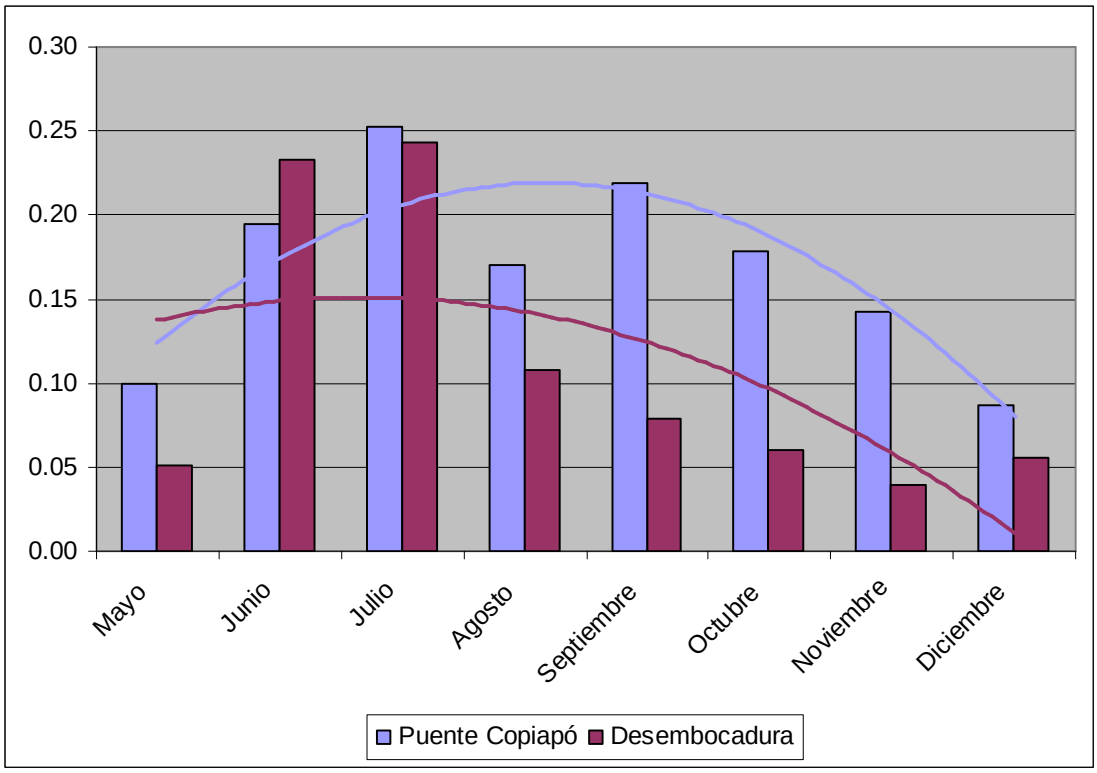
en la que:

- Q es el caudal (m^3/s)
- V es la velocidad (m/s)
- S es la sección del río (m^2) (profundidad media x ancho de la sección)

La velocidad se midió in situ, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Globalwater, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/s).

En base a las mediciones anteriores se obtuvo la siguiente gráfica:

Figura 23. Caudales observados en el estuario del río Copiapó en el año 2009



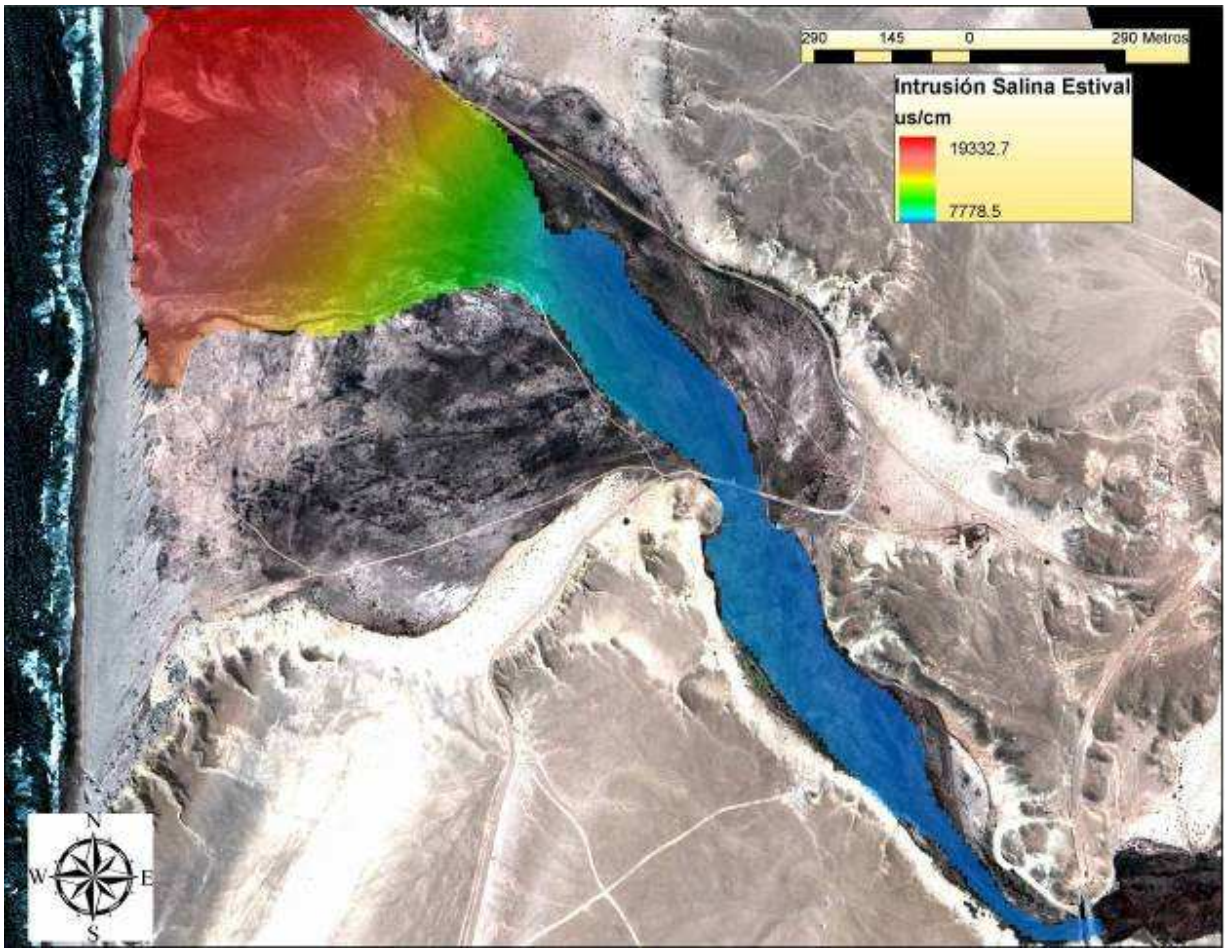
En la Figura 23, se observa que el caudal máximo fue detectado en el mes de julio en ambos sectores, con valores de 0.25 m³/s en el puente río Copiapó y 0.24 m³/s en el sector de la desembocadura, los cuales se asocian al mes de menores temperaturas y mayor precipitación en la zona, esto se traduce en una menor evapo-transpiración por parte de las macrófitas presentes y en una mayor disponibilidad para el sistema, a partir de agosto se observa una disminución general de los caudales asociados a la extracción ilegal, al aumento de la evaporación y evapo-transpiración por el incremento en las temperaturas, así como la mayor demanda de agua por las especies macrófitas asociado al inicio de la época de crecimiento activo de la cobertura vegetal.

El sistema posee un régimen nivo-pluvial discreto, ya que la influencia de los deshielos se observa en el sector del puente Copiapó, pero levemente en el sector de la desembocadura, la tendencia general que presentan los caudales es baja, sin embargo esta tendencia se incrementa en el sector de la desembocadura. Se estima que pueda deberse a la evapo-transpiración y al crecimiento de la vegetación que esta invadiendo el cauce. De continuar con esta tendencia, el cierre de la barrera sedimentaria en la desembocadura en los próximos años podría presentarse de manera anticipada.

Los valores observados de conductividad eléctrica dan cuenta que el sistema se encuentra todo el año con intrusión salina (conductividades mayores a 5000 µS/cm), esto se debe principalmente a los bajos aportes de agua fresca lo que sustenta la hipótesis antes planteada y son determinantes al momento de calificar el humedal estacional en regresión.

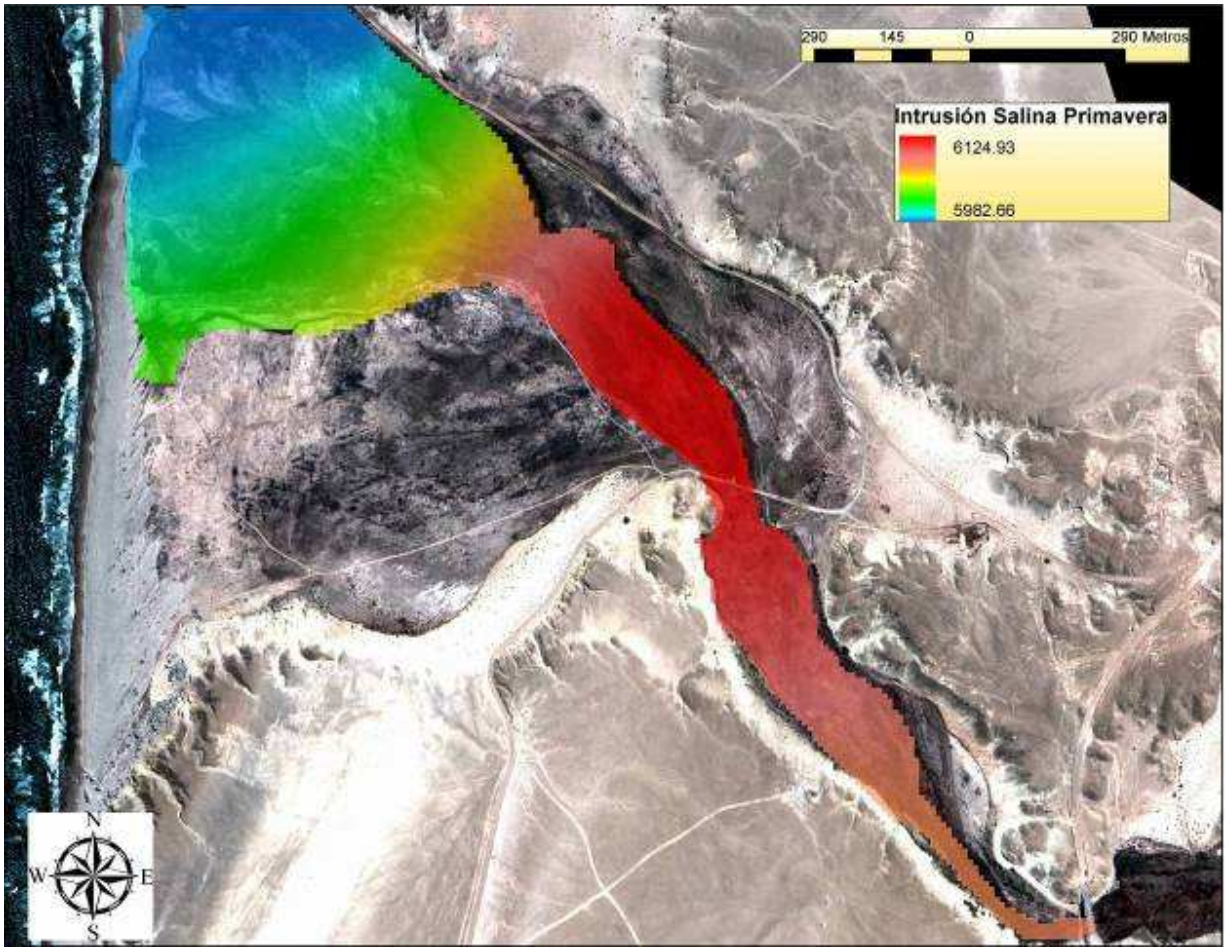
Durante la estación seca se alcanzan los mayores niveles de intrusión con un valor máximo de 19000 µS/cm, debido al estancamiento que provoca la vegetación palustre y el cierre de la barrera sedimentaria, durante la época de mayores caudales la intrusión salina tiende a disminuir en su intensidad pero se mantiene en valores entre 6000 y 7000 µS/cm, (Figura 25 y Figura 24).

Figura 24. Intrusión salina en el estuario del río Copiapó, verano tardío de 2009



Folio015562

Figura 25. Intrusión salina en el estuario del río Copiapó, primavera 2009



6.2.2 Clases de aguas y Contaminantes de Interés

Se analizaron los analitos descritos en la NCH1333 y en la Guía de Calidad de Aguas de CONAMA, en dos temporadas durante el año (verano y primavera).

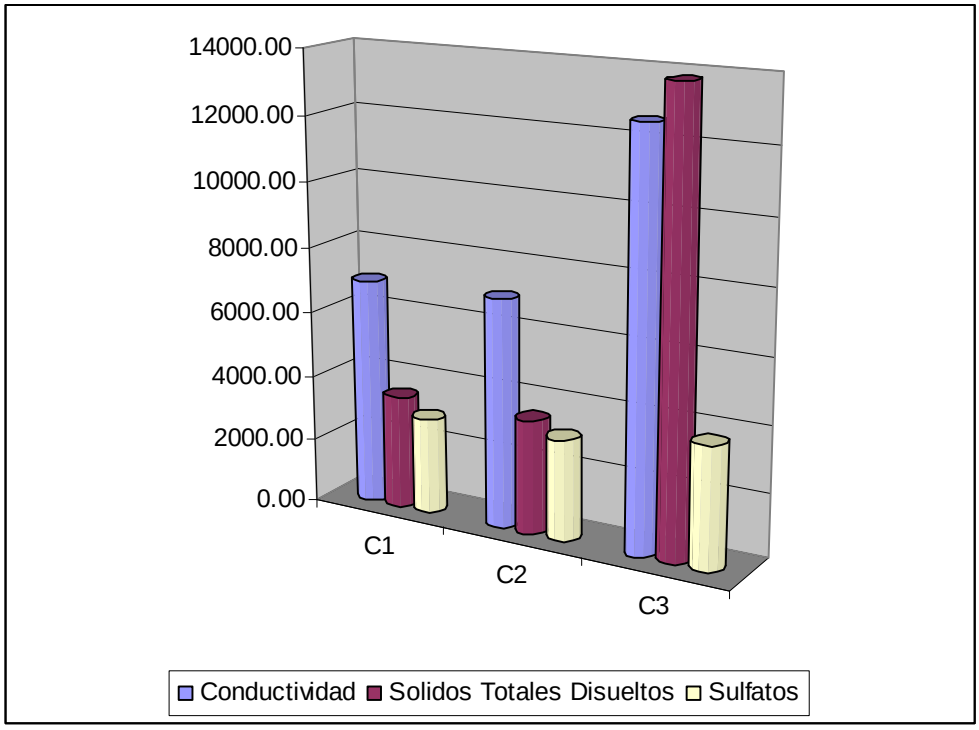
Para cada uno de los analito se calculo el límite superior de confianza al 95%, agrupando las dos campañas por estación de muestreo, ya que el número de datos no permite representar la estacionalidad.

Estos datos se compararon con la Guía de Calidad de Aguas de CONAMA, estableciéndose que la peor calidad se encuentra en la parte media del Estuario (CLASE III) y luego mejora levemente en sus componentes de calidad al acercarse a la desembocadura aunque se mantiene en la CLASE II.

Estas categorías están dadas principalmente por los contenidos de Nitrógeno y de Coliformes fecales de las muestras, variables que poseen una correlación alta (0.96). Los otros analitos de relevancia como el sulfato y boro, tienden a incrementar las concentraciones a medida que se acercan al mar, en general los aportes de agua fresca son bajos en el sector medio del estuario.

Los parámetros físico-químicos característicos de los sistemas de estuario, siguen la tendencia topográfica de aumento de las concentraciones al acercarse al sector de rompimiento de la barrera, esta tendencia se observa claramente en la Figura 26 que gráfica, conductividad eléctrica (COND); sólidos totales disueltos (TDS) y sulfatos (SO4-2), también se observa el mismo efecto en los valores de boro y hierro.

Figura 26. Gráfica de tendencia a la concentración de los parámetros físico- químicos y elementos



Folio015564

6.2.3 Clases de aguas y toxicidad

La calidad de las aguas en el sector II del estuario es de clase III (regular a mala), principalmente por el alto contenido de coliformes fecales (1350 NMP/100ml), el bajo contenido promedio de oxigeno disuelto (OD) (7.58 mg/l) y el valor del potencial redox (89.52 ORP) de las aguas que representa una falta de oxígeno disponible para procesos bioquímicos.

Respecto de la NCH1333, este sector se encuentra sobre la norma en los valores de Boro, Sulfatos, Coliformes totales y Cloruros, el cual también supera el límite de la NCH409, el resto de los valores se encuentran en norma.

Los sedimentos de este sector son concordantes con la calidad de las aguas, teniendo importancia por sus valores de toxicidad[15] en base a los valores de protección de ecosistemas de Ontario[16] y ORNL[17] los elementos de amoniaco (94.93 mg/kg), respecto de un valor de 17 mg/kg, fósforo (752,37 mg/kg), en base a un valor de 600 para plantas acuáticas y Hierro(22197 mg/kg), en base a un valor de 20000, los otros metales se encuentran en valores que no se presume posean riesgo para los componentes de los ecosistemas.

En el sector II, la razón de P:N es de 8:1 lo que refleja un estado mesotrófico asociado al efecto de disminución de la velocidad de los caudales por el "asfixiamiento" del canal principal del estuario por parte de las macrófitas acuáticas, pudiendo repercutir en el mediano plazo en el humedal al modificar la composición de las especies de flora que habitan en este tipo de sistema. Las altas concentraciones de N y P en el humedal, podrían provenir de fuentes difusas como los fertilizantes utilizados ampliamente en los suelos agrícolas de la cuenca de drenaje.

En los sectores I y III el agua posee una clase 2 (buena), principalmente asociado a sus valores fisicoquímicos, ya que poseen mejor oxigenación (C1 8.75), se observa mejor disponibilidad de oxigeno para procesos bioquímicos, mientras que coliformes fecales y totales se encuentran en valores esperados (C1 191 NMP/100 ml y C3 250 NMP/100 ml), sin embargo, el N se presenta excepcionalmente alto en la muestra C3 (4.43 mg/l), la razón de P:N en los sedimentos es de 12:1, lo que da cuenta de un sistema en estado oligotrófico, al igual que en el sector I cuya razón es de 6:1, manteniendo el mismo estado.

Respecto de la NCH1333, el sector I y II se encuentra sobre la norma en los valores de boro, sulfatos y cloruros, los otros valores se encuentran en norma.

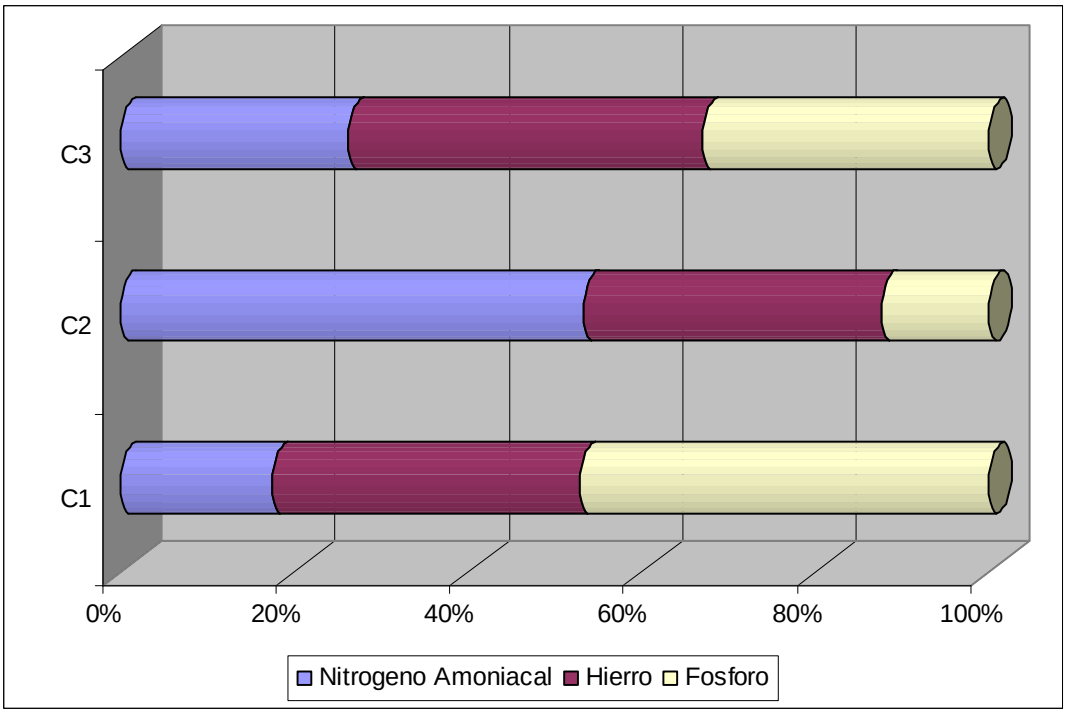
Referente a los componentes orgánicos e inorgánicos con potencial de toxicidad en los sedimentos en todos los sectores, se observan valores de importancia los fósforo, hierro y elementos de amoniaco, estos últimos adquieren relevancia en el sector ya que se describen efectos tóxicos para plantas acuáticas, lo que sumada a la falta de un espejo de agua podría explicar la ausencia de este estrato en todo el estuario.

[15] EPA 2005: Procedures for the Derivation of Equilibrium Partitioning Sediment Benchmarks (ESBs) for the Protection of Benthic Organisms: Metal Mixtures(Cadmium, Copper, Lead, Nickel, Silver and Zinc)
[16] Persaud, D. , R. Jaagumagi, and A. Hayton. 1993. Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario. Ontario Ministry of the Environment and Energy. August. ISBN 0-7729-9248-7.
[17] Efroymson, R.A. , M.E. Will, G.W. Suter II, and A.C. Wooten. 1997a. Toxicological Benchmarks for Screening Contaminants of Potential Concern for Effects on Terrestrial Plants: 1997 Revision. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN. ES/ER/TM-85/R3.

La tendencia general de los elementos asociados a toxicidad, es presentar mayores concentraciones en el sector II (Figura 27), por lo que es un sector crítico para el humedal, ya que perturbaciones de magnitud, que afecten a los sedimentos, aumentarán la toxicidad del sistema, la cual se vera potenciada por la falta de capacidad de dilución y la obstrucción asociada al camino (sector puente Copiapó).

Otro sector que será objeto de interés, será el sector cercano ala desembocadura ya que también posee concentraciones importantes de elementos con potencial tóxico, aunque esta sujeto a perturbaciones naturales como son la apertura de la barra sedimentaria, la que en caso no ocurrir durante un año, provocaría un aumento de la toxicidad del sector.

Figura 27. Composición del riesgo por elemento y sector



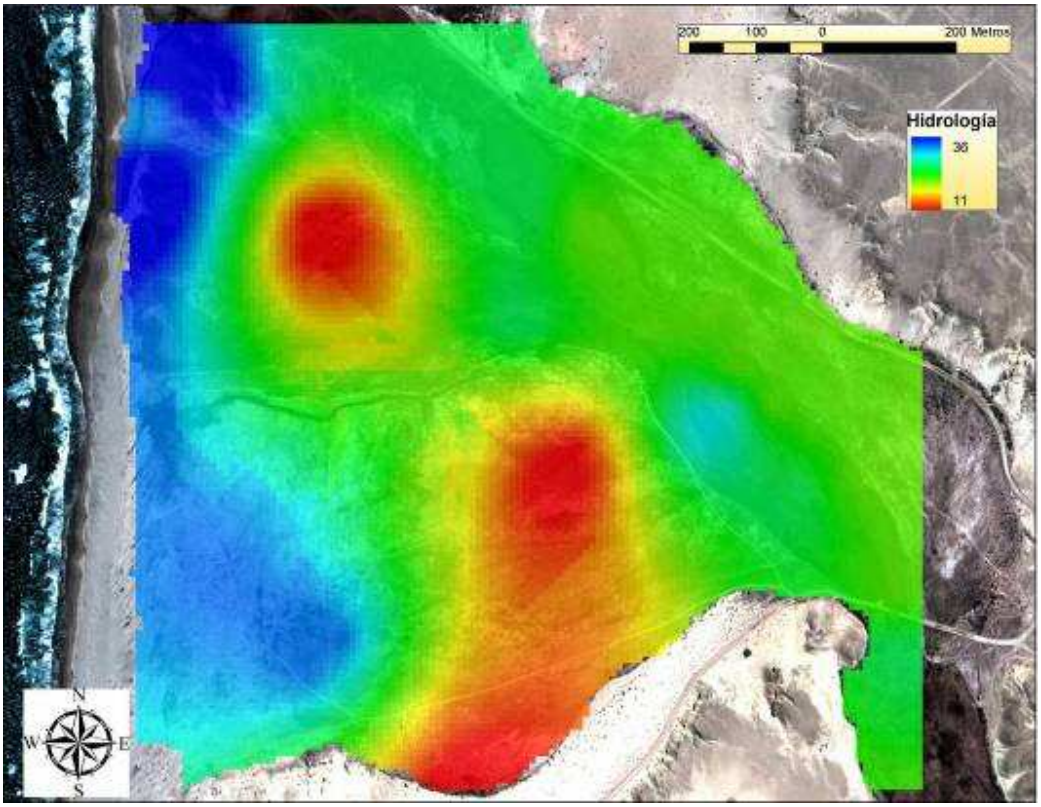
Folio015566

Todas las tendencias observadas, tanto en calidad de aguas como en sedimentos, poseen una incertidumbre alta ya los resultados que se presentan, solo corresponden a dos campañas de muestreo. La ejecución del programa de monitoreo contempla dos campañas de muestreo anual en toda la vida útil del proyecto, las que permitirán reducir la incertidumbre respecto de los efectos estacionales, régimen hídrico y perturbaciones naturales a las que el ecosistema esta sometido, pudiendo generar tendencias coherentes respecto de la calidad de agua y sedimentos.

Al analizar en cada área de evaluación los atributos hidrológicos del año 2009, se puede concluir que aquel sector que presenta las peores condiciones, se localizan al centro del estuario de subtipo estacional, ya que se encuentran fuera del acceso a cualquier fuente agua y actualmente no presentan características de humedal (suelos secos), continua en deterioro hidrológico el AE que se localiza en un sector colindante al sector del Puente Río Copiapó.

La Figura 28, ilustra los valores de las AE para los atributos hidrológicos, el valor máximo que puede obtener un AE para este atributo es 48. En este atributo, el valor máximo alcanzado fue de 36 en las áreas localizadas al nor-oeste del humedal, en el sector de la apertura de la barra, mientras que el peor valor del **humedal activo,** el que corresponde al humedal menos las áreas en regresión corresponde al sector sobre el Puente del Río Copiapó (21).

Figura 28. Distribución espacial de los puntajes de la hidrología



Folio015567

6.3 Atributo 3: Estructura Física

El presente análisis, considera diversos aspectos de la riqueza estructural de parches y complejidad topográfica para el año 2009. Los atributos físicos para ambos subtipos de humedales, presentaron características inapropiadas para otorgar el sustento adecuado a las diversas formas de vida presente en el ecosistema. La alteración de la estructura cualitativa por la acción del fuego, así como los aspectos de formas de crecimiento y la modificación de la riqueza estructural en los sectores incendiados se sumo a las formas existentes deterioradas, disminuyendo los puntajes de algunos sectores.

El incendio ocurrido en el área del Puente Puerto Viejo y en el sector norte del estuario, fue de tipo superficial, afectando combustibles herbáceos, de media altura y de altura. El efecto inmediato fue la combustión total de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. Toda la masa fotosintética y las ramas finas quedaron reducidas a cenizas, mientras que las ramas gruesas y troncos quedaron en su mayoría en pie, En los límites del incendio, quedaron algunas ramas con hojas quemadas debido a que la intensidad del fuego fue menor.

La principal consecuencia inmediata del incendio fue la disminución casi a cero de la cobertura vegetal quedando prácticamente toda la superficie quemada expuesta a mayor radiación y a la acción del viento, modificando de forma sustancial la estructura física de una vasta extensión del área (Figura 29).

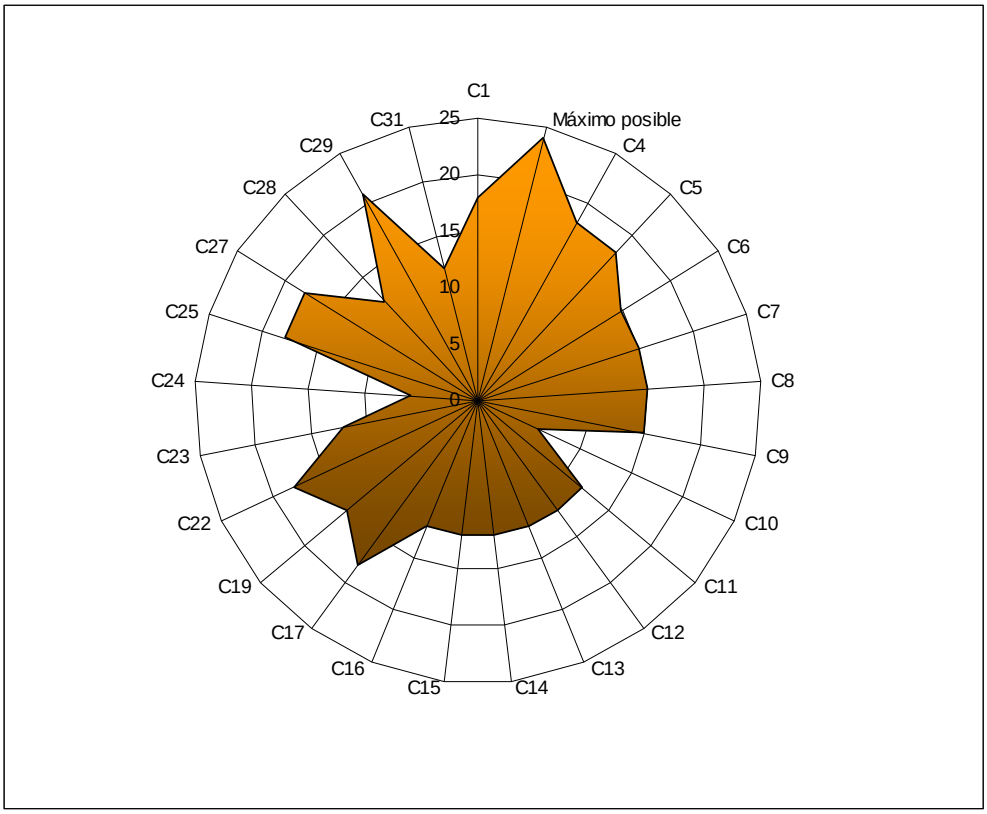
Figura 29. Consecuencia inmediata de los incendios en la estructura física de las áreas evaluadas



Folio015568

Los sectores evaluados del humedal, presentaron valores muy reducidos en comparación al máximo valor posible (24), (Figura 30), los puntajes menores se obtuvieron en el área central del estuario (AEC24), situación que podría explicarse por el retroceso que presenta el humedal en este sector, donde las características que constituyen potenciales hábitat para especies riparianas o acuáticas y que son típicas de estuario, se observan drásticamente reducidas o inexistentes.

Figura 30. Resultados del atributo físico y área de influencia de cada AE



Con respecto a los mayores puntajes obtenidos, y en consecuencia las mejores condiciones de atributos físicos, fueron observados en el sector de la desembocadura del río Copiapó, que constituyen un importante sustento para el desarrollo de comunidades de flora y fauna, factor dado básicamente por la complejidad topográfica que se presenta en estas AE, donde la presencia de antiguos surcos y canales secundarios constituyen potenciales sitios de protección y nidificación de avifauna.

Los atributos físicos para el sector I (Puente Puerto Viejo), donde las características del humedal son estuarinas salinas no persistentes, se observó un puntaje con valor 18 de un máximo de 24, en este aspecto es importante destacar el efecto del fuego sobre el sector, ya que al disminuir la cobertura vegetal, permitió la formación de planos áridos y un cambio en la micro-topografía.

Indicadores Físicos del Humedal

1- Macrófitas.

2- Borde de línea de alta marea.

3- Madrigueras.

4- Huellas de Animales (Zorro).









6.4 Atributo 4: Estructura Biótica

La carencia del conocimiento necesario de la biota para utilizar criterios de conservación, determina la prioridad que se le otorga en este estudio al estudio de la comunidad florística y de avifauna, especialmente a la identificación de las comunidades en riesgo para mantener las funciones necesarias para la conservación de ecosistemas frágiles como los sistemas de humedales.

6.4.1 Métrica de la comunidad vegetal

La comunidad vegetal presente en el área estudiada corresponde a la formación matorral desértico mediterráneo costero, el cual se sustenta por un número reducido de capas y algunas especies emblemáticas del llamado desierto florido.

En agosto y octubre del año 2009, dos sectores del humedal del río Copiapó fueron objeto de un incendio provocados por el hombre, alterando notablemente la fisionomía de este peculiar ecosistema.

En el marco de los trabajos realizados por Fundación Chile en el monitoreo y evaluación del humedal del río Copiapó, la evaluación inicial de la zona incendiada, como parte del seguimiento de la evolución de este sistema que presenta alto valor ecológico, permitió una evaluación mediata y a largo plazo de los efectos de este tipo de perturbaciones.

Los sectores del humedal afectados en diversa magnitud por el fuego, corresponden a dos subtipos de estuarios según la caracterización hidro-geomorfologica:

a) Subtipo Humedal estuarino estacional: 1,5 há. afectadas por el fuego en el mes de julio de 2009, área localizada en el limite del humedal con un camino interno.

b) Sub tipo Humedal estuarino no salino persistente (sector Pte. Puerto Viejo): 15 há. afectadas por el fuego en el mes de octubre, sector localizado en el sector del puente Puerto Viejo.

- **Submétrica de capas vegetales:**

Las comunidades vegetales presentes en este sector corresponden a la típica fisionomía de estuario. Comunidades vegetales con especies dominantes como:

- *Frankenia chilensis*; *Distichlis spicata- Sarcocornia fruticosa*;
- *Distichlis spicata - Tessaria absinthioides*
- *Typha angustifolia*

Se observa una modificación en su composición gradualmente hacia el Este según la disminución del gradiente de salinidad. En ambos subtipos de estuarios, la composición específica característica esta empobrecida y notablemente alterada debido a la incorporación de elementos florísticos exóticos.

El efecto del fuego sobre la vegetación herbácea es dependiente de la combustibilidad, de la condición de anual o perenne de la especie, de la intensidad y frecuencia del incendio y de la formación vegetal de la que forma parte.

El efecto inmediato del fuego implicó la destrucción total y parcial de algunos individuos de herbáceas, dependiendo de las características biológicas de estas. Especies perennes y especies anuales de desarrollo epígeo abundante, fueron totalmente quemadas (Figura 31).

Las especies vegetales, con formas de vida geófitas rizomatozas tienen una mayor probabilidad de sobrevida a la acción del fuego y, por ende, una probabilidad mayor de ser elementos pioneros en proceso de recuperación de la vegetación después del incendio. El crecimiento de los geófitos estaría determinado por la temperatura del suelo y por la humedad, por lo que el incremento térmico que sigue al incendio aceleraría el desarrollo, el que se adelantaría al de las otras herbáceas. Por otra parte, el fuego al eliminar la vegetación y el material de restos vegetales, atenúa la competencia y crea condiciones de temperatura y luz favorables para el desarrollo herbáceo a la siguiente estación de crecimiento. La respuesta al fuego de las herbáceas perennes es muy similar a la de las plantas leñosas que son rebrotadoras facultativas. Esta respuesta estaría regulada por una doble respuesta:

a) Resistencia al fuego mediante bulbos o vástagos basales, por reactivación de yemas meristematicas intercalares o axilares.

b) Por incremento de la propagación de semillas.

En general, las especies leñosas pueden soportar un incendio y recuperarse después de él, perdiendo esta capacidad ante fuegos reiterados, especialmente si son intensos. Este tipo de fuegos reiterados mantendrían vigorosos el crecimiento herbáceo con éxito competitivo por espacio, humedad y luz sobre especies leñosas. En años posteriores al incendio, varios autores encuentran valores altos de biomasa en el estrato herbáceo, explicado por el aumento de materia orgánica y fosforo que quedaría en el sustrato como consecuencia del incendio.

Figura 31. Efecto inmediato del fuego en capas vegetales



Al poco tiempo de ocurrido el incendio y sin que medien lluvias, se observa en el humedal del subtipo estuario estacional, el inicio del rebrote desde el lignotuber (regeneración a partir de yemas meristemáticas). Este crecimiento se traduce en la producción de ramas nuevas que nacen prácticamente desde un punto, el crecimiento se intensifica a partir de la primavera después del incendio y amplía principalmente el volumen y cobertura y no en altura (Figura 32).

Figura 32. Inicio del rebrote desde lignotuber, crecimiento observado en primavera



- **Submétrica número de especies co-dominantes:** Los puntajes obtenidos de acuerdo a esta submétrica en la temporada de crecimientos tardíos en general son aceptables, observándose una regeneración de especies considerable posterior a los incendios.

  Sin embargo, en ambos subtipos de humedales numerosos elementos florísticos parecen poseer una preadaptación para regenerarse. Ante el fuego, las especies logran sobrevivir con diversas estrategias. La estrategia observada entre las especies perennes es la vía vegetativa, especialmente las geofitas, mediante el desarrollo de rizomas, están habilitadas para producir numerosos rebrotes después del incendio. Comportamiento observado en las especies rizomatosas (thypha) que experimentan un incremento considerable de dominancia en las primeras etapas después del fuego.

La regeneración de las zonas afectadas no sigue un proceso típico de sucesión secundaria, sino que el sistema responde con un proceso de autorregeneración conforme a la lesión producida. Este tipo de comportamiento diferencial observado entre los dos subtipos de estuarios estudiados, se caracteriza por su mayor lentitud en aquella comunidad sometida a las condiciones ambientales más rigurosas (variación estacional de salinidad), ver Figura 33.

Las características del incendio afectan el tipo de recolonización. La fecha y la intensidad del incendio pueden marcar notables diferencias tanto en la germinación de nuevas plántulas (*Tessaria absinthioides)* como a la capacidad de rebrotar pies quemados (*Typha angustifolia).*

Figura 33. Germinación de nuevas plántulas y rebrote de pies quemados



• **Sub métrica % invasión**: En temporada de crecimiento tardío, las especies invasoras que tienden a dominar una o más coberturas dentro de cada área de evaluación, son reducidas, siendo el sector en regresión y el antiguo canal los que presentan un porcentaje de invasión en regular estado. Sin embargo, en la evaluación de los sectores incendiados del sector norte del estuario estacional, en la campaña anterior, se habían identificado ocho especies propias de humedal que se comportan como eurihalinas (resistentes a amplios rangos salinos), pudiendo crecer en amplios rangos de salinidad y anegamiento intermitente, que con el efecto del fuego pueden verse afectadas en su desarrollo y cobertura.

Las tendencias de recuperación en volumen y cobertura deberán ser evaluadas la próxima temporada de crecimiento tardío, obteniendo los patrones de crecimiento y recuperación de árboles y arbustos, además de la evolución de la ocupación de espacios libres por especies nuevas colonizadoras y otras pre-existentes.

Dada la muy lenta recuperación de los estratos arbóreo y arbustivo, los espacios afectados son densamente colonizados en la primera primavera por herbáceas perennes *Typha angustifolia y Arundo donax, junto a la* fenerofita *Tessaria absinthioides.* Este desarrollo puede suponerse a varios factores, entre ellos la disponibilidad de espacios a ocupar por las plántulas, los que han quedado vacíos al disminuir el follaje y la competencia de otras especies; a una mayor libertad para el tránsito de diásporas hacia el lugar quemado y, también, a una mayor fertilidad temporal del suelo por presencia de cenizas.

También puede considerarse un mayor nivel térmico del suelo por pérdida de la cubierta vegetal. Existen antecedentes de que en algunos ecosistemas el fuego puede activar a semillas en reposo bajo tierra.

Se recomienda evaluar la pérdida y/o regeneración de especies nativas o la disminución de su frecuencia con respecto a especies introducidas herbáceas, junto con evaluar el proceso de recuperación vegetal de árboles bajos (*Geoffrea decorticans, en categoría de conservación*).

En algunas áreas evaluadas se observó la aparición de un número reducido de especies exóticas que podrían obstaculizar el frágil equilibrio del sistema. Se identificaron dos especies exóticas, de las cuáles *Arundo donax*, especie herbácea perenne posee el mayor grado de representatividad y tiende a regenerar desde lignotuber con gran facilidad pudiendo dominar una o más coberturas de vegetación (Figura 34).

Figura 34. Inicio del rebrote de *Arundo donax* a partir de lignotuber



6.4.2 Estructura biótica horizontal y zonación

La estructura biótica horizontal y zonación del humedal del río Copiapó conserva una comunidad vegetal que posee áreas de evaluación con baja intercepción de capas vegetales y una disminuida heterogeneidad espacial en general.

Zonalmente, se distingue una zona litoral de poca profundidad que limita con la tierra formando un gradiente de humedal, con la zona más retirada de la orilla y una considerable humedad superficial. La vegetación acuática y palustre del gradiente se presenta en franjas paralelas a la orilla del río Copiapó en el cual se suceden, desde el curso del agua hacia la tierra, extensas zonas de plantas palustres o de pantano y zonas con especies típicas del matorral desértico mediterráneo costero.

En la temporada tardía se observa el creciente avance de las especies palustres hacia el centro del curso de agua (Figura 35). Las plantas van reteniendo el sedimento, depositándolo y tendiendo a levantar el fondo, ocasionando disminución de la profundidad y permitiendo el avance e instalación de otras especies, que con un avance excesivo puede ser muy perjudicial para el humedal ya que aceleran la evaporación del agua, pudiendo llegar a colmatar el cuerpo acuático. Situación que será evaluada en profundidad para este estudio en la próxima campaña de monitoreo en la temporada de crecimiento tardío.

Figura 35. Estructura biótica horizontal observada en el subtipo estuario salino no persistente



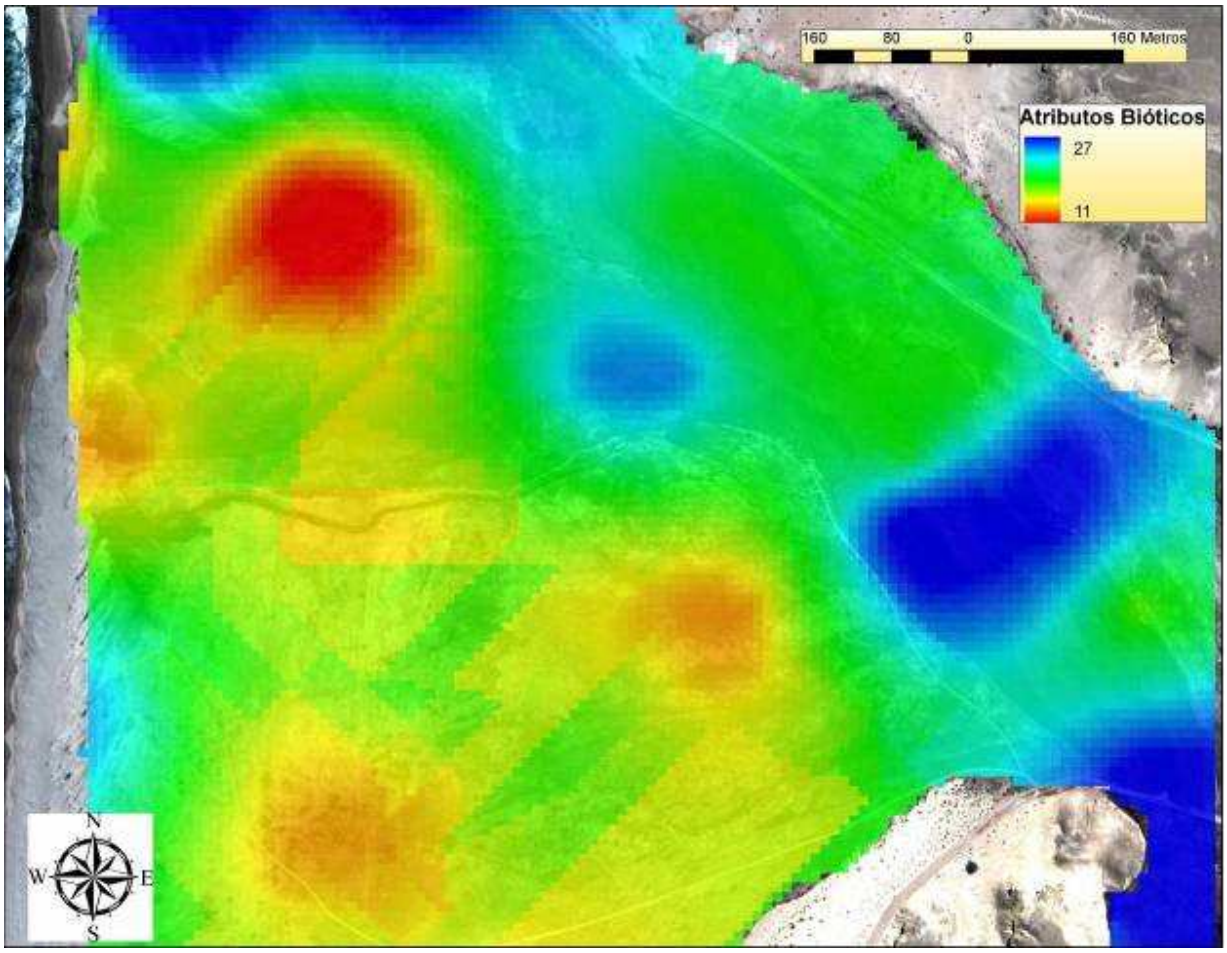
Folio015576

6.4.3 Estructura biótica vertical

Esta métrica es sensible a la estacionalidad, y debe ser evaluado en temporada de crecimiento tardío, en la campaña realizada el año 2009, algunos puntajes obtenidos fueron muy bajos debido al deterioro ocasionado por el fuego en algunos sectores del humedal. Sin embargo, cabe destacar que para esta campaña de monitoreo los sectores centrales del humedal que no se vieron afectados por el fuego, conservan puntajes muy bajos, se estima que el retroceso que ha tenido el recambio de fuentes frescas de agua, han ocasionado la disminución de los puntajes de la métrica de estructura biótica. Por lo tanto, en la próxima evaluación se tendrá especial atención con estos sectores (Figura 36).

La continuidad de este estudio, en los siguientes años permitirá evaluar la tendencia de regeneración de la cubierta vegetal en este valioso ecosistema.

Figura 36. Distribución espacial de atributos bióticos en las áreas de evaluación del humedal



6.4.4 Avifauna

Para este sector se registra cerca de un 19% del total de las especies registradas en Chile, de las cuales se destacan 10 especies de aves marinas consideradas endémicas, asociadas a las surgencias de la corriente de humboldt, se describen dos especies en categoría de amenazadas que no fueron registradas (Yunco y Pingüino de Humboldt) y una en peligro por SAG 2009 (Bandurria), así como cuatro en categoría de Vulnerable. (Gaviotín Monja, Gaviota Garuma, Guanay y Yunco), de estas solo se registró en el censo a la Gaviota Garuma.

A continuación se entrega el total acumulado de individuos censados.

				SAG	Pte Pto Viejo	Estuario
CHARADRIFORMES	Haematopodidae	Pilpilén	Haematopus palliatus	E		8
CHARADRIFORMES	Scolopacidae	Zarapito	Numenius phaeopus	B		2
CHARADRIFORMES	Scolopacidae	Playero blanco	Calidris alba	B		7
CHARADRIFORMES	Charadridae	Queltehue	Vanellus chilensis	B,E		2
PROCELLARIFORMES	Oceanitidae	Golondrina de mar chica	Oceanites gracilis	S		5
CHARADRIFORMES	Charadridae	Chorlo nevado	Charadrius alexandrinus	B,S		14
CHARADRIFORMES	Scolopacidae	Becacina	Gallinago paraguaiae	B		1
Passeriformes	Emberizidae	Trile	Agelaius thilius	B		2
Passeriformes	Tyrannidae	Colegial	Lessonia rufa	B,E		2
CHARADRIFORMES	Laridae	Gaviota dominicana	Larus dominicanus	E		35
CHARADRIFORMES	Laridae	Gaviota garuma	Larus modestus	S		20
CICONIFORMES	Ardeidae	Garza boyera	Bubulcus ibis	B		1
Falconiformes	Familia Accipitridae	Aguilucho	Buteo polyosoma	B,E	2	
Falconiformes	Cathartidae	Jote de cabeza colorada	Cathartes aura	B	12	
Passeriformes	Familia Tyrannidae	Fío-fío	Elaenia albiceps	B,E	2	
Passeriformes	Tyrannidae	Dormilona chica	Muscisaxicola maculirostris	B,E	5	
Passeriformes	Turnidae	Zorzal negro	Tordus chiguanco	S	2	
Passeriformes	Troglodytidae	Chercán	Troglodytes aedon	B, E	5	
Passeriformes	Furnariidae	Trabajador	Phleocryptes melanops	B	3	

Respecto del indice de diversidad de Sahnnon, el valor entregado para el sector del puente de Puerto Viejo fue significativamente menor (1.71) al valor del sector de la desembocadura (1.9), sin embargo en ambos valores son bajos en el contexto regional y en base a los otros estudios de la zona.

El indice de Sorensen fue cero, lo que podría significar que no existe una migración de las aves a la costa y viceversa.

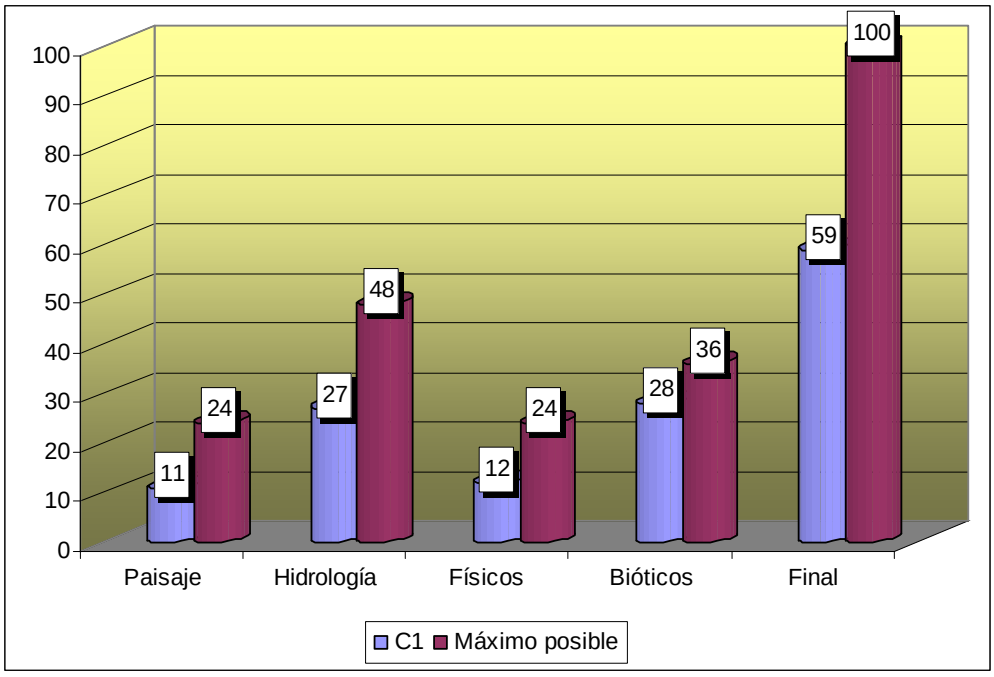
7 ESTADO DE SALUD: HUMEDAL DESEMBOCADURA RÍO COPIAPÓ AÑO 2009

7.1 Puente Puerto Viejo - Estuario No Salino Persistente

Este sector presenta un puntaje de salud **tipo C (59%)**, su principal limitante son los atributos de paisaje, presentando las condiciones con mayor deterioro del ecosistema, debido básicamente que el área fue afectada en un 50% aprox. por el incendio ocurrido en el mes de octubre. Adicionalmente, los atributos físicos relevantes para el sistema se vieron afectados por el fuego reduciendo sectores con micro-relieve, conservación de humedad. Atributos que sustentan el adecuado establecimiento de flora y potenciales sitios de protección para sustentar el correcto desarrollo de fauna.

Sin embargo, los atributos bióticos representan un puntaje de salud bueno, observándose una recuperación eficaz del sector tras la acción al fuego y muy cercano a lo esperado para el sector, aportando un segmento importante en el resultado del estado de salud del humedal (Figura 37).

Figura 37. Gráfica de puntajes por atributo y final del sector I



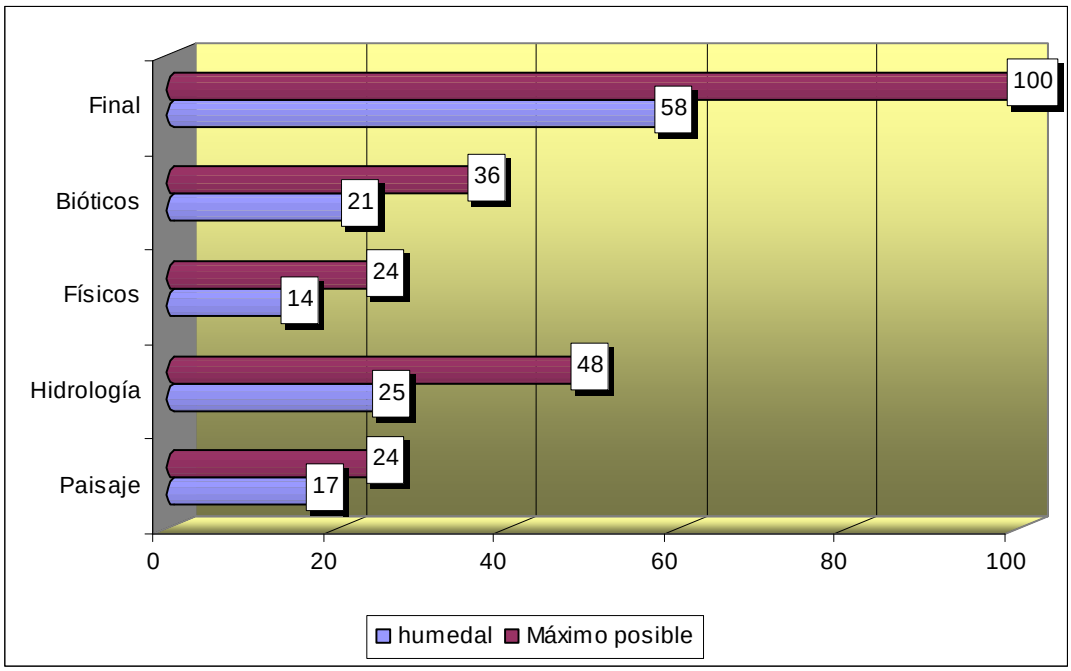
Folio015579

7.2 Desembocadura del río Copiapó – Estuario Estacional

El estuario estacional presenta un estado de salud regular **tipo C (58%)**, situación que se debe principalmente al puntaje de las métricas que componen los atributos hidrológicos. Los bajos aportes observados en las fuentes de agua fresca y a regular calidad de las mismas, consiguen que este puntaje se encuentre dos veces bajo el valor esperado (Figura 38). El proceso de estancamiento asociado al puente del río Copiapó y el abundante desarrollo de macrófitas acuáticas, incrementa el riesgo de deterioro del humedal en el tiempo.

El sector en regresión no presenta características de humedal en casi todos los atributos evaluados, por lo que la perdida de este hábitat en el sector es evidente, se observan reducidas capas vegetales y pocas especies co-dominantes, junto a la colonización de especies que requieren menor humedad sobre los diferentes biotopos acuáticos.

Figura 38. Magnitud del puntaje final del estuario del río Copiapó



Folio015580

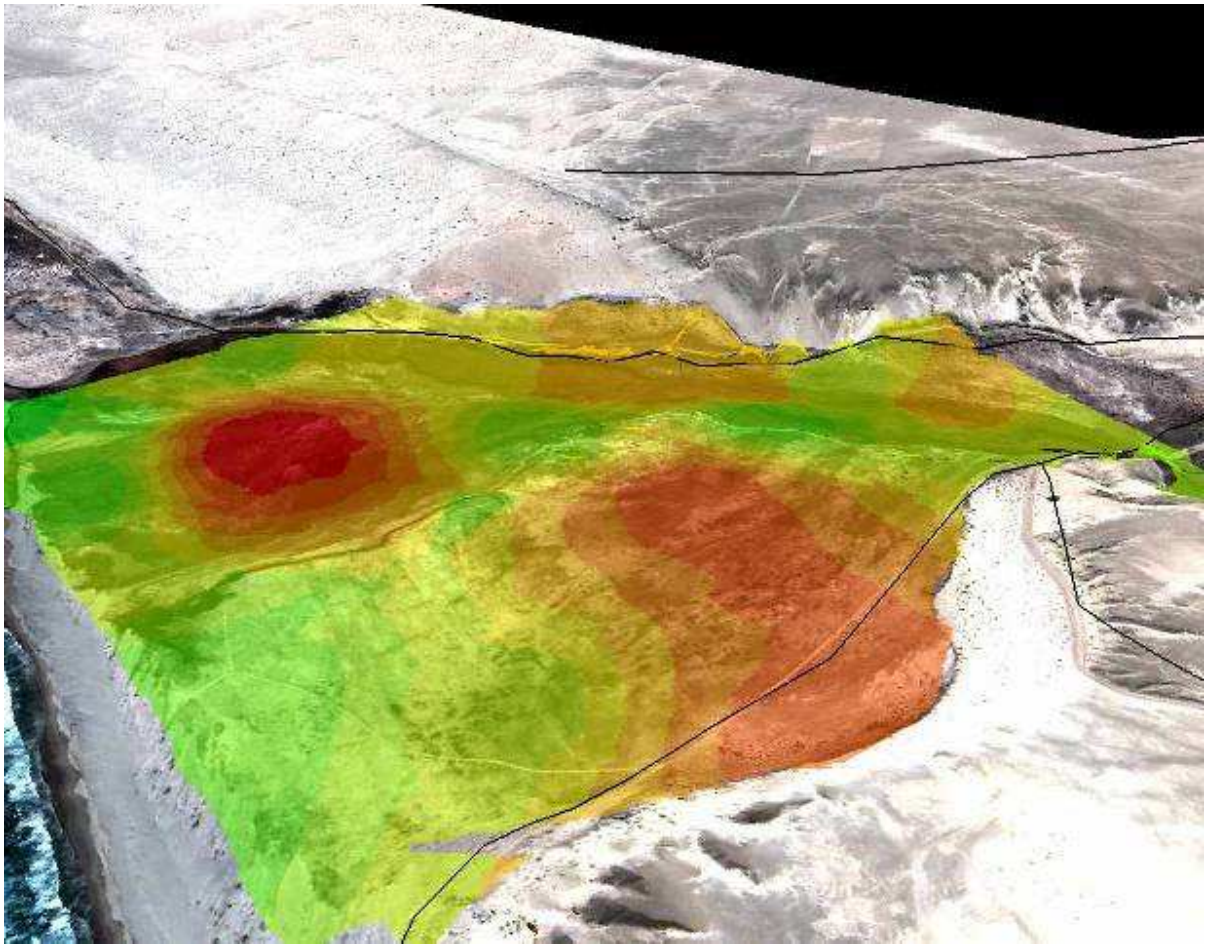
8 TENDENCIA DE SALUD HUMEDAL DESEMBOCADURA RÍO COPIAPÓ AÑO 2009

Adicionalmente, se extrapolaron los puntajes obtenidos a un 92% del polígono del humedal, con un error de un 0.08 % en los resultados, esto permitió visualizar la tendencia que presenta del humedal.

El estado de salud del humedal el año 2009, posee una condición **regular (C)**, con superficies importantes en mal estado (D), (Figura 39).

Se ha determinado que el área central posee una condición del tipo D (31%), ya que se encuentra en franco proceso de regresión, observándose un mayor efecto que en área Sur. Mientras que la mejor condición para el año 2009, se ha estableciendo en la zona Noroeste con un puntaje tipo B (71%).

Figura 39. Condición de salud del Estuario del río Copiapó para el año 2009



9 APOYO AL PROGRAMA DE EXTENSIÓN GEF ISLA GRANDE ATACAMA

La iniciativa de colaboración GEF-CCMC-FCH, se desarrollo en 13 jornadas entre fines de enero y todo el mes de febrero, los días miércoles, sábados y domingos.

Se cumplió con los horarios establecidos, transporte seguro y pago de honorarios al equipo GEF, por parte de FCH-CCMC, esto facilitó las actividades del programa de extensión del proyecto GEF, III Región. El desplazamiento del equipo GEF les permitió abarcar la totalidad de los grupos de campistas permanentes, que se ubicaron principalmente a los largo de Bahía Cisnes y frente a Isla Chata.

El tipo y número de actividades de educación ambiental, realizados por FCh, durante el desarrollo de la iniciativa, fueron las siguientes:

- 6 Talleres ambientales.
- 3 Charlas Conceptuales para adultos.
- 1 Actividad de limpieza con visitantes de AMCP-MU.

Las actividades tuvieron una duración entre 45 minutos y 1 hora.

Los puntos de AMCP-MU, IGA, abarcados en las actividades de educación ambiental, fueron los siguientes:

- Centro de información de Bahía Cisnes.
- Diversos puntos de Bahía Cisnes.
- Playa frente a Isla Chata.
- Playa Las Salinas.
- Humedal.

Los asistentes a los talleres conocieron la importancia de diversos componentes vivos y no vivos de un ecosistema marino y costero mediante las actividades educativas. Comprendieron como los residuos domiciliarios contaminan y afectan los ecosistemas naturales y aprendieron sobre la adecuada gestión de residuos; Reducción, Revalorización y el Reciclaje, y también sobre el concepto de Energía Renovable.

Participaron de las actividades de educación ambiental 32 niños y jóvenes de 3 a 16 años, y 30 adultos. Un total de 62 personas, visitantes del área protegida, se beneficiaron de las actividades, las cuales les dieron acceso a conocimientos que les permitirán desarrollar una visión más amplia y de mayor compromiso con su medio ambiente.

Se utilizaron herramientas del método educativo ZERI, correspondientes a la observación y estudio del medio ambiente, experimentación y aplicación de conceptos en un entorno natural. Los niños mostraron entusiasmo, interés y una participación activa en las tareas desarrolladas. Niños, jóvenes y adultos, también mostraron interés en realizar actividades de limpieza en el AMCP-MU, IGA.

Durante el desarrollo de la iniciativa, el coordinador GEF, III Región, implemento 2 basureros adicionales en el centro de información de Bahía Cisnes, además facilito implementos para la instalación de un stand informativo y los materiales necesarios para una actividad de limpieza con niños.

La basura generada en el AMCP-MU, IGA, fue retirada con una frecuencia de 2 a 3 días a la semana, por un camión municipal que realizaba 2 recorridos diarios o 2 camiones municipales que realizaban 1 recorrido diario.

Mediante las 4 actividades de limpieza realizado por el equipo GEF, con apoyo de FCh, se identificaron los puntos con mayor impacto al paisaje debido a la acumulación de basura domiciliaria, correspondientes al acceso a la aguada de Chorrillos, varios puntos frente a Isla Chata y también en el Humedal, especialmente en los caminos de acceso a la Laguna Grande.

Los sitios despejados correspondieron a áreas puntuales, donde los visitantes establecidos en carpas disponían sus residuos, al no contar con contenedores, y también áreas más extensas como rutas de acceso a lugares de interés turístico.

El volumen de basura retirada, estimado, fue de 5 bolsas grandes de basura por actividad (80 L/Bolsa).



Figura 40. Registro fotográfico de actividades de Difusión

10 ANEXOS

Análisis de agua y sedimento

Planilla de cálculo de estado de salud de cada AE

Área Evaluación	Buffer				Hidrología				Físico		Biótico					
	Conec	%	Ancho	Cond	FA	RH	CH	CA	Rp	CT	N°	Sp	% inv	IH	IV	OBSERVACIONES
C1	D	B	D	D	C	D	A	C	B	B	A	A	A	B	C	40% INCENDIADO
Máximo posible	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	Referencia
C4	C	C	A	C	C	D	A	D	A	C	B	A	B	B	B	
C5	C	B	A	C	C	D	B	D	A	C	B	A	B	C	B	
C6	B	A	A	B	C	D	A	D	B	C	B	B	B	C	C	
C7	C	B	A	C	C	D	B	D	B	C	B	B	B	D	C	
C8	B	B	A	B	C	C	A	D	B	C	A	A	B	B	C	
C9	B	B	A	C	C	D	B	D	B	C	B	A	B	B	C	
C10	A	A	A	C	D	D	D	D	D	D	B	C	A	D	D	Zona incendiada y en regresión
C11	B	B	A	C	C	D	B	D	C	C	B	A	B	D	C	
C12	B	B	A	C	C	D	B	D	C	C	B	A	B	D	C	
C13	B	B	A	C	C	D	B	D	C	C	B	A	B	D	C	10% incendiado y con brea en regeneración
C14	B	B	A	C	C	D	B	C	C	C	B	A	B	D	C	40% incendio
C15	B	B	A	D	C	C	C	C	C	C	B	A	B	C	C	60% incendio
C16	B	B	A	C	C	C	C	C	C	C	B	A	B	C	C	
C17	C	C	A	C	C	C	C	C	B	B	A	A	B	B	C	
C19	A	A	A	B	C	D	A	D	B	C	A	A	B	C	C	
C22	A	B	A	B	C	C	A	C	B	B	B	A	A	C	C	
C23	A	C	A	B	C	C	A	C	C	C	C	B	A	D	D	
C24	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	C	B	D	D	Humedal en regresión
C25	B	C	A	A	C	A	A	C	B	B	B	C	A	D	C	Desembocadura
C27	B	C	A	B	C	C	A	C	B	B	B	C	A	D	D	
C28	B	C	A	B	C	B	A	C	C	C	B	C	A	C	B	
C29	B	C	A	B	C	A	A	C	A	B	A	A	A	B	C	
C31	C	C	A	C	C	B	C	C	C	C	B	C	A	C	B	

INFORME 2010 MONITOREO HUMEDAL

Programa **Medio** Ambiente

Compromiso Voluntario Resolución Exenta Nº 273/08 Monitoreo Ambiental

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Noviembre 2010

Minera candelaria
Una compañía Freeport-McMoRan Copper & Gold

FUNDACIONCHILE
Movemos la frontera de lo posible

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento ha sido desarrollado a solicitud de la Sociedad Contractual Minera Candelaria (CCMC), con la finalidad de evaluar la condición de salud del humedal del río Copiapó. Actividad que se enmarca dentro de los compromisos de la Resolución de Calificación Ambiental del Proyecto Acueducto Candelaria Chamonate.

Para su ejecución, se propuso a CCMC la aplicación de la Metodología USEPA (CRAM), la que fue adaptada por Fundación Chile en Conjunto con el Servicio Agrícola y Ganadero y el Ministerio del Medio Ambiente en el marco de proyecto "Desarrollo de un sistema de evaluación rápida de humedales". Esta metodología (denominada EMA) siendo aplicada con éxito en ocho humedales a lo largo del país, y contando con el reconocimiento de autoridades ambientales.

A continuación se presentan los resultados del monitoreo del año 2010 y la dinámica que ha tenido el humedal respecto del año 2009. Estos resultados provienen de cuatro campañas de monitoreo en el sector que para efectos de su evaluación, fue clasificada en dos subtipos de humedal, según criterios internacionales de clasificación de humedales (hidro-geomorfología). Los dos subtipos identificados corresponden a:

- Estuario no salino persistente (Sector Puente Puerto Viejo).
- Estuario estacional (sector Puente Copiapó y desembocadura).

En cada subtipo se definieron áreas de evaluación a escala sitio específico, considerando actualmente 24 áreas de evaluación de 1 há cada una, las cuales corresponden a sectores representativos del total del humedal.
En cada una de ella se aplicó la metodología EMA basada en atributos físicos, hidrológicos, bióticos y de paisaje representativos de estos ecosistemas, junto a la aproximación al riesgo a la salud y ecológico que presenta el humedal.

Los puntajes obtenidos en todas las áreas de evaluación, se extrapolaron a un 92% del polígono del humedal, con un error de un 0.08 % en los resultados, esto permitió visualizar la tendencia que presenta el humedal en el transcurso del año 2009 y 2010.

El estado de salud del humedal al año 2010, presentó una mejora en todos los componentes del ecosistema evaluados, desde una condición regular con superficies importantes en mal estado que fue registrada el año 2009, a un estado de salud bueno, dado principalmente por la mejoría en la condición hídrica del sistema y la recuperación de los sectores afectados por el fuego.

Una superficie importante del sector evaluado, presenta un estado de salud bueno, debido a la expansión de los canales de inundación, ya que el nivel de agua aumentó notoriamente respecto a temporadas anteriores y a la reutilización de estos por especies vegetales típicas de humedal.

Los atributos hidrológicos dan cuenta de una relación directamente proporcional entre la cantidad de agua y las precipitaciones, registrándose mayores caudales en el año 2010 que en la temporada anterior.

Al expresar la carga de contaminación en Kg/día de sulfatos y cloruros, estos dan cuenta que el proceso de intrusión salina continua.

Respecto de los sectores afectados por el fuego el año 2009, se observó en el sector del Puente Puerto Viejo una recuperación con especies vegetales características de humedal. Sin embargo, en el sector aledaño al camino, cercano a la desembocadura, se evidencio un reemplazo de especies de humedal por series xerófilas que se desarrollan cuando disminuye el nivel de agua, lo que determina que al desecarse el suelo, queda un residuo de costras salinas (SO4--) en la superficie, que favorecen el desarrollo de comunidades altamente tolerantes a la salinidad de los suelos.

Adicionalmente, se evaluó el potencial riesgo a la salud y ecológico que posee el estuario en su uso más probable (recreacional), donde la toxicidad potencial de los metales pesados no es relevante. Sin embargo, los compuestos orgánicos (N y P) dan cuenta de un proceso de eutrofización acelerado.

La comparación gráfica del estado de salud del humedal en los años 2009 y 2010 (Figura 1) permite concluir que en el sector en regresión, se cuantifico un aumento del deterioro de hasta en un 6% y la principal recuperación del ecosistema, se asocia a la expansión de los canales de inundación y a la reutilización de estos por una mayor disponibilidad de aguas, asociado a su vez a la mayor precipitación del año 2010. Resultando un mapa que representa la evolución del sistema en las temporadas de monitoreo (Figura 1).

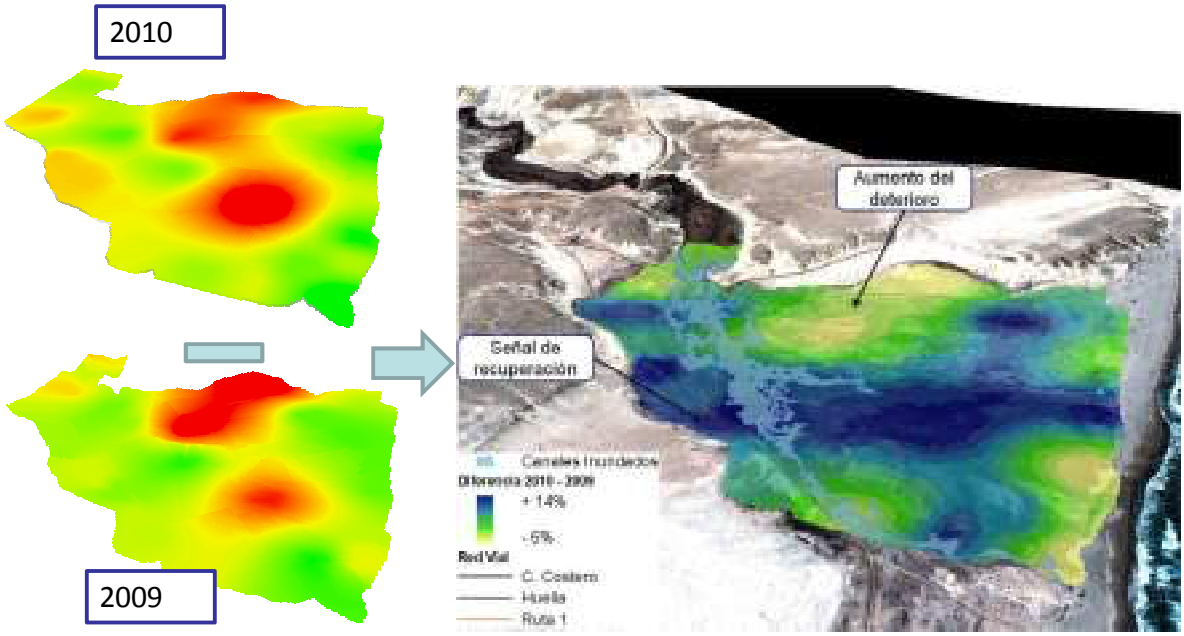


Figura 1.- Proceso de resta de mapas y resultado

Folio015590

En base a las evaluaciones realizadas en los años 2009 y 2010, se concluye que si bien mejoró el estado de salud general del ecosistema, continua el proceso de intrusión salina y regresión de las formaciones vegetales características de humedal, lo que implica una reducción de tamaño del humedal activo.

Folio015591

GLOSARIO

- **Análisis del riesgo del territorio:** Se define como el grado en el cual un humedal es susceptible a sufrir daño como resultado de una amenaza o peligro.

- **Áreas de evaluación (AE):** El AE es una porción representativa del humedal evaluado, la cual debe incluir las variables funcionales, espaciales y presiones antrópicas. Se debe usar múltiples áreas de evaluación para la apreciación de humedales grandes. La delimitación de las áreas representativas se realiza siguiendo algunas reglas que se encuentran en las guías de campo respectivas.

- **Buffer:** Definida como la capacidad de amortiguación que posee un área frente a eventos ambientales negativos, dada por la calidad y cantidad de cobertura de vegetal.

- **Escenario de Exposición:** Área física que comprende el lugar donde se derraman o emiten los elementos contaminantes al ambiente, donde se transportan y donde las poblaciones entran en contacto con los medios potencialmente contaminantes.

- **Exposición:** corresponde al contacto de una población, individuo o biota con un agente físico o químico crítico. Se debe, por lo tanto, determinar los puntos de exposición.

- **Perturbaciones antrópicas:** Es la consecuencia de un evento antrópico o una acción que posee un efecto negativo en el sistema y es medible en el campo. Los estresores claves tienden a reducir la cantidad de humedales, la calidad y/o cantidad de sedimentos, cantidad y/o calidad de aguas de las cuales el humedal depende. La gradiente del estrés es resultado de una variación espacial en la magnitud, intensidad o frecuencia de los estresores.

- **Perturbaciones naturales:** Son consecuencias de fenómenos naturales como los deslizamientos de tierra, crecidas, maremotos, u otros.

- **Estado de salud o condición:** Representa el estado de salud del área de influencia y el contexto del paisaje, la hidrología, la estructura biológica y física, en comparación con el mejor estado posible para el mismo tipo de humedal.

- **Servicios ecológicos**. Estos son los beneficios sociales dependientes del estado de salud y funcionalidad del humedal. Los más comunes servicios son la recarga de acuíferos, descontaminación de aguas, control de crecidas, recreación, estética y soporte para la diversidad biológica endémica.

- **Atributos:** Son los conceptos, aspectos generales y universales que componen un humedal. En consecuencia todos los humedales comparten estos atributos: paisaje y área de influencia, hidrología, estructura física y biótica. En la metodología EMA, cada uno de estos atributos esta

Folio015592

representado por una distintas métricas que en conjunto dan cuenta de la condición de cada atributo.

- **Métricas:** Corresponden a componentes medibles de un atributo en el campo (Fennessy et al 2004), es significativa del punto de vista ecológico y posee una relación dosis respuesta al estrés, que puede ser distinguida de la variación natural a través de la gradiente de estresores. (Barbour et al 1995).

- **Modelo Conceptual:** Diagrama de las relaciones conocidas, esperadas y/o previstas entre los potenciales Contaminantes de Interés del sitio y los potenciales receptores asociados que intervienen en el proceso de evaluación, indicando los elementos que intervienen en cada una de ellas.

- **Indicadores**. Estos son evidencias directas o pistas de condiciones de campo utilizadas para seleccionar el estado de la métrica en evaluación.

- **Puntaje de las métricas:** es un valor numérico asociado con el estado alternativo (A-D), que fue seleccionados como el más representativo durante el momento de evaluación.

- **Puntaje de los atributos**: será el porcentaje del máximo de la suma de los puntajes de las métricas del atributo.

- **Puntaje del Área de Evaluación (AE):** Puntaje que representa el estado de salud del área evaluada. Se calcula como el porcentaje de la suma de los máximos de cada atributo por cada área de evaluación.

- **Puntaje de Salud o condición del Humedal**: Este puntaje se expresa en porcentaje y corresponde al promedio de todos los puntajes de las áreas de evaluación de un humedal. Al compararse con el máximo posible se podrá establecer el estado del humedal en el momento de la evaluación.

- **Punto de Exposición**: Cualquier contacto potencial entre los receptores o bienes a proteger con un medio potencialmente contaminado. Los puntos de exposición más importantes son aquellos donde la concentración sea más alta a un nivel de referencia dado y donde el receptor se clasifique como un grupo sensible (University of Arizona, 2001).

- **Peligro:** Es el origen del riesgo, el cual se refiere a la capacidad intrínseca de las sustancias a causar daño. El término "peligroso" se define generalmente para constituyentes no cancerígenos que pueden producir efectos crónicos en los organismos.

- **Percolación:** Es el flujo de un liquido a través de un medio poroso no saturado, por ejemplo de agua en el suelo, bajo la acción de la gravedad. Para que exista este fenómeno, es necesario que se exista una recarga de agua de manera periódica en el suelo.

- **Riesgo:** Probabilidad de ocurrencia de un daño, de una pérdida o de un evento peligroso en un sitio contaminado o potencialmente contaminado y su entorno. Este término aplica para aquellos constituyentes cancerígenos, los cuales no poseen umbral de referencia de toxicidad.

Folio015593

- **Sedimento:** Material sólido transportado por una corriente de agua que se deposita en el fondo del cauce, para efectos de este estudio, el sedimento activo esta constituido por los primeros 15 cm del lecho del río.

- **Toxicidad:** Propiedad de una sustancia que por acción de contacto directo o al ser absorbida por un organismo, ya sea por vía oral, respiratoria o cutánea, es capaz de producir efectos nocivos sobre la salud humana, animal o vegetal, e incluso la muerte (NCh 382. Of. 98).

- **Vía de Exposición:** Mecanismo por medio del cual el elemento no deseado tiene contacto o es absorbido por el organismo receptor (ingestión, inhalación, contacto dérmico).

Folio015594

Tabla de Contenido

RESUMEN EJECUTIVO 2

1 PRESENTACIÓN 10

1.1 Antecedentes Generales del Monitoreo 11

2 OBJETIVOS 15

2.1 Objetivo General 15

2.2 Objetivos Específicos 15

3 MATERIALES Y MÉTODO 16

3.1 Implementación Plan de Monitoreo 16

3.2 Método de Seguimiento 17

4 RESULTADOS 19

4.1 Atributos Espaciales 19

4.2 Atributo Hidrológicos 21

4.3 Atributos Físicos 28

4.4 Atributos Bióticos 31

4.5 Aproximación al Riesgo Ecológico 40

5 ESTADO DE SALUD: Humedal Desembocadura Río Copiapó Año 2010 46

5.1 Puente Puerto Viejo - Estuario No Salino Persistente 46

5.2 Desembocadura del río Copiapó – Estuario Estacional 47

6 DINAMICA DE SALUD HUMEDAL RÍO COPIAPÓ AÑOS 2009-2010 49

7 ANEXOS 52

7.1 Anexo I: Metodología de Obtención de Atributos y Métricas Indicadoras 52

7.2 Anexo II: Clasificación Categorías de Conservación 59

7.3 Anexo III: Metodología de Evaluación de Riesgos 61

7.4 Anexo IV: Análisis de Agua 66

Folio015595

Índice de Tablas

Tabla 1.- Equipo Técnico de trabajo 10
Tabla 2.- Individuos censados año 2010 37
Tabla 3.-Selección valores de referencia 42
Tabla 4.- Valores de protección utilizados para el análisis de riesgo 44

Índice de Figuras

Figura 1. Localización Humedal desembocadura río Copiapó 11
Figura 2. Áreas de evaluación para el monitoreo del humedal desembocadura río Copiapó 13
Figura 3. Condición de Salud Humedal del Río Copiapó para el año 2009 14
Figura 4. Atributos y métricas de evaluación -Monitoreo Ambiental 2010 16
Figura 5. Esquema de procedimientos de determinación del riesgo ecológico 18
Figura 6. Localización de sectores incendiados. (A) Evento asociado al camino 1,5 há. (B) Incendio asociado Puente puerto viejo 15 há de superficie afectada 19
Figura 7. Subtipo salino no persistente en recuperación post incendio 20
Figura 8. Distribución espacial de los valores del atributo del Paisaje. 21
Figura 9. Caudales (m^3/s) y Precipitaciones del estuario del río Copiapó en los años 2009-2010 23
Figura 10. Modificación desembocadura por efecto de mayor caudal 24
Figura 11. Aumento en la carga de sulfatos año 2009-2010 25
Figura 12. Capacidad de depuración (puente Copiapó- desembocadura) 26
Figura 13. Distribución espacial de los puntajes de la hidrología 27
Figura 14. Evolución de la estructura física en la áreas incendiadas 28
Figura 16. (A) Comunidad higrófila; (B) Comunidad Xerófila 33
Figura 17. Pastizal mono-específico compuesto por *Distichlis spicata* 34
Figura 18. Estructura biótica horizontal observada en el humedal del río Copiapó 35
Figura 19. Distribución espacial de atributos bióticos 36
Figura 20. Avifauna observada en la temporada seca 2010. (A) *Caracara plancus* -traro -(B) *Haematopus palliatus* -pilpilén -(C) *Lessonia rufa* -colegial 39
Figura 21. Avifauna observada en la temporada húmeda 2010. (A) *Haematopus ater* –pilpilén negro-; (B) *Nycticorax nycticorax* -Huairavos-; (C) *Theristicus melanopis* – Bandurria 39
Figura 25. Gráfica de puntajes por atributos y final del sector Puente Puerto Viejo 46
Figura 26. Magnitud del puntaje final de la desembocadura del río Copiapó 47
Figura 27. Distribución de la condición de Salud 48
Figura 28. Gráfica de evolución de los atributos, año 2009-2010 49
Figura 29. Resta de Imágenes, año 2009-2010 50
Figura 30. Mapa de variación de la condición de salud 2009-2010 51

1 PRESENTACIÓN

Según el acuerdo suscrito por Compañía Contractual Minera Candelaria en la Resolución de Calificación Ambiental del Proyecto Acueducto Candelaria Chamonate, cuyo objetivo principal es entregar el estado de salud actual del humedal y su evolución en el transcurso de 11 años. Se presenta a continuación el informe anual del año 2010 del "Monitoreo Ambiental del Humedal en la Desembocadura del Río Copiapó"el cual contiene el desarrollo del monitoreo realizado en dos estaciones características del año 2010, para orientar al diagnostico de la condición ambiental actual del humedal.

Además, evalúa la tendencia que presenta el humedal desde el inicio del monitoreo a partir del año 2009 hasta la fecha actual, relacionando los componentes ambientales, ecológicos y de paisaje basados en métricas indicativas y representativas del sistema.

Equipo de Trabajo

El "Monitoreo Ambiental del Humedal en la Desembocadura del Río Copiapó" fue ejecutado por el Programa de Medio Ambiente de Fundación Chile y supervisado por el Área de Medio Ambiente de Minera Candelaria. El equipo de trabajo se muestra en la tabla 1.

Tabla 1.- Equipo Técnico de trabajo

Nombre	Cargo en el Proyecto
Jorge Bravo	Ing. Ambiental- Inspección Técnica (Minera Candelaria)
Juan Pablo Rubilar	Jefe de Proyecto (Fundación Chile) MsC Conservación y Biodiversidad
Angela Oblasser	Jefe Área Remediación Ambiental (Fundación Chile) Geo-ecóloga
Alejandra Arochas	Especialista (Fundación Chile) Ecóloga-Paisajista- Ingeniero en Medio Ambiente
Carolina González	Apoyo Técnico de Terreno (Centro Atacama, Agua y Energía) Geógrafa

Folio015597

1.1 Antecedentes Generales del Monitoreo

El humedal del Río Copiapó, es un humedal estratégico por su ubicación, ya que es considerado un lugar de descanso de aves migratorias y posee una función de control de la intrusión salina y proceso de desertificación.

La iniciativa de generar un Programa de Monitoreo de la Desembocadura del Río Copiapó, surge en respuesta de una preocupación regional del estado y amenazas que afectan a este ecosistema, ya que la sobreexplotación sostenida del recurso hídrico en la cuenca del río Copiapó en los últimos años, ha generado una modificación sustancial del tamaño y de las especies que habitan o utilizan este ecosistema el cual actualmente se encuentra dentro del área de protección costera Isla Grande.

La zona de estudio se localiza en la costa de la Región de Atacama, en la desembocadura del Río Copiapó, en las siguientes coordenadas: huso UTM-19 S, 308482 (UTM X mínima), 310161 (UTM X máxima), 6980098 (UTM Y mínima) y 6976586 (UTM Y máxima). En la Figura 1 se observa la localización del sector en evaluación.

El Monitoreo Ambiental de la Desembocadura del Río Copiapó, es realizado por el Programa de Medio Ambiente de Fundación Chile, iniciándose en la temporada seca del año 2009, y reportando anualmente el monitoreo de dos campañas estacionales representativas.

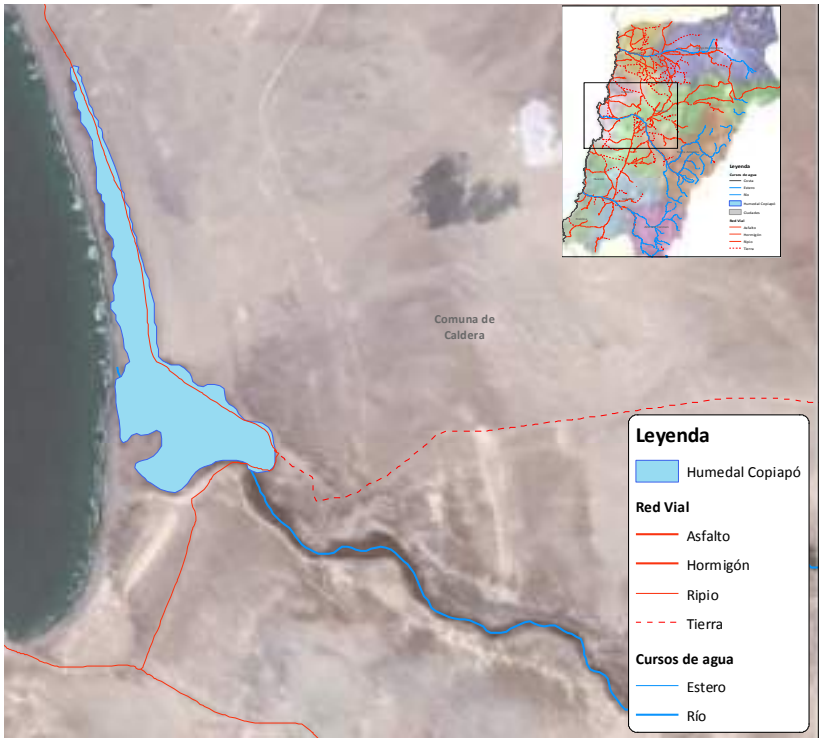


Figura 1. Localización Humedal desembocadura río Copiapó

Folio015598

Clasificación del Humedal

La clasificación del humedal se realizó de acuerdo a los Criterios Internacionales de Clasificación de Humedales en base a la Hidro-Geomorfología y fue realizada en la época de estrés hídrico (mes de marzo).

Bajo esta clasificación, el área de la desembocadura del río Copiapó corresponde a un humedal del tipo estuario. Los humedales estuarinos se caracterizan por ser cuerpos de aguas semi-cerradas por tierra donde se presenta la unión de aguas marinas - dulces (que vienen de tierras adentro) y de lluvias.

El área litoral de playa las Salinas donde desemboca el río Copiapó presenta elementos geomorfológicos y bióticos que incluyen una barrera arenosa que genera un humedal costero asociado.

El estuario del río Copiapó tiene representación de dos subtipos, diferenciados básicamente por la presencia de especies vegetales vasculares tolerantes a la salinidad. Según esta clasificación se reconocen:

- **Estuario no salino persistente (Sector Puente Puerto Viejo)**
  La hidro-geomorfología del lugar presenta características homogéneas, con planos de inundación entremezclados con planos más altos. El humedal ha sido clasificado bajo este subtipo dadas las características que presenta la comunidad vegetal que es dominada por especies que no toleran altas salinidades.

- **Estuario estacional (sector medio y desembocadura)**
  Este sector del humedal se localiza cercano a corrientes costeras y ecológicamente es influenciado por los encierros estaciónales de entradas de mar, cuya frecuencia y duración puede ser natural o artificial. Cuando la entrada de mar está abierta, la marea puede ser igual o inferior a la del sistema marino o del estuario adyacente. El régimen de la salinidad es altamente variable, puede ser dulce o muy salobre en sequías extendidas.

En cada subtipo se definieron áreas de evaluación a escala sitio específico, aplicando la metodología EMA[6] que está basada en atributos físicos, hidrológicos, bióticos y de paisaje representativos de estos ecosistemas, obteniendo puntajes en todas las áreas de evaluación, que se extrapolaron a un 92% del polígono del humedal, con un error de un 0.08 % en los resultados. Esto permitió visualizar la tendencia que presenta el humedal en el transcurso del año evaluado (Figura 2).

[6] Fundación Chile y Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) 2009. Evaluación y Monitoreo Ambientales de Humedales (EMA).

Folio015599



Figura 2. Áreas de evaluación para el monitoreo del humedal desembocadura río Copiapó

Monitoreo Ambiental año 2009

El estado de salud del humedal de la desembocadura del río Copiapó en el año 2009, presentó una condición regular, con superficies importantes en mal estado, en el área central se observó una mala condición de salud, ya que se encuentra en franco proceso de regresión, observándose un mayor efecto que en área sur del humedal. Mientras que la mejor condición para el año 2009, se ha establecido en la zona noreste.

Adicionalmente una superficie importante del sector evaluado, presentó un estado de salud regular, debido al deterioro ocasionado por el fuego en dos eventos de incendio de diferentes magnitudes en el humedal del río Copiapó, el primero estuvo asociado al camino interno que bordea el humedal y que abarcó una superficie de 1.5 há. Mientras, que el segundo incendio se observó en el sector del puente Puerto Viejo, el efecto del fuego consumió un total de 15 há aproximadas.

En un rango de 0 a 100%, en color rojo se clasifican los sectores en mala condición de salud y el color verde representan sectores con una mejora considerable de la salud del humedal para el año 2009), (figura 3).

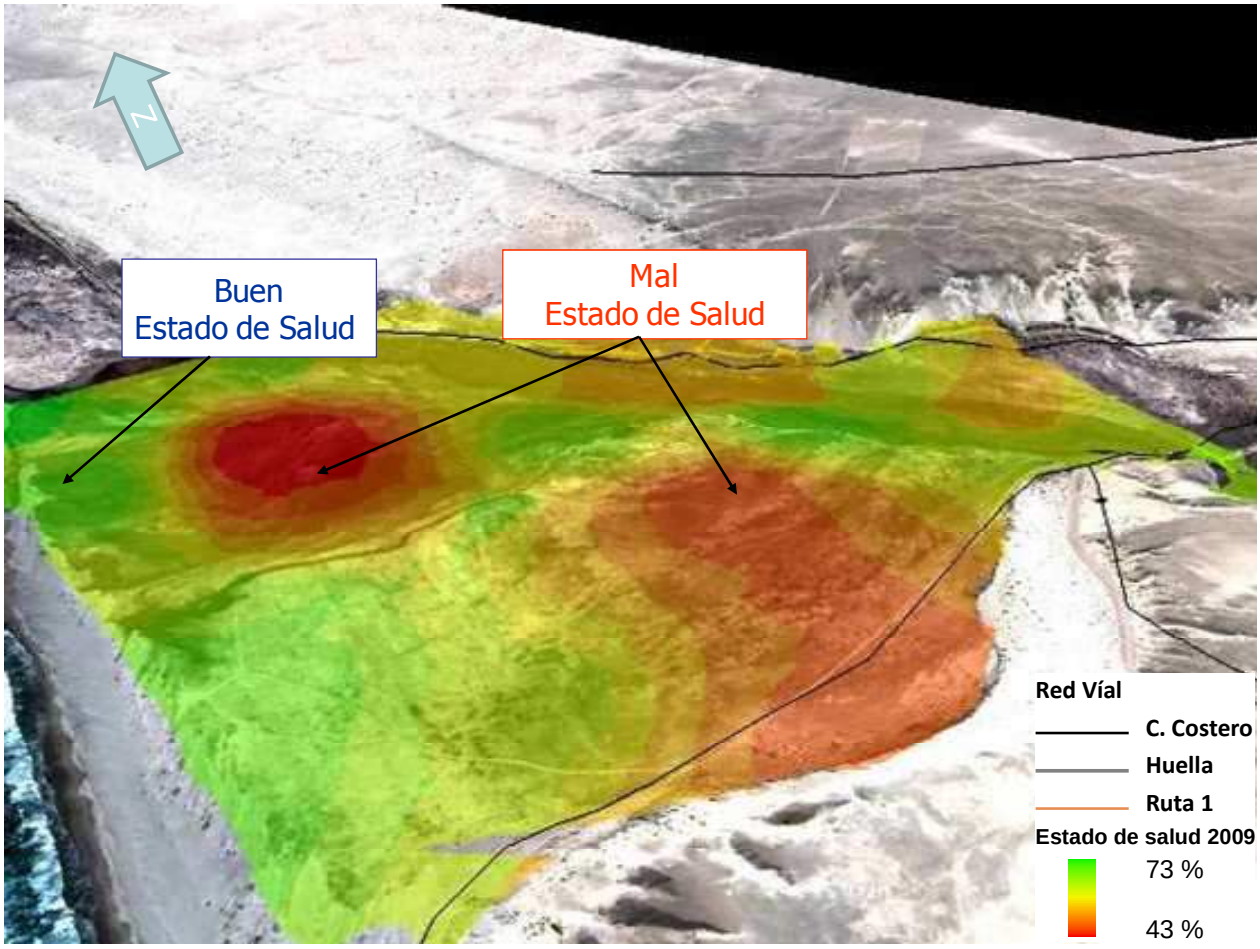


Figura 3. **Condición de Salud Humedal del Río Copiapó para el año 2009**

Folio015601

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Implementación y desarrollo de un sistema de monitoreo del Humedal del Río Copiapó durante la vida útil de proyecto Acueducto Chamonate Candelaria, que permita su seguimiento en el tiempo, dando cuenta del estado de salud del sistema.

2.2 Objetivos Específicos

Realizar levantamiento de información de aspectos espaciales, hidrológicos, físico-químicos - microbiológicos y bióticos del humedal en el año 2010, incluyendo:

1. **Atributos Espaciales**
   - Evaluar la conectividad del paisaje, a fin de verificar la recuperación del potencial de corredor biológico.
   - Identificación de factores hidrodinámicos estaciónales que inciden en el volumen y superficie de los cuerpos de agua.

2. **Atributos Hidrológicos**
   - Evaluar las fuentes de agua que afectan los procesos físicos tales como calidad, duración y frecuencia de condiciones saturadas.
   - Determinación del régimen hídrico con respecto a los patrones naturales de inundación.
   - Identificar la conectividad hidrológica para la temporada, determinando la superficie que restringe al humedal por características artificiales.

3. **Aspectos Físico-Químicos-Microbiológico**
   - Realizar un seguimiento de los parámetros in situ de calidad de agua (temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos) y caudales en la temporada seca y temporada de crecimiento tardío, períodos críticos del sistema.
   - Determinación de la concentración de elementos contaminantes (metales pesados, contaminación orgánica y otros respecto a la norma chilena NCH Nº 1333 “Requisitos Generales de Aguas Destinadas a la Vida Acuática”).
   - Determinación de la calidad de aguas respecto a la norma de riego vigente en Chile, incluyendo además, los siguientes parámetros: nitritos, nitratos, fósforo total, amonio, nitrógeno total y fósforo total, aceites y grasas, hidrocarburos totales, DQO y DBO5, coliformes totales, detergentes, turbiedad, transparencia SECCHI, según NCH Nº 409.

4. **Atributos Bióticos**
   - Realizar censo de avifauna asociada al humedal para estimar la comunidad de avifauna.
   - Estimar la diversidad de las especies registradas, con los índices ecológicos de Shannon y Sorensen, según la potencia de los muestreos.

Folio015602

3 MATERIALES Y MÉTODO

3.1 Implementación Plan de Monitoreo

A partir de la imagen satelital y la evaluación en terreno, se obtendrán algunas variables físicas, químicas y biológicas de relevancia para conocer el estado de salud del humedal.

Los atributos y métricas se obtuvieron en dos períodos críticos del humedal, estos corresponden al periodo de mayor estrés hídrico y a la época de crecimiento tardío de la vegetación. Por lo tanto se realizaron dos campañas de muestreo anuales:

- Campaña estación seca (Marzo)
- Campaña estación húmeda (Octubre)

Los resultados que se presentan en el siguiente informe corresponden a los de ambas campañas del año 2010, dando cuenta de la condición general del sistema para el periodo 2010. La evaluación sistemática de atributos y métricas en cada campaña permitió obtener el puntaje de la condición ambiental en base a los atributos ambientales que se muestran en la figura 4.

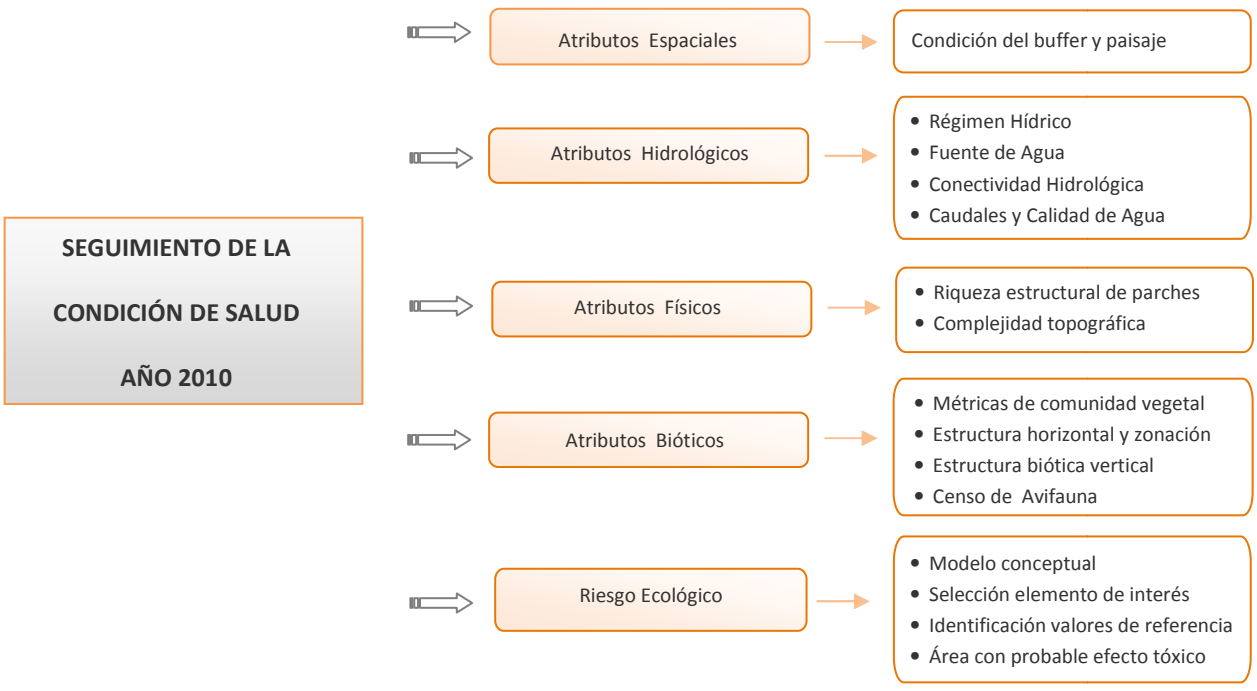


Figura 4. Atributos y métricas de evaluación -Monitoreo Ambiental 2010

Folio015603

3.2 Método de Seguimiento

El estudio se realizó con el seguimiento de la salud del humedal en las áreas de evaluación (AE) ya definidas y valoradas en el transcurso del año 2009. El seguimiento realizado a escala sitio específica, implementa el monitoreo de los atributos espaciales; hidrológicos, físicos y bióticos; contemplando además para esta temporada la aproximación del riesgo ecológico del humedal. Los puntajes obtenidos en cada atributo, son sometidos a un algoritmo matemático basado en teoría de perturbaciones, obteniendo un puntaje para cada área de evaluación, consiguiendo un estado de salud basado en métricas indicativas y representativas del sistema.

En el anexo I, se describe en detalle la metodología utilizada para la evaluación de atributos y métricas. Más información se puede encontrar en el Manual de Evaluación y Monitoreo Ambiental de Humedales, 2009 (EMA)[7].

Riesgo Ecológico

La metodología empleada para realizar el Análisis de Riesgo Ecológico, ha sido aplicada por Fundación Chile en un gran número de proyectos nacionales, siendo además reconocida internacionalmente como una de las mejores herramientas metodológicas para gestionar zonas potencialmente contaminadas (Johnston *et al*, 2002; Brooks, 2009; Suter, 2007). La metodología cuenta además con la aceptación y validación por parte de las autoridades nacionales, tales como Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) y el Ministerio de Salud (MINSAL), entre otros.

En el caso del humedal desembocadura del río Copiapó, se recomienda la realización de una evaluación de riesgo ecológico de nivel 1 que corresponde a una evaluación inicial de "screening", la que sólo permite obtener una aproximación respecto a la exposición y riesgo. Para este nivel se seleccionan algunos contaminantes representativos, se emplean valores supuestos y genéricos, se usan concentraciones máximas y sólo algunas vías de exposición. Es la evaluación más conservadora y los valores de referencia están calculados asumiendo criterios mesurados para los constituyentes de interés (Figura 5).

La relación entre la concentración de elementos nocivos en los sedimentos, así como los daños irreparables en la composición de las especies acuáticas y terrestres, se deriva al cuantificar los efectos ecotoxicológicos en los ecosistemas. En este sentido, el valor ecológico de intervención es la concentración a la cual se espera un peligro para el 50% de las especies del ecosistema (el anexo III describe el método en detalle).

[7] Fundación Chile y Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) 2009. Evaluación y Monitoreo Ambientales de Humedales (EMA).

Folio015604

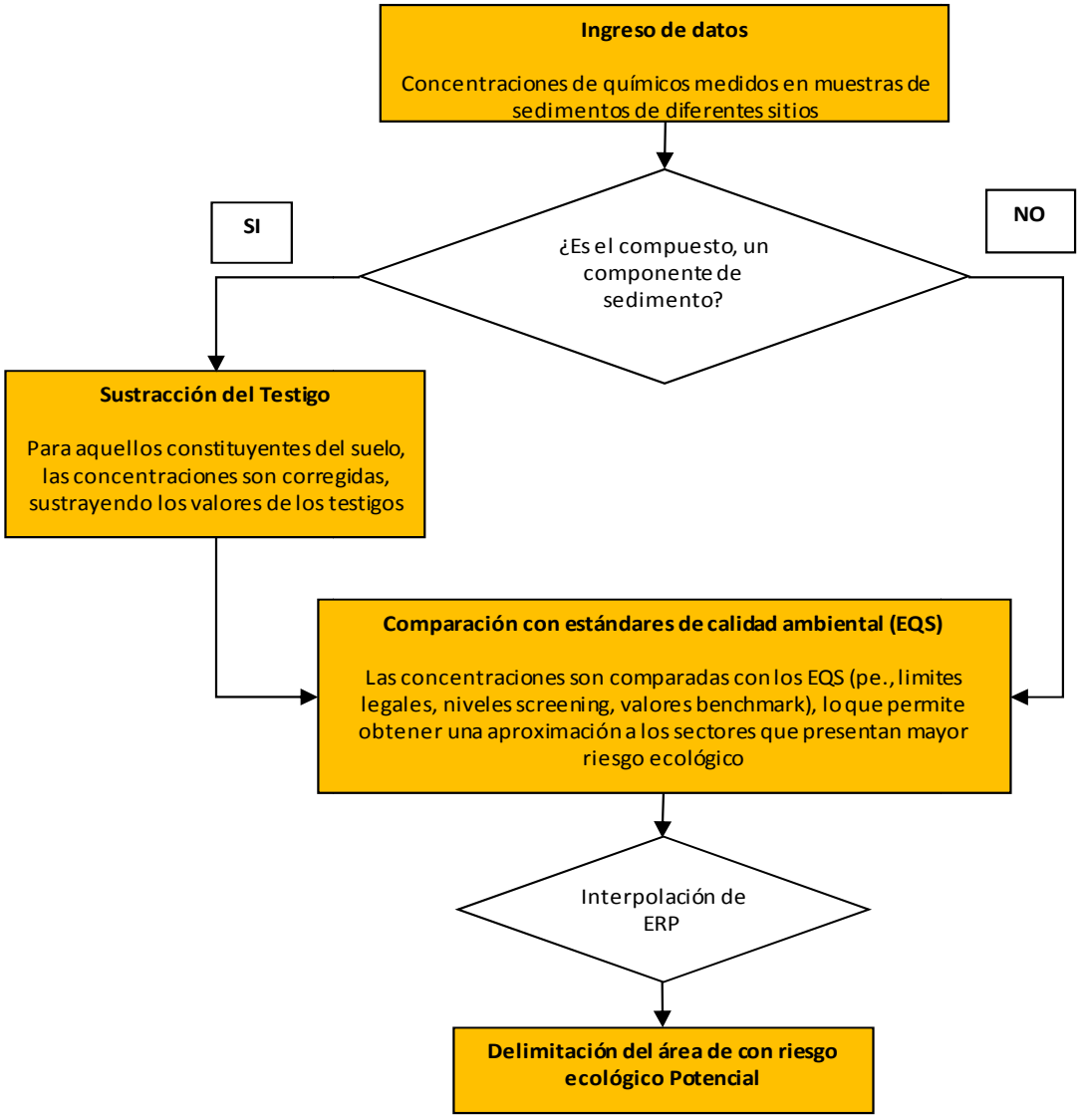


Figura 5. Esquema de procedimientos de determinación del riesgo ecológico

Folio015605

4 RESULTADOS

Evaluación y Seguimiento de la Condición de Salud 2010

En cada una de las áreas de evaluación ya establecidas, se procedió a obtener las siguientes variables de relevancia. Esta evaluación sistemática de atributos y métricas permitió obtener el estado de salud del humedal en el año 2010.

4.1 Atributos Espaciales

Condición del buffer y Paisaje

En los meses de agosto y octubre del año 2009, dos sectores del humedal del río Copiapó fueron objeto de un incendio provocado, alterando notablemente la fisionomía de este peculiar ecosistema (Figura 6).

Ante la lentitud que requiere la recuperación de la vegetación en zonas afectadas por el fuego, el transcurso de solo algunos meses de acontecido los incendios, sólo permite observar algunas tendencias generales en el inicio del proceso de recuperación. Los incendios que tienen lugar en los estuarios, representan un importante agente desestabilizador en las estructura de las comunidades fruticosas de vegetación estrictamente eurihalinas. La riqueza florística de las comunidades alteradas sufre un notable impacto, presentando un grado de inestabilidad muy elevado en relación a la respuesta observada en otras formaciones vegetales dulceacuícolas.

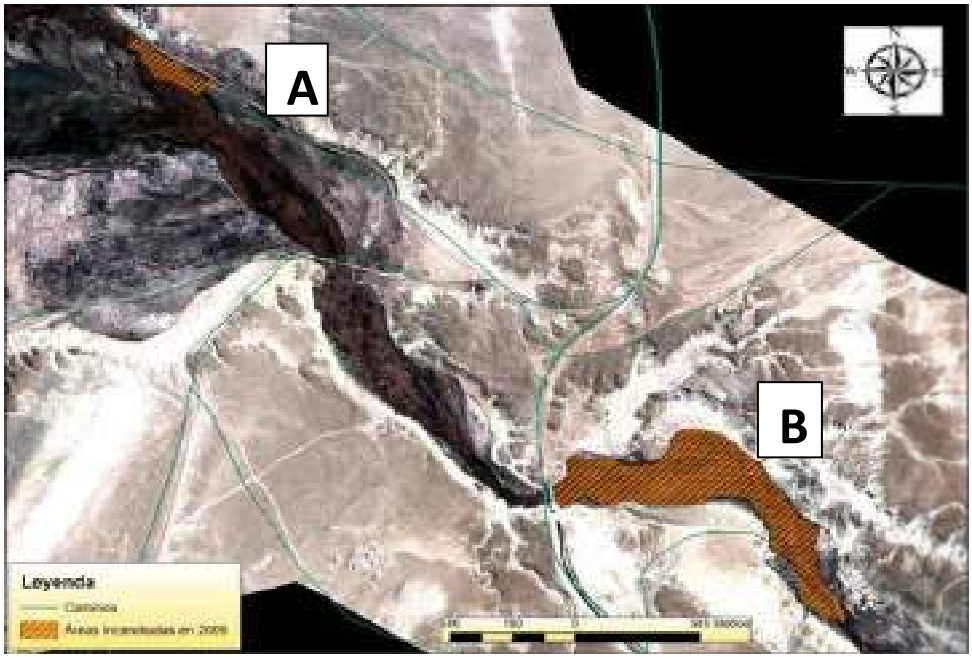


Figura 6. Localización de sectores incendiados. (A) Evento asociado al camino 1,5 há. (B) Incendio asociado Puente puerto viejo 15 há de superficie afectada

Folio015606

La condición del buffer de las áreas de evaluación asociadas a los sectores Sur-Este del humedal, presenta una moderada degradación de suelos, y recuperación de especies macrófitas, pese a que comienzan a ser ocupados por vegetación típica de estuario en regresión.

Por lo tanto, la capacidad de amortiguación (buffer) que posee este sector del humedal se observa disminuida notoriamente respecto a otros sectores. Las áreas mayormente dañadas, corresponden al sector de amortiguación con chañar (*Geoffrea decorticans*), en categoría de conservación (Figura 7).



Figura 7. Subtipo salino no persistente en recuperación post incendio

Mientras que el sector Nor-Oeste del subtipo estuarino estacional, presenta altas condiciones de degradación explicadas por su cercanía con suelos que no poseen capacidad de amortiguación (buffer), como el suelo desnudo y las dunas. Respecto de la conectividad del paisaje, para esta campaña el sector central del estuario estacional fue considerado en regresión, hipótesis que será necesaria verificar en campañas posteriores.

En relación de la distribución espacial de los valores de salud obtenidos, se observa que son geoestadísticamente homogéneos en el sector norte del estuario estacional, salvo por el sector que estuvo asociado al efecto de uno de los incendios en el mes de agosto, presentando una varianza espacial de 1,5 m (Figura 8).

El efecto borde asociado al camino se hace más evidente al manifestarse perturbaciones directas al sistema como son el fuego y el cambio en la estructura del paisaje. Se deberá mantener el seguimiento de este sector, para evaluar la recuperación de los sectores, las otras AE pueden ser resumidas en la evaluación detallada del AE 12, acompañada de una exploración general del sector.

Folio015607

La Figura 8 exhibe un mapa con la condición para los atributos del paisaje del año 2010, el valor máximo que puede obtener un AE para este atributo es 24. Altos valores fueron observados en las áreas asociadas al sur-oeste de la desembocadura del río Copiapó, alcanzando un valor máximo de 22.39 en el sector central del humedal, situación dada básicamente por los tipos de coberturas de suelos que los rodean, la cercanía con las fuentes de aguas fresca y baja accesibilidad.

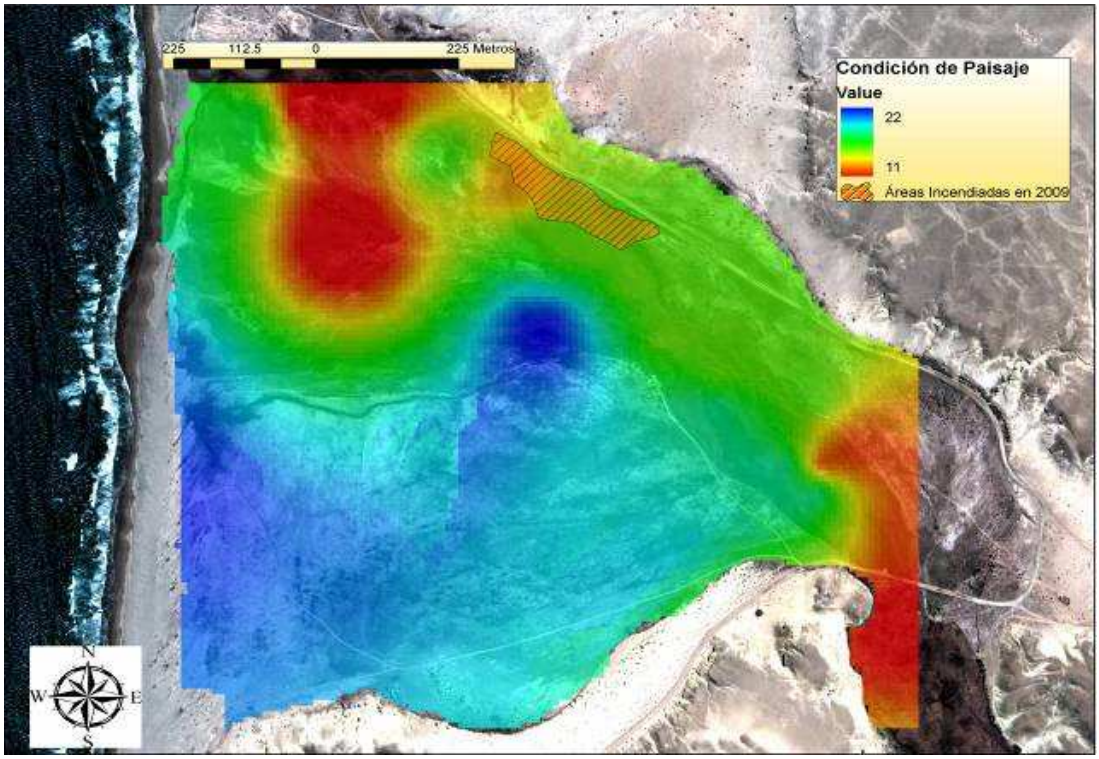


Figura 8. Distribución espacial de los valores del atributo del Paisaje.

4.2 Atributo Hidrológicos

En general la hidrología del humedal está influenciada por el uso agrícola (>20%) e industrial de su cuenca de drenaje. Los patrones de inundación se encuentran disminuidos de manera considerable, tanto por la reducción de los aportes, como por el embancamiento de los cauces provocado por especies macrófitas existentes. Los sectores del estuario subtipo salino no persistente y sector norte del subtipo estacional, se observan con nula o muy poca influencia mareal, lo que se expresa como una disminución de la riqueza estructural y de la diversidad de especies co-dominantes.

El humedal posee importantes restricciones para acceder a otros sectores, principalmente asociados al camino que lo rodea y al efecto de compresión por el puente del río Copiapó.

Folio015608

a) Régimen hídrico (hidroperiodo)

La velocidad se midió in situ, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Globalwater, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (m/min).

En base a las mediciones realizadas se obtuvo la gráfica que se observa en la Figura 9 donde el caudal máximo en el año 2010 para la desembocadura fue detectado en el mes de Junio (0.21 m^3/s) y en julio para el sector del puente del río Copiapó, con un valor de de 0.37 m^3/s, los cuales se asocian a los meses de menores temperaturas y mayor precipitación en la zona, esto se traduce en una menor evapo-transpiración por parte de las macrófitas presentes y en una mayor disponibilidad para el sistema.

A partir de agosto se observa una disminución general de los caudales asociados al aumento de la evaporación y evapo-transpiración por el incremento en las temperaturas, así como la mayor demanda de agua por las especies macrófitas, asociado al inicio de la época de crecimiento activo de la cobertura vegetal.

El sistema posee un régimen pluvial discreto, ya que la influencia de las lluvias se refleja de manera directa en los caudales, no observándose un aporte de deshielo significativo. Los mayores caudales coinciden con los meses de mayor lluvia, en base a los registros pluviométricos de la estación meteorológica del aeropuerto desierto de atacama.

Folio015609

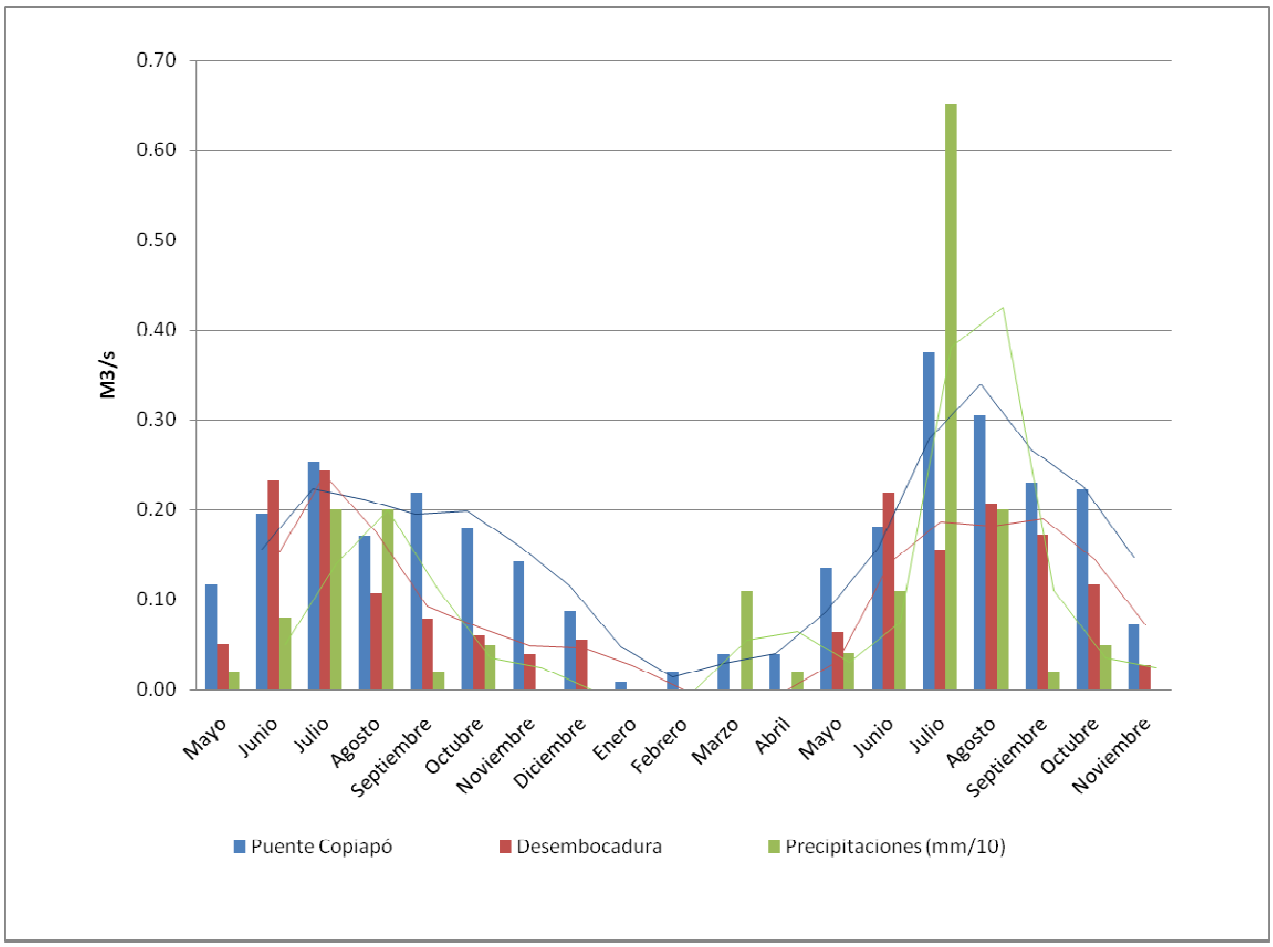


Figura 9. Caudales (m^3/s) y Precipitaciones del estuario del río Copiapó en los años 2009-2010

Adicionalmente la mayor cantidad de agua se pudo constatar en terreno por la modificación de la desembocadura del río Copiapó la cual da cuenta de un aumento en los pulsos de inundación, una mayor altura de la columna de agua y un mayor ancho del espejo de agua (Figura 10).



Figura 10. Modificación desembocadura por efecto de mayor caudal

b) Clases de Aguas y Contaminantes de Interés

Los datos obtenidos en el muestreo (ver anexo IV)se compararon con la Guía de Calidad de Aguas de CONAMA, estableciéndose que la peor calidad se encuentra en la parte media del Estuario (CLASE III), mejorando levemente en sus componentes de calidad al acercarse a la desembocadura aunque se mantiene en la CLASE II.

Estas categorías están dadas principalmente por los contenidos de Nitrógeno y de Coliformes fecales de las muestras, variables que poseen una correlación alta (0.96). Las concentraciones de los otros analitos de relevancia como el sulfato y boro, tienden a incrementar a medida que se acercan al mar, en general los aportes de agua fresca son bajos en el sector medio del estuario.

Respecto de la NCH1333, el sector puente del río Copiapó se encuentra sobre la norma en los valores de Boro, Sulfatos, Coliformes totales y Cloruros, el cual también supera el límite de la NCH409, el resto de los valores se encuentran en norma.

Folio015611

Al agrupar los resultados por su estacionalidad, se observo que los valores de Cinc se asocian con el periodo primaveral en todas las estaciones, en general las máximas concentraciones se registraron en la temporada estival.

c) Evolución de Carga de Contaminación 2009-2010

Para todos aquellos análitos que se encuentran sobre el límite de detección en el sector del Puente del río Copiapó y en la desembocadura en al menos una temporada, se cálculo la carga de contaminación, en base a la siguiente expresión:

Carga de contaminante Z (Kg/día) = (Q (l/s) x [z] mg/l) x 0.0864
Q : caudal de la estación
[Z] : Concentración del elemento Z

Esto permitió comparar los valores en diferentes estaciones y permitir visualizar la evolución del ecosistema, para esto se observaron los siguientes comportamientos:

- El primero que corresponde a los sulfatos, cloruros y sulfuros, los cuales dan cuenta de un aumento del proceso de intrusión salina, ya que se observa un aumento de la carga de estos elementos respecto de los registros del año anterior (Figura 11).

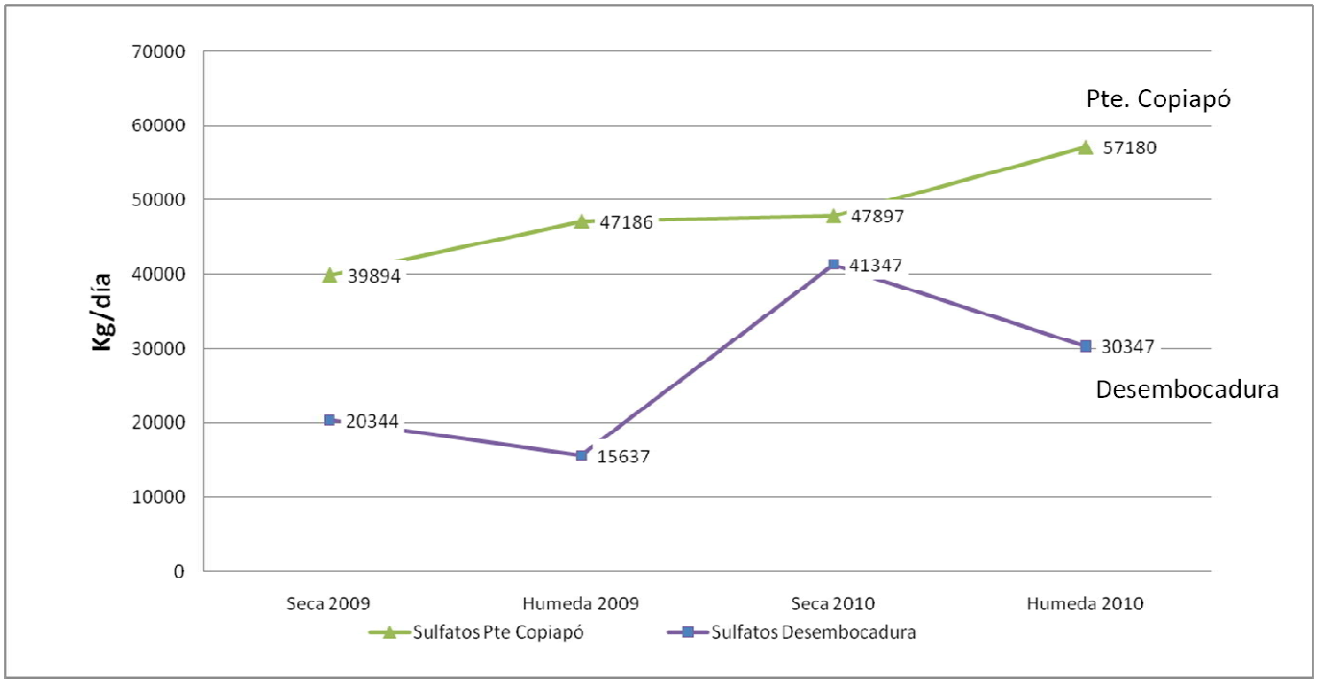


Figura 11. Aumento en la carga de sulfatos año 2009-2010

Folio015612

- El segundo efecto se observa a partir de la temporada húmeda de 2009, (Figura 12), asociado a la capacidad de depuración de metales entre el sector comprendido entre el Pte. Copiapó y la desembocadura, que corresponde a la diferencia aritmética de la carga de contaminación en cada estación de monitoreo por temporada. Esto se puede asociar a la mayor disponibilidad de agua y a la recuperación del sistema vegetal en algunas zonas.

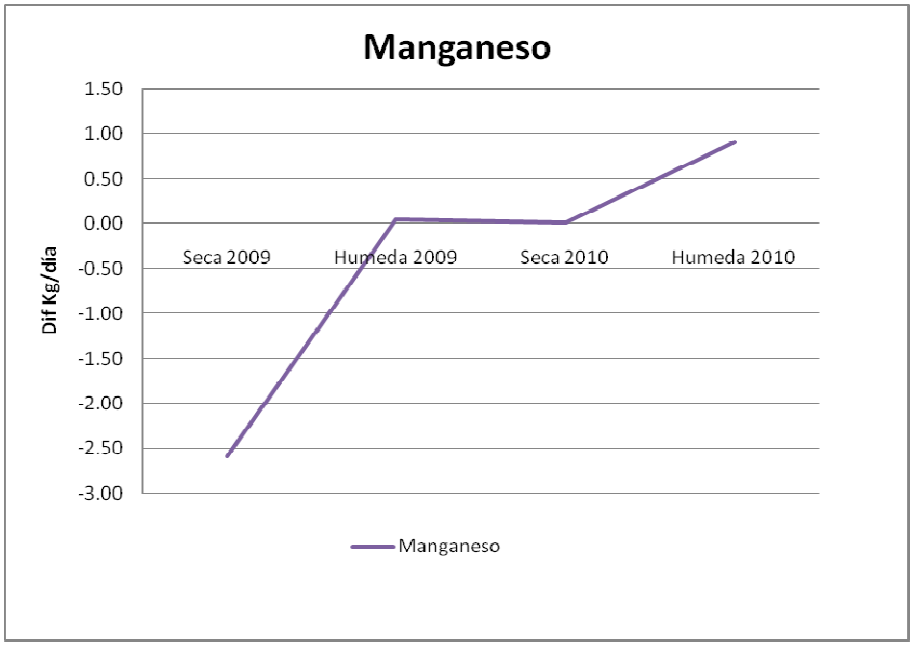


Figura 12. Capacidad de depuración (puente Copiapó- desembocadura)

Folio015613

La Figura 13 ilustra los valores de los atributos hidrológicos. El valor máximo que puede obtener un AE para este atributo es 48 y el valor máximo alcanzado fue de 36 en el sector asociado a la desembocadura.

En el **humedal activo**, el puntaje más bajo se observó en los sectores sobre el Puente del Río Copiapó y en el área que fue afectada por el fuego el año 2009.

Mientras que las condiciones inferiores para un ecosistema de este tipo, se mantuvieron en el sector en regresión, zona que se observa en colores rojizo en la Figura 13.

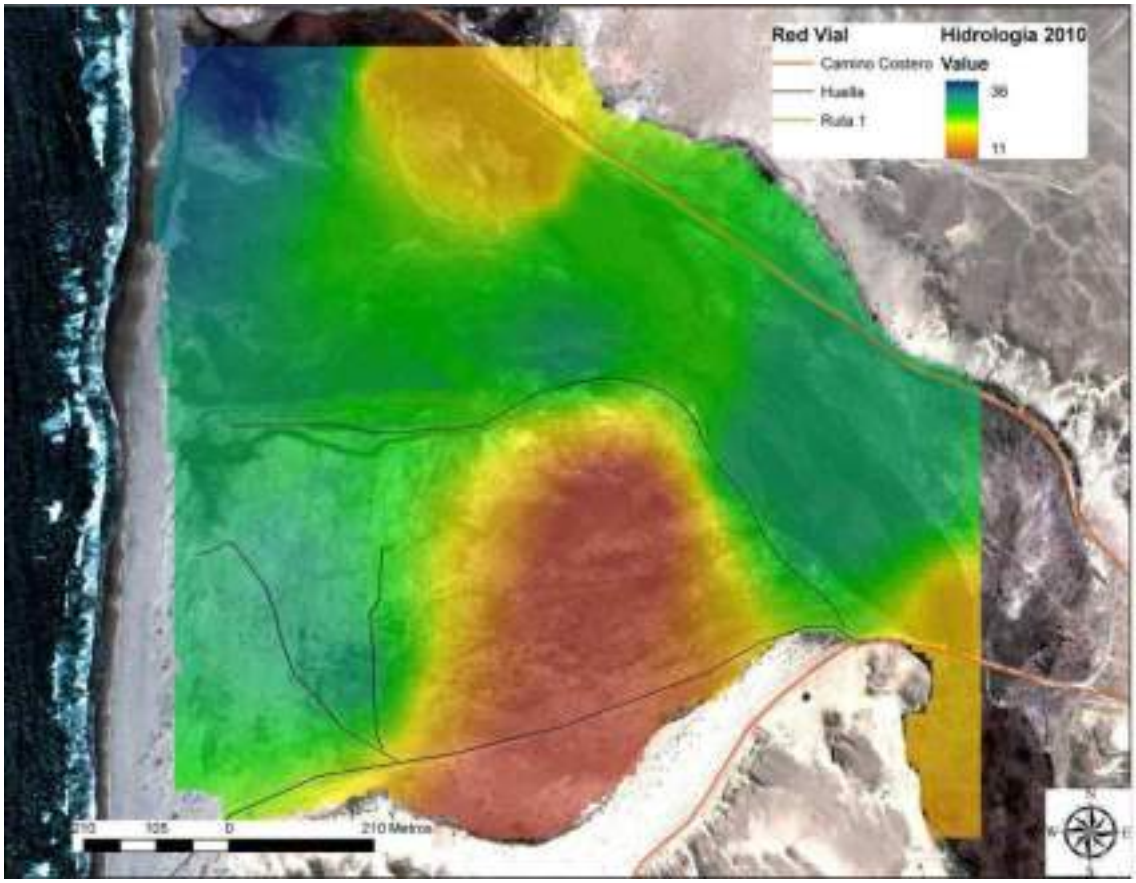


Figura 13. Distribución espacial de los puntajes de la hidrología

Folio015614

4.3 Atributos Físicos

El presente análisis, considera diversos aspectos de la riqueza estructural de parches y complejidad topográfica para el año 2010. Los atributos físicos para ambos subtipos de humedales, presentaron regulares características para otorgar el sustento adecuado a las diversas formas de vida presente en el ecosistema. La alteración de la estructura cualitativa por la acción del fuego, junto a los eventos de crecidas y marejadas, así como los aspectos de formas de crecimiento y la modificación de la riqueza estructural en los sectores alterados se sumo a las formas existentes deterioradas, disminuyendo los puntajes de algunos sectores.

La recuperación posterior al incendio ocurrido en el área del Puente Puerto Viejo y en el sector norte del estuario, fue de tipo superficial, afectando combustibles herbáceos, medianos y de altura. La principal consecuencia inmediata del incendio fue la disminución de la cobertura vegetal, que posterior a las lluvias de la época invernal, se inició un desarrollo de vegetación latente, además fueron reactivados tubérculos iniciando el re- poblamiento de las zonas afectadas (Figura 14).

- Regeneración de especies macrófitas
- Generación de hojarasca
- Restablecimiento de microrelieves y madrigueras



Figura 14. Evolución de la estructura física en la áreas incendiadas

Los sectores evaluados del humedal, presentaron valores mayores en comparación al año anterior (Figura 15).Los puntajes menores se mantuvieron en el área central del estuario (AEC24), situación que podría explicarse por el retroceso que presenta el humedal en este sector, donde las características que constituyen potenciales hábitat para especies riparianas o acuáticas y que son típicas de estuario, se observan drásticamente reducidas o inexistentes.

Folio015615

En los atributos físicos para el sector I (Puente Puerto Viejo), se observó el mismo fenómeno de recuperación respecto al resto del humedal, es importante destacar el rebrote que presentó el sector al fuego, reincorporando las condiciones existentes.

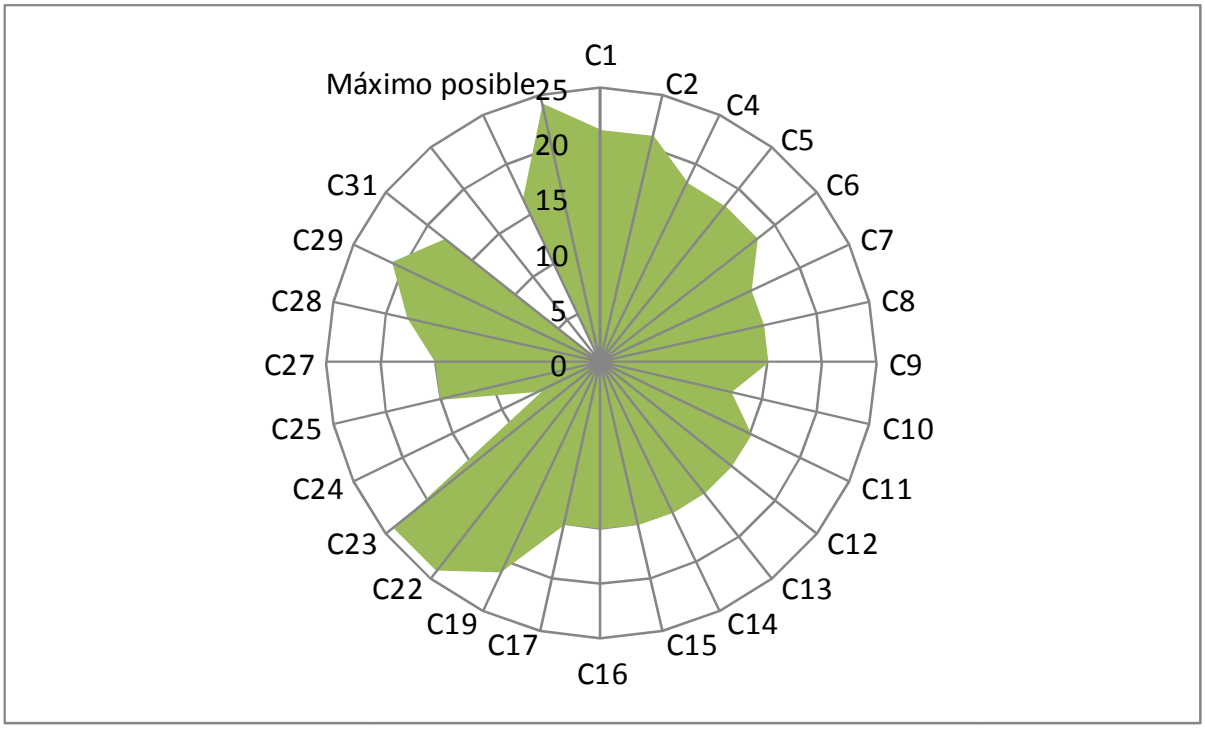


Figura 15. Resultados del atributo físico y área de influencia de cada AE en 2010

Los mayores puntajes obtenidos, y en consecuencia las mejores condiciones de atributos físicos, fueron observados en el sector de la antigua desembocadura del río Copiapó, que constituyen un importante sustento para el desarrollo de comunidades de flora y fauna, factor dado básicamente por la complejidad topográfica que se presenta en estas AE, donde la presencia de antiguos surcos y canales secundarios que fueron reactivados por el aumento de caudales en el canal, constituyen potenciales sitios de protección y nidificación de avifauna.

Indicadores Físicos del Humedal

1- Borde variegado.

2- Madrigueras.

3- Acumulo de desechos orgánicos.

4- Líneas de cambios mareales









Folio015617

4.4 Atributos Bióticos

La estructura biótica es relevante en el cálculo de la salud del sistema, ya que es representativa de la riqueza potencial de especies de fauna y de las funciones de equilibrio del ecosistema. A continuación se describe el estado de las métricas evaluadas:

a) Métricas de la Comunidad Vegetal

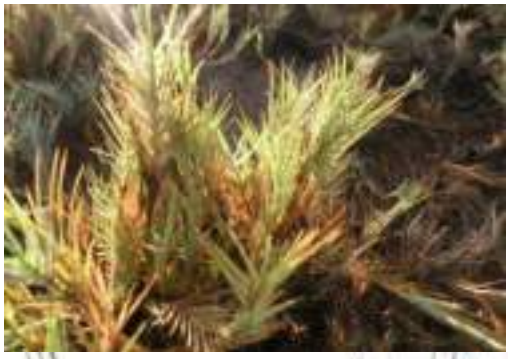
Con relación a las fluctuaciones en el nivel de agua observadas en el último periodo monitoreado, la dinámica observada en el humedal del río Copiapó, se caracterizó por la presencia de una cubierta vegetal densa con pocas especies, generalmente con rizomas o estolones, que compiten por el espacio disponible y al ser muy agresivas impiden el desarrollo de otras especies.

Las comunidades hidrófilas presentes poseen especies emergentes y están constituidas por plantas palustres que se destacan del resto de la vegetación circundante, al estar dominadas por especies de gran tamaño y que presentan grandes cambios estacionales en su biomasa, tales como *Typha angustifolia* y *Phragmites australis*. Tales comunidades poseen un equilibrio inestable condicionado a las variaciones en el nivel de agua, que alcanza caudales relevantes a partir de julio hasta primavera. A este factor se le suman este año, la existencia de dos áreas de renovales asociados a los eventos de fuego y su rebrote de los rizomas.

1. Submétrica capas vegetales: Las áreas de evaluación monitoreadas, presentan al menos tres capas vegetales, lo que da cuenta de un sistema bien establecido. Sin embargo, las áreas de evaluación AE27 y AE29 se observan con reducido número de capas, aún en la temporada de vigor vegetal.

2. Submétrica número de especies co-dominantes: El número de especies co-dominantes en las áreas evaluadas tiende a ser uniforme, manteniéndose entre 4 y 7 especies co-dominando, lo cual es regular, limitando la formación de redes tróficas más complejas. Estructuralmente la conformación de una extensa área del humedal presenta praderas mono-especificas, que han sido degradadas por el cambio del canal de desembocadura y el retroceso del humedal, lo que se ha manifestado como una proliferación de zonas áridas.

3. Submétrica % invasión: En temporada de vigor vegetal, el % de invasión fue prácticamente nulo, lo que denota una buena condición del sistema, solo se observa la presencia de algunas hierbas asociadas al uso agrícola junto a las especies vegetales ribereñas que se desarrollan en sistemas con altos niveles de eutroficación de sus aguas y que no dominan ninguna capa vegetal.







- **Dinámica de la Comunidad Asociada**

La composición florística de la vegetación hidrófila localizada en el sector activo del estuario presenta una dinámica directamente dependiente de las fluctuaciones en el nivel de agua.

La comunidad presente en esta zona, está compuesta mayoritariamente a las especies *Phragmites australis-Sarcocornia fruticosa-Typha angustifolua- Tessaria absinthioides*.

Hacia finales de invierno y primavera el nivel de agua alcanza su punto máximo y se producen los típicos anegamientos que favorecen el desarrollo de totorales de *Typha angustifolia*, *Scirpus californicus y Phragnites australis*. Cuando el nivel de agua desciende, con el consecuente aumento de la salinidad, se desarrolla una comunidad de *Sarcocornia fruticosa* y *Distichlis spicata*, que en casos extremos de sequedad da lugar a la formación de un denso pastizal de *Distichlis spicata.*

La presencia de vegetación con elevada cobertura y persistencia tanto en los márgenes internos como externos, da lugar a obstrucciones y disminuciones en la calidad del agua. Al mismo tiempo las fluctuaciones en el nivel de agua originan procesos de reactivación vegetal en los límites del humedal. Estos eventos naturales unidos a factores antropicos de perturbación, ocasionan disturbios en la cubierta vegetal que afectan principalmente su composición florística y dinámica poblacional.

En la temporada de crecimiento tardío del año 2010, el nivel de agua aumentó notoriamente respecto a temporadas anteriores. La comunidad higrófila presente compuesta por la especie *Typha angustifolia con mayor porcentaje de cobertura,* comienza a modificarse por el desarrollo de *Scirpus californicus, Juncus maritimus y Phragmites australis,* que debido a la alta cobertura de *Typha*, no forman comunidades puras sino que aparece muy entremezclado con ella.

Las series xerófilas se inician cuando disminuye el nivel de agua, lo que determina que al desecarse el suelo, queda un residuo de costras salinas ($SO4^{--}$) en la superficie, que favorecen el desarrollo de comunidades de *Sarcocornia fruticosa*, *Distichlis spicata* y *Juncus Acutus* que permiten suponer que se trata de sitios alcalinos y con anegamientos periódicos, (Figura 16).

Folio015619



Figura 16. (A) Comunidad higrófila; (B) Comunidad Xerófila

Folio015620

Cuando la desecación es más intensa y prolongada, se desarrolla un pastizal monoespecífico de *Distichlis spicata* (Figura 17) que respecto del año 2009 aumento hacia el sector Oeste del humedal.



Figura 17. Pastizal mono-específico compuesto por *Distichlis spicata*

Para la zona estudiada, tanto en los períodos otoño-invierno como primavera-verano, se observaron tres formaciones vegetales estables:

1. Typha-Phragmites-Scirpus, que señalan un gradiente de humedad determinado por las variaciones en el nivel de agua. A esta asociación le corresponde sitios anegados durante gran parte del año, con aguas quietas y algo salinas.

2. La asociación de Distichlis- Tessaria, se desarrolla sobre suelos alcalinos, con anegamientos periódicos de corta duración, presentándose en forma discontinua (formando manchones), con valores medios de cobertura.

3. La pradera mono-específica de *Distichlis spicata* aparece como consecuencia del descenso en el nivel de agua, con un probable incremento de la salinidad, el cual representa la última etapa de degradación de la primera asociación.

Durante el año 2010 se comprobó lo observado en otras oportunidades, la comunidad pionera para este tipo de hábitat es siempre la de Typha-Phragmites-Scirpus, con esta comunidad, se encuentran comunidades de *Baccharis salicifolia* en lugares húmedos, aunque no permanentemente anegados. En zonas con menor contenido de agua *se* observa *Geoffroea decorticans* y *Tessaria absinthioides*.

Las comunidades pertenecientes a la formación Thypa- Phragmites- Scirpus se desarrollan como largas franjas de vegetación que crecen sobre un curso de agua subsuperficial del río Copiapó, con un ancho variable, cuya composición florística y cobertura son alteradas por factores naturales (disponibilidad de agua) y artificiales (aplicación de nutrientes agrícolas en la cuenca, influencia de caminos y fuego).

Folio015621

Los carrizales y totorales se caracterizan por estar constituidos por pocas especies con altos valores de cobertura. Los principales factores responsables de la dinámica de estas poblaciones son las fluctuaciones en el nivel de agua, la carga de nutrientes y en el contenido salino. Estas variaciones dan lugar a series xerófilas, cuando disminuye el nivel de agua y aumenta la salinidad, y a series hidrófilas, cuando ocurre lo contrario.

b) Estructura Biótica Horizontal y Zonación

La estructura biótica horizontal y zonación del humedal del río Copiapó presenta una comunidad vegetal que posee áreas de evaluación con mediana intercepción de capas vegetales y una homogeneidad espacial en general (Figura 18).

Zonalmente, se distingue una zona ribereña de poca profundidad que limita con la tierra formando un gradiente de humedad, con la zona más retirada de la orilla. Con el creciente avance de las plantas higrofilas hacia el centro del curso de agua, estas van reteniendo el sedimento, depositándolo y tendiendo a levantar el fondo, ocasionando disminución de la profundidad y permitiendo el avance e instalación de otras especies, que con un avance excesivo puede ser muy perjudicial para el sistema, ya que aceleran la llegada de nuevas especies colonizadoras mejor adaptadas a las nuevas condiciones del área.

En la temporada de crecimiento tardío, en el AE10 que representa un sector en regresión, se observa un antiguo incendio que ha evolucionado a un estado sucesional de vegetación a comunidades xéricas, lo que da cuenta de la perdida de las características de un humedal, fenómeno que se observa también en las AE 23-24-25-26-27 que corresponden a zonas cercanas a la desembocadura.



Figura 18. Estructura biótica horizontal observada en el humedal del río Copiapó

Folio015622

c) Estructura Biótica Vertical

La estructura biótica vertical se relaciona principalmente con la capacidad de prestar servicios de corredor biológico de las AE, en este caso las AE3 y AE27, son las peor evaluadas, presentando solo una cobertura vertical. Estas carecen de un dosel bien constituido, por lo tanto la sobreposición es muy baja, ya que la mayoría de la vegetación se encuentra dispersa, por efectos de las marejadas.

En la Figura 19 se observa el mapa de distribución de los puntajes de los atributos bióticos en el humedal

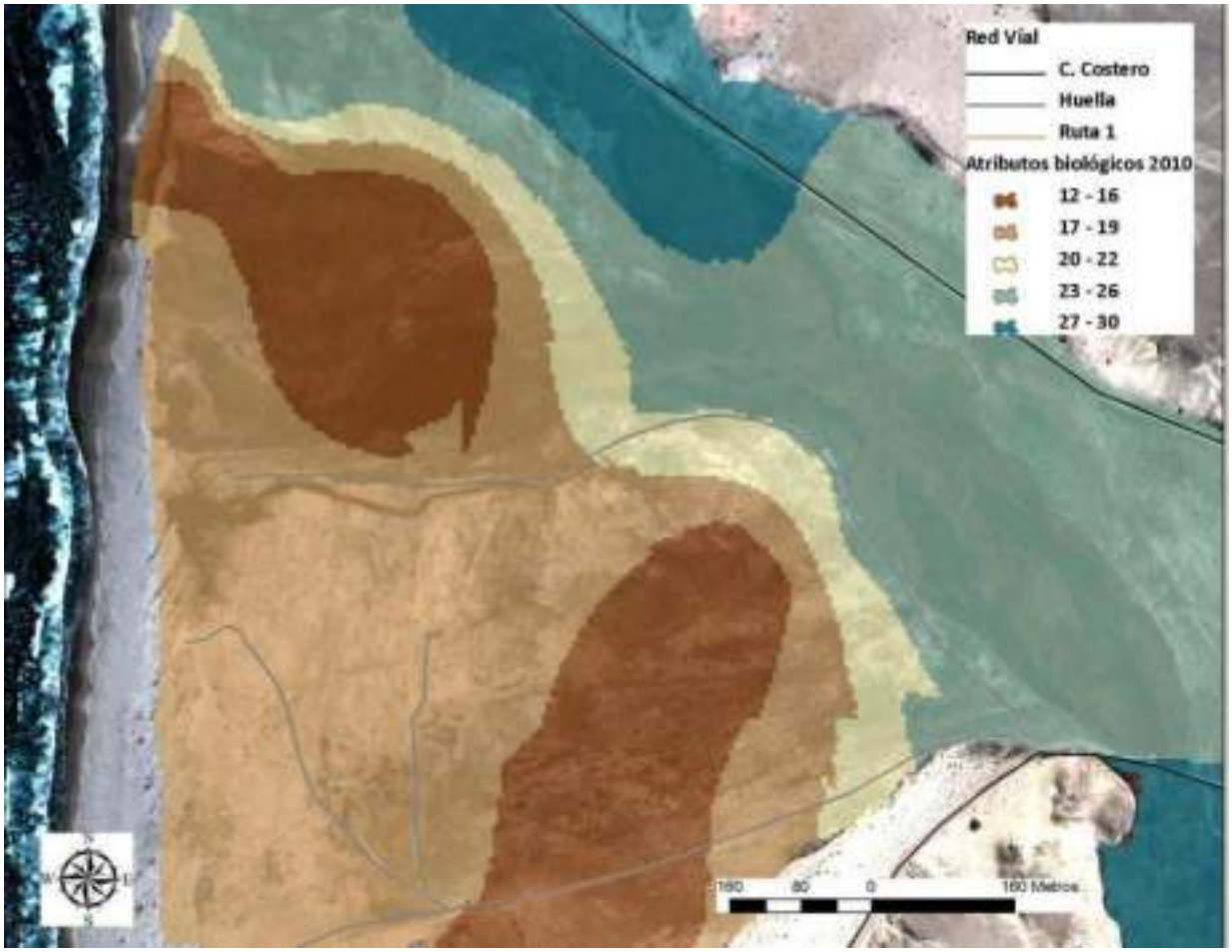


Figura 19. Distribución espacial de atributos bióticos

Folio015623

d) Avifauna

Para este sector se registra cerca de un 19% del total de las especies registradas en Chile, de las cuales se destacan 10 especies de aves marinas consideradas endémicas, asociadas a las surgencias de la corriente de Humboldt. Se describen dos especies en categoría de amenazadas que no fueron registradas (Yunco y Pingüino de Humboldt) y una en peligro por SAG 2009 (Bandurria), así como cuatro en categoría de vulnerable. (Gaviotín Monja, Gaviota Garuma, Guanay y Yunco), de estas solo se registró en el censo a la Gaviota Garuma. A continuación se entrega el total acumulado de individuos censados, para las campañas de Marzo y Octubre 2010.

Tabla 2.- Individuos censados año 2010

Orden	Familia	Nombre Común	N. Científico	SAG	Pte Pto Viejo	Estuario **Mar-10**	Pte Pto Viejo	Estuario **Oct-10**
Charadriformes	Haematopodidae	Pilpilén	Haematopus palliatus	E		6		6
Charadriformes	Haematopodidae	Pilpilén Negro	Haematopus Ater	E				4
Charadriformes	Scolopacidae	Zarapito	Numenius phaeopus	B		7		7
Charadriformes	Scolopacidae	Playero blanco	Calidris alba	B		8		8
Charadriformes	Charadridae	Queltehue	Vanellus chilensis	B,E		4		4
Procellariformes	Oceanitidae	Golondrina de mar chica	Oceanites gracilis	S		6		6
Charadriformes	Charadridae	Chorlo nevado	Charadrius alexandrinus	B,S		8		10
Passeriformes	Tyrannidae	Colegial	Lessonia rufa	B,E		2		4
Charadriformes	Laridae	Gaviota dominicana	Larus dominicanus	E		4		25
Charadriformes	Laridae	Gaviota garuma	Larus modestus	S		10		5
Falconiformes	Cathartidae	Traro	Caracara Plancus	B, E		2		
Ciconiformes	Ardeidae	Huairavo	Nycticorax nycticorax	B			2	4
Ciconiformes	Ardeidae	Garza grande	Casmerodius albus	B				1
Ciconiformes	Thereskiornithidae	Bandurria	Theristicus melanopis	B			2	
Falconiformes	Accipitridae	Aguilucho	Buteo polyosoma	B,E	2		2	
Falconiformes	Cathartidae	Jote de cabeza colorada	Cathartes aura	B	5		5	7
Falconiformes	Cathartidae	Jote de cabeza Gris	Coragyps atratus	B				2
Passeriformes	Tyrannidae	Fío-fío	Elaenia albiceps	B,E	2		2	
Passeriformes	Turnidae	Zorzal negro	Tordus chiguanco	S	2		2	
Passeriformes	Troglodytidae	Chercán	Troglodytes aedon	B, E	4		4	
Passeriformes	Furnariidae	Trabajador	Phleocryptes melanops	B	5		5	

Folio015624

Passeriformes	Fringillidae	Diuca	Diuca diuca				6	
Passeriformes	Emberizidae	Chincol	Zonotrichia capensis	B			4	
Passeriformes	Vireonidae	Trile	Agelaius thilius	B			2	4
Passeriformes	Furnariidae	Canastero	Asthenes humicola	B				2
Columbiformes	Columbidae	Tortolita cuyana	Columbina picui	E			4	
Total individuos					20	57	40	99

- **Índices Ecológicos**

Respecto del índice de diversidad de **Shannon**, el valor entregado para el sector del puente de Puerto Viejo fue levemente menor (0.89 y 1.03) al valor del sector de la desembocadura (0.9 y 1.04), en ambas campañas. Sin embargo, ambos valores son bajos en el contexto regional y en base a los otros estudios de la zona. Con respecto de las mediciones del año anterior, se aprecio un aumento en la riqueza de especies, aunque la abundancia se mantuvo en valores similares por temporada.

El índice de **Sorensen**, solo fue positivo en la campaña de octubre, con un valor de un 23% (0.23), ya que existen tres especies que fueron avistadas en ambos sectores censados, las que corresponden a Huairavo, Trile y al Jote de cabeza colorada.

Folio015625



Figura 20. **Avifauna observada en la temporada seca 2010. (A) *Caracara plancus* -traro -(B) *Haematopus palliatus* -pilpilén -(C) *Lessonia rufa* -colegial**



Figura 21. **Avifauna observada en la temporada húmeda 2010. (A) *Haematopus ater* –pilpilén negro-; (B) *Nycticorax nycticorax* -Huairavos-; (C) *Theristicus melanopis* – Bandurria**

Folio015626

4.5 Aproximación al Riesgo Ecológico

- **Desarrollo del Modelo Conceptual**

La información acerca de fuentes de contaminantes, mecanismos de liberación, transporte y migración ambiental, destino físico-químico de los elementos, y punto de exposición con diversos receptores hipotéticos, se integran en un modelo conceptual que se muestra en un diagrama de la Figura 22.

En el modelo se indican las fuentes primarias, fuentes secundarias, y fuentes terciarias de los elementos con riesgo potencial, como también los mecanismos de descarga (ó liberación) de cada fuente. El modelo muestra el curso que siguen los contaminantes en el medio ambiente, y cómo llegan hasta el punto de exposición y mediante una ruta de exposición relevante (oral, dérmica, inhalación), y dadas las condiciones de la exposición (duración, magnitud, biodisponibilidad, absorción), los elementos contaminantes ingresan al organismo.

El modelo conceptual no es estático, puede ser modificado varias veces de acuerdo a la evidencia disponible para que represente las condiciones actualizadas de la aproximación al riesgo ecológico. En el diagrama de la Figura 22 se indican los receptores hipotéticos, como también las rutas de exposición que pudiesen verse afectadas.

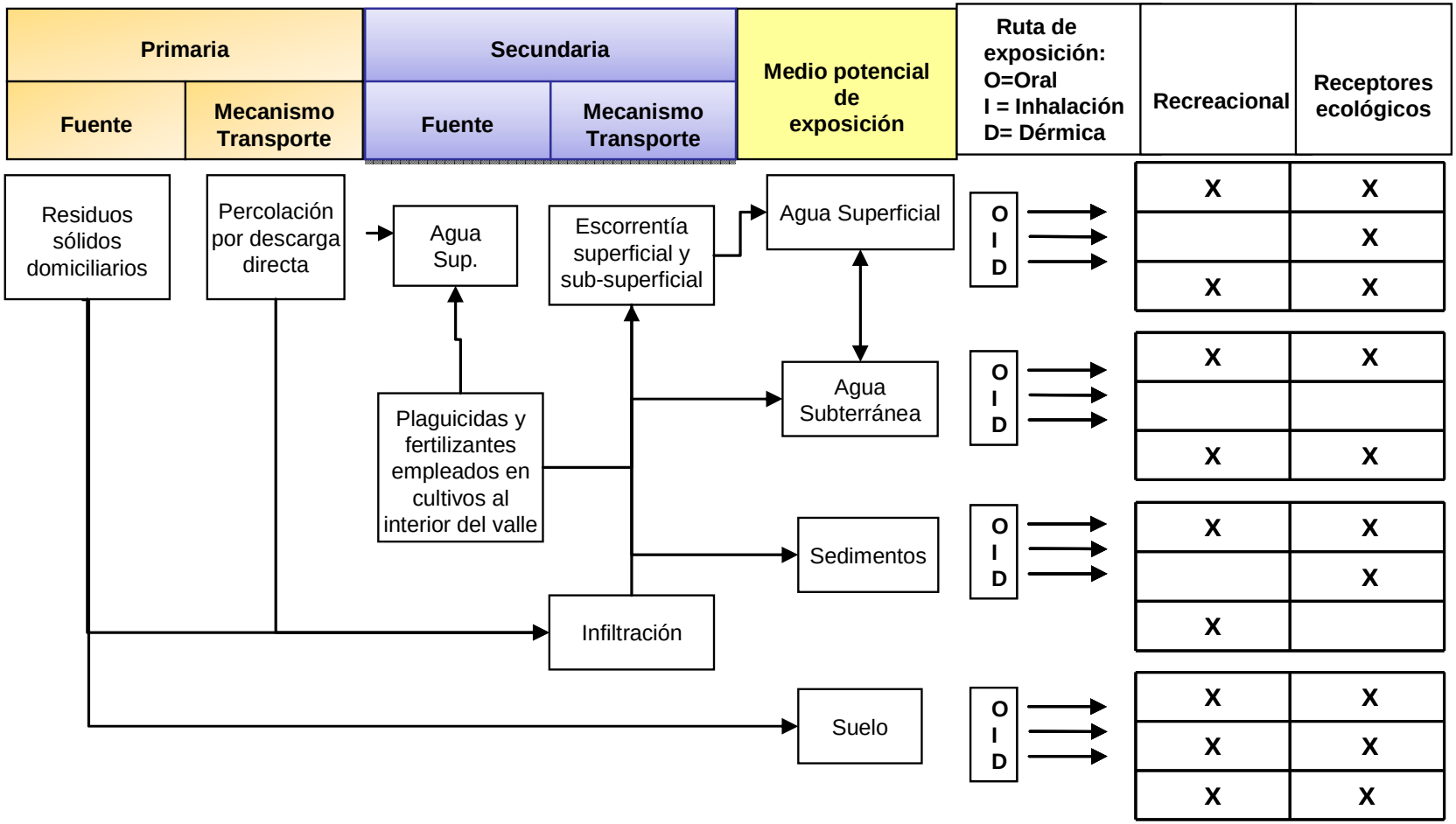


Figura 22. Modelo conceptual

- **Selección de Valores de referencia**

Se calculó el límite superior de confianza del 95% (UCL95) de los datos de las concentraciones de compuestos inorgánicos con efectos tóxicos en el medio ambiente (metales pesados) obtenidas de las muestras de sedimentos de los sectores background. Este valor se utilizo como el valor de composición natural, sin influencia antrópica del sector (tabla 3).

Tabla 3.-Selección valores de referencia

Elemento	UCL95 Mg/kg
Amonio	0.9
Aluminio	2027
Arsénico	2.55
Boro	32.3
Cadmio	0.186
Cobre	6
Cromo	2.87
Hierro	7825
Manganeso	239
Molibdeno	0.01
Níquel	2.81
Plomo	1.42
Selenio	0.004
Zinc	13.5

Con objeto de identificar aquellos elementos químicos (metales), que podrían tener un riesgo ecológico potencial se sustrajeron los valores background de las concentraciones de las muestras de los sectores C1, C2 y C3, considerando como elementos con riesgo potencial, aquellas concentraciones que se encontraban sobre el valor del background. En caso que un elemento este bajo el background, ese elemento no se considera como elemento de riesgo potencial.

Los elementos que presentan concentraciones significativas sobre las concentraciones de los Background son los siguientes:

Aluminio, Arsénico, Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Níquel, Plomo y Zinc.

Folio015629

En base a valores de referencia bibliográficos, se evaluó la admisibilidad del riesgo para el 50% de la población expuesta, utilizando valores críticos de diferentes fuentes bibliográficas. Estos criterios permiten construir histogramas de riesgo para los elementos de interés (Figura 23).

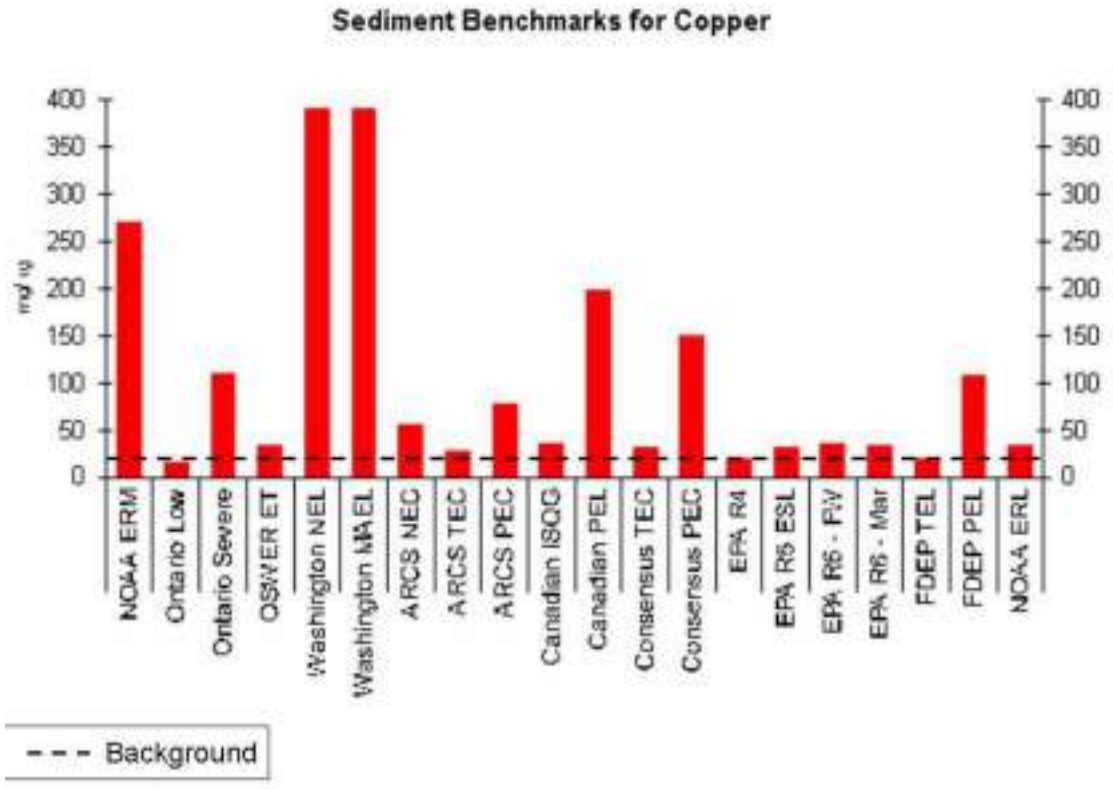


Figura 23. Histograma de Cobre, comparación de valores de referencia de diferentes Países

Para efectos de este estudio, se utilizaron las concentraciones previstas con efecto más probable (PEC). Estas concentraciones fueron desarrolladas a partir de diferentes bioensayos en condiciones conocidas y representa una concentración a la cual lo más probable es que se observe un efecto adverso sobre el ecosistema dulceacuícola.

Estos valores se basan en efectos a largo plazo (crónicos), construidos a partir de las concentraciones menores de efecto (LEL), las cuales son concentraciones de contaminantes en los sedimentos que la mayoría de los organismos toleran. Las concentraciones consensuadas (PEL) son las concentraciones a las cuales se observarán efectos adversos en la comunidad biótica (NOAA Squirt, 2010).

Los valores de protección utilizados, se detallan en la tabla 4.

Folio015630

Tabla 4.- Valores de protección utilizados para el análisis de riesgo

Elemento	PEC mg/kg
Aluminio	58.000
Arsénico	5,9
Cromo	37,3
Cobre	35,7
Hierro	20.000
Plomo	35
Manganeso	460
Níquel	16
Zinc	1.530

- **Áreas con Probable Riesgo Ecológico**

Al comparar las concentraciones medidas con los valores de referencia, solo se exceden en las concentraciones de hierro en el sector central del área de monitoreo (Figura 24).

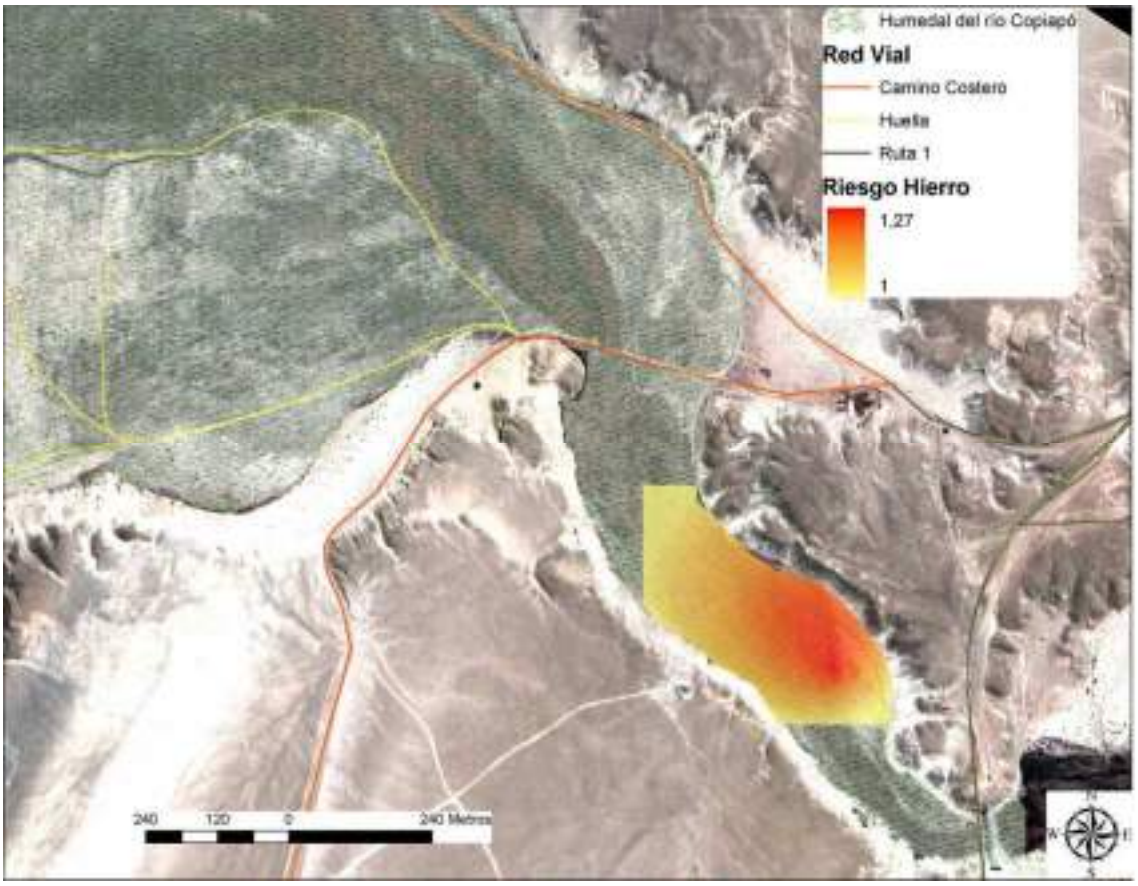


Figura 24. Sector sobre valor de protección para hierro en sedimentos de agua salobre

Según el análisis expuesto, este sector presenta una probabilidad de presentar riesgo ecológico, sin embargo, es importante mencionar que el hierro es un componente natural de los ecosistemas y en general sus efectos se expresan en altas concentraciones.

En general, los efectos descritos para este elemento son de efecto crónico, desde ligeramente tóxico (fitoplancton) hasta moderadamente tóxico (zooplancton y peces).[8]

Respecto de la toxicidad potencial de los metales pesados no es relevante. Sin embargo, los valores de los compuestos orgánicos (N y P) dan cuenta de un proceso de eutrofización acelerado.

[8] US EPA AQUIRE 2010

Folio015632

5 ESTADO DE SALUD: Humedal Desembocadura Río Copiapó Año 2010

5.1 Puente Puerto Viejo - Estuario No Salino Persistente

Este Sector presenta un puntaje de Salud Tipo B (67%) su principal limitante son los atributos de paisaje, debido a que ha habido una lenta recuperación, del buffer de amortización, en general se observa una condición mejor a la evaluada el año 2009.

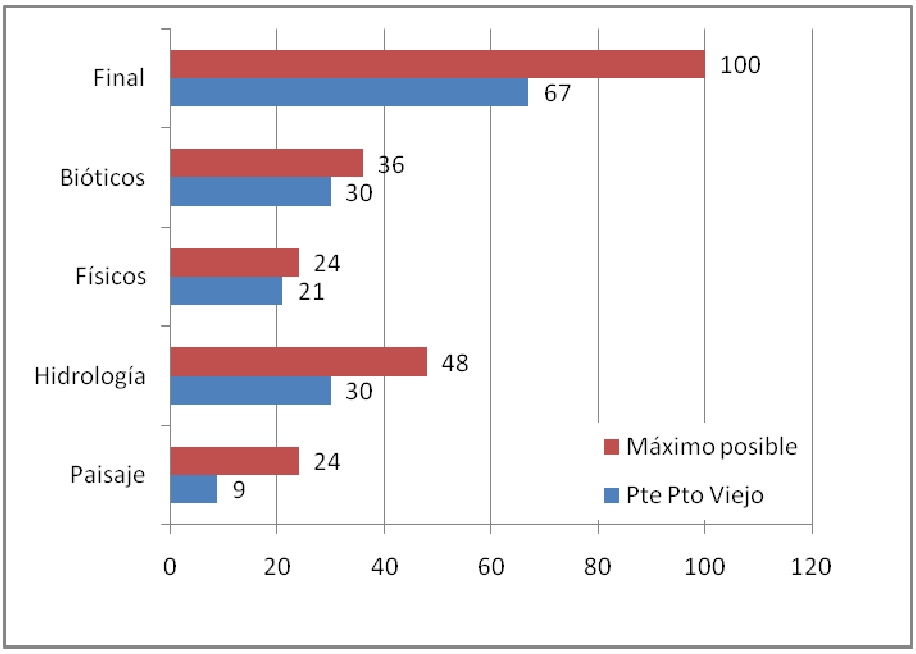


Figura 25. Gráfica de puntajes por atributos y final del sector Puente Puerto Viejo

Folio015633

5.2 Desembocadura del río Copiapó – Estuario Estacional

El estuario estacional presenta un estado de salud bueno **tipo B (64%)**, situación que se debe principalmente al puntaje de las métricas que componen los atributos hidrológicos. Los aumentos en los aportes observados en las fuentes de agua fresca, principalmente asociados a las lluvias de este año, dieron cuenta de una mejora hídrica en el sistema (Figura 26).

Adicionalmente se observo una expansión de los canales activos a lo largos del año, dando cuenta de una mayor disponibilidad de agua por parte del sistema.

El sector en regresión no presenta características de humedal en casi todos los atributos evaluados, por lo que la perdida de este hábitat en el sector es evidente. Se observan reducidas capas vegetales y pocas especies co-dominantes, junto a la colonización de especies que requieren menor humedad sobre los diferentes biotopos acuáticos.

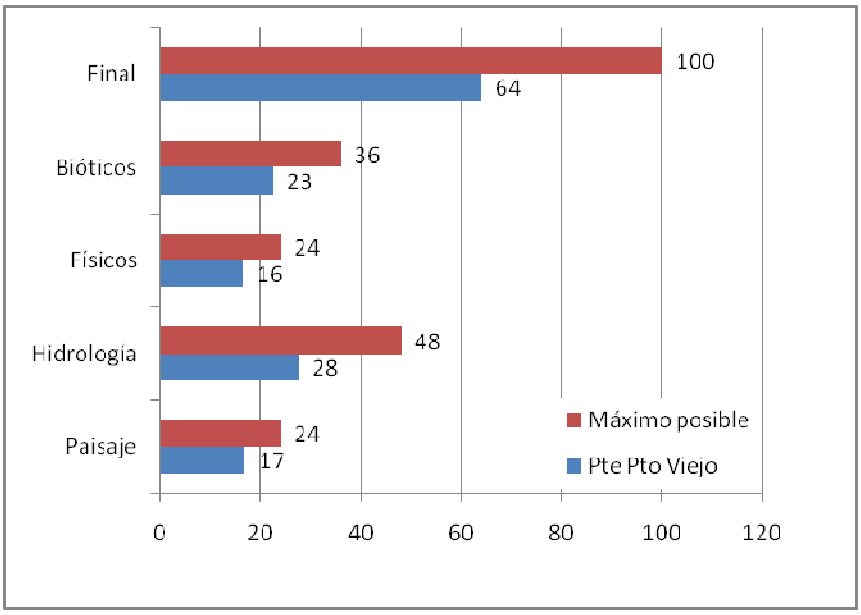


Figura 26. Magnitud del puntaje final de la desembocadura del río Copiapó

Folio015634

Adicionalmente, se extrapolaron los puntajes obtenidos a un 92% del polígono del humedal, con un error de un 0.08 % en los resultados, lo que permite visualizar la tendencia que presenta del humedal.

El estado de salud del humedal el año 2010, posee una condición Buena **(B)**, pero con superficies importantes en mal estado (D), (Figura 27).

Se ha determinado que el área central posee una condición del tipo D (36%), ya que se encuentra en franco proceso de regresión, observándose un mayor efecto que en el área Sur. Mientras que la mejor condición para el año 2010, se ha estableciendo en la zona Noroeste con un puntaje tipo B (74%).

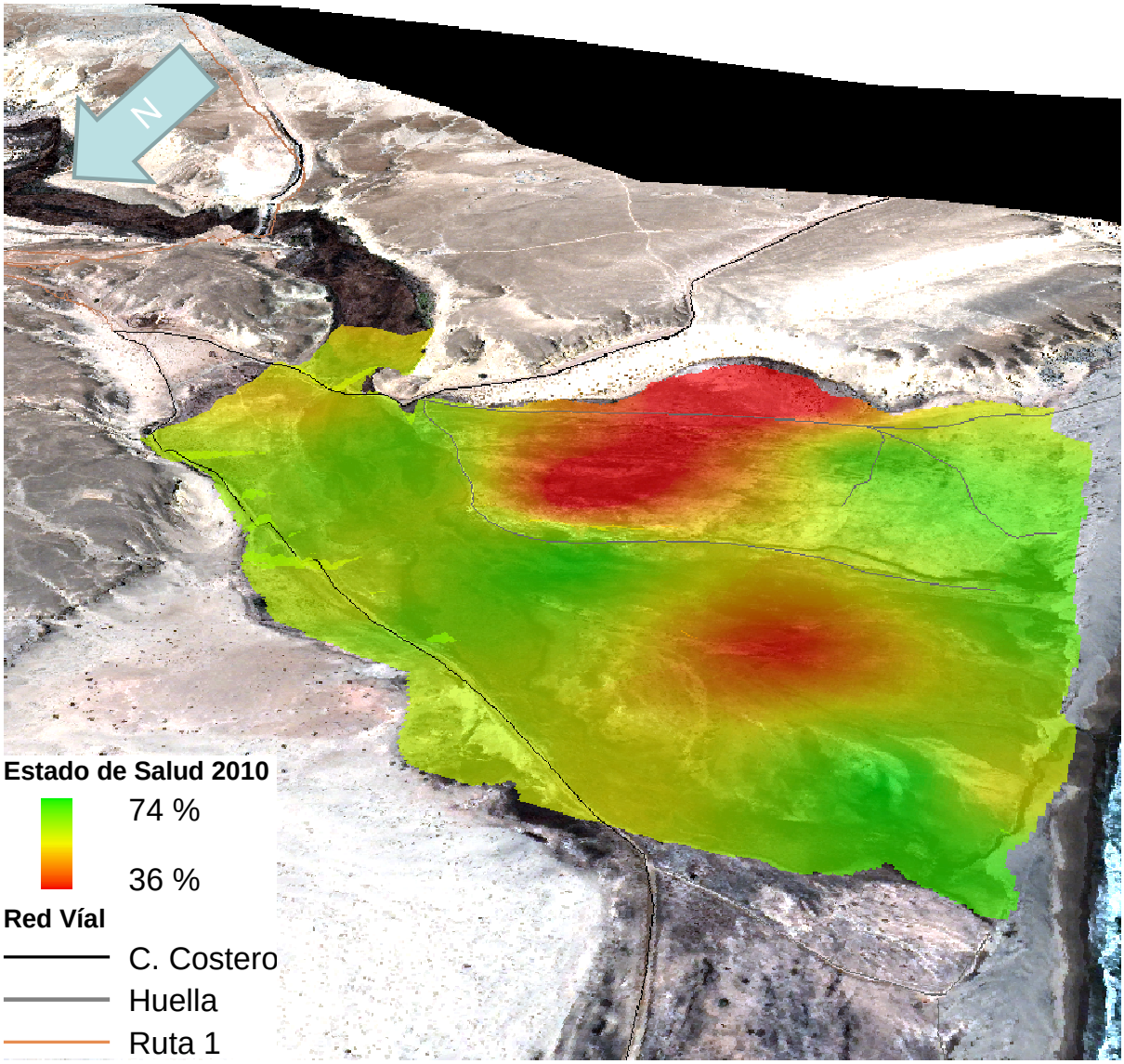


Figura 27. Distribución de la condición de Salud

Folio015635

6 DINAMICA DE SALUD HUMEDAL RÍO COPIAPÓ AÑOS 2009-2010

Con objeto de evaluar los principales cambios observados entre los años 2009 y 2010 en el estuario del río Copiapó, se observa una mejora general en estado de salud del ecosistema, principalmente asociados a la mejora en los atributos bióticos y los atributos hidrológicos (Figura 28).

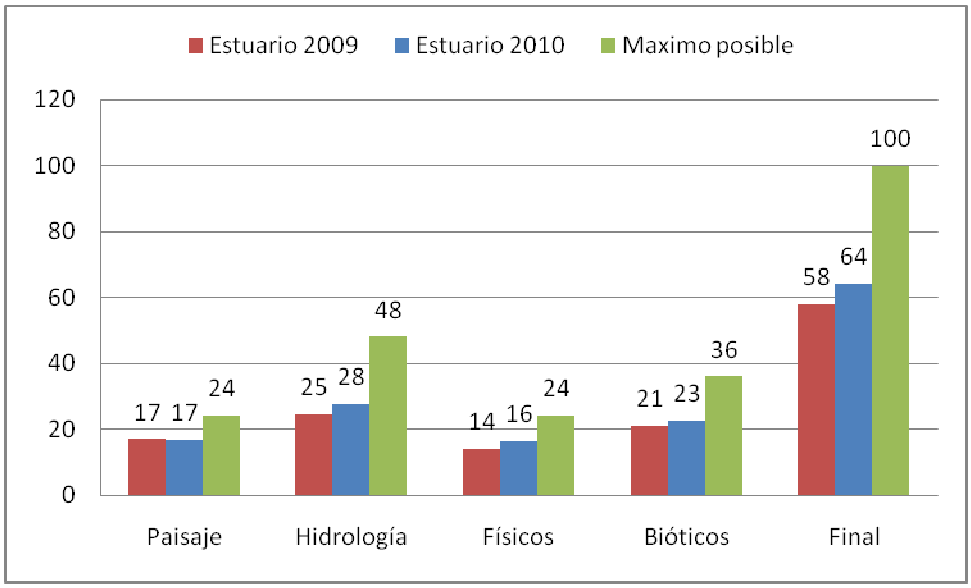


Figura 28. Gráfica de evolución de los atributos, año 2009-2010

Con objeto de conocer la distribución y que sectores fueron sujetos de mejoras en su condición y cuales empeoraron respecto de la condición anterior, se procedió a realizar una diferencia de imágenes, en el estado de salud año 2010 con el estado de salud del año 2009. (Figura 29).

Folio015636

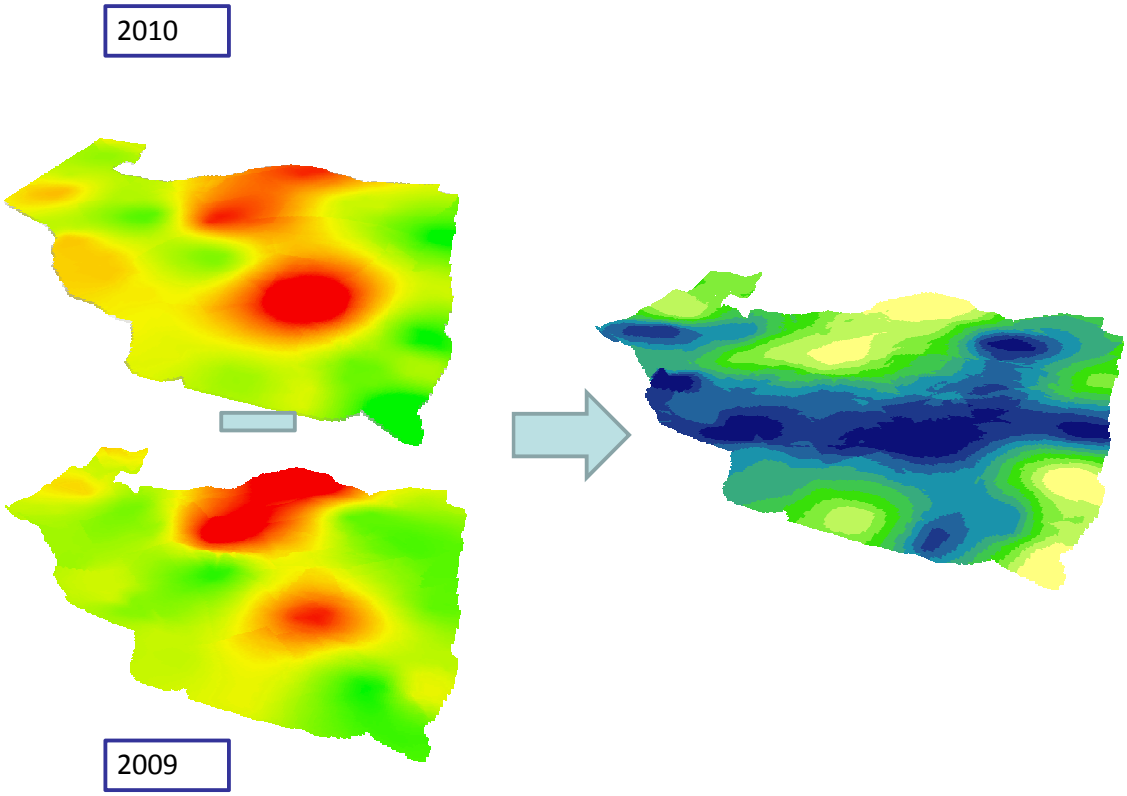


Figura 29. Resta de Imágenes, año 2009-2010

Folio015637

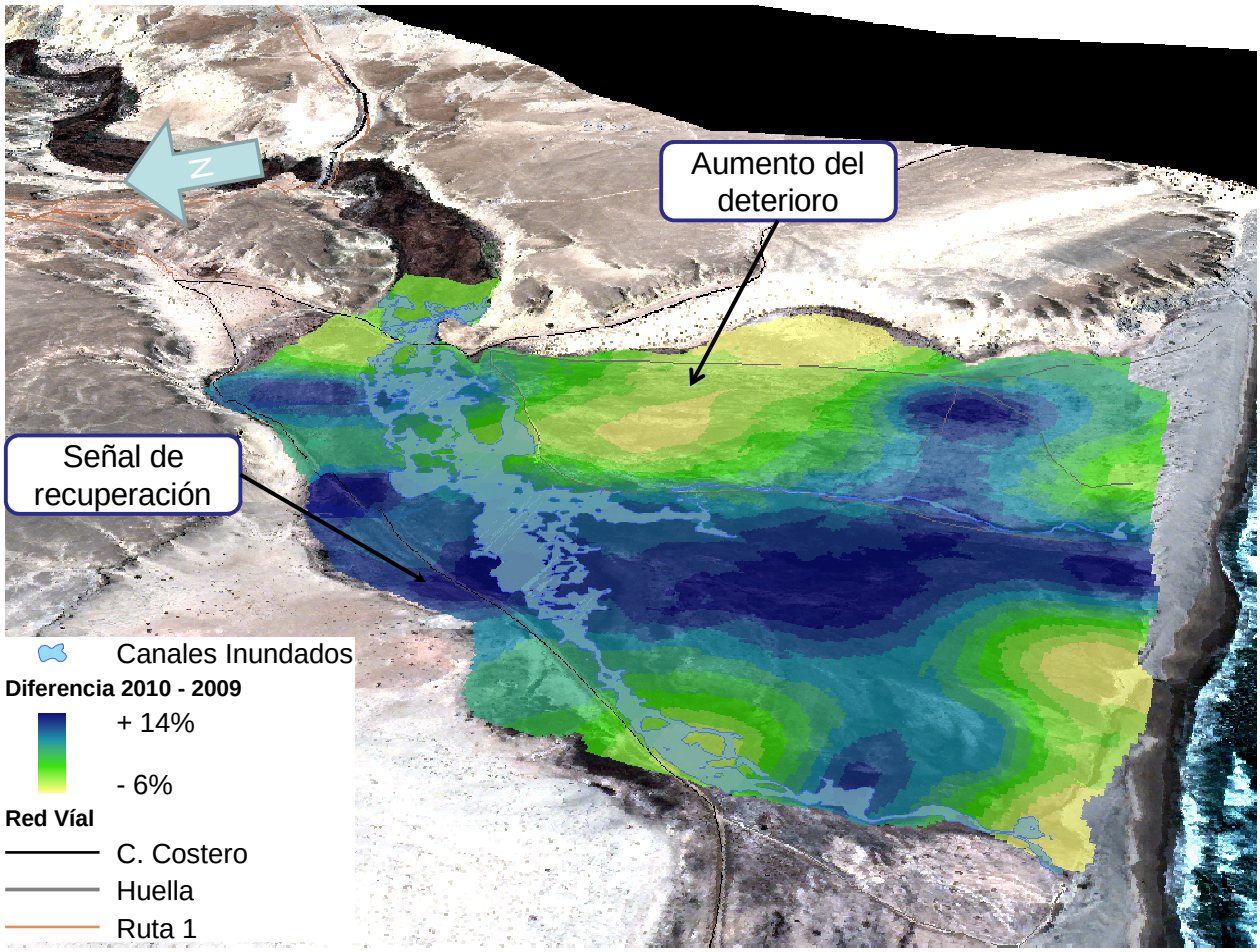


Figura 30. Mapa de variación de la condición de salud 2009-2010

De la Figura 30, resultante de la diferencia de imágenes de los dos años de monitoreo, es posible afirmar lo siguiente:

- El sector que posee una mayor recuperación fue la zona noreste, principalmente dada por la expansión del canal de inundación.
- Los sectores donde se produjeron los incendios el año pasado y el sector en regresión muestran un deterioro de hasta un 6% respecto del año anterior.

En base a la evaluación realizada durante el año 2009 y 2010, se puede concluir que si bien mejoró el estado de salud general del ecosistema, continua el proceso de intrusión salina y regresión de las formaciones vegetales características de humedal, esto implica una reducción del tamaño del humedal activo.

Folio015638

7 ANEXOS

7.1 Anexo I: Metodología de Obtención de Atributos y Métricas Indicadoras

Posterior al análisis de riesgo de las subcuencas y de sitio específico, la primera campaña de monitoreo en el periodo de mayor estrés hídrico se utilizó como valor de referencia para evaluar la condición futura del humedal, de esta manera la ejecución de las otras campañas de terreno darán cuenta del desarrollo de la salud del sistema.

El proceso de calibración requiere al menos de un seguimiento inicial de dos (2) años (2007-2009), a fin de establecer las métricas de estado que otorgarán un balance que permita conocer el estado de salud actual del sistema.

Los siguientes atributos y sus métricas asociadas corresponden a las variables de estado que fueron evaluadas en el transcurso del monitoreo ambiental:

A. Atributos Espaciales:

Los atributos del buffer y paisaje guardan relación con la conectividad y la condición del buffer, estableciéndolo como el área de influencia en la cual está el área de evaluación, evidenciando de esta forma los impactos directos de las actividades humanas.

B. Atributo Hidrología:

La hidrología incluye la fuente, cantidad y movimiento de las aguas, sumado el flujo de transporte de sedimento. La hidrología es uno de los determinantes directos más importantes de la función del humedal (Mitsh y Gossenlink 1993)[9] Y afecta directamente muchos procesos físicos, incluido el ciclo de nutrientes, quelación en el sedimento y la filtración de contaminantes (Richard et al 2002[10] y Sanderson et al 2000[11]).

La hidrología es uno de los factores claves de los ecosistemas del tipo humedal, la vegetación característica de estos ecosistemas, da cuenta de la disponibilidad de fuentes de agua. La emergencia de especies tolerantes a la salinidad es una respuesta de estos sistemas a la intrusión salina.

La hidrología se evalúa con las siguientes cuatro métricas:

i. Régimen hídrico
ii. Fuente de agua
iii. Conectividad hidrológica
iv. Métricas físico-químicas y microbiológicas

[9] Mitch, W.J. and J.G. Gosselink. 1993. Wetlands. New York, Van Nostrand Reinhold.

[10] Richards, K., J. Brasington, and F. Hughes. 2002. Geomorphic dynamics of floodplains: ecological implications and a potential modeling strategy. Freshwater Biology 47(4):559- 579.

[11] Sanderson, E.W., S.L. Ustin, and T.C. Foin. 2000. The influence of tidal channels on the distribution of salt marsh plant species in Petaluma Marsh, CA, USA. Plant Ecology 146:29-41.

Folio015639

i. Régimen Hídrico (Hidroperiodo)

El régimen hídrico es la frecuencia característica y la duración del periodo de inundación o saturación del río dentro de un año típico. En el caso de los ecosistemas fluviales se encuentran regidos por la tasa de ciclos estacionales de lluvia y escorrentía.

En el transcurso de la evaluación, se realizó la medición de caudales en la primera semana de cada mes, a partir de mayo de 2009 y hasta la fecha, en dos sectores con secciones conocidas:

1. El sector del río Copiapó, en los ductos de paso de agua donde se construyó una sección conocida la cual se limpia y estabiliza cada vez que se realiza la medición.

2. Canal de apertura de la barrera en el sector de la desembocadura, donde se estabiliza la sección en cada medición.

Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \cdot S$$

en la que:

- Q es el caudal (m^3/s)
- V es la velocidad (m/s)
- S es la sección del río (m^2), (profundidad media x ancho de la sección)

La velocidad se midió in situ, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Globalwater, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/min).

ii. Fuente de Agua

Las fuentes de agua afectan directamente los procesos físicos, calidad, duración y frecuencia de condiciones saturadas o acumuladas dentro del área de evaluación. Esta métrica se centra en las fuentes de agua dulce que se manifiestan durante la estación seca.

iii. Conectividad hidrológica

La conectividad hidrológica, describe la capacidad del agua de salir en forma abundante fuera del humedal o de inundar sus zonas adyacentes, determinando el grado al cual la conectividad hidrológica es restringida por características artificiales.

iv. Métricas Físico-Químicas y Microbiológicas

En la evaluación de cada temporada seca se colectaron 3 muestras de agua y 3 de sedimento para su posterior análisis en un laboratorio certificado, con objeto de comparar con los valores del puntaje final del sistema y poder establecer el grado de correlación existente entre el estado de salud del humedal y las variables evaluadas.

Folio015640

Estos valores se compararon con los parámetros establecidos en la normativa de calidad secundaria de las aguas por cuencas en el caso de los ríos y con los valores de calidad de las aguas según clase de CONAMA 2005[12]. Se analizaron los analitos descritos en la NCH1333, en dos temporadas durante el año 2009 y 2010 (verano y primavera). Para cada uno de los analitos se calculó el límite superior de confianza al 95%, agrupando las dos campañas por la estacionalidad.

Además, se obtuvieron parámetros *in situ* en cada estación de parámetros tales como: pH; Oxígeno Disuelto; Conductividad; Temperatura; Salinidad; Potencial de Oxido-Reducción; Nitrito; Nitratos; Amonio; obtenidos con un equipo multiparámetro de ión selectivo y transparencia de SECCHI.

Las muestras y parámetros in situ, fueron obtenidas en las mismas estaciones de muestreo determinadas a partir del mapa de riesgo del territorio a nivel de microcuenca y las estaciones establecidas para el año 2009, se observan en la figura 1.

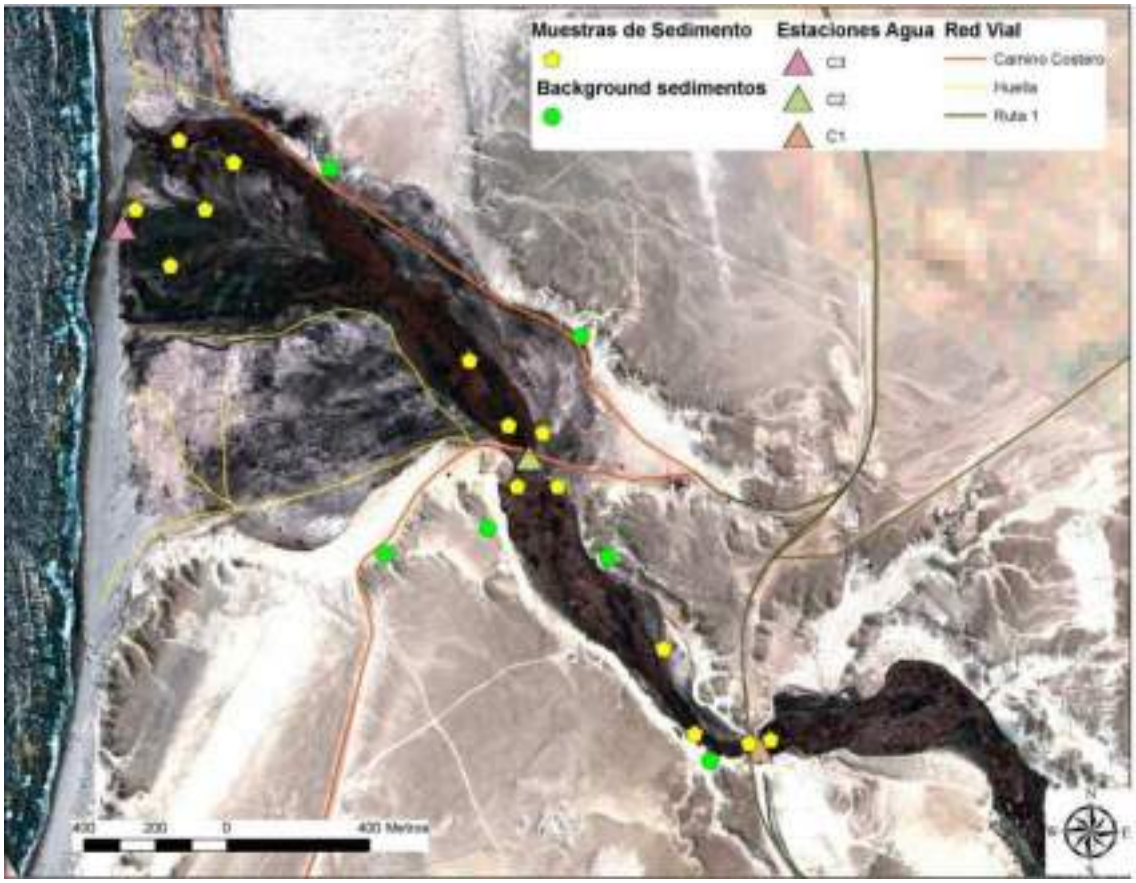


Figura 1.- Puntos de toma de muestras de agua y sedimento

[12] CONAMA 2005. Guía CONAMA Para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales y Marinas.

Folio015641

C. Atributos Físicos:

La riqueza estructural y la complejidad topográfica se definen como la organización espacial de la superficie que proporciona el hábitat para la biota (Maddock 1999[13]). El número de parches presentes en el área evaluada, corresponde al número de superficies físicas diferentes o diversas características que puede proporcionar el humedal para especies acuáticas o especies riparianas.

D. Atributos Bióticos:

La estructura biótica de un ecosistema ribereño incluye a toda la materia orgánica que contribuye a su estructura física. La vegetación viva y el detrito grueso son factores que influencian fuertemente la cantidad, calidad, distribución espacial del agua y del sedimento dentro del humedal.
La estructura biótica se evalúa con las siguientes cuatro métricas:

i. Métricas de la Comunidad Vegetal
ii. Estructura Biótica Horizontal y Zonación
iii. Estructura Biótica Vertical
iv. Censos de Avifauna

Métricas de la Comunidad Vegetal

Las métricas de comunidad vegetal son comunes a todos los cuerpos de agua dulce. Estas métricas se basan en la presencia de capas de vegetación, número de especies co-dominantes y % de invasión. Siendo las principales sub-métricas evaluadas las siguientes:

1. Submétrica de Capas vegetales: Una capa vegetal es el estrato de vegetación de un área y a una altura específica, que debe abarcar por lo menos el 5% del área de evaluación y se debe registrar la altura actual de la comunidad evaluada. El número de coberturas presentes en las AE, se clasifican en flotantes, pequeñas, mediana, altas y muy altas.

2. Submétrica de Número de especies co-dominantes: Para cada capa de plantas presentes en el área de evaluación, considera a todas aquellas que están vivas y cubren al menos un 10% del área en evaluación. En esta métrica solo se considera la vegetación viva.

3. Submétrica Porcentaje de Invasión: Determina del estado invasor de las especies co-dominantes para cada cobertura vegetal.

Estructura Biótica Horizontal y Zonación

Se refiere a la variedad e intercepción de los parches de vegetación (monocultivos o mixtos), seleccionados en base a criterios de dominancia, altura o textura. La intercepción permite la obtención de variables del efecto borde.
La existencia de zonas horizontales múltiples en un parche indica una comunidad vegetal bien desarrollada, procesos sedimentarios y bioquímicos íntegros. Comunidades vegetales nativas más ricas en flora y fauna tienden a ser asociadas a la mayor división en zonas y a más intercepción de las zonas de la planta.

[13] Maddock, I. 1999. The Importance of Physical Habitat Assessment for Evaluating River Health.*Freshwater Biology* 41:373-391.

Folio015642

Estructura Biótica Vertical

Esta métrica está relacionada con la apertura del dosel y la capacidad de penetración de los rayos solares. Evalúa el número de coberturas vegetales; extensión espacial; así como la densidad vegetacional.

Censos de Avifauna

La determinación taxonómica de los animales y la confección del catastro se realizó mediante consulta a la siguiente bibliografía:

- **Para Aves**: Araya, B. & G. Millie. (1991) y Jaramillo *et al*. (2003).

Tanto para las especies directamente observadas como aquellas potenciales derivadas de evidencias indirectas, se identificó su grado de amenaza, endemismo e importancia relativa de acuerdo con la Ley de Caza N° 19.473 descrito por la Cartilla de Caza del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2009) y el "Libro Rojo de los Vertebrados de Chile" (Glade 1993), (ver anexo II).

En zonas representativas del los dos subtipos de estuarios detectados, se realizó el censo efectuando las siguientes actividades:

- Identificación de los taxa colectados o avistados.
- Determinación de la ubicación de los taxa en cada subtipo de humedal.
- Determinación del estado de conservación de las especies registradas.
- Determinación de la distribución de los taxa (nativo-exótico, endémico-no endémico).
- Determinación de la diversidad biológica de los sitios de muestreo.
- Determinación de la abundancia de los taxa en cada uno de los transectos

El muestreo directo de aves se realizó a través de dos transectos de ancho y largo variable, puntos de observación o escucha, con dos observadores (figura 2).

Las observaciones se realizaron temprano por la mañana, y en la tarde utilizando binoculares, Range Finder, GPS y la libreta de anotaciones.

Para la identificación por canto, se utilizaron las claves de Egli (2002). Además se identificaron los registros indirectos como heces, huellas y nidos.

- **Índices Ecológicos**: La diversidad de las especies registradas, se estimó con los índices de Shannon y Sorensen, según la potencia de los muestreos.

El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989) mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad de la que se conoce el número total de especies S. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y H' será máxima cuando todas las especies S estén presentes:

Folio015643

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:
H´: diversidad específica
P= ni/N
ni: número de individuos de cada especie.
N: número total de indivíduos.

El Índice de Sorensen (1948) es utilizado para datos cualitativos de presencia/ausencia. Está diseñado para ser igual a 1 en casos de similaridad completa e igual a 0 en comunidades sin especies en común (Moreno, 2001).

$$\text{Índice de Sorensen} = \frac{2C}{A+B} 100$$

Donde:
A = Número de especies de una de las muestras.
B= Número de especies de la otra muestra.
C= Número de especies comunes a ambas muestras.



Figura 2.- Transectos de censos de avifauna

- **Calculo del Estado de Salud del Humedal**

Basado en los atributos y métricas descritas anteriormente, el cálculo de puntaje del humedal se realizó convirtiendo todas las letras de caracterización de las diferentes métricas obtenidas de cada área de evaluación mediante la tabla 1.

Tabla 1.- Calculo de puntaje Humedal

Puntaje	Valor
A	12
B	9
C	6
D	3

Posteriormente se calcula el valor para cada atributo

Tabla 2.- Valorización para cada atributo

ATRIBUTOS	CALCULO	VALOR MAXIMO
Atributos del búfer y del paisaje	(condición búfer x (%AE con búfer x promedio del largo del búfer)1/2) 1/2 + (conectividad del paisaje)	24
Atributos Hidrológicos	Suma de todas las métricas	48
Atributos Biológicos	Suma de todas las métricas	36
Atributos Físicos	Suma de todas las métricas	24
Puntaje de Salud	Promedio de los atributos/132	100%

En seguida, se divide el valor de cada atributo por el máximo según clase y se calcula el promedio entre los cuatro atributos, este será el puntaje de cada área de evaluación. El puntaje de la condición de salud del humedal estará dado por la media de todas las áreas de evaluación.

Una vez obtenido el valor del porcentaje del estuario, se puede categorizar su estado de salud, siendo un humedal de muy mala condición aquel que posea un valor porcentual desde 0 a 43%% en el cual tan solo se reconoce la existencia del humedal y uno de muy buena condición el que posee valor 82% a 100% y compararlo con otros humedales de condiciones similares (Tabla 3).

Tabla 3.- Categoría de humedales

Letra	%
A	82 – 100%
B	63-81%
C	44-63%
D	0-43%

Folio015645

7.2 Anexo II: Clasificación Categorías de Conservación

Tanto para las especies directamente observadas como aquellas potenciales derivadas de evidencias indirectas, se identificó su grado de amenaza, endemismo e importancia relativa de acuerdo con la Ley de Caza N° 19.473 descrito por la Cartilla de Caza del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2009) y el "Libro Rojo de los Vertebrados de Chile" (Glade 1993).

La clasificación se detalla a continuación:

- EN PELIGRO (P): Taxa en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando. Se incluyen taxa cuyas poblaciones han sido reducidas a un nivel crítico o cuyo hábitat ha sido reducido tan drásticamente que se considera que están en inmediato peligro de extinción. También se incluye taxa que posiblemente ya están extinguidos, pero que han sido vistos en estado silvestre dentro de los últimos 50 años.

- VULNERABLE (V): Estado de conservación donde se supone que la especie pasará en el futuro cercano a la categoría EN PELIGRO si los factores causales de la amenaza continúan operando. Especie que tiene un 10% de probabilidad de extinción dentro de los próximos 100 años. Se incluyen taxa de los cuales la mayor parte o todas las poblaciones están disminuyendo debido a la sobreexplotación, destrucción amplia del hábitat u otras alteraciones ambientales; taxa con poblaciones que han sido seriamente agotadas y cuya protección definitiva no está aún asegurada y taxa con poblaciones que son aún abundantes, pero que están bajo amenaza por acción de factores adversos severos a través de su área de distribución.

- RARAS (R): Especie cuya población mundial es pequeña, que no se encuentra actualmente EN PELIGRO, ni es VULNERABLE, pero que está sujeta a cierto riesgo. Estos taxa se localizan normalmente en ámbitos geográficos o hábitat restringidos o tienen una bajísima densidad a través de una distribución más o menos amplia.

- INADECUADAMENTE CONOCIDAS (I): Especie que se supone pertenece a alguna de las categorías anteriores, pero no se tiene certeza, debido a la falta de información.

- FUERA DE PELIGRO (F): Taxa que antes estuvo incluido en una de las categorías anteriores, pero en la actualidad se considera relativamente segura debido a la adopción de medidas efectivas de conservación o a la amenaza que existía ha sido eliminada.

- DAÑINA (D): Especie de fauna silvestre considerada perjudicial o dañina para las actividades silvoagropecuarias y para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales, que podrán ser cazadas o capturadas en cualquier época de año (SAG, 2006).

- ENDEMICA (EN): Taxa que están restringidas a un área relativamente pequeña o a un biótopo poco frecuente o raro. Propias de una región particular o zona (Cepeda, 1993).

Folio015646

- NATIVA (NA): Taxa que naturalmente (sin intervención humana) pertenece a un ecosistema. Se considera propia de un lugar y vive en estado silvestre (Ceded, 1993). Se considera nativa a todas las especies de fauna de cualquier especie animal, que viva en estado natural, libre o independiente del hombre, en un medio terrestre o acuático, sin importar cual sea su estado de desarrollo, exceptuados los animales domésticos y los domesticados, mientras conserven éstos últimos la costumbre de volver al amparo o dependencia del hombre (SAG 2006).

- INTRODUCIDA o EXOTICA (IN): Taxa que no se considera propia de un determinado lugar y que viven en estado silvestre, independientes del dominio del hombre, las cuales no han evolucionado en los ecosistemas en que se encuentran.

- NO DEFINIDA (ND): En el caso de que en algunas de las especies encontradas no aparezca descrita su categoría de estado de conservación (Glade, 1993; SAG 2009)

- B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

- S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

- E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

Folio015647

7.3 Anexo III: Metodología de Evaluación de Riesgos

El primer paso recomendado para la realización de una evaluación de riesgo ecológico, consiste en la comparación de las concentraciones de los elementos de interés en un medio específico (en este caso de sedimentos) con valores de referencia o de screening de países y/o regiones de características climáticas similares, a partir de los cuales, se establecerá la necesidad de realizar o no una evaluación más detallada del sitio (U.S. EPA, 2005).

A. Evaluación de la Exposición

La evaluación de la exposición requiere desarrollar un modelo conceptual del problema. Para ello, se deben identificar varios componentes del modelo, estos son:

- Las fuentes primarias y secundarias de elementos potencialmente contaminantes
- Los mecanismos de liberación y transporte de los contaminantes
- Las vías de exposición (inhalación, ingesta y contacto dérmico)
- Los componentes y conexiones de dichas vías (completa, incompleta, potencial)
- Los puntos de exposición
- Las matrices ambientales con presencia potencial de contaminantes
- Receptores y escenarios hipotéticos

A continuación se describe cada uno de los puntos anteriormente listados:

i. Fuentes primarias y secundarias de contaminantes

Fuentes primarias ó secundarias son aquellas desde las que se produce la liberación de contaminantes hacia otros compartimientos ó matrices ambientales. Las fuentes secundarias son el resultado de liberación ó descarga desde la fuente primaria. Cada mecanismo de descarga representa un proceso físico-químico que introduce un factor temporal ó espacial en el compartimiento o matriz que sigue.

ii. Mecanismos de liberación y transporte ambiental de los contaminantes

Los contaminantes pueden ser transportados desde una fuente primaria mediante mecanismos de liberación o de destino ambiental pasando a constituir así fuentes secundarias. Desde esta nueva fuente pueden ser otra vez liberados o transportados hacia una potencial fuente terciaria. Los posibles mecanismos de liberación desde las fuentes son los siguientes:

- Mecanismos de transferencia o migración del(los) contaminante(s) entre fases ambientales, tales como entre suelo superficial, subsuelo y napas subterráneas. Contaminantes que son solubles en agua pueden migrar por el subsuelo por diferencias de concentración desde un lugar de alta concentración a otro de menor. La migración de sustancias hacia el subsuelo y luego a aguas subterráneas en el área en estudio es posible debido a este mecanismo.

- Mecanismos de destino ambiental, incluyen transformaciones físico-químicas del contaminante en el medio ambiental, llevando a cambios en la concentración del contaminante en estudio por medio de reacciones de atenuación o degradación química, activación o aumento de toxicidad, partición entre matrices ambientales y/o bioacumulación.

Folio015648

iii. Vías de exposición

Una vía de exposición es el "camino ambiental" recorrido por un contaminante desde una fuente ambiental hasta el punto donde hace contacto físico con un receptor ecológico. Una vez que se produce el contacto, la exposición ocurre sólo cuando el contaminante ingresa por una ruta de exposición y es absorbido a través de una membrana de intercambio. La exposición ocurre sólo cuando el contaminante ha sido absorbido y pasa a ser una dosis interna en el organismo.

Las rutas típicas de exposición (ingreso al organismo) son:

- Vía respiratoria o inhalación: en el tracto respiratorio (nariz, boca, pulmones) la sustancia penetra la membrana que recubre los bronquios ingresando a la sangre. En el presente estudio podría ingresar material particulado en suspensión en el aire al organismo por esta vía.

- Vía oral o ingestión: la sustancia atraviesa la pared gastrointestinal (boca, esófago, estómago e intestinos) desde el lumen al sistema portador, si la sustancia no es absorbida desde el lumen del tracto gastrointestinal, no hay exposición. Por la vía oral pueden ingresar sedimentos y agua superficial accidentalmente ingerida durante actividades recreativas en el río y a través del agua de pozo empleada para bebida.

- Vía dérmica: ocurre cuando la sustancia penetra la piel e ingresa a la circulación sanguínea. En presente caso, la piel se podría verse afectada por contacto con aguas de pozo, suelos agrícolas y sedimentos y agua superficial del Estuario del río Copiapó, durante actividades recreativas.

iv. Componentes y conexiones de las vías de exposición

Es importante determinar si cada vía de exposición ha ocurrido en el pasado, está ocurriendo en el presente o se espera ocurrirá en el futuro, siendo posible que uno o más elementos de una vía de exposición no existan, o no se logren identificar en el problema de contaminación. P ej. en el caso en estudio podría producirse la migración de aguas subterráneas contaminadas a pozos de agua potable, aunque este es un proceso lento del que no existe evidencia, por lo tanto esta es una potencial vía de exposición futura.

Para considerar una vía de exposición es necesario identificar todas la(s) fuente(s) de una sustancia, lo que no siempre es sencillo. P ej. puede no quedar en claro cuál es la fuente de un elemento determinado en agua potable, ya que dicho elemento podría provenir de las cañerías del hogar, del sistema de distribución o del agua del pozo.

Existen tres tipos de vías de exposición:

- **Vía de exposición completa**: una vía de exposición se considera completa y el receptor se considera expuesto, si hay evidencia de que:

  - Todos los elementos de una vía de exposición existen, han existido o van a existir (en un tiempo cercano).

Folio015649

- Todos los elementos de la vía de exposición están conectados.
- Los contaminantes están presentes en el medio ambiental de contacto.
- Los contaminantes están presentes en el punto de exposición.

Todas las vías de exposición completas deben ser incluidas en una estimación de riesgo. En el presente estudio, no existe evidencia para considerar ninguna vía de exposición como completa.

- **Vía de Exposición Potencial** (incompleta pero probable): una vía de exposición potencial existe y el receptor puede ser considerado como expuesto en el pasado o en el futuro, si existe evidencia de que:

  - Uno o más elementos de la vía de exposición no están presentes, pero éstos pueden estar ocurriendo, han ocurrido en el pasado pero no han sido identificados o puede que existan en un futuro cercano.
  - La contaminación existe en el presente en un medio ambiental y en una localidad que es probable que llegue a convertirse en un punto de exposición dentro de un tiempo de migración discreto.

En el estudio presente, todas las vías de exposición son consideradas potenciales.

- **Vía de Exposición Incompleta** (e improbable): una vía de exposición incompleta e improbable existe y el receptor puede ser considerado libre de exposición, si hay evidencia sólida de que:

  - Faltan uno o más elementos de la vía de exposición, no existen o no van a existir
  - Uno o más elementos de la vía de exposición no están conectados.

v. Puntos de exposición

El punto de exposición es un elemento crítico en la exposición. En el punto de exposición debe concurrir que simultáneamente el contaminante esté presente en una concentración cuantificable, en una matriz ambiental identificable (aire, agua, suelo o un alimento), y existe además un receptor humano. Asimismo debe haber una probabilidad cierta de ocurrencia temporal y espacial de los eventos.

Un punto de exposición (a veces denominado punto de contacto) entre una persona y los contaminantes es el lugar geográfico ó la situación durante el cual se establece un contacto físico directo entre el receptor y el contaminante. Ejemplos de punto de exposición es una localidad donde un receptor respira aire contaminado, ó el lugar donde ingiere agua o un producto alimenticio contaminado.

El punto de exposición es el último paso de una vía de exposición, y si no hay un contacto físico entre receptor y contaminante, entonces la exposición y riesgo no pueden existir. P.ej., instalando rejas de protección alrededor de un sitio contaminado o confinándolo se elimina el contacto físico entre receptor y contaminante, transformándose así en una vía de exposición incompleta y por tanto inexistente.

Folio015650

B. Modelo Conceptual

El modelo conceptual busca integrar la información acerca de fuentes de contaminación, mecanismos de liberación, transporte y migración ambiental, componente ambiental potencialmente contaminado, destino físico-químico del contaminante y punto de exposición con diversos receptores hipotéticos.

Por medio del modelo, se logra reconocer la fuente primaria, secundaria y terciaria del problema de contaminación, como también los mecanismos de descarga (o liberación) de cada fuente, los cursos que siguen los contaminantes en el medio ambiente y cómo llegan hasta el punto de exposición. En este punto y mediante una ruta de exposición relevante (oral, dérmica, inhalación) y dadas las condiciones de la exposición (duración, magnitud, biodisponibilidad y absorción) los contaminantes ingresan al organismo.

C. Elementos de Riesgo Potencial (ERP)

Se entenderá por Contaminantes de Riesgo Potencial (en adelante CRP) aquellos elementos y/o sustancias presentes en un componente ambiental en concentraciones susceptibles de constituir un riesgo al medio ambiente, es decir, superan un criterio de referencia desarrollado en base a riesgo.

Los ERPs seleccionados en el presente estudio, corresponden a los contaminantes que se observaron con un valor de referencia basado en riesgo que fuera consistente con las características del sitio y los receptores asociados.
Debido a que en la literatura internacional se pueden encontrar una serie de valores de referencia proveniente de distintos países, en esa oportunidad se seleccionó los valores de referencia publicados en la guía *"Guide USA Land Bureau Managment: Risk Management Criteria for Metals" (BLM)*, para seleccionar a los CRPs. Los valores descritos en la guía BLM, se compararon mediante el método cuociente, con las concentraciones encontradas en los resultados analíticos provenientes de las campañas de muestreo del año 2009 y la temporada seca del año 2010, para sedimentos.

D. Comparación con Valores de Referencia

La concentración de los químicos en las muestras de sedimento y agua, generalmente se obtiene a partir de una secuencia lógica de pasos (ver figura 4). Estos pasos consideran los contaminantes cuando son de origen antrópico, o sus concentraciones superan los valores de los sitios de referencia (muestras background), utilizando una aproximación de riesgo o de suma de máximos permisibles (Struijs *et al*, 1997; Cromementuijn *et al*, 2000).

Posteriormente, los contaminantes fueron clasificados en dos categorías como constituyentes del sedimento y como componentes xenobióticos, la primera se refiere a aquellos contaminantes que normalmente están presentes en el sedimento, como sus constituyentes mineralógicos (pe. componentes inorgánicos en los minerales representativos del área de estudio) y, los aumentos en las concentraciones sobre los valores de los sedimentos testigos, se deben a las actividades humanas. En estos casos la concentración en los sedimentos testigos (UCL 95%), conocida como la concentración total

Folio015651

medida en el sitio de referencia (TCref) fue sustraída de los valores medidos en el área de influencia, esto permitió obtener la carga de contaminación adicional asociadas al sitio (TAC) (Dagnino et al, 2008).

Todos los valores obtenidos (TAC y xenobióticos) fueron comparados con valores de referencia que se encuentren ajustados a las condiciones climáticas, físicas, entre otras, del lugar donde se ubican el humedal, así como ante los cuales los valores obtenidos de los sitios testigos, no se deberían ser sobrepasados, ya que se asume que la elección del sitio de muestreo de los testigos fue correcta, por lo que la influencia de actividades contaminantes es mínima, por lo que estos sitios deberían estar siempre bajo los valores de calidad ambiental seleccionados (Dale *et al*, 2008).

7.4 Anexo IV: Análisis de Agua

INFORME DE ANALISIS

FORM.12-02-1

Solicitado por:	FUNDACIÓN CHILE, MEDIO AMBIENTE	**LAQ No**	10075
Dirección:	PARQUE ANTONIO RABAT SUR # 6165	**Fecha recepción**	15-10-2010
RUT:	70.300.000-2	**Fecha entrega**	09-11-2010
Ciudad:	SANTIAGO	**Fax**	02-2400613
At.	Sr. JUAN PABLO RUBILAR	**Lab.subcontratado:**	Si

Descripción de la muestra: Agua con fecha de muestreo 14-10-2010

Muestra			C 1	C 2	C3
Parámetros	Unidades	Método			
Aluminio	mg/L	E.A.A	<0,30	<0,30	<0,30
Amonio	mg/L	E.A.A	<0,080	<0,080	<0,080
Arsénico	mg/L	MHS	0,0029	0,0026	0,0027
Bario	mg/L	E.A.A	<0,20	<0,20	<0,20
Berilio	mg/L	E.A.A	<0,010	<0,010	<0,010
Boro	mg/L	E.A.M.	4,29	4,51	4,71
Cadmio	mg/L	E.A.A	<0,010	<0,010	<0,010
Calcio	mg/L	E.A.A	589	592	580
Cianuro	mg/L	E.A.M.	<0,040	<0,040	<0,040
Cinc	mg/L	E.A.A	<0,005	0,008	0,005
Cloruros	mg/L	C. Iónica	1008	1035	998,1
Cobalto	mg/L	E.A.A	<0,030	<0,030	<0,030
Cobre	mg/L	E.A.A	0,012	0,013	0,014
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	NMP	49,0	33,0	130,0
Coliformes Totales	NMP/100 ml	NMP	110	1700	5400
Conductividad (a 20 ℃)	uS/cm	Conductiv.	6120	6020	6130
Cromo	mg /L	E.A.A	<0,030	<0,030	<0,030
Fluoruro	mg/L	E.I.S.	0,31	0,29	0,28
Hierro	mg/L	E.A.A	0,022	0,029	0,025
Litio	mg/L	E.A.A	0,26	0,29	0,27
Magnesio	mg/L	E.A.A	173,5	176,8	180,8
Manganeso	mg/L	E.A.A	0,014	<0,005	<0,005
Mercurio	mg/L	Vapor frío	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Molibdeno	mg/L	H. Gráfito	<0,010	<0,010	<0,010
Niquel	mg/L	E.A.A	<0,040	<0,040	<0,040
pH (a 20℃)		E.I.S.	8,15	8,19	8,31
Plata	mg/L	E.A.A	0,010	0,010	0,011
Plomo	mg/L	E.A.A	<0,060	<0,060	<0,060
Potasio	mg/L	E.A.A	19,4	19,9	20,3
Selenio	mg/L	MHS	<0,001	<0,001	<0,001
Sodio	mg/L	E.A.A	728,1	756,9	738,1
Sodio Porcentual	%	E.A.A	41,7	42,4	41,9
Sólidos Disueltos Totales	g/L	Gravimetría	5,46	5,49	5,54
Sulfatos	mg/L	C. Iónica	2174	2505	2400
Vanadio	mg/L	H. Gráfito	<0,050	<0,050	<0,050
Nitratos	mg/L	C. Iónica	<3,0	<3,0	<3,0
Nitritos	mg/L	E.A.M.	<0,050	<0,050	<0,050
Nitrógeno Orgánico (K.)	mg/L	E.I.S.	<0,80	<0,80	<0,80
Fósforo	mg/L	E.A.M.	<0,70	<0,70	<0,70

Nota: Los análisis de todas las muestras fueron hechos por duplicado

Isabel Cádiz G.
Químico Farmacéutico

Dra.Q.F Gabriela Massiff de la F.
Directora Centro de Metrología Química

Observaciones: Los análisis microbiológicos, se realizaron en GCL.

La toma de muestra es responsabilidad del cliente.
Los resultados corresponden sólo a la(s) muestra(s) analizada(s).
Este informe no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación de FUNDACION-CHILE.
Las muestras serán almacenadas durante un mes en el laboratorio, excepto aquellas que sufran descomposición.

INFORME 2011 MONITOREO HUMEDAL

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Compromiso Voluntario Resolución Exenta Nº 273/08
Monitoreo Ambiental

Informe Anual 2011

Enero 2012

Minera Candelaria
Una compañía Freeport-McMoRan Copper & Gold

FUNDACIONCHILE
Movemos la frontera de lo posible

Folio015656

GLOSARIO

- **Análisis del riesgo del territorio:** Se define como el grado en el cual un humedal es susceptible a sufrir daño como resultado de una amenaza o peligro.

- **Áreas de evaluación (AE):** El AE es una porción representativa del humedal evaluado, la cual debe incluir las variables funcionales, espaciales y presiones antrópicas. Se debe usar múltiples áreas de evaluación para la apreciación de humedales grandes. La delimitación de las áreas representativas se realiza siguiendo algunas reglas que se encuentran en las guías de campo respectivas.

- **Buffer:** Definida como la capacidad de amortiguación que posee un área frente a eventos ambientales negativos, dada por la calidad y cantidad de cobertura de vegetal.

- **Perturbaciones antrópicas:** Es la consecuencia de un evento antrópico o una acción que posee un efecto negativo en el sistema y es medible en el campo. Los estresores claves tienden a reducir la cantidad de humedales, la calidad y/o cantidad de sedimentos, cantidad y/o calidad de aguas de las cuales el humedal depende. La gradiente del estrés es resultado de una variación espacial en la magnitud, intensidad o frecuencia de los estresores.

- **Perturbaciones naturales:** Son consecuencias de fenómenos naturales como los deslizamientos de tierra, crecidas, maremotos, u otros.

- **Estado de salud o condición:** Representa el estado de salud del área de influencia y el contexto del paisaje, la hidrología, la estructura biológica y física, en comparación con el mejor estado posible para el mismo tipo de humedal.

- **Servicios ecológicos**. Estos son los beneficios sociales dependientes del estado de salud y funcionalidad del humedal. Los más comunes servicios son la recarga de acuíferos, descontaminación de aguas, control de crecidas, recreación, estética y soporte para la diversidad biológica endémica.

- **Atributos:** Son los conceptos, aspectos generales y universales que componen un humedal. En consecuencia todos los humedales comparten estos atributos: paisaje y área de influencia, hidrología, estructura física y biótica. En la metodología EMA, cada uno de estos atributos está representado por distintas métricas que en conjunto dan cuenta de la condición de cada atributo.

- **Métricas:** Corresponden a componentes medibles de un atributo en el campo, es significativa desde el punto de vista ecológico y posee una relación dosis respuesta al estrés, que puede ser distinguida de la variación natural a través de la gradiente de estresores.

- **Indicadores**. Éstos son evidencias directas o pistas de condiciones de campo utilizadas para seleccionar el estado de la métrica en evaluación.

Folio015657

- **Puntaje de las métricas:** es un valor numérico asociado con el estado alternativo (A-D), que fue seleccionados como el más representativo durante el momento de evaluación.

- **Puntaje de los atributos**: será el porcentaje del máximo de la suma de los puntajes de las métricas del atributo.

- **Puntaje del Área de Evaluación (AE):** Puntaje que representa el estado de salud del área evaluada. Se calcula como el porcentaje de la suma de los máximos de cada atributo por cada área de evaluación.

- **Puntaje de Salud o condición del Humedal**: Este puntaje se expresa en porcentaje y corresponde al promedio de todos los puntajes de las áreas de evaluación de un humedal. Al compararse con el máximo posible se podrá establecer el estado del humedal en el momento de la evaluación.

- **Sedimento:** Material sólido transportado por una corriente de agua que se deposita en el fondo del cauce, para efectos de este estudio, el sedimento activo está constituido por los primeros 15 cm del lecho del río.

- **Toxicidad:** Propiedad de una sustancia que por acción de contacto directo o al ser absorbida por un organismo, ya sea por vía oral, respiratoria o cutánea, es capaz de producir efectos nocivos sobre la salud humana, animal o vegetal, e incluso la muerte (NCh 382. Of. 98).

Folio015658

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento ha sido desarrollado a solicitud de la Sociedad Contractual Minera Candelaria (CCMC), con la finalidad de evaluar la condición de salud del humedal del río Copiapó. Actividad que se enmarca dentro de los compromisos de la Resolución de Calificación Ambiental del Proyecto Acueducto Candelaria Chamonate.

Para su ejecución, se propuso a CCMC la aplicación de la Metodología USEPA (CRAM), la que fue adaptada por Fundación Chile en el marco del Proyecto SAG "Desarrollo de un Sistema de Evaluación Rápida de Humedales". Esta metodología (denominada EMA) ha sido aplicada con éxito en ocho humedales a lo largo del país, y cuenta con el reconocimiento de autoridades ambientales como SAG y el Ministerio de Medio Ambiente.

A continuación se presentan los resultados del monitoreo del año 2011 y la dinámica que ha tenido el humedal respecto de las temporadas anteriores 2009 y 2010. Estos resultados provienen del monitoreo en el sector que para efectos de su evaluación, fue clasificada en dos subtipos de humedal, según criterios internacionales de clasificación de humedales (hidro-geomorfología). Los dos subtipos identificados corresponden a:

- Estuario no salino persistente (Sector Puente Puerto Viejo).
- Estuario estacional (sector medio y desembocadura).

En cada subtipo se definieron áreas de evaluación a escala sitio específico, considerando 24 áreas de evaluación de 1 há cada una, las cuales corresponden a sectores representativos del total del humedal. En cada una de ella se aplicó la metodología EMA basada en los atributos evaluados en el periodo de mayor estrés hídrico (marzo) y de crecimiento tardío (octubre) que corresponden a los siguientes:

- Atributos Espaciales (condición del buffer).
- Atributos Hidrológicos (fuente de agua; régimen hídrico; conectividad hidrológica; calidad y caudales).
- Atributos Físicos (riqueza estructural y complejidad topográfica)
- Atributos Bióticos (censos estacionales de aves, comunidad vegetal).

Los puntajes obtenidos en todas las áreas de evaluación, se extrapolaron a un 92% del polígono del humedal, con un error de un 0.08 % en los resultados, esto permitió visualizar la tendencia que presenta el humedal en el transcurso del año 2010 y 2011.

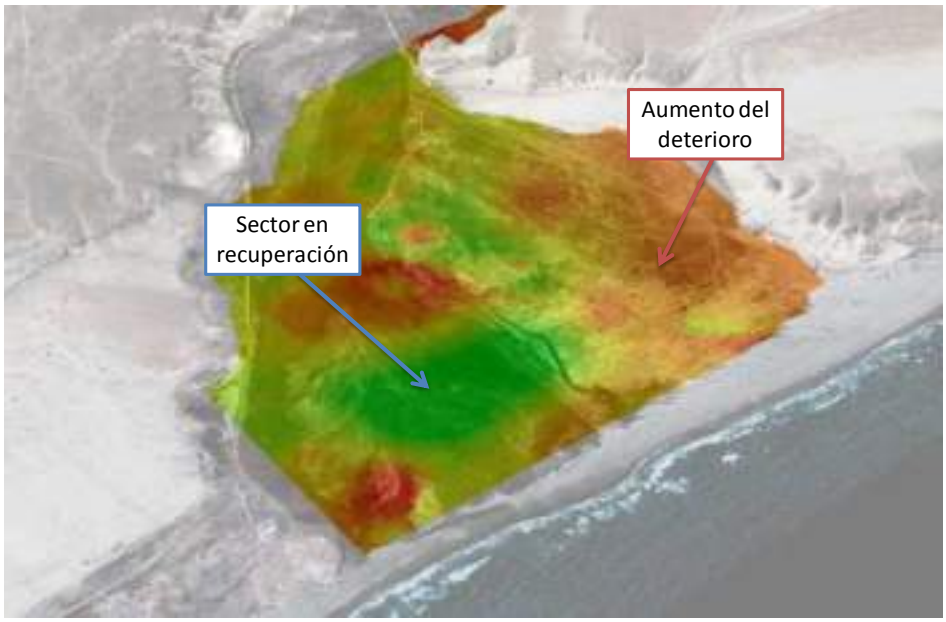
Respecto de los componentes hidrológicos, a modo general el humedal del río Copiapó presenta un estado híper-trófico manifestado básicamente por la disminución de caudales, asociado al excesivo consumo de agua y evapotranspiración que ocasionan las formaciones vegetales palustres en el curso del río Copiapó. Estas especies palustres proliferan en forma excesiva en el sector del humedal, atrapando sedimentos y provocando modificaciones en el cauce hidráulico, provocando una notoria disminución de la sección útil del cauce y su caudal.

Las aguas del humedal están enriquecidas con nutrientes, detectándose altas concentraciones de N y P que podrían provenir de fuentes difusas como los fertilizantes utilizados ampliamente en los suelos agrícolas de la cuenca de drenaje, originando que las especies vegetales palustres presentes adquieran un desarrollo excesivo y consuman grandes cantidades de oxigeno disuelto, provocando bajo contenido de OD en el agua (7,2 mg/l y 3.3 mg/l), reduciendo la efectividad de procesos bioquímicos que garantizan la funcionalidad de estos ecosistemas, lo que se ve reflejado en un aumento de los contenidos de metales aguas abajo de las estaciones de muestreo en sedimentos y aguas superficiales de manera lineal, lo que refleja que el humedal ha perdido algunos de sus servicios ecosistémicos.

El estado de salud del humedal al año 2011 ha mostrado un leve deterioro respecto a la evaluación del año anterior, sin embargo en sectores específicos ha disminuido en su condición biótica, siendo relevante la pérdida de riqueza vegetal y la lenta recuperación de la capacidad de buffer que está experimentando el área de regresión, lo que podría aumentar el proceso de deterioro de esta zona. La condición es dispar y varía por zonas por lo que se representó su cambio mediante un algebra de imágenes de manera de identificar los sectores que mejoraron o empeoraron en su condición de salud.

En base a la imagen presentada en la Figura 1 se puede concluir que en el sector activo del humedal se mejoró su condición respecto del año 2010, mientras que en el sector medio del humedal empeoraron su condición, donde se constató una disminución de los aportes de agua fresca y embancamiento excesivo de los canales.

Figura 1. Cambios en hidrología años 2010 / 2011



Folio015660

Tabla de Contenido

RESUMEN EJECUTIVO **4**

Equipo de Trabajo **8**

1 Introducción **9**

2 Objetivos **9**

2.1 Objetivo General 9

2.2 Objetivos Específicos 9

3 Materiales y Métodos **10**

4 Resultados **12**

4.1 Clasificación del Humedal: Estuario Río Copiapó 12

4.2 Chequeo de Terreno 2011 12

4.3 Establecimiento de las Áreas de Evaluación 13

4.4 Evaluación y Seguimiento de la Condición de Salud del Humedal 14

4.5 Atributos Espaciales 15

4.5.1 Condición del buffer 15

4.6 Atributos Hidrológicos 20

4.6.1 Régimen hídrico 20

4.6.2 Clases de aguas y Contaminantes de Interés 22

4.6.3 Clases de aguas y dinámica de sedimentos 23

4.6.4 Efectos mareales en la condición del estuario 24

4.6.5 Distribución espacial de los valores de hidrología 26

4.6.6 Hidrología años 2009/2010/2011 28

4.7 Atributos Físicos 30

4.8 Atributos Bióticos 32

4.8.1 Métrica de la Comunidad de Avifauna 32

4.8.2 Métrica de la Comunidad Vegetal 35

5 ESTADO DE SALUD: Humedal Desembocadura Río Copiapó Año 2011 ..... **39**

5.1 Puente Puerto Viejo - Estuario No Salino Persistente 39

Folio015661

5.2 Desembocadura del río Copiapó – Estuario Estacional 40

6 DINAMICA DE SALUD HUMEDAL RÍO COPIAPÓ AÑOS 2009-2010-2011 42

7 Anexos 45

7.1 Anexo 1: Metodología de Seguimiento de la Condición de Salud del Humedal 45

7.2 Anexo 2: Clasificación Categorías de Conservación 50

7.3 Anexo 3: Informe Análisis de Agua 52

7.4 Anexo 4: Informe Análisis de Sedimentos 53

Folio015662

Equipo de Trabajo

El "Monitoreo Ambiental del Humedal Desembocadura del río Copiapó", fue ejecutado por la Gerencia de Agua & Medio Ambiente de Fundación Chile y supervisado por la Gerencia de Medio Ambiente de Minera Candelaria. El equipo de trabajo se presentaa en la tabla 1.

Tabla 1.- **Equipo Técnico de trabajo**

Nombre	Breve Reseña
Juan Pablo Rubilar Msc	Jefe de Proyecto Especialista en análisis de riesgos ambientales, médico veterinario, MSc en Biodiversidad, con más de 6 años de experiencia profesional en el área de medio ambiente, principalmente en las áreas de Evaluación de riesgos a la salud y ecológica, posee sólida formación en las áreas de toxicología y ecotoxicología, gestión de recursos hídricos, restauración ecológica, manejo de SIG y modelos de contaminación.
Alejandra Arochas	Ecóloga-Paisajista- Ingeniero en Medio Ambiente Posee sólida formación en el área de evaluación y monitoreo de ecosistemas, restauración ecológica y de paisaje, incluyendo temas de diseño y manejo paisajístico de espacios naturales. Ha trabajado en el desarrollo y transferencia de metodologías de evaluación de humedales del norte, centro y sur de Chile, caracterizando el estado actual y la tendencia futura de estos singulares ecosistemas.
Carolina González	Geógrafa Especialista en temas de ordenamiento territorial, temáticas ambientales y SIG. Posee amplia experiencia como profesional de proyectos, ha desarrollado y ejecutado trabajos ligados al desarrollo sustentable de comunidades. Ha brindado apoyo técnico de terreno en temáticas ligadas a la Remediación y Restauración Ambiental a través del monitoreo, seguimiento y evaluaciones ambientales in situ.
Javiera Herrera	Ingeniero en Recursos Naturales Profesional de apoyo en terreno, se ha desarrollado principalmente en actividades de monitoreo, seguimiento y evaluaciones ambientales. Desarrollo de proyectos en temas de sostenibilidad y cambio climático. Con conocimientos en herramientas e instrumentos de gestión ambiental pública y privada, y profundización en gestión del agua.

1 Introducción

El "Monitoreo Ambiental del Humedal en la Desembocadura del Río Copiapó", tiene como objetivo principal conocer el estado actual de la condición y evolución de la de salud del humedal en el transcurso de 11 años, según el acuerdo suscrito por Compañía Contractual Minera Candelaria en la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto Acueducto Candelaria-Chamonate.

El presente informe expone las actividades efectuadas en las dos campañas realizadas en el transcurso del año 2011, Marzo y Octubre respectivamente, y contiene la evaluación del monitoreo de los componentes de paisaje, hidrológicos, físicos y bióticos. En esta campaña se incluye además, la comparación con los valores registrados en la campaña anual del 2010, de manera de poder visualizar cual es la tendencia que tiene el humedal respecto de sus componentes.

2 Objetivos

2.1 Objetivo General

Implementar un sistema de monitoreo costo efectivo del Humedal del Río Copiapó en el año 2011, dando cuenta de la variación del estado de salud del ecosistema a la fecha.

2.2 Objetivos Específicos

Realizar levantamiento de información de aspectos espaciales, hidrológicos y físico-químicos del humedal incluyendo:

1. **Atributos Espaciales**
   - Evaluar la conectividad del paisaje, a fin de verificar la recuperación del potencial de corredor biológico.
   - Identificación de factores hidrodinámicos estacionales que inciden en el volumen y superficie de los cuerpos de agua.

2. **Atributos Hidrológicos**
   - Evaluar las fuentes de agua que afectan los procesos físicos tales como calidad, duración y frecuencia de condiciones saturadas.
   - Determinación del régimen hídrico con respecto a los patrones naturales de inundación.
   - Identificar la conectividad hidrológica para la temporada, determinando la superficie que restringe al humedal por características artificiales.

3. **Aspectos Físico-Químicos-Microbiológico**
   - Realizar un seguimiento en la temporada seca, período crítico del sistema de los parámetros in situ de calidad de agua (temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos) y caudales.

Folio015664

- Determinación de la concentración de elementos contaminantes (metales pesados, contaminación orgánica y otros respecto a la norma chilena NCH Nº 1333 "Requisitos Generales de Aguas Destinadas a la Vida Acuática").
- Determinación de la calidad de aguas respecto a las norma de riego vigente en Chile, incluyendo además, los siguientes parámetros: nitritos, nitratos, fósforo total, amonio, nitrógeno total y fósforo total, aceites y grasas, hidrocarburos totales, DQO y DBO5, coliformes totales, detergentes, turbiedad, transparencia SECCHI, según NCH Nº 409.

4. Atributo Físicos

- Evaluación de la riqueza estructural de los parches.
- Análisis de la complejidad topográfica.

5. Atributos Bióticos

- Realizar censo de avifauna asociada al humedal para estimar la comunidad presente.
- Estimar la diversidad de las especies registradas, con los índices ecológicos de Shannon y Sorensen, según la potencia de los muestreos.
- Evaluación de métricas de la comunidad vegetal presentes en las áreas de evaluación: n° de capas presentes; especies co-dominantes; porcentaje de invasión; intercepción horizontal y estructura biótica vertical.

3 Materiales y Métodos

La metodología de trabajo descrita a continuación, contempla los mismos métodos y mecanismos utilizados en las campañas de monitoreo y evaluación efectuadas a partir del año 2009. Entre las que se destacan:

1. Revisión de métodos Internacionales para la Evaluación Rápida de Humedales (desarrollada por Fenecí, 2004).
2. Método de Evaluación Integrada Ecológica para la Mitigación de Humedales (Fafer Langendöen, Nature Serve, 2006).
3. Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica (CONAMA 2006).
4. Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales (SAG 2006).
5. Metodología EMA, Evaluación y monitoreo ambiental de humedales (SAG, 2009).

Adicionalmente a lo anterior, la propuesta metodológica incorpora otros mecanismos de análisis bajo distintos niveles, lo que permitirá avanzar progresivamente en función de los resultados de cada etapa con el fin de orientar la toma de decisiones y la utilización eficiente de los recursos disponibles.

El detalle de la metodología de trabajo utilizada se puede observar en el anexo 1.

Folio015665

La evaluación puede llevarse a cabo en distintos niveles en función de la información disponible y el grado de detalle que se busca. Las etapas de esta metodología se resumen en la Figura 2.

Cabe destacar que la evaluación de los atributos evaluados, se realizó en diferentes épocas del año, descritas a continuación:

- Época de estrés hídrico (temporada seca año 2011): Evaluación atributos espaciales e hidrológicos.
- Época de crecimiento tardío (temporada húmeda año 2011): Evaluación atributos físicos y bióticos.

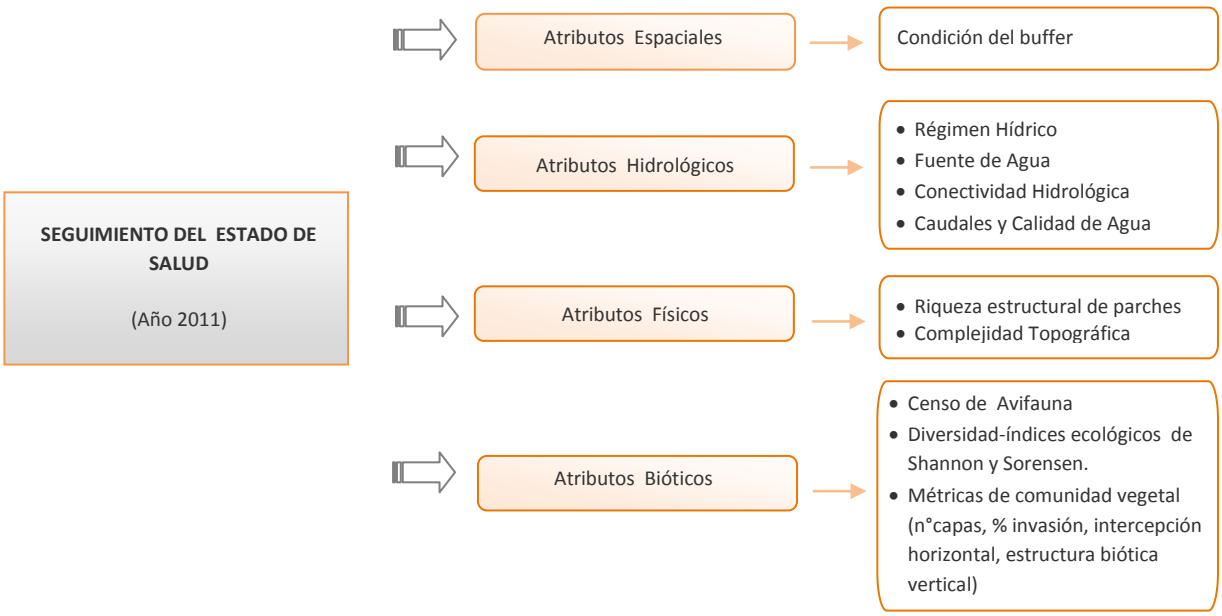


Figura 2. Etapas de Evaluación Año 2011

Folio015666

4 Resultados

4.1 Clasificación del Humedal: Estuario Río Copiapó

La desembocadura del río Copiapó corresponde a un humedal del tipo estuario. Los humedales estuarinos se caracterizan por ser cuerpos de aguas semi-cerradas por tierra donde se presenta la unión de aguas marinas - dulces (que vienen de tierras adentro) y de lluvias.

El área litoral de playa las Salinas donde desemboca el río Copiapó, presenta elementos geomorfológicos y bióticos que incluyen una barrera arenosa que genera un humedal costero asociado, esta barrera litoral con la acción de las corrientes oceánicas y eólicas en período de la presente campaña acumula los materiales en suspensión.

El estuario del río Copiapó se clasifica en dos subtipos de humedal[6]:

- **Estuario Estacional**: Se localiza cercano a corrientes costeras y ecológicamente son influenciados por los encierros estaciónales de entradas de mar.

- **Estuario No Salino Persistente:** Sector dominado por especies vegetales que no toleran altas salinidades, el sector se presenta hidro-geomorfologicamente homogéneo y con planos de inundación entremezclados con planos más altos.

4.2 Chequeo de Terreno 2011

La inspección general del área estudiada permite vislumbrar perturbaciones con posible efecto negativo y/o significativo.

El chequeo de terreno fue realizado por Fundación Chile en compañía de CCMC en ambas campañas de campo de 2011, donde se observó el impacto y posterior recuperación de eventos acontecidos en el transcurso del año, entre ellos: marejadas asociadas al terremoto y tsunami en Japón, que intervinieron el sector del subtipo no salino persistente del estuario del río Copiapó y caída anormal de precipitaciones en la alta cordillera y al interior del valle de Copiapó en la temporada invernal.

Mediante un chequeo de terreno, se evaluó: hidrología, estructura física, estructura biótica y atributos del paisaje:

- **Hidrología:** Normalmente se observa en la temporada de máximo stress hídrico el cuerpo de agua naturalmente cerrado a las entradas de mar por la barrera arenosa, y una lámina de agua con aportes de caudales de agua fresca proveniente del valle. Sin embargo, los recientes eventos

[6] SAG, 2009. Metodología EMA, Evaluación y monitoreo ambiental de humedales (Criterios Internacionales de Clasificación de Humedales en base a la Hidro-Geomorfología)

Folio015667

registrados tras el tsunami en Japón intervinieron el principal aporte de agua proviene del interior del valle de Copiapó, arrastrando sedimentos al interior del estuario con una fuerte intrusión marina de aproximadamente 45 m al interior de la costa. Posteriormente, en la campaña de crecimiento tardío se observan algunas piscinas con espejos de agua que se han formado debido al cambio topográfico que se generó tras la entrada de mar en el estuario.

- **Estructura física:** Los principales cambios corresponden a la morfología del sector de la playa donde se constató un aplanamiento de la costa, en el sector medio del humedal se observan placas de costras salinas bastante extensas que entorpecen la micro topografía natural del área.

- **Estructura biótica:** En el subtipo estacional se observaron distintos hábitats ocupados por especies que no habían sido avistadas en campañas anteriores. Se observa además en el sector salino no persistente una baja presencia de avifauna asociada.

- **Paisaje y su contexto:** La zona localizada en la desembocadura se observa con algunas extensiones vegetales carentes de zonas de amortiguación que fueron afectadas por las marejadas y que han tenido una lenta recuperación.

4.3 Establecimiento de las Áreas de Evaluación

El seguimiento se realizó en las mismas 24 áreas evaluadas en el transcurso de las evaluaciones anteriores, en una superficie que representa a un 20% del área total estimada del humedal (incluye la zona en regresión), la Figura 3 ilustra la ubicación de las áreas de evaluación del humedal.

Folio015668

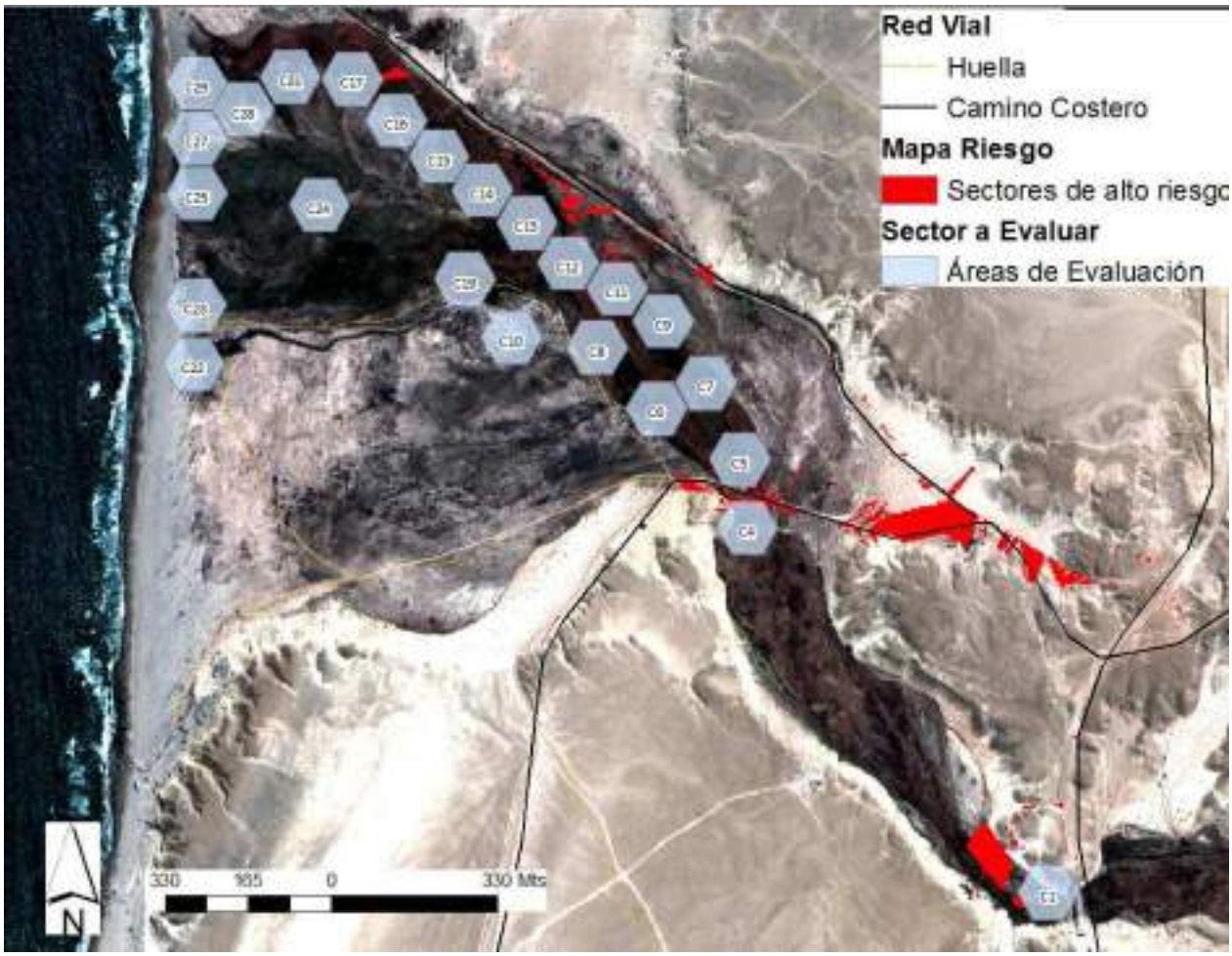


Figura 3. Áreas de evaluación monitoreadas en el humedal del Río Copiapó

4.4 Evaluación y Seguimiento de la Condición de Salud del Humedal

A partir de la imagen satelital y la evaluación en terreno, se obtuvieron algunas variables físicas y bióticas de relevancia para conocer el estado de salud del humedal. La evaluación sistemática de atributos y métricas, permitirá obtener el puntaje de la condición de salud de los siguientes atributos ambientales:

- Atributos Espaciales (Condición del buffer).
- Atributos Hidrológicos (fuente de agua; régimen hídrico; conectividad hidrológica; calidad y caudales).
- Atributos Físicos (riqueza estructural de parches de micro-hábitat, complejidad topográfica).
- Atributos Bióticos (avifauna, métrica de comunidades vegetales).

Folio015669

4.5 Atributos Espaciales

4.5.1 Condición del buffer

Para el seguimiento y evaluación de 2011 se ha considerado evaluar dos perturbaciones ocurridas en el humedal: El efecto post incendio y el efecto de marejadas post tsunami en Japón, localizadas en el subtipo salino no persistente y en el subtipo estacional respectivamente.

- **Subtipo Salino No Persistente:**

En el transcurso del año 2009, dos sectores del humedal del río Copiapó fueron objeto de un incendio provocado por la influencia antrópica, alterando notablemente la fisionomía de este peculiar ecosistema.

En la fecha que se realizó la evaluación había trascurrido un año seis meses después del incendio, los suelos quemados por el efecto del fuego, han reducido la elevada vulnerabilidad frente a la erosión, observándose con mayor protección y constituyendo una mejora sustancial de la zona de amortiguación.

La zona que fue mayormente dañada corresponde a los sectores con chañar (*Geoffrea decorticans*), en esta temporada se observa el rebrote de los individuos dañados que constituyen el inicio de la recuperación del buffer, pudiendo atenuar el efecto de perturbaciones del camino. Ver Figura 4.

Las áreas de evaluación asociadas a los sectores incendiados en el año 2009 presentaron la recuperación de especies macrófitas asociadas a sistemas de humedal, sin embargo hay sectores que comienzan a ser colonizados por especies típicas de estuario en regresión (*Tessaria absinthioides* y *Baccharis linearis*), con ello también se constató la presencia de vastas extensiones de *Prosopis strombulifera,* características de zonas áridas junto a *Distichlis spicata* y *Sarcocornia fruticosa* constituyendo matorrales que en algunos casos se comportan como mono específicos con una nula capacidad de amortiguar diversos impactos.

En cuanto a volumen y cobertura se observa la evolución de la ocupación de espacios libres por especies colonizadoras y otras pre-existentes (ver Figura 4 y Figura 5).

Figura 4. Recuperación de *Geoffrea decorticans*(chañar)dañados por el fuego



Figura 5. Recuperación de Zona afectada por el fuego en el año 2009

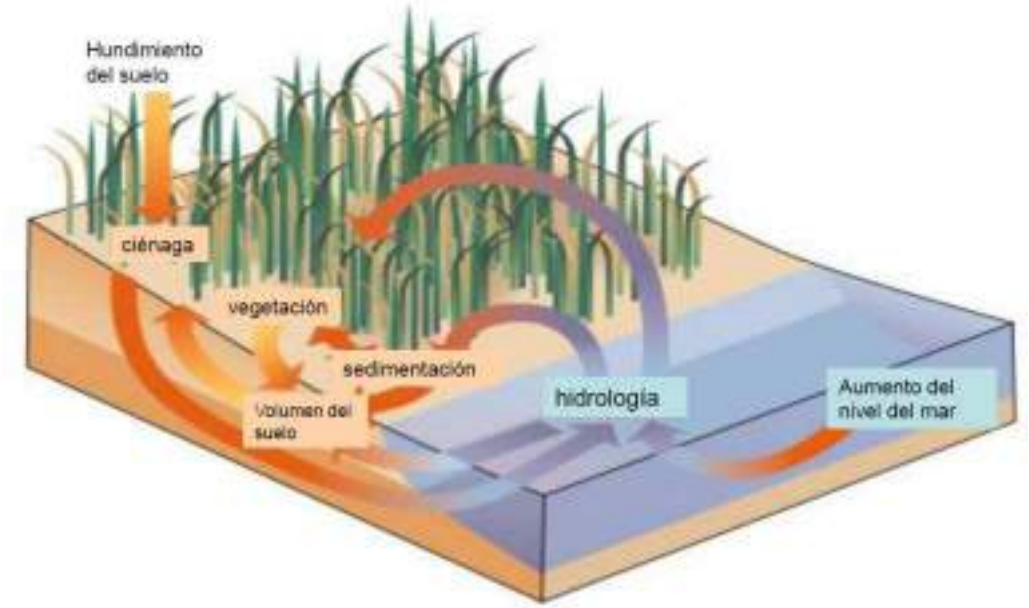


- **Subtipo Estacional:**

En marzo de 2011 un fuerte terremoto y posterior tsunami azoto las costas del Japón, situación que detonó fuertes marejadas en las costas chilenas, específicamente en la región de Atacama y en el humedal de la desembocadura del río Copiapó, el efecto del aumento del mar sumado a la reducida existencia de buffer en el sector, generó la pérdida de la franja inmediata de vegetación asociada al humedal que actúa como zona de amortiguación entre mar y tierra, atenuando el efecto de las marejadas. Sin embargo, estos cambios ocasionaron el aumento de sedimentación e influencian el desarrollo futuro de otras comunidades vegetales. La Figura 6 ilustra los cambios generados tras el aumento del nivel del mar en el sector litoral asociado a la desembocadura del río Copiapó.

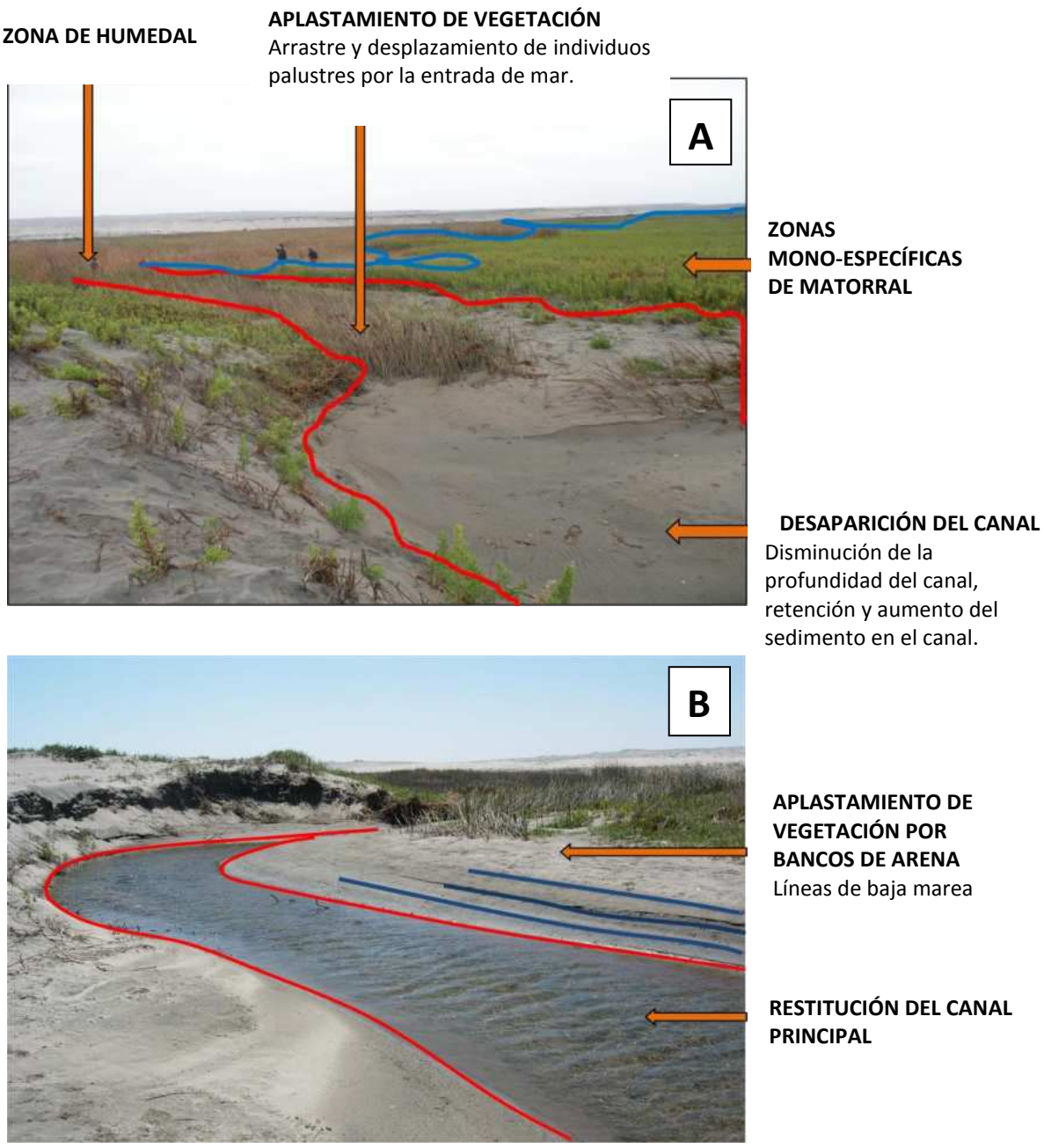
En la temporada seca se observó el arrastre y aplastamiento de las especies palustres en dirección del aumento del nivel del mar, que tienden a retener el sedimento, depositándolo y tendiendo a levantar el fondo, ocasionando disminución de la profundidad provocando la desaparición del canal. Ver Figura 7.

Figura 6. Efectos del aumento del nivel del mar en la desembocadura del humedal



Producto de las abundantes lluvias invernales en el valle y deshielos de la cordillera, en la temporada de crecimiento tardío (octubre 2011), se observó un aumento en el caudal de agua que ingresa al humedal desde el interior del valle, situación que ha modificado la morfología de la desembocadura, re-estableciéndose nuevamente el canal principal, sin embargo muchas especies palustres aún se mantienen sepultadas por el arena, no obstante el aumento de agua dulce, ha estimulado la recuperación del ecosistema de estuario. Ver Figura 7.

Figura 7. Cambios generados en la zona litoral de la desembocadura del río Copiapó (A) temporada seca; (B) temporada crecimiento tardío



A través de un algebra de imágenes se realizó una comparación de las mejoras y deterioros de la condición del paisaje en base a la campaña de Marzo 2010 del total del humedal en evaluación (105 Ha). Ver Figura 8.

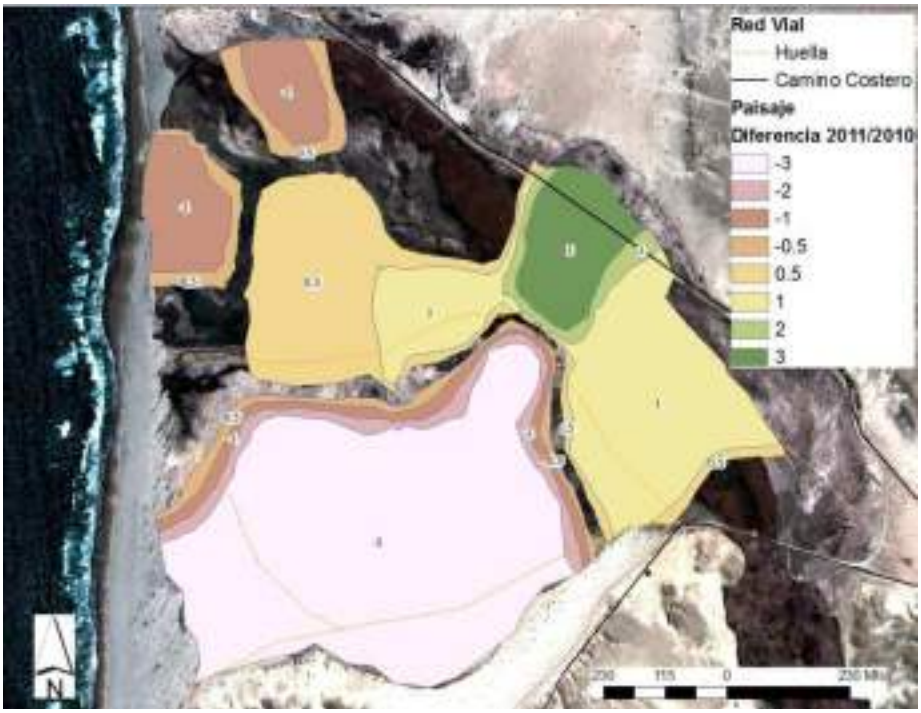
Folio015673

Para la condición del buffer y del paisaje en la temporada seca del año 2011, los valores más bajos fueron observados en las áreas asociadas al área nor-oeste del humedal de la desembocadura del río Copiapó, situación que puede ser explicada por el efecto que causaron las marejadas en el buffer y paisaje de las AE existentes en este sector. Mientras que la diferencia de imágenes es bastante baja en la zona central del humedal donde la presencia del buffer tiende a disminuir, situación que se explica debido a la existencia de una vasta zona mono-específica de mediana altura[7] xerófitos, que comienzan a desplazar y reemplazar la zona de amortiguación existente en el sector.

En el sector en regresión del humedal (color blanco de la Figura 8) el puntaje de la condición de buffer y paisaje se mantiene, lo que podría influir en un posible aumento de esta área a futuro, debido a la carencia de zonas de amortiguación frente a perturbaciones. Ver Figura 8.

Esto permitió establecer, que respecto de la condición del paisaje, un 42% del área evaluada presento un deterioro respecto del año anterior, concentrándose en el sector en regresión y la desembocadura, un 30% del área evaluada mejoro su condición de paisaje y el 28% restante mantuvo la misma condición.

Figura 8. Diferencia en condición del paisaje y buffer. Marzo 2011/Marzo 2010



[7] SAG, 2009.Manual EMA Metodología EMA, Evaluación y monitoreo ambiental de humedales.

Folio015674

4.6 Atributos Hidrológicos

En general la hidrología del humedal está influenciada por el uso agrícola (>20%) e industrial de su cuenca de drenaje, los patrones de inundación se encuentran disminuidos de manera considerable, tanto por la reducción de los aportes como por el embancamiento de los cauces provocado por especies macrófitas existentes, el sector del estuario de subtipo salino no persistente, junto al sector norte del subtipo estacional, se observan con nula o muy poca influencia mareal, lo que se expresa como una disminución de la riqueza estructural y de la diversidad de especies co-dominantes.

El humedal posee importantes restricciones para acceder a otros sectores, principalmente asociados al camino que lo rodea y al efecto de compresión por el puente del río Copiapó y la barrera dunaria en la costa.

4.6.1 Régimen hídrico

En el transcurso del año 2009-2010 se realizó la medición de caudales en la primera semana de cada mes, a partir de marzo de 2011 hasta la fecha, la medición se realiza de manera bimensual, ya que existe una línea base del sector.

Las mediciones se realizan en dos secciones conocidas, el primero corresponde al sector del río Copiapó, en los ductos de paso de agua donde se construyo una sección conocida la cual se limpia y estabiliza cada vez que se realiza la medición y el segundo corresponde al canal de apertura de la barrera en el sector de la desembocadura, donde se estabiliza la sección en cada medición.
Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \cdot S$$

en la que:

- Q es el caudal (m^3/s)
- V es la velocidad (m/s)
- S es la sección del río (m^2) (profundidad media x ancho de la sección)

La velocidad se midió in situ, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Globalwater, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/s).

En base a las mediciones anteriores se obtuvo la Figura 9.

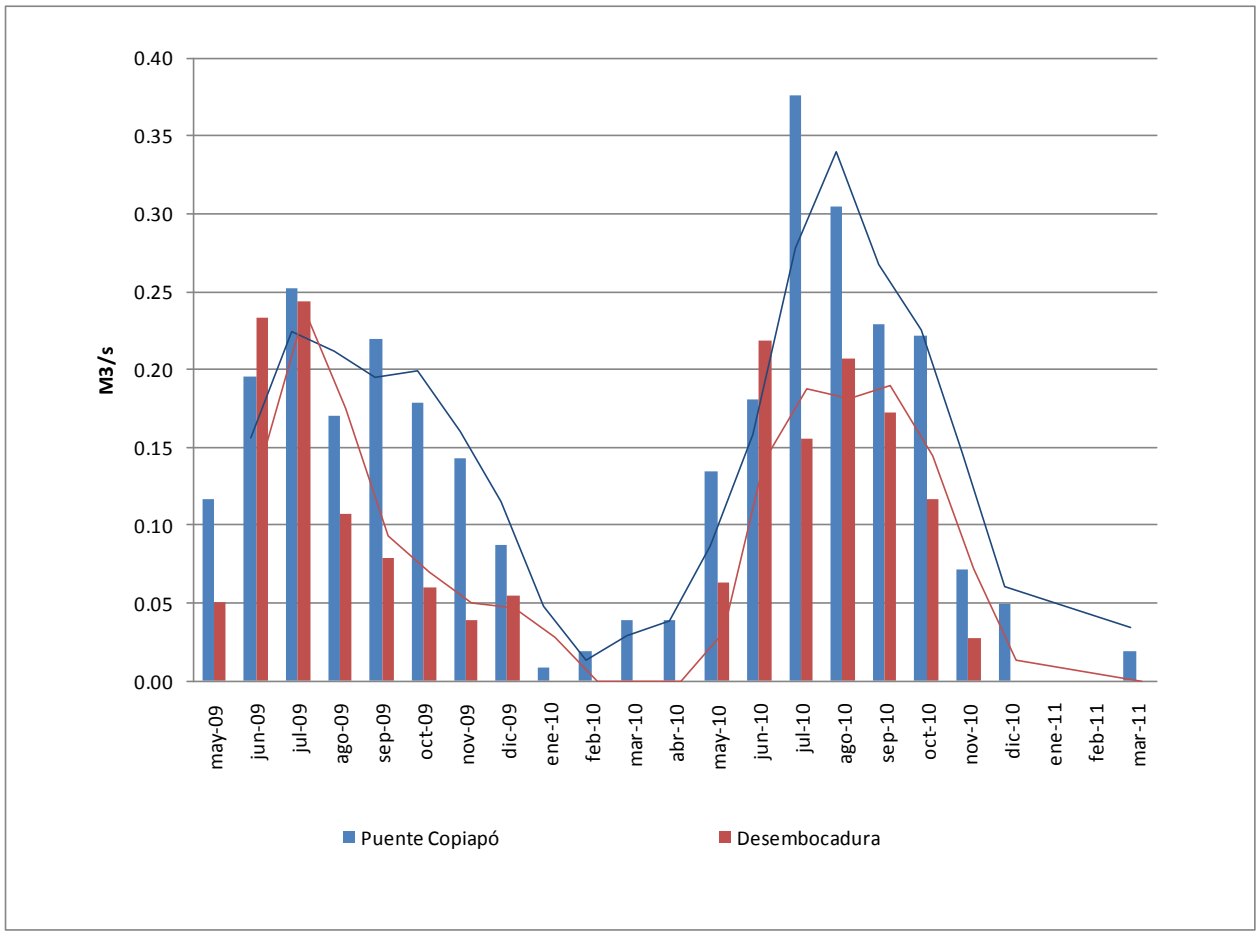


Figura 9. Caudales observados en el estuario del río Copiapó en el año 2009-2011

En la Figura 9, se observa que el caudal máximo fue detectado en el mes de julio de 2010 con valores de 0.37 m³/s en el puente río Copiapó y en el mes de junio de 2010 0.22 m³/s en el sector de la desembocadura, los cuales se asocian al mes de menores temperaturas y mayor precipitación en la zona, esto se traduce en una menor evapo-transpiración por parte de las macrófitas presentes y en una mayor disponibilidad para el sistema, a partir de agosto se observa una disminución general de los caudales asociados a la extracción ilegal, al aumento de la evaporación y evapo-transpiración por el incremento en las temperaturas, así como la mayor demanda de agua por las especies macrófitas, asociado al inicio de la época de crecimiento activo de la cobertura vegetal.

El cierre de la desembocadura se registró en diciembre de 2010 y los caudales registrados en marzo de 2011 son menores a los registrados para Marzo de 2010.

Folio015676

4.6.2 Clases de aguas y Contaminantes de Interés

Se analizaron los analitos descritos en la NCH1333 y en la Guía de Calidad de Aguas de CONAMA, durante la temporada seca del sistema.

Estos datos se compararon con la Guía de Calidad de Aguas de CONAMA, estableciéndose que la peor calidad se encuentra en la parte media del estuario y desembocadura del estuario (CLASE III), registrándose una mejor calidad de agua en el sector del puente puerto viejo (Clase II).

Estas categorías, están dadas principalmente por los contenidos de sulfatos, cloruros boro y coliformes, los análitos que se encuentran fuera de norma respecto de la NCH1333 por estación se exponen en la tabla 1.

Tabla 1. Analitos de relevancia fuera de norma

	C1	C2	C3
Boro	x	x	X
Cloruros	x	x	
Coliformes		x	x
Sulfatos	x	x	x

De los elementos fuera de norma, en este caso todos se asocian a los procesos de intrusión salina, a excepción de las Coliformes las cuales se han mantenido fuera de norma en todas las campañas realizadas.

Los parámetros físico-químicos característicos de los sistemas de estuario, siguen la tendencia topográfica de aumento de las concentraciones al acercarse al sector de rompimiento de la barrera, esta tendencia se observa claramente en la Figura 10 que gráfica, conductividad eléctrica (COND); sólidos totales disueltos (TDS) y sulfatos (SO4-2), los cuales se incrementan a medida que se aproximan a la desembocadura.

Folio015677

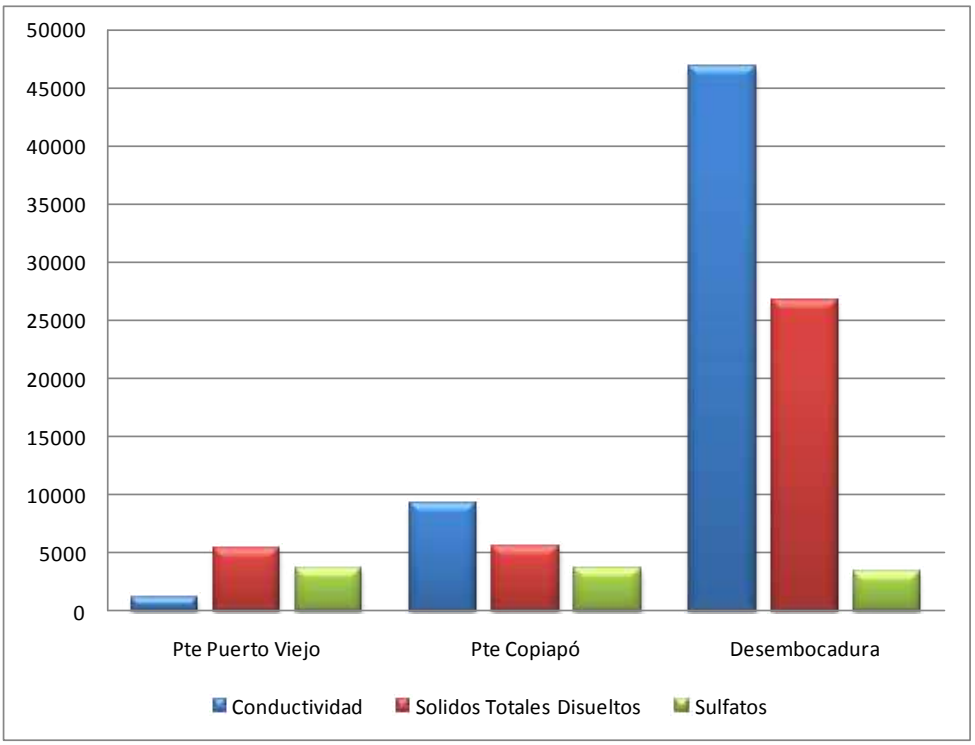


Figura 10. Gráfica de tendencia a la concentración de los parámetros físico- químicos y elementos

4.6.3 Clases de aguas y dinámica de sedimentos

La calidad de las aguas, en el sector medio del estuario y la desembocadura es de clase III (regular a mala), principalmente por el alto contenido de boro y el bajo contenido de oxigeno disuelto (OD) (6.03 y 3.5 mg/l), adicionalmente el potencial de oxido reducción de las aguas es negativo lo que da cuenta de un proceso de reducción acelerado, consumiendo todo el oxígeno disponible, a excepción de un leve aumento en el valor de ORP en el sector de la desembocadura, donde por el efecto mareal existe una oxigenación levemente mayor de las aguas.

En el sector medio y desembocadura del humedal, la razón de P:NO_4 en sedimentos es de 16:1 lo que refleja un estado hiper trófico asociado al efecto de disminución de la velocidad de los caudales, por el "asfixiamiento" del canal principal del estuario por parte de las macrófitas acuáticas, pudiendo repercutir en el mediano plazo en el humedal al modificar la composición de las especies de flora que habitan en este tipo de sistema. Las altas concentraciones de N y P en el humedal podrían provenir de fuentes difusas como los fertilizantes utilizados ampliamente en los suelos agrícolas de la cuenca de drenaje.

En el caso de los metales en sedimentos, estos siguen la tendencia de concentración hacia la desembocadura, lo que estaría dando cuenta que el humedal tiene limitada su función de detoxificación ya que la concentración de metales aumenta de manera similar tanto en agua como en sedimento la Figura 11 ejemplifica este fenómeno con el contenido de Arsénico en Agua y en Sedimentos.

Folio015678

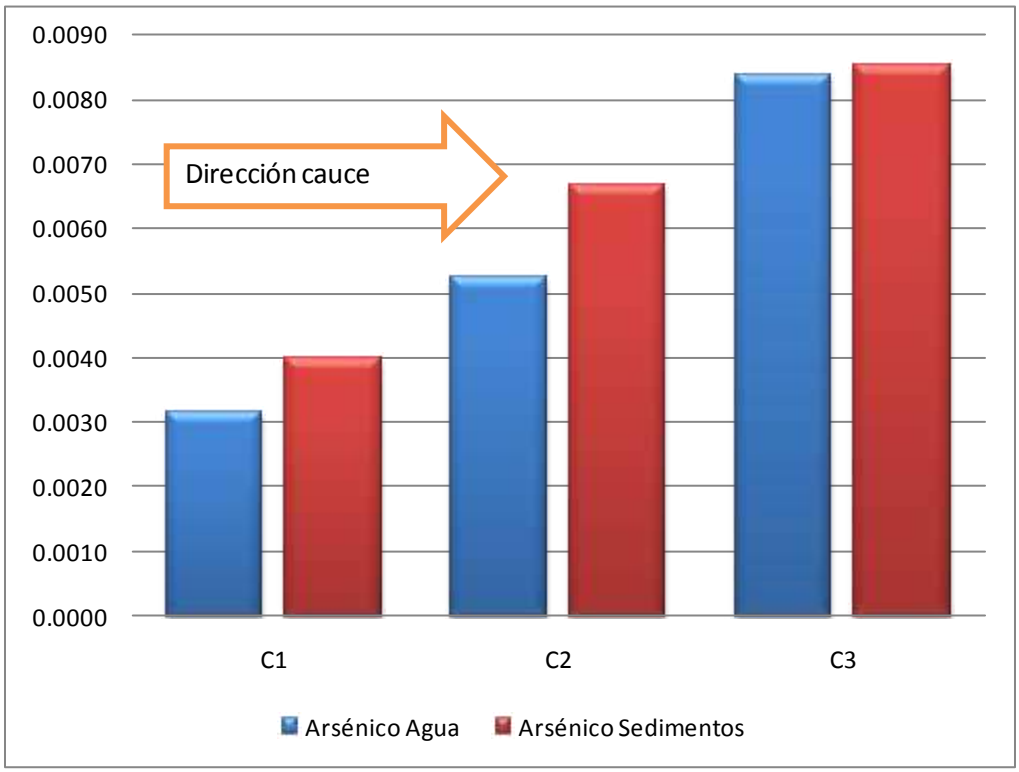


Figura 11. Aumento de concentración de arsénico en agua y sedimento por estación

4.6.4 Efectos mareales en la condición del estuario

Durante la temporada seca del 2011, se registró una serie de marejadas en el sector de la desembocadura asociadas al terremoto de Japón y posterior propagación del tsunami en las costas del Pacífico, es así como los principales cambios registrados corresponden a la morfología del sector de la playa donde se constató un aplanamiento de la costa con un arrastre de sedimentos al interior del estuario y una intrusión marina, que alcanzó unos 45 m al interior de la costa. (Figura 12, Figura 13 y Figura 14 respectivamente).

Folio015679



Figura 12. Cambios morfológicos en sector desembocadura



Figura 13. Proceso de intrusión de sedimentos y efecto mareal en barra de apertura

Folio015680

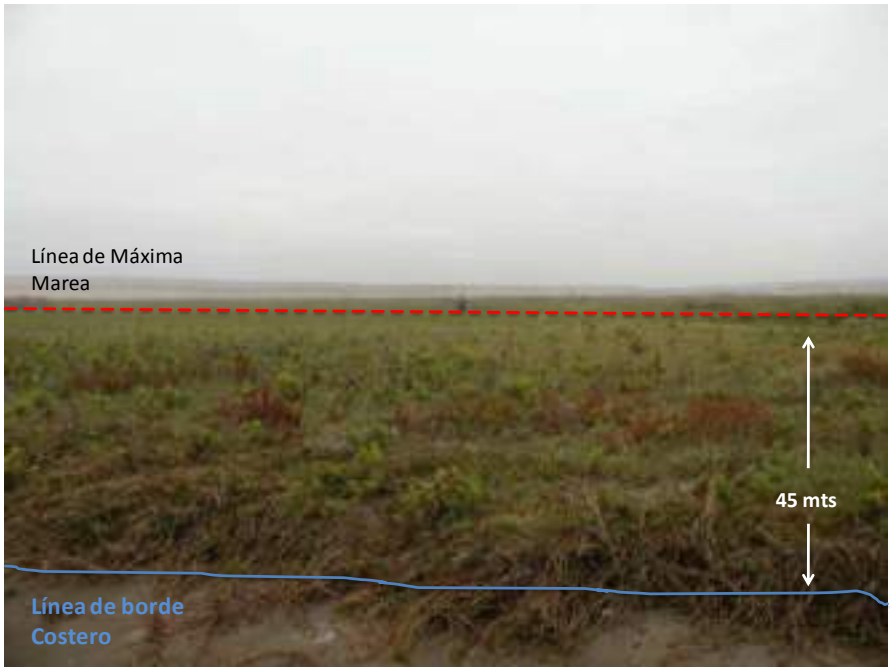


Figura 14. Distancia registrada de intrusión de Marejadas

4.6.5 Distribución espacial de los valores de hidrología

Al analizar en cada área de evaluación los atributos hidrológicos del año 2011, se puede concluir que aquellos sectores que presentan las peores condiciones, se han desplazado respecto del año anterior hacia los sectores de la desembocadura y el sector medio del humedal del río Copiapó, posterior al puente Copiapó. El sector en regresión actualmente corresponde a un 30 % (32.5 Ha) de la superficie total del humedal evaluado (105 Ha) manteniéndose sin variación respecto del Año 2010.

La Figura 15, ilustra los valores de los atributos hidrológicos, el valor máximo que puede obtener un AE para este atributo es 48. En este atributo, el valor máximo alcanzado fue de 33 el sector asociado a la desembocadura, mientras que el peor valor del **humedal activo,** (excluyendo el área en regresión), corresponden al sector sobre el Puente del Río Copiapó y el sector afectado por el fuego el año 2009.

Folio015681

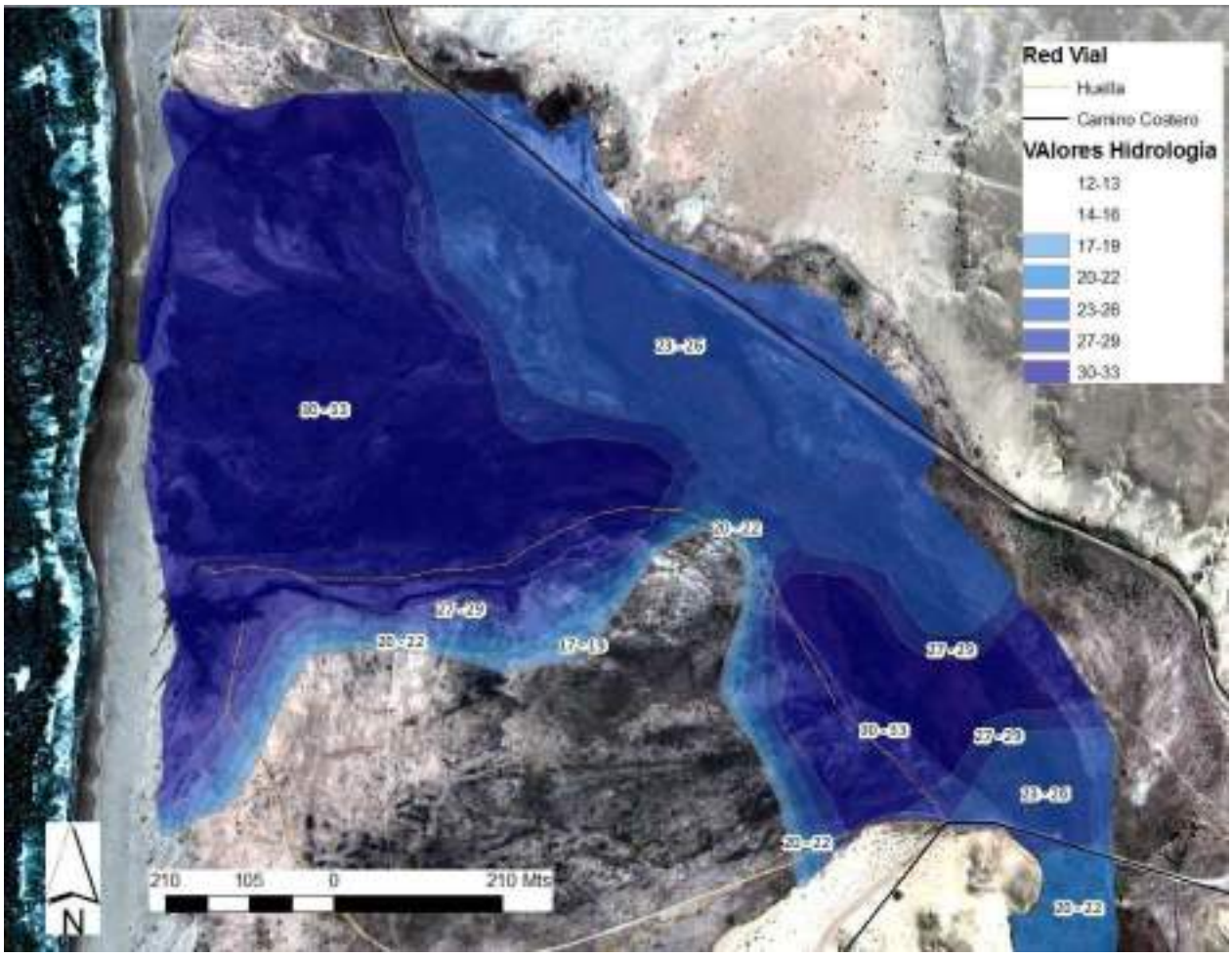


Figura 15. Distribución espacial de los puntajes de la hidrología

Folio015682

4.6.6 Hidrología años 2009/2010/2011

Se realizó una comparación grafica de los valores de hidrología a partir del año 2009 hasta el año 2011, que se ilustra en la Figura 16.

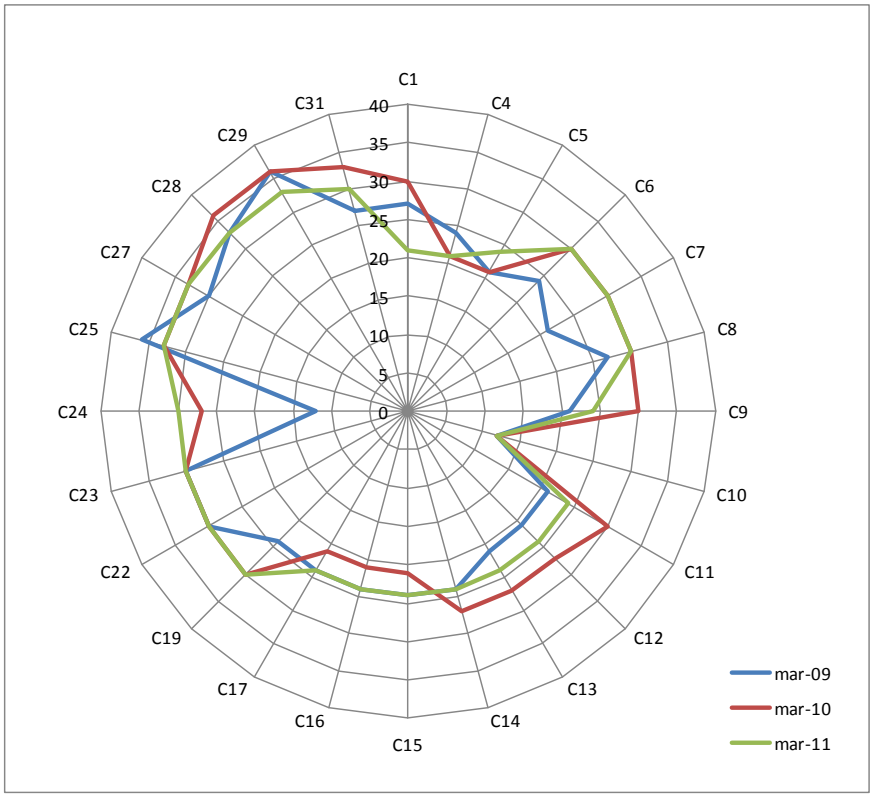


Figura 16. Valores de hidrología por área de evaluación años 2009-2011

En general se aprecia que el sistema presenta una mejor condición que en el año 2009, pero respecto del año 2011 la condición es dispar y varía por zonas por lo que se representó su cambio mediante un algebra de imágenes de manera de identificar los sectores que mejoraron o empeoraron en su condición hidrológica (Figura 17).

Folio015683

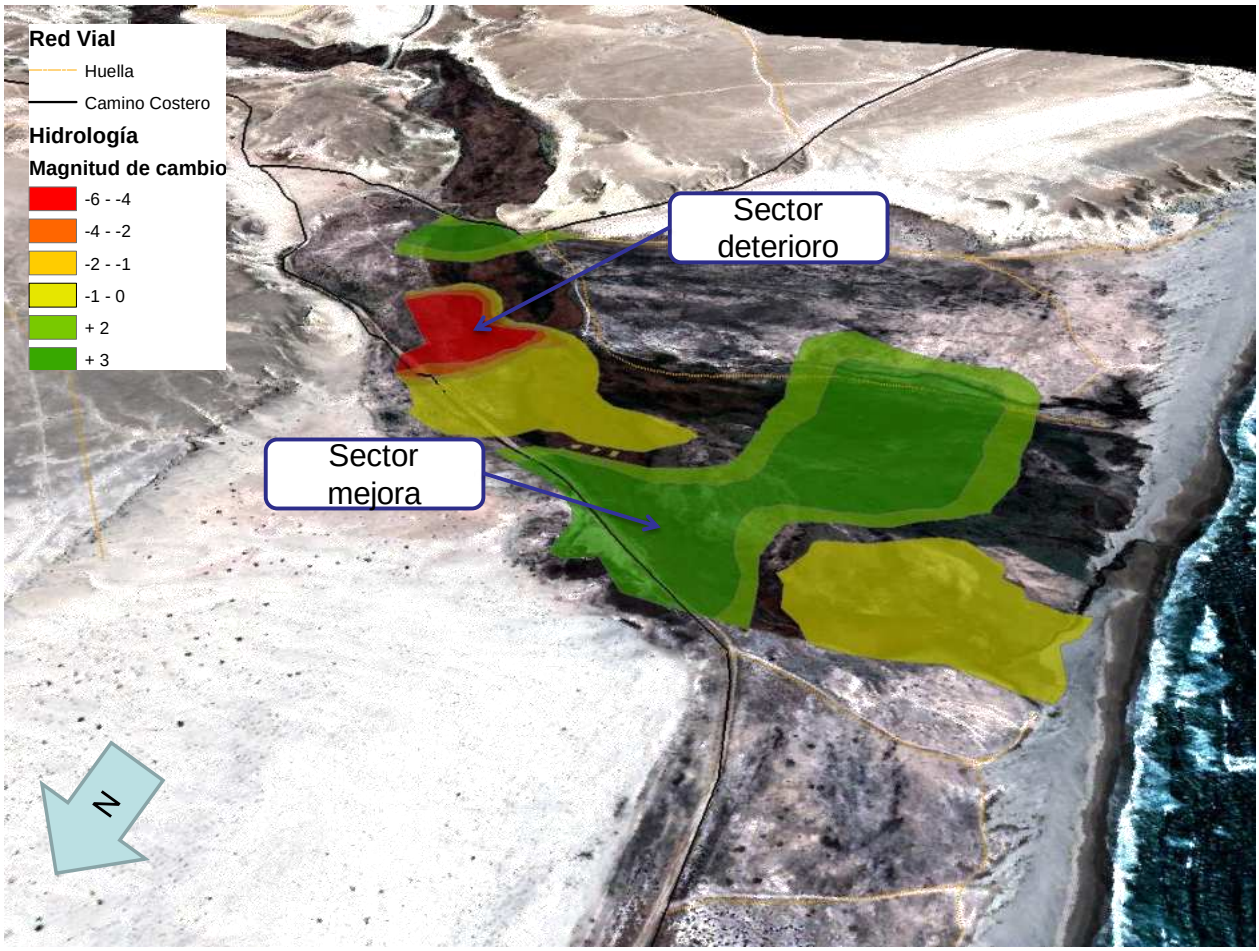


Figura 17. Cambios hidrología años 2010 / 2011

En base a la imagen presentada se puede concluir que en el sector activo del humedal 24 há mejoraron su condición en hasta 3 puntos respecto del año 2010, principalmente en el tercio posterior del humedal y posterior al puente río Copiapó y 16 há empeoraron su condición hídrica en hasta 6 puntos, principalmente en el sector medio del humedal, donde se constato una disminución de los aportes y embancamiento excesivo de los canales.

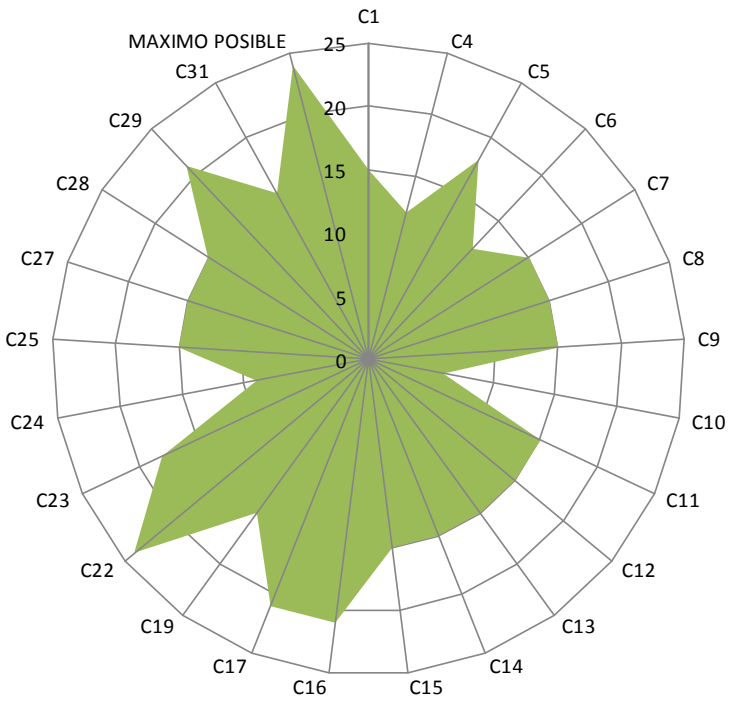
Folio015684

4.7 Atributos Físicos

El número de superficies físicas diferentes que puedan proporcionar hábitat para especies asociadas a este ecosistema son evaluadas en el humedal, donde se observo una variabilidad de superficies, algunas como el AE4,6,16,17,23,31 disminuyeron notoriamente en comparación al año anterior (Figura 18).Los puntajes más bajos se mantuvieron en el área central del estuario (AEC24 y AE10), situación que podría explicarse por el retroceso que presenta el humedal en este sector, donde las características que constituyen potenciales hábitat para especies riparianas o acuáticas y que son típicas de humedal, se observan drásticamente reducidas o inexistentes.

Los mayores puntajes obtenidos se mantienen respecto al año anterior y corresponden a las mejores condiciones de atributos físicos, estos fueron observados en el sector de la antigua desembocadura del río Copiapó, ya que constituyen un importante sustento para el desarrollo de comunidades de flora y fauna, factor dado básicamente por la complejidad topográfica que se presenta en estas AE, donde se observa la presencia de antiguos surcos y canales secundarios que fueron reactivados por el aumento de caudales en el canal y componen potenciales sitios de protección y nidificación de avifauna.

Figura 18. Resultados del atributo físico y área de influencia de cada AE en 2011



Folio015685

Figura 19. Indicadores Físicos Presentes en el Humedal

(A) madrigueras; (B) depresiones inundables; (C) escurrimientos en depresiones; (D) macrófitas y acumulo de desechos en los canales,



Folio015686

4.8 Atributos Bióticos

La carencia del conocimiento necesario de la biota para utilizar criterios de conservación, determina la prioridad que se le otorga en este estudio a la comunidad florística y de avifauna, especialmente a la identificación de las comunidades en riesgo para mantener las funciones necesarias para la conservación de ecosistemas frágiles como los sistemas de humedales.

4.8.1 Métrica de la Comunidad de Avifauna

Para el año 2011 en el humedal río Copiapó se detectaron entre 9 (Puente Puerto Viejo) y 16 (estuario) especies de aves nativas, contabilizadas en dos campañas, en cada sector representativo de ambos subtipos de humedal, salino no persistente y salino estacional respectivamente. En cuanto a la abundancia, en el transecto de puente Puerto Viejo se registraron 38 individuos y en el del estuario 350.

La mayor diversidad y abundancia de aves durante las dos estaciones fue en la desembocadura. No encontrándose aves en categorías de conservación (Tabla Nº2).

Siendo la temporada con más diversidad primavera. Este aumento de riqueza y abundancia de especies en primavera se debe a la mayor cantidad y recursos disponibles.

El estuario contuvo la mayor riqueza y abundancia de especies durante las 2 campañas debido a la presencia del canal de agua que alberga a numerosas especies acuáticas y a la cobertura de macrófitas en la cual se pueden encontrar diversas especies vegetales nativas. Las especies dominantes durante ambas campañas corresponden al Playero blanco (*Calidris alba*), gaviota dominicana (*Larus dominicanus*) y gaviota garuma (*Larus modestus*). Llama la atención la gran cantidad de Jotes de cabeza colorada observados en la barrera en la campaña de primavera, los cuales no pudieron ser asociados a ningún evento de muerte masiva (Figura 20).

En el sector del Puente Puerto Viejo se pudo observar principalmente especies passeriformes tales como Chercán (*Troglodytes aedon*), Diuca (*Diuca diuca*) y Chincol (*Zonotrichia capensis*) aunque siempre en bajas cantidades. No se logró la observación de ninguna especie adicional a campañas anteriores.

En cuanto al estado de conservación de las especies nativas de aves, no se encontraron especies endémicas, ni amenazadas (Glade, 1993), pero la mayoría de las especies son consideradas Beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria y Benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (SAG, 2006). Ver tabla 2

Folio015687

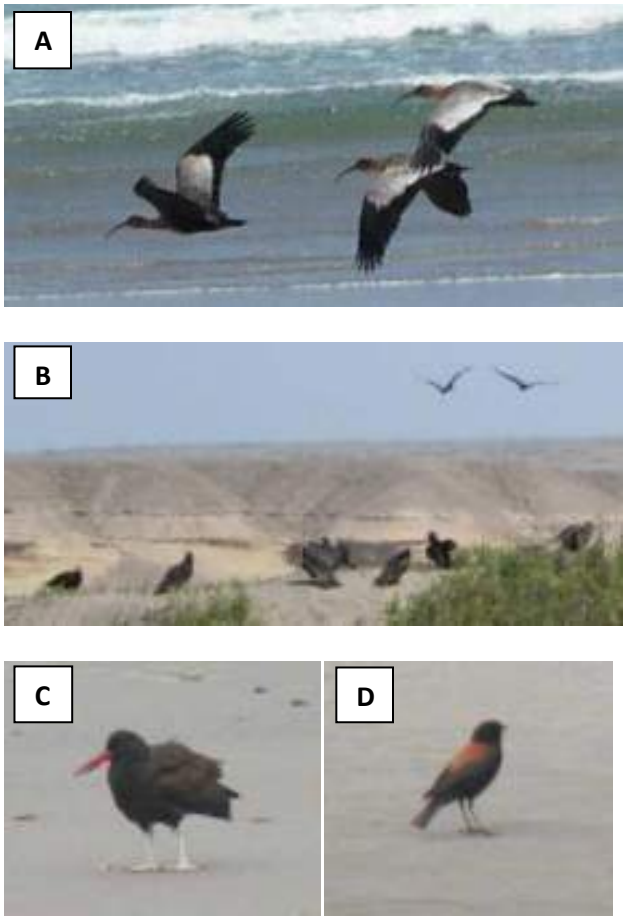
Tabla 2. Listado de individuos censados, ordenados por orden, familia, nombre común, científico y categoría de conservación

Orden	Familia	Nombre Común	N. Científico	SAG	Pte Pto Viejo	Estuario
Charadriformes	Haematopodidae	Pilpilén	*Haematopus palliatus*	E		4
Charadriformes	Haematopodidae	Pilpilén Negro	*Haematopus Ater*	E		2
Charadriformes	Scolopacidae	Zarapito	*Numenius phaeopus*	B		6
Charadriformes	Scolopacidae	Playero blanco	*Calidris alba*	B		16
Charadriformes	Charadridae	Queltehue	*Vanellus chilensis*	B,E		2
Procellariformes	Oceanitidae	Golondrina de mar chica	*Oceanites gracilis*	S	12	5
Charadriformes	Charadridae	Chorlo nevado	*Charadrius alexandrinus*	B,S		3
Passeriformes	Tyrannidae	Colegial	*Lessonia rufa*	B,E	2	11
Charadriformes	Laridae	Gaviota dominicana	*Larus dominicanus*	E		158
Charadriformes	Laridae	Gaviota garuma	*Larus modestus*	S		89
Falconiformes	Cathartidae	Traro	*Caracara Plancus*	B, E		
Ciconiformes	Ardeidae	Huairavo	*Nycticorax nycticorax*	B		1
Ciconiformes	Ardeidae	Garza grande	*Casmerodius albus*	B		2
Ciconiformes	Thereskiornithidae	Bandurria	*Theristicus melanopis*	B		6
Falconiformes	Accipitridae	Aguilucho	*Buteo polyosoma*	B,E		
Falconiformes	Cathartidae	Jote de cabeza colorada	*Cathartes aura*	B		
Falconiformes	Cathartidae	Jote de cabeza Gris	*Coragyps atratus*	B		40
Falconiformes	Falconidae	Cernícalo	*Falco sparverius*	B	3	
Passeriformes	Tyrannidae	Fío-fío	*Elaenia albiceps*	B,E		
Passeriformes	Turnidae	Zorzal negro	*Tordus chiguanco*	S		
Passeriformes	Troglodytidae	Chercán	*Troglodytes aedon*	B, E	2	
Passeriformes	Furnariidae	Trabajador	*Phleocryptes melanops*	B		
Passeriformes	Fringillidae	Diuca	*Diuca diuca*		4	
Passeriformes	Emberizidae	Chincol	*Zonotrichia capensis*	B	4	
Passeriformes	Vireonidae	Trile	*Agelaius thilius*	B	7	1
Passeriformes	Furnariidae	Canastero	*Asthenes humicola*	B	3	4
Columbiformes	Columbidae	Tortolita cuyana	*Columbina picui*	E	1	
Total individuos					**38**	**350**

Folio015688

Figura 20. Avifauna observada en el año 2011

(A) Bandurria (*Theristicus melanopis*); (B) Jotes (*Coragyps atratus*); (C) Pilpilen (*Haemotopus ater*); (D) Colegial (*Lessonia rufa*).



INDICES ECOLOGICOS

Respecto a la similitud entre subtipos de humedal, el índice de Sorensen indica que en durante las campañas de temporada seca (marzo) y de crecimiento tardío (octubre), la similitud fue bastante baja entre ambos sectores, en la campaña de marzo se obtuvo un 18%, valor que estuvo dado sólo por la especie de *Agelaius thilius* (trile), por el contrario en primavera el índice fue un poco más alto ya que hubo mayor similitud entre las especies detectadas (24%) valor que está asociado a la presencia de trile, colegial y golondrina.

El índice de Shannon H' fue calculado considerando todas las especies de aves encontradas en ambos transectos para las dos épocas del año muestreadas. Los valores resultaron bastante homogéneos en ambos subtipos de humedal, en el sector del Puente Puerto Viejo (H'=0,84) y en el estuario (H'=0,71). Este índice al ser cercano a cero indica que la diversidad es muy baja y a medida que el valor aumenta va a indicar que la diversidad es mayor, lo cual podría dar cuenta de la pérdida de capacidad de albergar a aves de tipo humedal por no poseer un espejo de agua estable.

Folio015689

4.8.2 Métrica de la Comunidad Vegetal

Con relación a las fluctuaciones en el nivel de agua observadas en el último periodo monitoreado, la dinámica observada en el humedal del río Copiapó sub tipo salino no persistente, se caracterizó por la presencia de una cubierta vegetal densa con pocas especies, generalmente con rizomas o estolones, que compiten por el espacio disponible, se destaca el desarrollo vegetal que se ha observado en el sector que fue afectado por un incendio en el año 2009.

Entorno al canal central se presentan comunidades hidrófilas que poseen especies emergentes y están constituidas por plantas palustres, que se destacan del resto de la vegetación circundante al estar dominadas por especies de gran tamaño y que presentan grandes cambios estacionales en su biomasa, tales como *Typha angustifolia* y *Phragmites australis*.

En el sector denominado subtipo estacional, el efecto de las marejadas ha modificado la comunidad vegetal presente, disminuyendo en cobertura y riqueza, observándose extensas praderas de herbáceas halofitas, incluso algunos sectores carentes de vegetación comienzan a ser colonizados por especies típicas de suelos salinos y poca humedad, tales como *Prosopis strombulifera*.

1. Submétrica capas vegetales: Las áreas de evaluación monitoreadas, presentan hasta tres capas vegetales, lo que da cuenta de un sistema más o menos establecido. Sin embargo, las áreas de evaluación AE4, AE7 y AE23 se observan con reducido número de capas, aún en la temporada de vigor vegetal.

2. Submétrica número de especies co-dominantes: El número de especies co-dominantes en las áreas evaluadas fluctúa entre 1 y 5 especies co-dominando, lo cual es regular, limitando la formación de redes tróficas más complejas. Estructuralmente, la conformación de una extensa área del humedal presenta praderas mono-específicas, que han sido degradadas por el cambio del canal de desembocadura y el retroceso del humedal, lo que se ha manifestado como una proliferación de zonas áridas. Las áreas evaluación con mayor n° de especies co-dominando es AEC9 y la que posee sólo una especie es AEC27 con una pradera mono-específica de grama salada.

3. Submétrica % invasión: En temporada de vigor vegetal, el % de invasión fue prácticamente nulo, lo que denota una buena condición del sistema, solo se observa la presencia de algunas hierbas asociadas al uso agrícola junto a las especies vegetales ribereñas que se desarrollan en sistemas con altos niveles de eutroficación de sus aguas y que no dominan ninguna capa vegetal.

Folio015690

Dinámica de la Comunidad Vegetal

La comunidad presente en el humedal, está compuesta mayoritariamente a las especies *Phragmites australis- Sarcocornia fruticosa- Typha angustifolua- Tessaria absinthioides*.

En primavera el nivel de agua alcanza su punto máximo y se producen los típicos anegamientos que favorecen el desarrollo de totorales de *Typha angustifolia*, *Scirpus californicus y Phragnites australis*. Cuando el nivel de agua desciende, con el consecuente aumento de la salinidad, se desarrolla una comunidad de *Sarcocornia fruticosa* y *Distichlis spicata*, que en casos extremos de sequedad da lugar a la formación de una gruesa capa de sal.

Cabe destacar que en la temporada de crecimiento tardío se observó en el AE23 la presencia de *Arundo donax,* especie exótica e invasora (conocida comúnmente como caña o carrizo), catalogada por Global Invasive Species Database (2010), dentro de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo, que puede competir favorablemente contra la vegetación nativa. De continuar el establecimiento de esta especie, se podría limitar enormemente el área disponible en el humedal.

En el sector litoral que fue afectado por fuertes marejadas tras el terremoto de Japón, en la época de evaluación se observa cubierto por matorral monoespecífico de *Distichlis spicata.*








Limitando la zona litoral, en una extensa explanada que fue desprovista de vegetación cercana al AE 23, se observa el desarrollo de *Prosopis strombulifera*, que crece normalmente en suelos que están carentes de otro tipo de vegetación, donde permanece un residuo de costras salinas ($SO4^{--}$) en la superficie, en algunos sectores crecen acompañados de vegetación halófita típica como grama salada.

Folio015691

a) Estructura Biótica Horizontal y Zonación

Para el año 2011, la estructura biótica horizontal y zonación del humedal del río Copiapó presenta una comunidad vegetal que posee áreas de evaluación con mediana intercepción de capas vegetales y una marcada heterogeneidad espacial en general (Figura 21).

Zonalmente se distingue a través del canal una zona húmeda, que posee una zona ribereña de poca profundidad que limita con la tierra, formando un gradiente de humedad con la zona más retirada de la orilla. Con el creciente avance de las plantas higrófilas hacia el centro del curso de agua, éstas van reteniendo el sedimento, depositándolo y tendiendo a levantar el fondo, ocasionando disminución de la profundidad.

En la temporada de crecimiento tardío, las áreas evaluadas que limitan con el camino vehicular (AE 11 hasta el AE 15) se insertan en un sector afectado por un incendio en el año 2009, que ha evolucionado a un estado con claras divisorias de zonas, una que está más cercana al sector de mayor humedal y otra que comienza a conformase en un área de gruesas capas de sal, donde la intercepción es media.

Mientras que en las áreas evaluadas cercanas a la zona litoral (AE23 a AE27), se evidencia el efecto del ingreso de marejadas que contienen nula intercepción horizontal, presentándose en algunos casos praderas mono-específicas de grama salada.

Figura 21. Vista Parcial Estructura biótica horizontal observada en el humedal del río Copiapó



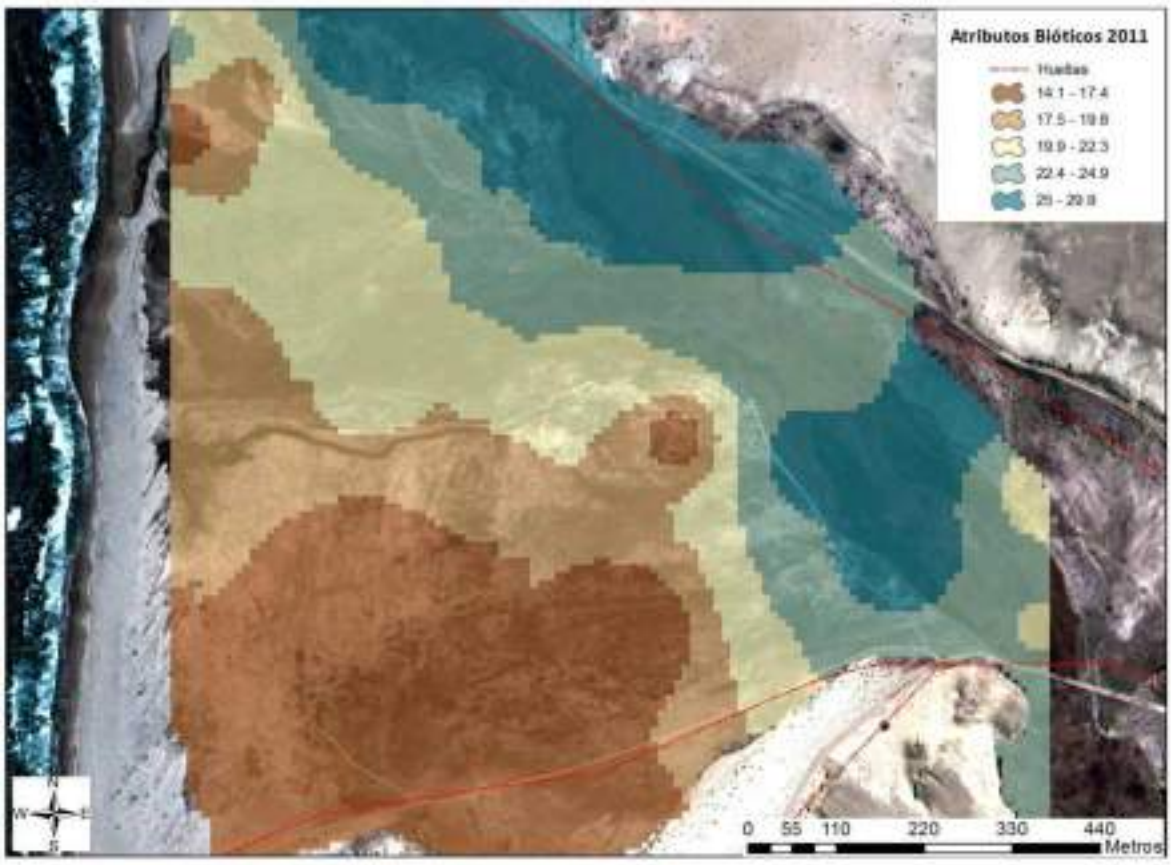
Folio015692

b) Estructura biótica vertical

La estructura biótica vertical se relaciona principalmente con la capacidad de prestar servicios de corredor biológico de las AE, en este caso las áreas evaluadas cercanas a la costa (AE 22 y AE27), son las peor evaluadas, presentando solo una cobertura vertical. Estas carecen de un dosel bien constituido, por lo tanto la sobreposición es muy baja, ya que la mayoría de la vegetación se encuentra dispersa por efectos de las marejadas.

Cabe destacar que las áreas circundantes al camino vehicular han mejorado notoriamente la estructura en comparación a otros años evaluados al aumentar la densidad vegetacional (Figura 22).

Figura 22. Distribución espacial de los atributos bióticos en el humedal



Folio015693

5 ESTADO DE SALUD: Humedal Desembocadura Río Copiapó Año 2011

5.1 Puente Puerto Viejo - Estuario No Salino Persistente

Este Sector presenta un puntaje de Salud Tipo C (49%), en general se observa una condición más baja que la evaluada el año 2010, su principal limitante son los atributos hidrológicos y bióticos, éste último está dado debido a la lenta recuperación de la riqueza especies vegetales tras el incendio que afecto el sector el año 2009, con ello la intercepción horizontal y la estructura biótica vertical son muy bajas. Si bien existe un número adecuado de capas presentes, las especies dominantes del sector son muy reducidas.

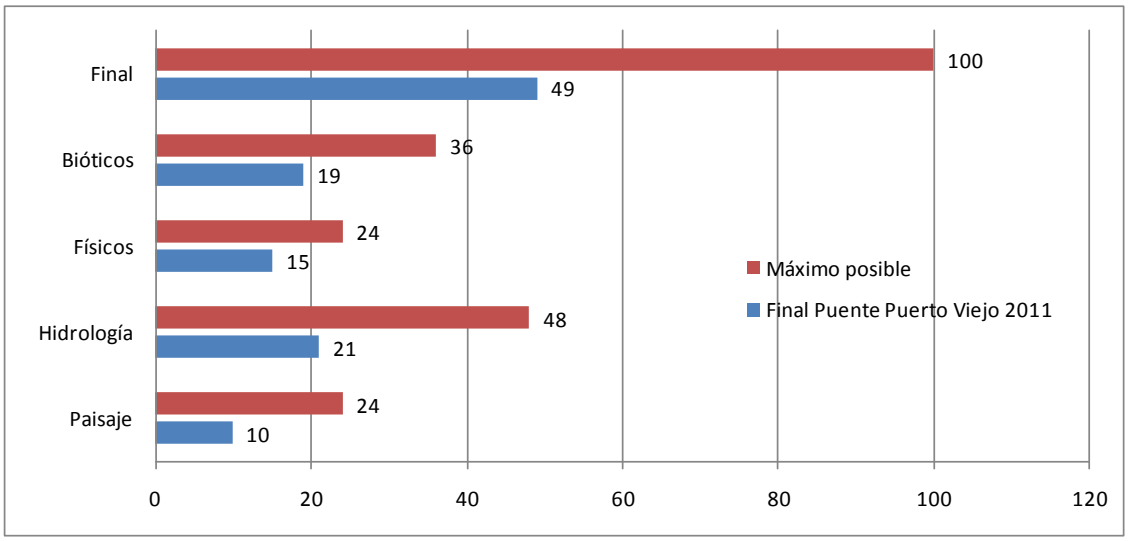


Figura 23. Gráfica de puntajes por atributos y final del sector Puente Puerto Viejo

Folio015694

5.2 Desembocadura del río Copiapó – Estuario Estacional

El estuario estacional presenta un estado de salud tipo C (63%), situación que presenta un leve deterioro desde la evaluación del año 2010, la variación del estado de salud estuvo dada en un punto y la diferencia se observó en el puntaje de las métricas que componen los atributos hidrológicos.

Se observo una pequeña disminución del estado de salud del estuario respecto al año anterior, debido básicamente al efecto que causaron las marejadas en marzo de 2011, situación que a la fecha de esta evaluación aún no se restablece totalmente, en temporada de crecimiento tardío algunos individuos palustres existentes en el área todavía se mantienen sepultados por el arena, no obstante el aumento de agua dulce, ha estimulado la recuperación del ecosistema de estuario.

Adicionalmente, se observo una expansión de los canales activos en la temporada de crecimiento tardío, dando cuenta de una mayor disponibilidad de agua en algunos sectores específicos. Los aumentos en los aportes observados en las fuentes de agua fresca, principalmente estuvieron asociados a las lluvias y deshielos de este año.

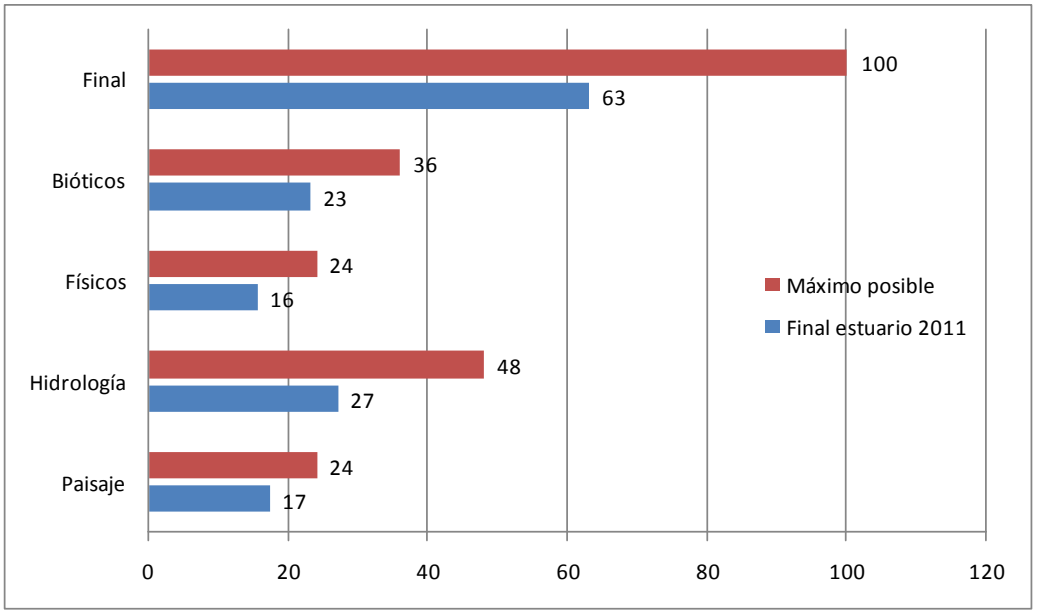


Figura 24. Magnitud del puntaje final de la desembocadura del río Copiapó

Folio015695

Adicionalmente, se extrapolaron los puntajes obtenidos a un 92% del polígono del humedal, con un error de un 0.08 % en los resultados, lo que permite visualizar la tendencia que presenta del humedal.

El estado de salud del humedal el año 2011, posee una condición Buena **(B)**, pero con superficies importantes en mal estado (D), ver Figura 25.

Se ha determinado que el área central posee una condición del tipo D (30%), con un porcentaje menor al año anterior se encuentra en franco proceso de regresión, observándose un mayor efecto que en el área Sur. Mientras que la mejor condición para el año 2010, se ha estableciendo en la zona NW y en la desembocadura con un puntaje tipo B con un puntaje máximo de 71%.

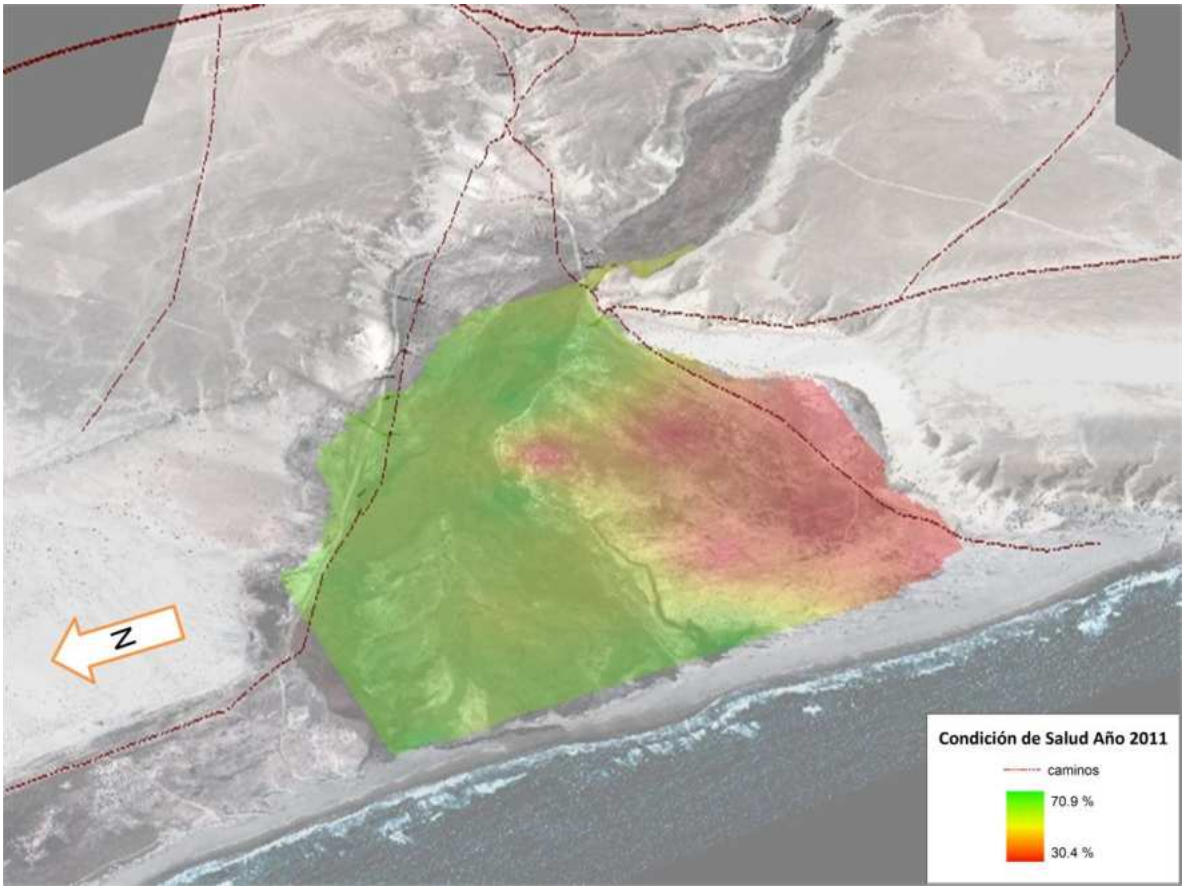


Figura 25. Distribución de la condición de Salud

Folio015696

6 DINAMICA DE SALUD HUMEDAL RÍO COPIAPÓ AÑOS 2009-2010-2011

Con objeto de evaluar los principales cambios observados entre los años 2009, 2010 y 2011, se compararon los resultados de las campañas anuales con el puntaje máximo que podría obtenerse en el estuario del río Copiapó. En la Figura 26, se observa una estabilización del ecosistema con respecto del año anterior, los atributos de paisaje, físicos y bióticos se mantuvieron prácticamente iguales y una leve diferencia estuvo dada en los atributos hidrológicos.

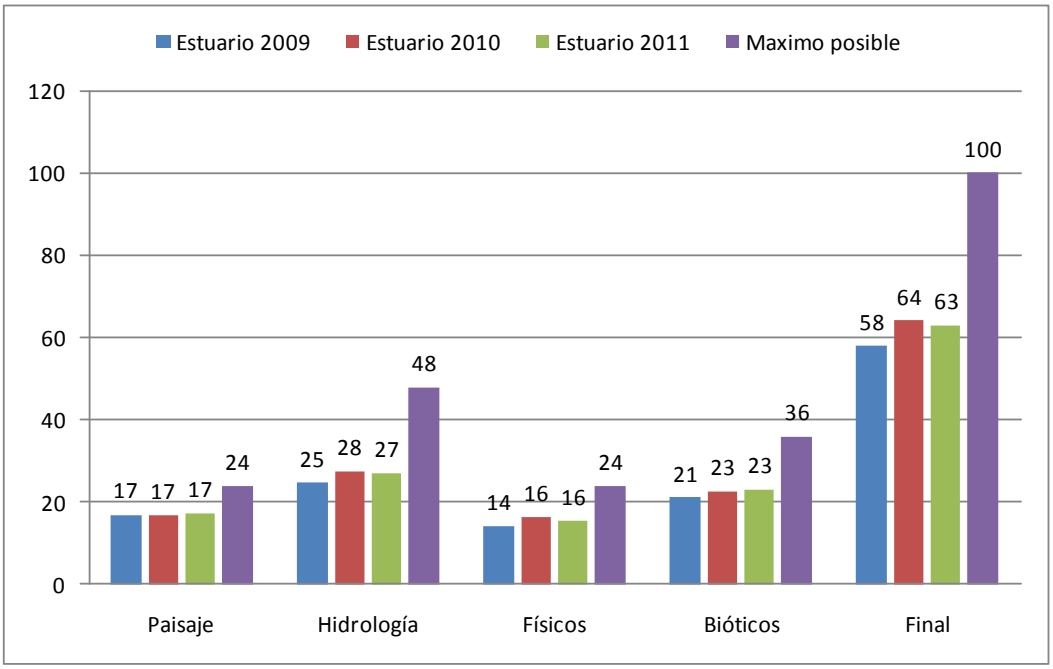


Figura 26. Gráfica de evolución de los atributos, año 2009-2010-2011

Con objeto de conocer la distribución y que sectores fueron sujetos de mejoras en su condición y cuales empeoraron respecto de la condición anterior, se procedió a realizar una diferencia de imágenes en el estado de salud del año 2011, con el estado de salud del año 2010. Ver Figura 27

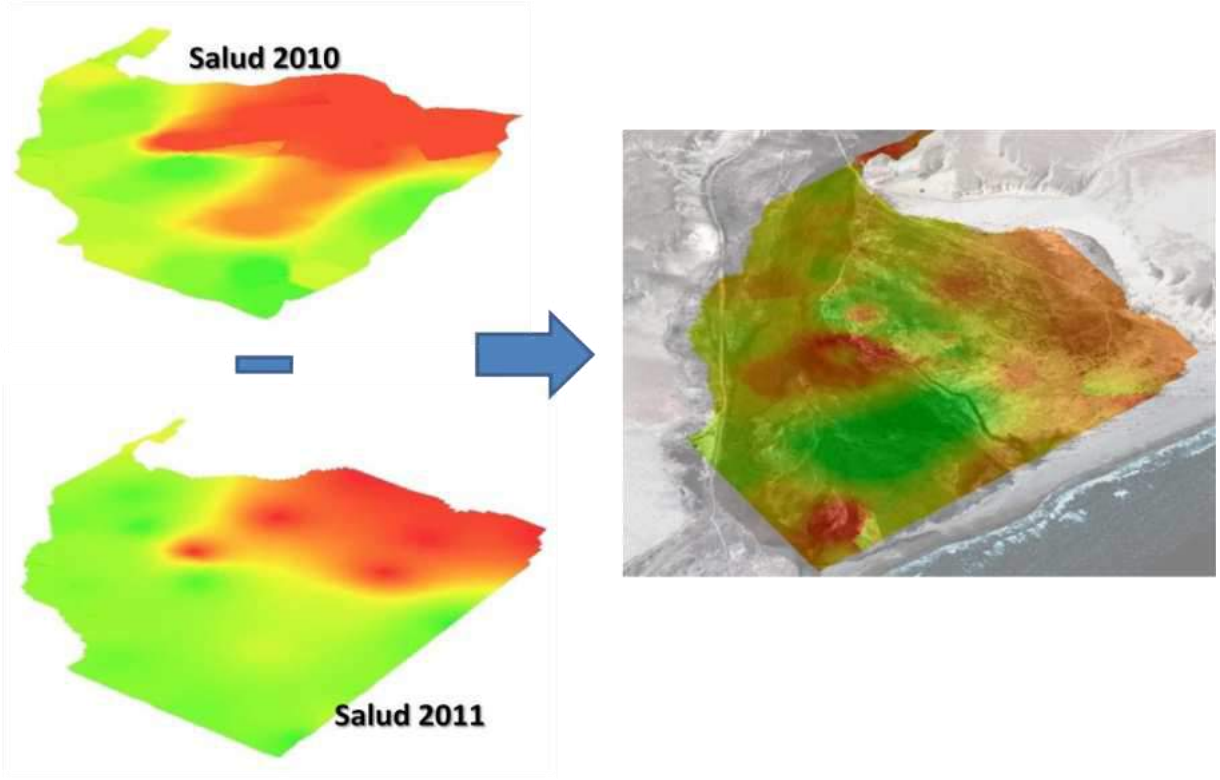


Figura 27. Resta de Imágenes, año 2010-2011

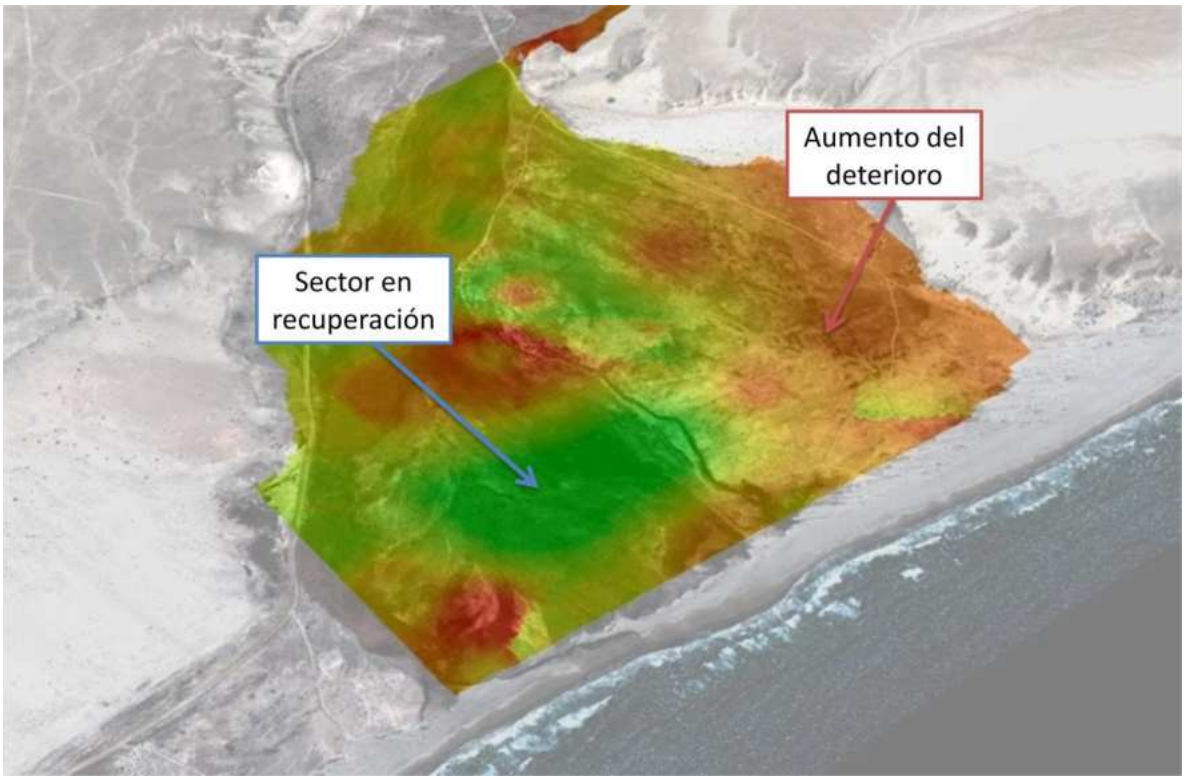


Figura 28. Mapa de variación de la condición de salud 2010-2011

De la Figura 28, resultante de la diferencia de imágenes de los dos años de monitoreo, es posible afirmar lo siguiente:

- El sector que posee una mayor recuperación fue la zona NW, principalmente dada por la expansión del canal de inundación.
- El sector en regresión reveló un aumento del deterioro respecto del año anterior, donde prácticamente han desaparecido las características de humedal. Esto debido a que en casi todos los atributos evaluados, la pérdida de este hábitat es evidente. Se observan reducidas capas vegetales y reducidas especies co-dominantes, junto a la colonización de especies que requieren menor humedad por sobre los diferentes biotopos acuáticos.

Sobre la base de la evaluación realizada durante el año 2010 y 2011, se puede concluir que el estado de salud general del ecosistema se mantuvo estable, sin embargo en el sector sur continúa el proceso de intrusión salina y regresión de las formaciones vegetales características de humedal, implicando una reducción del tamaño del humedal activo.

7 Anexos

7.1 Anexo 1: Metodología de Seguimiento de la Condición de Salud del Humedal

El estudio se realiza con el seguimiento de la salud del humedal en las áreas de evaluación (AE) ya definidas y valoradas en el transcurso del año 2009. El seguimiento realizado a escala sitio específica, implementa el monitoreo de los atributos espaciales; hidrológicos y bióticos; contemplando además para esta temporada la aproximación del riesgo ecológico del humedal.

Los puntajes obtenidos en cada atributo, son sometidos a un algoritmo matemático basado en teoría de perturbaciones, obteniendo un puntaje para cada área de evaluación, obteniendo un estado de salud basado en métricas indicativas y representativas del sistema.
A continuación, se describe de manera general los atributos y métricas que serán levantados en la evaluación de la temporada seca 2010, más información se puede encontrar en el Manual de Evaluación y Monitoreo Ambiental de Humedales, 2009 (EMA)[8].

a. Atributos Espaciales

Los atributos del buffer y paisaje guardan relación con la conectividad y la condición del buffer, estableciéndolo como el área de influencia en la cual está el área de evaluación, evidenciando de esta forma los impactos directos de las actividades humanas.

b. Atributo Hidrología:

La hidrología incluye la fuente, cantidad y movimiento de las aguas, sumado al flujo de transporte de sedimento. Siendo la hidrología uno de los determinantes directos más importantes de la función del humedal (Mitsh y Gossenlink 1993)9. La hidrología de un humedal afecta directamente muchos procesos físicos, incluido el ciclo de nutrientes, quelación en el sedimento y la filtración de contaminantes (Richard et al 200210 y Sanderson et al 200011).

La hidrología es uno de los factores claves de los ecosistemas del tipo humedal, la vegetación característica de estos ecosistemas, da cuenta de la disponibilidad de fuentes de agua, la emergencia de especies tolerantes a la salinidad es una respuesta de estos sistemas a la intrusión salina y el aumento del área de usos de estas especies en el humedal.

c. Régimen Hídrico (Hidroperiodo)

El régimen hídrico es la frecuencia característica y la duración del periodo de inundación o saturación del río dentro de un año típico, en el caso de los ecosistemas fluviales se encuentran regidos por la tasa de ciclos estacionales de lluvia y escorrentía.

[8] Fundación Chile, Programa de Medio Ambiente, 2009. Sistema Avanzado e Integral de Evaluación y Monitoreo de la Condición Ambiental de Humedales. Manual de Evaluación y Monitoreo Ambientales de Humedales (EMA).
[9] Mitch, W.J. and J.G. Gosselink. 1993. Wetlands. New York, Van Nostrand Reinhold.
[10] Richards, K., J. Brasington, and F. Hughes. 2002. Geomorphic dynamics of floodplains: ecological implications and a potential modeling strategy. Freshwater Biology 47(4):559- 579.
[11] Sanderson, E.W., S.L. Ustin, and T.C. Foin. 2000. The influence of tidal channels on the distribution of salt marsh plant species in Petaluma Marsh, CA, USA. Plant Ecology 146:29-41.

En el transcurso del año 2009 y 2010, se realizó la medición de caudales en la primera semana de cada mes, a partir de mayo de 2009 hasta la fecha, en dos sectores con secciones conocidas, el primero corresponde al sector del río Copiapó, en los ductos de paso de agua donde se construyo una sección conocida la cual se limpia y estabiliza cada vez que se realiza la medición y el segundo corresponde al canal de apertura de la barrera en el sector de la desembocadura, donde se estabiliza la sección en cada medición.

Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \cdot S$$

en la que:

- Q es el caudal (m^3/s)
- V es la velocidad (m/s)
- S es la sección del río (m^2), (profundidad media x ancho de la sección)

La velocidad se midió in situ, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Globalwater, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/s).

d. Fuente de Agua

Las fuentes de agua afectan directamente los procesos físicos, calidad, duración y frecuencia de condiciones saturadas o acumuladas dentro del área de evaluación. Esta métrica se centra en las fuentes de agua dulce que se manifiestan durante la estación seca.

e. Conectividad hidrológica

La conectividad hidrológica, describe la capacidad del agua de salir en forma abundante fuera del humedal o de inundar sus zonas adyacentes, determinando el grado al cual la conectividad hidrológica es restringida por características artificiales.

f. Métricas Físico-Químicas y Microbiológicas

En la evaluación de la temporada seca se colectaron 3 muestras de agua y 3 de sedimento para su posterior análisis en laboratorio certificado, con objeto de comparar con los valores del puntaje final del sistema y poder establecer el grado de correlación existente entre el estado de salud del humedal y las variables evaluadas.
Estos valores se compararon con los parámetros establecidos en la normativa de calidad secundaria de las aguas por cuencas en el caso de los ríos y con los valores de calidad de las aguas según clase de CONAMA 2005[12].

[12] CONAMA 2005. Guía CONAMA Para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales y Marinas..

Folio015701

Además, se obtuvieron parámetros *in situ* en cada estación de parámetros tales como: pH; Oxígeno Disuelto; Conductividad; Temperatura; Salinidad; Potencial de Oxido-Reducción; Nitrito; Nitratos; Amonio; obtenidos con equipo multiparámetro de ión selectivo y transparencia de SECCHI.

Las muestras y parámetros in situ, serán obtenidas en las mismas estaciones de muestreo determinadas a partir del mapa de riesgo del territorio a nivel de microcuenca y las estaciones establecidas para el año 2009 se observan en la Figura 29.

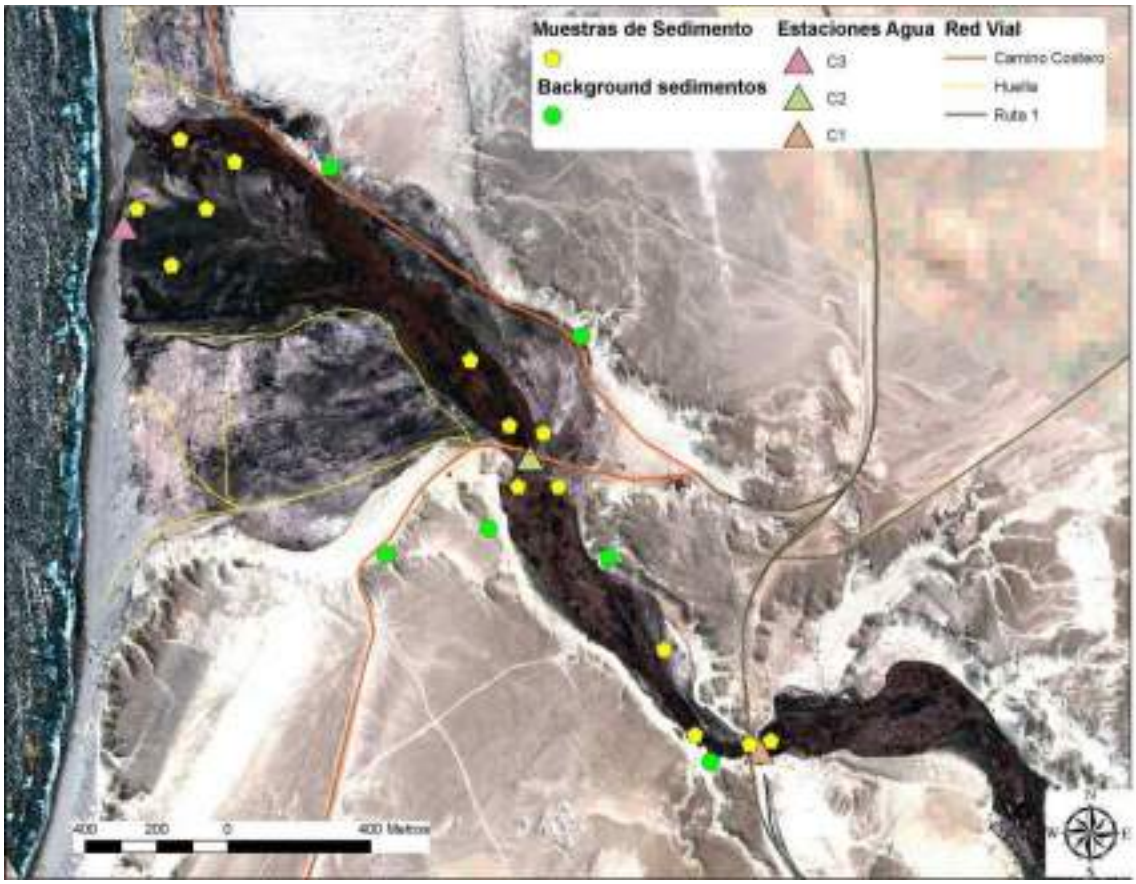


Figura 29. Puntos de toma de muestras de agua y sedimento

Atributos Bióticos

g. Censos de Avifauna

La determinación taxonómica de los animales y la confección del catastro se realizó mediante consulta a la siguiente bibliografía:

- Para Aves: Araya, B. & G. Millie. (1991) y Jaramillo *et al*. (2003).
- Tanto para las especies directamente observadas como aquellas potenciales derivadas de evidencias indirectas, se identificó su grado de amenaza, endemismo e importancia relativa de acuerdo con la Ley de Caza N° 19.473 descrito por la Cartilla de Caza del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2009) y el "Libro Rojo de los Vertebrados de Chile" (Glade 1993), (ver anexo I).

En zonas representativas del los dos subtipos de estuarios detectados, se realizó el censo efectuando las siguientes actividades:

- Identificación de los taxa colectados o avistados.
- Determinación de la ubicación de los taxa en cada subtipo de humedal.
- Determinación del estado de conservación de las especies registradas.
- Determinación de la distribución de los taxa (nativo-exótico, endémico-no endémico).
- Determinación de la diversidad biológica de los sitios de muestreo.
- Determinación de la abundancia de los taxa en cada uno de los sitios de muestreo.

El muestreo directo de aves se realizó a través de transectos de ancho y largo variable, puntos de observación o escucha, con dos observadores (Figura 30).

Las observaciones se realizaron temprano por la mañana, y en la tarde utilizando binoculares, Range Finder, GPS y la libreta de anotaciones.

Para la identificación por canto, se utilizaron las claves de Egli (2002). Además se identificaron los registros indirectos como heces, huellas y nidos.

h. Índices Ecológicos

La diversidad de las especies registradas, se estimará con los índices de Shannon y Sorensen, según la potencia de los muestreos.

El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989) mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad de la que se conoce el número total de especies S. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y H' será máxima cuando todas las especies S estén presentes:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:
H´: diversidad específica
P= ni/N
ni: número de individuos de cada especie.
N: número total de indivíduos.

El Índice de Sorensen (1948) es utilizado para datos cualitativos de presencia/ausencia. Está, diseñado para ser igual a 1 en casos de similaridad completa e igual a 0 en comunidades sin especies en común (Moreno, 2001).

$$\text{Índice de Sorensen} = \frac{2C}{A+B} 100$$

Donde:

A = Número de especies de una de las muestras.
B= Número de especies de la otra muestra.
C= Número de especies comunes a ambas muestras.



Figura 30. Transectas de censos de Avifauna

Folio015704

7.2 Anexo 2: Clasificación Categorías de Conservación

Tanto para las especies directamente observadas como aquellas potenciales derivadas de evidencias indirectas, se identificó su grado de amenaza, endemismo e importancia relativa de acuerdo con la Ley de Caza N° 19.473 descrito por la Cartilla de Caza del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2009) y el "Libro Rojo de los Vertebrados de Chile" (Glade 1993).

La clasificación se detalla a continuación:

- EN PELIGRO (P): Taxa en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando. Se incluyen taxa cuyas poblaciones han sido reducidas a un nivel crítico o cuyo hábitat ha sido reducido tan drásticamente que se considera que están en inmediato peligro de extinción. También se incluye taxa que posiblemente ya están extinguidos, pero que han sido vistos en estado silvestre dentro de los últimos 50 años.

- VULNERABLE (V): Estado de conservación donde se supone que la especie pasará en el futuro cercano a la categoría EN PELIGRO si los factores causales de la amenaza continúan operando. Especie que tiene un 10% de probabilidad de extinción dentro de los próximos 100 años. Se incluyen taxa de los cuales la mayor parte o todas las poblaciones están disminuyendo debido a la sobreexplotación, destrucción amplia del hábitat u otras alteraciones ambientales; taxa con poblaciones que han sido seriamente agotadas y cuya protección definitiva no está aún asegurada y taxa con poblaciones que son aún abundantes, pero que están bajo amenaza por acción de factores adversos severos a través de su área de distribución.

- RARAS (R): Especie cuya población mundial es pequeña, que no se encuentra actualmente EN PELIGRO, ni es VULNERABLE, pero que está sujeta a cierto riesgo. Estos taxa se localizan normalmente en ámbitos geográficos o hábitat restringidos o tienen una bajísima densidad a través de una distribución más o menos amplia.

- INADECUADAMENTE CONOCIDAS (I): Especie que se supone pertenece a alguna de las categorías anteriores, pero no se tiene certeza, debido a la falta de información.

- FUERA DE PELIGRO (F): Taxa que antes estuvo incluido en una de las categorías anteriores, pero en la actualidad se considera relativamente segura debido a la adopción de medidas efectivas de conservación o a la amenaza que existía ha sido eliminada.

- DAÑINA (D): Especie de fauna silvestre considerada perjudicial o dañina para las actividades silvoagropecuarias y para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales, que podrán ser cazadas o capturadas en cualquier época de año (SAG, 2006).

- ENDEMICA (EN): Taxa que están restringidas a un área relativamente pequeña o a un biótopo poco frecuente o raro. Propias de una región particular o zona (Cepeda, 1993).

Folio015705

- NATIVA (NA): Taxa que naturalmente (sin intervención humana) pertenece a un ecosistema. Se considera propia de un lugar y vive en estado silvestre (Ceded, 1993). Se considera nativa a todas las especies de fauna de cualquier especie animal, que viva en estado natural, libre o independiente del hombre, en un medio terrestre o acuático, sin importar cual sea su estado de desarrollo, exceptuados los animales domésticos y los domesticados, mientras conserven éstos últimos la costumbre de volver al amparo o dependencia del hombre (SAG 2006).

- INTRODUCIDA o EXOTICA (IN): Taxa que no se considera propia de un determinado lugar y que viven en estado silvestre, independientes del dominio del hombre, las cuales no han evolucionado en los ecosistemas en que se encuentran.

- NO DEFINIDA (ND): En el caso de que en algunas de las especies encontradas no aparezca descrita su categoría de estado de conservación (Glade, 1993; SAG 2009)

- B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

- S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

- E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

7.3 Anexo 3: Informe Análisis de Agua

INFORME DE ANALISIS
FORM.12-02-1

Solicitado por:	FUNDACIÓN CHILE, MEDIO AMBIENTE	**LAQ No**	10231
Dirección:	PARQUE ANTONIO RABAT SUR # 6165	**Fecha recepción**	06-10-2011
RUT:	70.300.000-2	**Fecha entrega**	28-10-2011
Ciudad:	SANTIAGO	**Fax**	52-217128
At.	Sr. JUAN PABLO RUBILAR	**Lab.subcontratado:**	Si

Descripción de la muestra: Agua con fecha de muestreo 05-06-2011

Muestra			C1	C2	C3
Parámetros	**Unidades**	**Método**			
Aluminio	mg/L	E.A.A	<0,30	<0,30	<0,30
Amonio (NH4+)	mg/L	CI	<0,080	<0,080	<0,080
Arsénico	mg/L	MHS	0,0037	0,0041	0,0038
Bario	mg/L	E.A.A	<0,20	<0,20	<0,20
Berilio	mg/L	E.A.A	<0,010	<0,010	<0,010
Boro	mg/L	E.A.M.	5,02	5,00	5,60
Cadmio	mg/L	E.A.A	<0,010	<0,010	<0,010
Calcio	mg/L	E.A.A	457	475	483
Cianuro	mg/L	E.A.M.	<0,040	<0,040	<0,040
Cinc	mg/L	E.A.A	0,009	0,010	0,006
Cloruros	mg/L	C. Iónica	942	957	982
Cobalto	mg/L	E.A.A	<0,030	<0,030	<0,030
Cobre	mg/L	E.A.A	0,015	0,015	0,018
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	NMP	180	46,0	210
Coliformes Totales	NMP/100 ml	NMP	280	1600	>1600
Conductividad (a 23 °C)	uS/cm	Conductiv.	6580	6780	6790
Cromo	mg/L	E.A.A	<0,030	<0,030	<0,030
Detergentes	mg/L	E.A.A	<0,20	<0,20	<0,20
Fluoruro	mg/L	E.I.S.	0,33	0,31	0,30
Hierro	mg/L	E.A.A	0,028	0,066	0,026
Litio	mg/L	E.A.A	0,29	0,30	0,30
Magnesio	mg/L	E.A.A	167	181	176
Manganeso	mg/L	E.A.A	0,022	<0,005	<0,005
Mercurio	mg/L	Vapor frío	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Molibdeno	mg/L	H. Gráfito	<0,010	<0,010	<0,010
Niquel	mg/L	E.A.A	<0,040	<0,040	<0,040
pH (a 23°C)		E.I.S.	8,09	8,23	8,18
Plata	mg/L	E.A.A	<0,010	<0,010	<0,010
Plomo	mg/L	E.A.A	<0,060	<0,060	<0,060
Potasio	mg/L	E.A.A	17,9	18,9	19,1
Selenio	mg/L	MHS	<0,001	<0,001	<0,001
Sodio	mg/L	E.A.A	785	805	816
Sodio Porcentual	%	E.A.A	47,9	47,1	47,5
Sólidos Disueltos Totales	g/L	Gravimetría	5,23	5,26	5,35
Sulfato	mg/L	C. Iónica	2325	2248	2286
Vanadio	mg/L	H. Gráfito	<0,050	<0,050	<0,050
Nitratos	mg/L	C. Iónica	<1,00	<1,00	<1,00
Nitritos	mg/L	E.A.M.	<0,050	<0,050	<0,050
Nitrógeno Orgánico (K.)	mg/L	E.I.S.	<0,80	<0,80	<0,80
Fósforo	mg/L	E.A.M.	<0,70	<0,70	<0,70

Nota: Los análisis de todas las muestras fueron hechos por duplicado

Isabel Cádiz G.
Químico Farmacéutico

Dra.Q.F Gabriela Massiff de la F.
Directora Centro de Metrología Química

Observaciones: El análisis microbiológico, se realizaron en GCL.

La toma de muestra es responsabilidad del cliente.
Los resultados corresponden sólo a la(s) muestra(s) analizada(s).
Este informe no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación de FUNDACION-CHILE.
Las muestras serán almacenadas durante un mes en el laboratorio, excepto aquellas que sufran descomposición.

7.4 Anexo 4: Informe Análisis de Sedimentos

INFORME DE ANALISIS

FORM.12-02-1

Solicitado por:	FUNDACIÓN CHILE, MEDIO AMBIENTE	**LAQ No**	10232
Dirección:	PARQUE ANTONIO RABAT SUR # 6165	**Fecha recepción**	06-10-2011
RUT:	70.300.000-2	**Fecha entrega**	28-10-2011
Ciudad:	SANTIAGO	**Fax**	52-217128
At.	Sr. JUAN PABLO RUBILAR	**Lab.subcontratado:**	Si

Descripción de la muestra: Sedimentos con fecha de muestreo 05-06-2011

Muestra			C 1S	C 2S	C 3S
Parámetros	Unidades	Método			
Humedad superficial a 30°C	%	Gravimetría	28,3	22,9	20,6
Aluminio	g/Kg	E.A.A	48,7	70,2	63,3
Arsénico	mg/Kg	MHS	5,84	9,74	12,7
Bario	mg/Kg	E.A.A	162	304	313
Berilio	mg/Kg	E.A.A	<5,0	<5,0	<5,0
Boro (2g/100 mL agua desionizada)	mg/Kg	E.A.M.	5,04	4,17	5,59
Cadmio	mg/Kg	E.A.A	<1,5	<1,5	<1,5
Calcio	g/Kg	E.A.A	97,2	65,8	38,6
Cinc	mg/Kg	E.A.A	44,6	175,5	84,1
Cloruros (soluble)	mg/Kg	C. Iónica	381	320	257
Cobalto	mg/Kg	E.A.A	5,16	7,90	7,69
Cobre	mg/Kg	E.A.A	18,8	30,2	27,7
Conductividad (2g/100 mL agua desionizada)	uS/cm	Conductiv.	1497	187	118
Cromo	mg /Kg	E.A.A	64,2	82,6	82,5
Hierro	g/Kg	E.A.A	19,2	33,7	60,0
Litio	mg/Kg	E.A.A	11,6	16,9	15,3
Magnesio	g/Kg	E.A.A	8,25	12,6	11,4
Manganeso	mg/Kg	E.A.A	692	637	737
Mercurio	mg/Kg	Vapor frío	0,026	0,035	0,047
Molibdeno	mg/Kg	H. Gráfito	<2,0	<2,0	<2,0
Niquel	mg/Kg	E.A.A	6,51	7,21	10,61
pH (2g/100 mL agua desionizada)		E.I.S.	8,51	8,31	8,22
Plata	mg/Kg	E.A.A	<5,0	<5,0	<5,0
Plomo	mg/Kg	E.A.A	<6,5	<6,5	14,188
Potasio	g/Kg	E.A.A	9,04	11,8	11,0
Selenio	mg/Kg	MHS	<0,35	<0,35	<0,35
Sodio	g/Kg	E.A.A	16,9	24,2	24,0
Sulfato (soluble)	mg/Kg	C. Iónica	15976	1736	739
Vanadio	mg/Kg	H. Gráfito	69	115	226
Nitratos (soluble)	mg/Kg	C. Iónica	<5,0	5,57	<5,0
Nitritos (soluble)	mg/Kg	E.A.M.	<2,0	<2,0	<2,0
Nitrógeno Orgánico (K.)	mg/Kg	E.I.S.	309	88,7	102
Fósforo (P)	%	E.A.M.	0,055	0,10	0,14

Nota: Los análisis de todas las muestras fueron hechos por duplicado

Isabel Cádiz G.
Químico Farmacéutico

Dra.Q.F Gabriela Massiff de la F.
Directora Centro de Metrología Química

Observaciones: Los análisis se realizarón en muestra seca a 30°C

La toma de muestra es responsabilidad del cliente.
Los resultados corresponden sólo a la(s) muestra(s) analizada(s).
Este informe no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación de FUNDACION-CHILE.
Las muestras serán almacenadas durante un mes en el laboratorio, excepto aquellas que sufran descomposición.

INFORME 2012 MONITOREO HUMEDAL

Folio015710



Humedal Desembocadura del Río Copiapó
Informe Anual 2012

Compromiso Voluntario Resolución Exenta N°123/08
Monitoreo Ambiental

Marzo 2013

Minera candelaria
Una compañía Freeport-McMoRan Copper & Gold

FUNDACIONCHILE
Movemos la frontera de lo posible

Folio015711

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Análisis del riesgo del territorio:** Se define como el grado en el cual un humedal es susceptible a sufrir daño como resultado de una amenaza o peligro.

- **Áreas de evaluación (AE):** El AE es una porción representativa del humedal evaluado, la cual debe incluir las variables funcionales, espaciales y presiones antrópicas. Se debe usar múltiples áreas de evaluación para la apreciación de humedales grandes. La delimitación de las áreas representativas se realiza siguiendo algunas reglas que se encuentran en las guías de campo respectivas.

- **Buffer:** Definida como la capacidad de amortiguación que posee un área frente a eventos ambientales negativos, dada por la calidad y cantidad de cobertura de vegetal.

- **Perturbaciones antrópicas:** Es la consecuencia de un evento antrópico o una acción que posee un efecto negativo en el sistema y es medible en el campo. Los estresores claves tienden a reducir la cantidad de humedales, la calidad y/o cantidad de sedimentos, cantidad y/o calidad de aguas de las cuales el humedal depende. La gradiente del estrés es resultado de una variación espacial en la magnitud, intensidad o frecuencia de los estresores.

- **Perturbaciones naturales:** Son consecuencias de fenómenos naturales como los deslizamientos de tierra, crecidas, maremotos, u otros.

- **Estado de salud o condición:** Representa el estado de salud del área de influencia y el contexto del paisaje, la hidrología, la estructura biológica y física, en comparación con el mejor estado posible para el mismo tipo de humedal.

- **Servicios ecológicos**. Estos son los beneficios sociales dependientes del estado de salud y funcionalidad del humedal. Los más comunes servicios son la recarga de acuíferos, descontaminación de aguas, control de crecidas, recreación, estética y soporte para la diversidad biológica endémica.

- **Atributos:** Son los conceptos, aspectos generales y universales que componen un humedal. En consecuencia todos los humedales comparten estos atributos: paisaje y área de influencia, hidrología, estructura física y biótica. En la metodología EMA, cada uno de estos atributos está representada por distintas métricas que en conjunto dan cuenta de la condición de cada atributo.

- **Métricas:** Corresponden a componentes medibles de un atributo en el campo, es significativa del punto de vista ecológico y posee una relación dosis respuesta al estrés, que puede ser distinguida de la variación natural a través de la gradiente de estresores.

Folio015712

- **Indicadores**. Estos son evidencias directas o pistas de condiciones de campo utilizadas para seleccionar el estado de la métrica en evaluación.

- **Puntaje de las métricas:** es un valor numérico asociado con el estado alternativo (A-D), que fue seleccionados como el más representativo durante el momento de evaluación.

- **Puntaje de los atributos**: será el porcentaje del máximo de la suma de los puntajes de las métricas del atributo.

- **Puntaje del Área de Evaluación (AE):** Puntaje que representa el estado de salud del área evaluada. Se calcula como el porcentaje de la suma de los máximos de cada atributo por cada área de evaluación.

- **Puntaje de Salud o condición del Humedal**: Este puntaje se expresa en porcentaje y corresponde al promedio de todos los puntajes de las áreas de evaluación de un humedal. Al compararse con el máximo posible se podrá establecer el estado del humedal en el momento de la evaluación.

- **Sedimento:** Material sólido transportado por una corriente de agua que se deposita en el fondo del cauce, para efectos de este estudio, el sedimento activo está constituido por los primeros 15 cm del lecho del río.

- **Toxicidad:** Propiedad de una sustancia que por acción de contacto directo o al ser absorbida por un organismo, ya sea por vía oral, respiratoria o cutánea, es capaz de producir efectos nocivos sobre la salud humana, animal o vegetal, e incluso la muerte (NCh 382. Of. 98).

Folio015713

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento ha sido desarrollado a solicitud de la Sociedad Contractual Minera Candelaria (CCMC), con la finalidad de evaluar la condición de salud del humedal del río Copiapó, actividad que se enmarca dentro de los compromisos de la Resolución de Calificación Ambiental del Proyecto Acueducto Candelaria Chamonate.

Para su ejecución, se propuso a CCMC la aplicación de la Metodología USEPA (CRAM), la que fue adaptada por Fundación Chile en el marco del Proyecto SAG "Desarrollo de un Sistema de Evaluación Rápida de Humedales". Esta metodología (denominada EMA) ha sido aplicada con éxito en ocho humedales a lo largo del país, y cuenta con el reconocimiento de autoridades ambientales.

A continuación se presentan los resultados del monitoreo del año 2012 y la dinámica que ha tenido el humedal respecto de las temporadas anteriores a partir del año 2009.

Estos resultados provienen del monitoreo en áreas de evaluación previamente definidas, considerando 24 áreas de evaluación de 1 há cada una, las cuales corresponden a sectores representativos del total del humedal. En cada una de ellas se aplicó la metodología EMA basada en los atributos evaluados en el periodo de mayor estrés hídrico y de crecimiento tardío, tales atributos corresponden a los siguientes:

- Atributos Espaciales (Condición del buffer).
- Atributos Hidrológicos (fuente de agua; régimen hídrico; conectividad hidrológica; calidad y caudales).
- Atributos Físicos (riqueza estructural y complejidad tipográfica).
- Atributos Bióticos (censos estacionales de aves).

Los puntajes obtenidos en todas las áreas de evaluación, se extrapolaron a un 92% del polígono del humedal, con un error de un 0.08 % en los resultados, esto permitió visualizar la tendencia que presenta el humedal en el transcurso del año 2011 y 2012.

El estado de salud del humedal en la temporada seca del año 2012 ha mantenido su condición general, siendo relevante el restablecimiento de la zona de amortiguación que se presenta en las áreas de evaluación que fueron afectadas por el fuego en el año 2009 y que hoy se observan con la presencia de especies vegetales con un adecuado desarrollo y en algunos sectores las fluctuaciones en el nivel de agua han originado procesos de reactivación hidráulica.

Para las áreas localizadas en el sector de la desembocadura se observa que la presencia del buffer tiende a disminuir, observándose al igual que la temporada pasada la existencia de una vasta zona mono-específica de mediana altura, donde las especies xerofitas comienzan a desplazar y reemplazar la zona de amortiguación existente en el área.

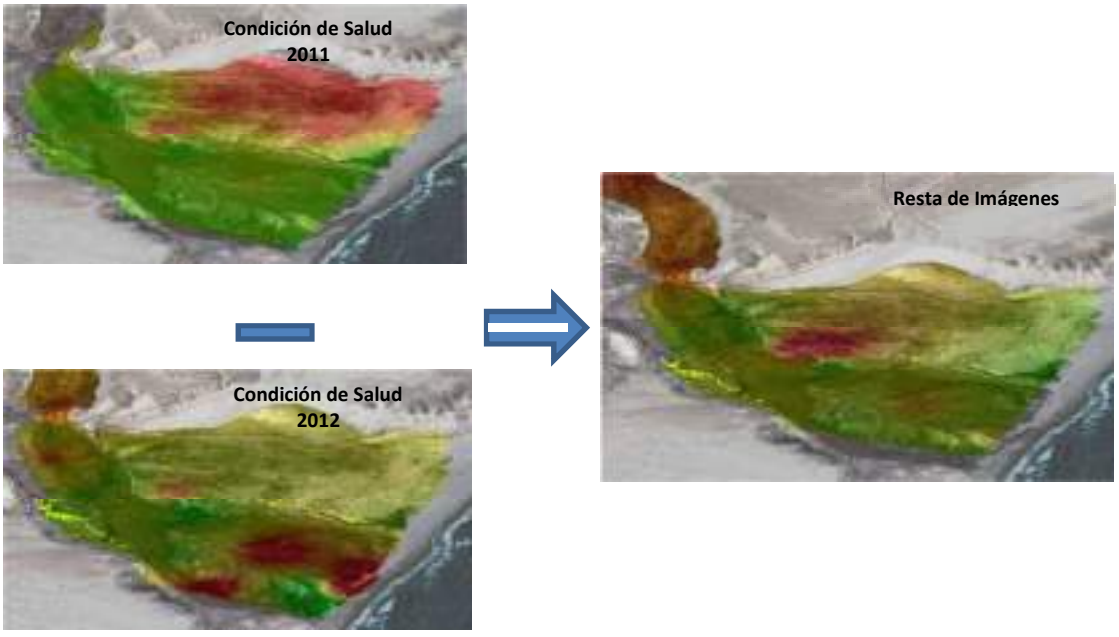
Folio015714

Respecto de los componentes hidrológicos, el humedal presenta una situación levemente mejor a la evaluada en los años anteriores, existiendo extensos sectores que mejoraron su condición para este atributo. En los valores obtenidos para algunos metales en la presente temporada, se obtuvieron concentraciones en el sedimento que disminuyen al llegar a la desembocadura, denotando la activación de la función de filtración de contaminantes. Los elementos que presentan disminución en sus concentraciones al llegar a la barra son los siguientes: magnesio, cobalto, litio, cobre y cinc.

En el sector noreste del humedal, prácticamente todas las áreas evaluadas mejoraron su condición en hasta 7 puntos respecto del año 2011. Mientras que el sector que aumento el deterioro se localiza cercano al camino vehicular, donde se constató una disminución de los aportes y embancamiento excesivo de los canales. Lo que se representó mediante un algebra de imágenes de manera de identificar los sectores que mejoraron o empeoraron en su condición hidrológica (Fig. 1).

Los resultados obtenidos en los censos de aves para la temporada 2012 son bajos en el contexto regional y se puede concluir que los valores de diversidad de Shannon no son estadísticamente diferentes, dando cuenta de un sistema homogéneo en cuanto a su diversidad, lo cual podría indicar la pérdida de capacidad de albergar aves del tipo humedal.

Figura 1.- Resta de imágenes en la condición de salud 2011/2012



Folio015715

Tabla de Contenido

RESUMEN EJECUTIVO 4

1 Introducción 8

2 Objetivos 8

2.1 Objetivo General 8

2.2 Objetivos Específicos 8

3 Materiales y Métodos 9

4 Resultados 11

4.1 Clasificación del Humedal: Estuario Río Copiapó 11

4.2 Chequeo de Terreno 2012 11

4.3 Áreas de Evaluación 12

4.4 Evaluación y Seguimiento de la Condición de Salud del Humedal 13

4.5 Atributos Espaciales 14

4.5.1 Condición del buffer 14

4.6 Atributos Hidrológicos 17

4.6.1 Régimen Hídrico 17

4.6.2 Conectividad hidrológica 19

4.6.3 Clases de aguas y Contaminantes de Interés 19

4.6.4 Dinámica de Sedimentos 20

4.6.5 Distribución espacial de los valores de hidrología 23

4.6.6 Hidrología años 2009 al 2012 24

4.7 Atributos Físicos 26

4.8 Atributos Bióticos 28

4.8.1 Métrica de la Comunidad de Avifauna 28

4.8.2 Métrica de la Comunidad Vegetal 31

5 ESTADO DE SALUD: Humedal Desembocadura Río Copiapó 2012 37

5.1 Puente Puerto Viejo- Estuario No Salino Persistente 37

5.2 Desembocadura del Río Copiapó- Estuario Estacional 38

6 DINAMICA DE SALUD HUMEDAL AÑOS 2009 AL 2012 40

Folio015716

7 Anexos 43

7.1 Anexo 1: Metodología de Seguimiento de la Condición de Salud del Humedal 43

7.2 Anexo 2: Clasificación Categorías de Conservación 48

7.3 Anexo 3: Informe Análisis de Agua 50

7.4 Anexo 5: Informe Análisis Microbiológicos 51

Índice Tablas

TABLA 1 ANALITOS DE RELEVANCIA FUERA DE NORMA 20
TABLA 2 LISTADO DE INDIVIDUOS CENSADOS EN AMBAS TEMPORADAS DE EVALUACIÓN AÑO 2012 29

Índice Figuras

FIGURA 1 ETAPAS DE EVALUACIÓN AÑO 2012 10
FIGURA 2 ÁREAS DE EVALUACIÓN MONITOREADAS EN EL HUMEDAL DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO COPIAPÓ 13
FIGURA 3 ZONA LITORAL DEL ESTUARIO DEL RÍO COPIAPÓ EN LA TEMPORADA SECA DE EVALUACIÓN 15
FIGURA 4 PAISAJE Y BUFFER EN AE CERCANAS A LA DESEMBOCADURA EN LA TEMPORADA SECA MARZO 2012 16
FIGURA 5 CONDICIÓN DEL BUFFER Y PAISAJE AÑO 2012 16
FIGURA 6 CAUDALES OBSERVADOS EN EL ESTUARIO DEL RÍO COPIAPÓ ENTRE LOS AÑOS 2009 Y 2012 18
FIGURA 7 DINÁMICA DE SEDIMENTOS OBSERVADA EN LOS AÑOS 2011/2012 21
FIGURA 8 CONTENIDO DE ARSÉNICO EN AGUA Y SEDIMENTOS EN EL AÑO 2012 22
FIGURA 9 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS PUNTAJES OBTENIDOS EN HIDROLOGÍA AÑO 2012 23
FIGURA 10 VALORES DE HIDROLOGÍA POR ÁREA DE EVALUACIÓN ENTRE LOS AÑOS 2009-2012 24
FIGURA 11 CAMBIOS HIDROLOGÍA AÑOS 2011 / 2012 25
FIGURA 12 RESULTADOS DEL ATRIBUTO FÍSICO Y ÁREA DE INFLUENCIA DE CADA AE EN 2012 26
FIGURA 13 INDICADORES FÍSICOS PRESENTES EN EL HUMEDAL 27
FIGURA 14 AVIFAUNA OBSERVADA EN LA TEMPORADA SECA 2012 30
FIGURA 15 VISTA GENERAL SUBTIPO HUMEDAL SALINO NO PERSISTENTE 31
FIGURA 16 VISTA GENERAL SECTOR CENTRAL DEL HUMEDAL DESEMBOCADURA RÍO COPIAPÓ 32
FIGURA 17 SEMILLA DE PROSOPIS STROMBULIFERA 33
FIGURA 18 (A) JUNCUS ACUTUS; (B) DISTICHLIS SPICATA 33
FIGURA 19 (A) VISTA GENERAL DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO COPIAPÓ 34
FIGURA 20 VISTA PARCIAL ESTRUCTURA BIÓTICA HORIZONTAL OBSERVADA EN EL HUMEDAL DEL RÍO COPIAPÓ 35
FIGURA 21 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ATRIBUTOS BIÓTICOS EN EL HUMEDAL AÑO 2012 36
FIGURA 22 GRÁFICA DE PUNTAJES POR ATRIBUTOS Y FINAL DEL SECTOR PUENTE PUERTO VIEJO 37
FIGURA 23 MAGNITUD DEL PUNTAJE FINAL DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO COPIAPÓ 38
FIGURA 24 DISTRIBUCIÓN DE LA CONDICIÓN DE SALUD AÑO 2012 39
FIGURA 25 GRÁFICA DE EVOLUCIÓN DE LOS ATRIBUTOS ENTRE LOS AÑOS 2009 Y 2012 40
FIGURA 26 RESTA DE IMÁGENES, AÑOS 2011-2012 41
FIGURA 27 PUNTOS DE TOMA DE MUESTRAS DE AGUA Y SEDIMENTO 45
FIGURA 28 TRANSECTAS DE CENSOS DE AVIFAUNA 47

Folio015717

1 Introducción

El "Monitoreo Ambiental del Humedal en la Desembocadura del Río Copiapó", tiene como objetivo principal entregar el estado actual de la condición y evolución del estado de salud del humedal en el transcurso de 11 años, según el acuerdo suscrito por Compañía Contractual Minera Candelaria en la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto Acueducto Candelaria-Chamonate.

El presente informe expone las actividades efectuadas en las dos campañas realizadas en el transcurso del año 2012, y contiene la evaluación del monitoreo de los componentes de paisaje, hidrológicos, físicos y bióticos. En esta campaña se incluye además, la comparación con los valores registrados en la campaña anual del 2011, de manera de poder visualizar cual es la tendencia que tiene el humedal respecto de sus componentes.

2 Objetivos

2.1 Objetivo General

Implementar un sistema de monitoreo costo efectivo del Humedal del Río Copiapó en el año 2012 dando cuenta de la variación del estado de salud del ecosistema a la fecha.

2.2 Objetivos Específicos

Realizar levantamiento de información de aspectos espaciales, hidrológicos y físico-químicos del humedal incluyendo:

1. **Atributos Espaciales**
   - Evaluar la conectividad del paisaje, a fin de verificar la recuperación del potencial de corredor biológico.
   - Identificación de factores hidrodinámicos estaciónales que inciden en el volumen y superficie de los cuerpos de agua.

2. **Atributos Hidrológicos**
   - Evaluar las fuentes de agua que afectan los procesos físicos tales como calidad, duración y frecuencia de condiciones saturadas.
   - Determinación del régimen hídrico con respecto a los patrones naturales de inundación.
   - Identificar la conectividad hidrológica para la temporada, determinando la superficie que restringe al humedal por características artificiales.

3. **Aspectos Físico-Químicos-Microbiológico**
   - Realizar un seguimiento en la temporada seca, período crítico del sistema de los parámetros in situ de calidad de agua (temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos) y caudales.

Folio015718

- Determinación de la concentración de elementos contaminantes (metales pesados, contaminación orgánica y otros respecto a la norma chilena NCH Nº 1333 "Requisitos Generales de Aguas Destinadas a la Vida Acuática").
- Determinación de la calidad de aguas respecto a las norma de riego vigente en Chile, incluyendo además, los siguientes parámetros: nitritos, nitratos, fósforo total, amonio, nitrógeno total y fósforo total, aceites y grasas, hidrocarburos totales, DQO y DBO5, coliformes totales, detergentes, turbiedad, transparencia SECCHI, según NCH Nº 409.

4. Atributo Físicos

- Evaluación de la riqueza estructural de los parches.
- Análisis de la complejidad topográfica.

5. Atributos Bióticos

- Realizar censo de avifauna asociada al humedal para estimar la comunidad presente.
- Estimar la diversidad de las especies registradas, con los índices ecológicos de Shannon y Sorensen, según la potencia de los muestreos.
- Evaluación de métricas de la comunidad vegetal presentes en las áreas de evaluación: n° de capas presentes; especies co-dominantes; porcentaje de invasión; intercepción horizontal y estructura biótica vertical.

3 Materiales y Métodos

La metodología de trabajo descrita a continuación, contempla los mismos métodos y mecanismos utilizados en las campañas de monitoreo y evaluación efectuadas a partir del año 2009.

Adicionalmente a lo anterior, la propuesta metodológica incorpora otros mecanismos de análisis bajo distintos niveles, lo que permitirá avanzar progresivamente en función de los resultados de cada etapa con el fin de orientar la toma de decisiones y la utilización eficiente de los recursos disponibles.

El detalle de la metodología de trabajo utilizada se puede observar en el anexo 1.

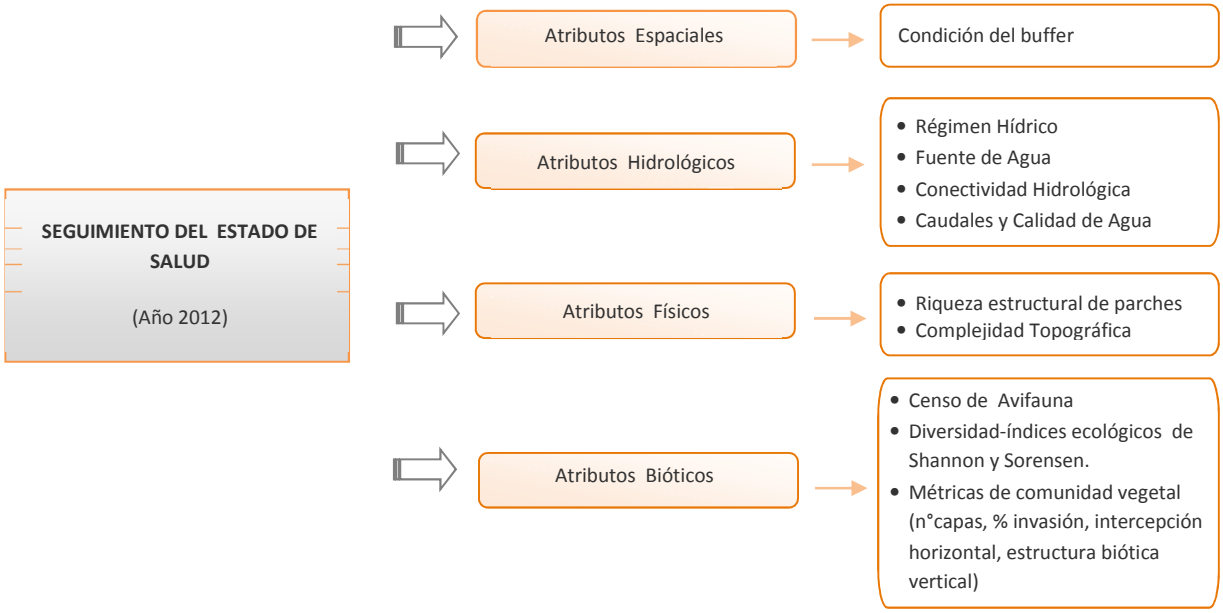
La evaluación puede llevarse a cabo en distintos niveles en función de la información disponible y el grado de detalle que se busca. Las etapas de esta metodología se resumen en la **Error! Reference source not found.**.

Folio015719

Cabe destacar que la evaluación de los atributos evaluados, se realizó en diferentes épocas del año, descritas a continuación:

- Época de estrés hídrico (temporada seca año 2012): Evaluación atributos espaciales e hidrológicos.
- Época de crecimiento tardío (temporada húmeda año 2012): Evaluación atributos físicos y bióticos.

Figura 1 Etapas de Evaluación Año 2012



Folio015720

4 Resultados

4.1 Clasificación del Humedal: Estuario Río Copiapó

La desembocadura del río Copiapó corresponde a un humedal del tipo estuario. Los humedales estuarinos se caracterizan por ser cuerpos de aguas semi-cerradas por tierra donde se presenta la unión de aguas marinas - dulces (que vienen de tierras adentro) y de lluvias.

El área litoral de playa las Salinas donde desemboca el río Copiapó, presenta elementos geomorfológicos y bióticos que incluyen una barrera arenosa que genera un humedal costero asociado, esta barrera litoral con la acción de las corrientes oceánicas y eólicas en período de la presente campaña acumula los materiales en suspensión.

El estuario del río Copiapó se clasifica en dos subtipos de humedal[1]:

- **Estuario Estacional**: Se localiza cercano a corrientes costeras y ecológicamente son influenciados por los encierros estaciónales de entradas de mar.

- **Estuario No Salino Persistente:** Sector dominado por especies vegetales que no toleran altas salinidades, el sector se presenta hidro-geomorfológicamente homogéneo y con planos de inundación entremezclados con planos más altos.

4.2 Chequeo de Terreno 2012

El chequeo de terreno fue realizado por Profesionales de Minera Candelaria (CCMC), donde se observó el sector en condiciones similares a años pasados para la misma estación.

Mediante un chequeo de terreno, se evaluó: hidrología, estructura física, estructura biótica y atributos del paisaje:

- **Hidrología:** Normalmente se observa en la temporada de máximo stress hídrico el cuerpo de agua naturalmente cerrado a las entradas de mar por la barrera arenosa, y una lámina de agua con aportes de caudales de agua fresca proveniente del valle. Sin embargo, el caso de esta campaña, el sector de la desembocadura alcanzo volumen importante de agua, rompiendo la barra de arena, logrando desembocar al mar durante el periodo de observación.

[1] SAG, 2009. Metodología EMA, Evaluación y monitoreo ambiental de humedales (Criterios Internacionales de Clasificación de Humedales en base a la Hidro-Geomorfología)

Folio015721

- **Estructura física:** La tendencia general corresponde a la morfología normal del sector de la playa donde se constató la presencia de la barra arenosa, salvo en el área de la desembocadura.

- **Estructura biótica:** En el subtipo estacional se observaron distintos hábitats ocupados por especies que avistadas en campañas anteriores. Notando además en el sector no salino persistente una baja presencia de avifauna asociada.

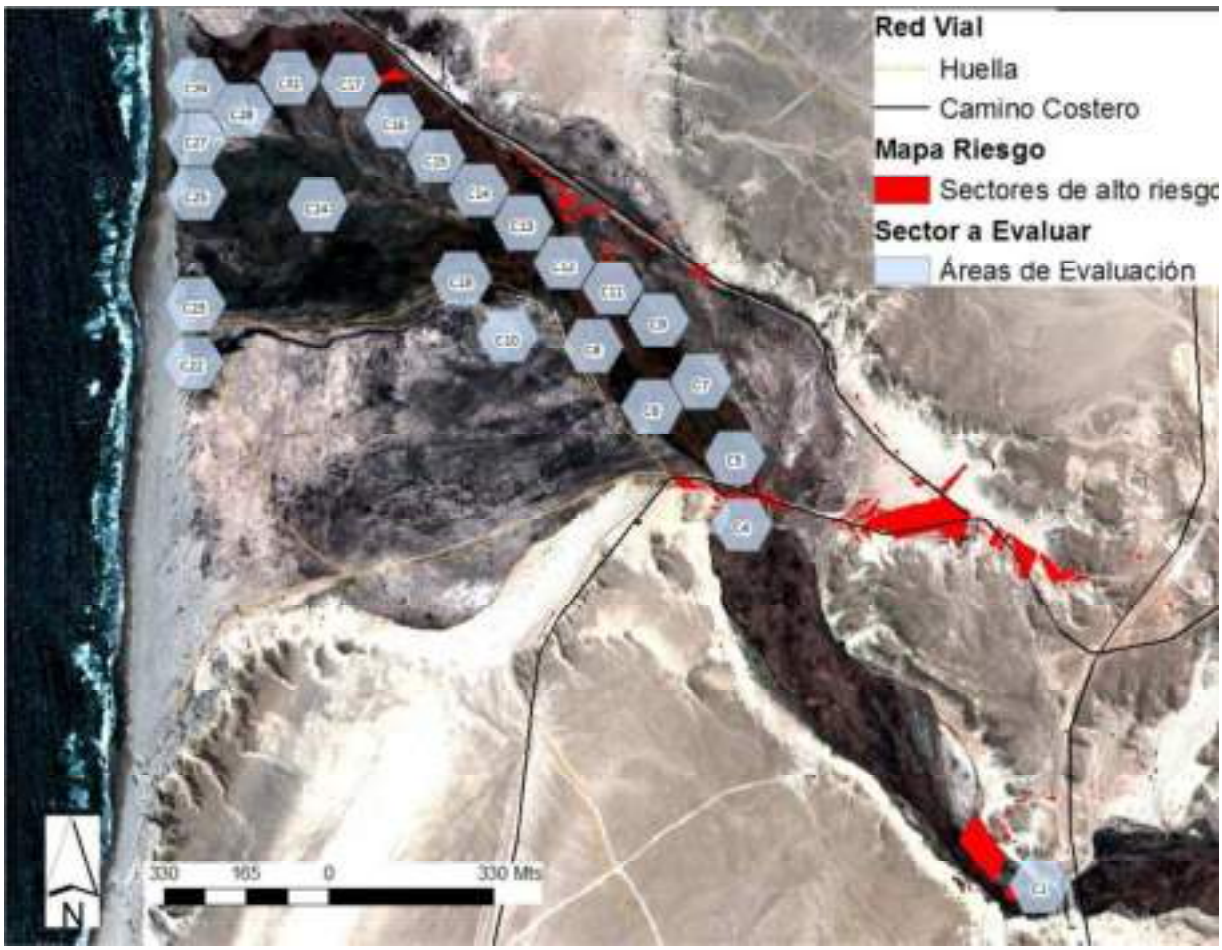
- **Paisaje y su contexto:** La zona localizada en la desembocadura se observa con algunas extensiones vegetales carentes de zonas de amortiguación, como es la tendencia del sector en las últimas campañas.

4.3 Áreas de Evaluación

Con objeto de asociar los resultados de los diferentes atributos evaluados en esta temporada con los de calidad de aguas y sedimentos. El seguimiento se realizó en las mismas 24 áreas evaluadas en el transcurso de las evaluaciones anteriores, en una superficie que representa a un 20% del área total estimada del humedal (incluye la zona en regresión), la Figura 2 ilustra la ubicación de las áreas de evaluación del humedal.

Folio015722

Figura 2 Áreas de evaluación monitoreadas en el humedal de la Desembocadura del Río Copiapó



4.4 Evaluación y Seguimiento de la Condición de Salud del Humedal

A partir de la imagen satelital y la evaluación en terreno, se obtuvieron algunas variables físicas y bióticas de relevancia para conocer el estado de salud del humedal. La evaluación sistemática de atributos y métricas permitirá obtener el puntaje de la condición de salud de los siguientes atributos ambientales:

- Atributos Espaciales (Condición del buffer).
- Atributos Hidrológicos (fuente de agua; régimen hídrico; conectividad hidrológica; calidad y caudales).
- Atributos Físicos (riqueza estructural de parches de micro-hábitat, complejidad topográfica).
- Atributos Bióticos (avifauna, métrica de comunidades vegetales).

Folio015723

4.5 Atributos Espaciales

4.5.1 Condición del buffer

Para el seguimiento y evaluación de 2012 se ha considerado evaluar dos perturbaciones ocurridas en el humedal en campañas pasadas: El efecto post incendio y el efecto de marejadas post tsunami en Japón, localizadas en el subtipo salino no persistente y en el subtipo estacional respectivamente.

- **Subtipo Salino No Persistente:**

En el transcurso del año 2009, dos sectores del humedal del río Copiapó fueron objeto de un incendio provocado por la influencia antrópica, alterando notablemente la fisionomía de este peculiar ecosistema.

Transcurridos tres años después del incendio, los suelos quemados por el efecto del fuego, han reducido la elevada vulnerabilidad frente a la erosión, observándose con mayor protección y constituyendo una mejora sustancial de la zona de amortiguación.

La zona que fue mayormente dañada corresponde a los sectores con chañar (*Geoffrea decorticans*), en esta temporada también se observa el rebrote de los individuos dañados que constituyen el inicio de la recuperación del buffer, pudiendo atenuar el efecto de perturbaciones del camino.

Las áreas de evaluación asociadas a los sectores incendiados en el año 2009 presentaron la recuperación de especies macrofitas asociadas a sistemas de humedal, sin embargo hay sectores que comienzan a ser colonizados por especies típicas de estuario en regresión (*Tessaria absinthioides* y *Baccharis linearis*), con ello también se constató la presencia de vastas extensiones de *Prosopis strombulifera,* características de zonas áridas junto a *Distichlis spicata* y *Sarcocornia fruticosa* constituyendo matorrales que en algunos casos se comportan como mono específicos con una nula capacidad de amortiguar diversos impactos.

En cuanto a volumen y cobertura se observa la evolución de la ocupación de espacios libres por especies colonizadoras y otras pre-existentes.

- **Subtipo Estacional:**

En marzo de 2011 un fuerte terremoto y posterior tsunami azoto las costas del Japón, situación que detonó fuertes marejadas en las costas chilenas, específicamente en la región de Atacama y en el humedal de la desembocadura del río Copiapó, el efecto del aumento del mar sumado a la reducida existencia de buffer en el sector, generó la pérdida de la franja inmediata de vegetación asociada al humedal que actúa como zona de amortiguación entre mar y tierra, atenuando el efecto de las marejadas. Estos cambios ocasionaron el aumento de sedimentación e influencian el desarrollo futuro de otras comunidades vegetales. Esta condición fue evaluada en la presente

Folio015724

campaña, evidenciando una recuperación de las especies presentes en el lugar y una capacidad de resilencia acorde con el tipo y volúmenes de agua presentes en este lugar. Figura 3

Figura 3 Zona litoral del estuario del río Copiapó en la temporada seca de evaluación



Para la condición del buffer y del paisaje en la temporada seca del año 2012, los sectores con mejora respecto temporadas pasadas fueron observados en las áreas asociadas al área nor-este del humedal (ver zonas de coloración verde en la figura 5) condición que está dada por el notorio restablecimiento de la zona de amortiguación que se presenta en las áreas de evaluación que fueron afectadas por el fuego en el año 2009 y que hoy se observan con la presencia de especies con un adecuado desarrollo y en algunos sectores las fluctuaciones en el nivel de agua han originado procesos de reactivación vegetal.

En el sector en regresión (zonas centrales del humedal), el puntaje de la condición de buffer y paisaje se mantiene, observándose la presencia de un matorral mono-específico de baja densidad y presencia de una cobertura salina. A la fecha no se observa un aumento de esta área, actualmente esta superficie posee zonas de amortiguación adecuada frente a perturbaciones. Ver Figura 4.

Para las áreas localizadas en el sector de la desembocadura se observa que la presencia del buffer tiende a disminuir, observándose al igual que la temporada pasada la existencia de una vasta zona

Folio015725

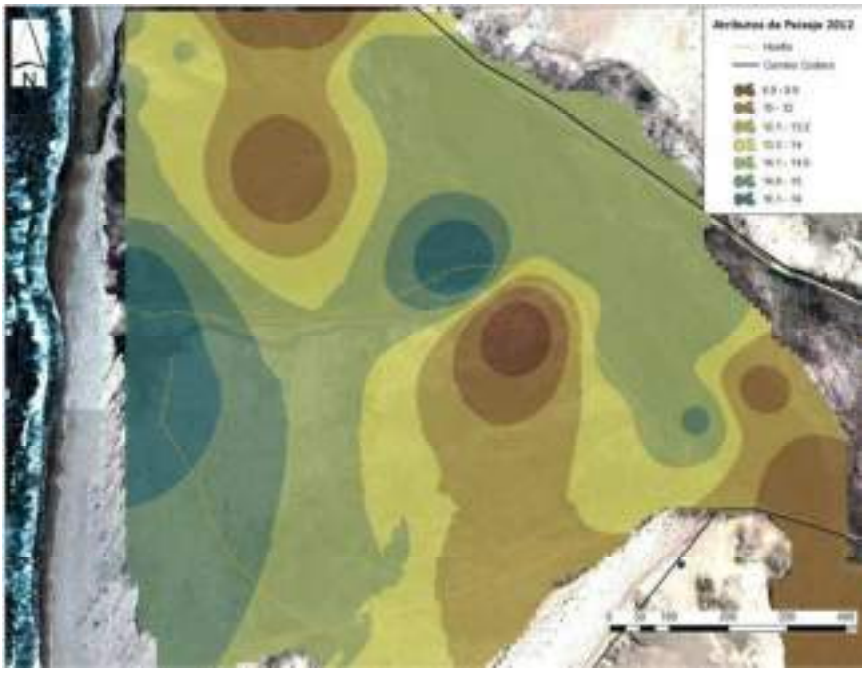
mono-específica de mediana altura[2], especies xerofitas que comienzan a desplazar y reemplazar la zona de amortiguación existente en el área, mientras que en sectores extremos de sequedad da lugar a la formación de un denso pastizal halófito. Estos eventos naturales unidos a factores antrópicos de perturbación, ocasionan disturbios en la cubierta vegetal que afectan principalmente su composición florística y dinámica poblacional.

A través de un algebra de imágenes se realizó una comparación de las mejoras y deterioros de la condición del paisaje en base a la campaña de la temporada seca anterior en el total del área del humedal en evaluación (105 Ha). Ver Figura 5.

Figura 4 Paisaje y buffer en AE cercanas a la desembocadura en la temporada seca marzo 2012



Figura 5 Condición del buffer y paisaje año 2012



[2] SAG, 2009.Manual EMA Metodología EMA, Evaluación y monitoreo ambiental de humedales.

Folio015726

4.6 Atributos Hidrológicos

La hidrología incluye la fuente, cantidad y movimiento de las aguas, sumado al flujo de transporte de sedimento. Siendo la hidrología uno de los determinantes directos más importantes de la función del humedal (Mitsh y Gossenlink 1993)[3]. La hidrología de un humedal afecta directamente muchos procesos físicos, incluido el ciclo de nutrientes, quelación en el sedimento y la filtración de contaminantes (Richard et al. 2002 y Sanderson et al. 2000).

4.6.1 Régimen Hídrico

El régimen hídrico es la frecuencia característica y la duración del periodo de inundación o saturación del humedal dentro de un año típico, en el caso del estuario el régimen hídrico se encuentra regido por la tasa de evapo-transpiración diurna y los ciclos estacionales de lluvia y escorrenía. El área evaluada se encuentra sometida a variaciones de la inundación anual naturalmente, presentando dos rompientes de la barrera de contención anualmente por efecto de las lluvias o escorrentía.

En la línea histórica de las campañas anteriores del humedal en temporada seca los cambios del hidroperiodo en los estuarios han sido obtenidos a través de los cambios en la morfología de los canales; en la densidad; las redes de drenaje; en la abundancia relativa y en especies de plantas presentes relacionadas con la salinidad de los sistemas.

En el transcurso de los años 2009-2010 se realizó la medición de caudales en la primera semana de cada mes. A partir de marzo de 2011 la medición se realiza de manera bimensual, retomando nuevamente las mediciones mensuales en el año 2012.

Dicha medición se realiza en dos secciones conocidas, el primero corresponde al sector del río Copiapó, en los ductos de paso de agua donde se construyo una sección conocida la cual es limpiada y estabilizada cada vez que se realiza la medición y el segundo corresponde al canal de apertura de la barrera en el sector de la desembocadura, donde se estabiliza la sección en cada medición.

Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \cdot S$$

en la que:

- Q es el caudal (m^3/s)
- V es la velocidad (m/s)
- S es la sección del río (m^2) (profundidad media x ancho de la sección)

[3] Mitsch, W.J. and Gosselink, J.G.1993. Wetlands. 2nd Edition. Jon Wiley and Sons, Inc.,New York.1100pp.

Folio015727

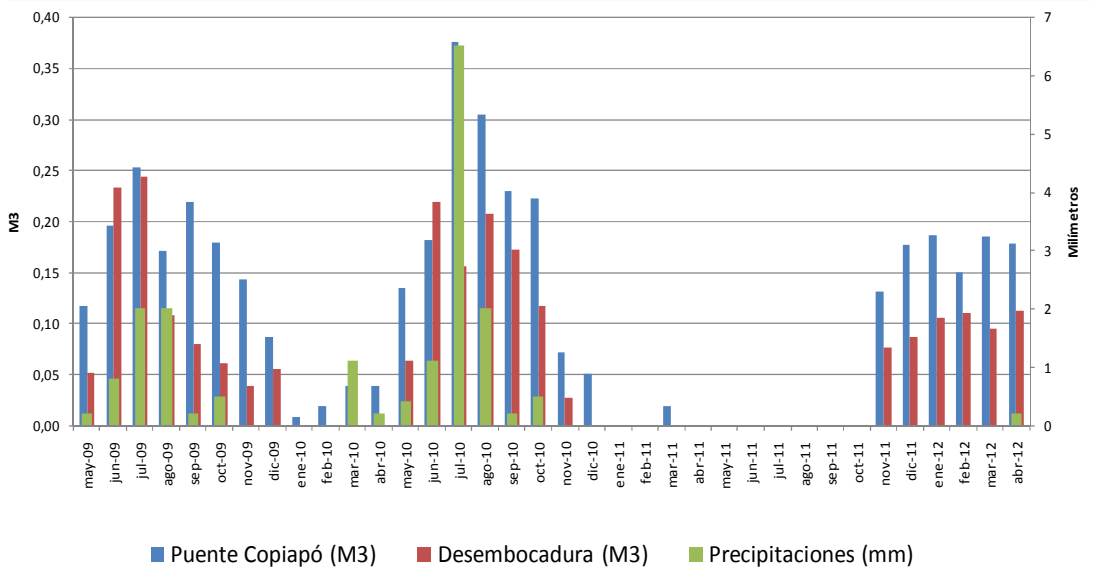
La velocidad se midió in situ, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Globalwater, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/s).

De las mediciones realizadas desde el 2009, el caudal máximo fue detectado en el mes de julio de 2010 con valores de 0.37 m³/s en el puente río Copiapó y en el mes de junio de 2010 con 0.22 m³/s en el sector de la desembocadura, los cuales se asocian al mes de menores temperaturas y mayor precipitación en la zona, esto se traduce en una menor evapo-transpiración por parte de las macrófitas presentes y en una mayor disponibilidad para el sistema, a partir de agosto se observa una disminución general de los caudales asociados a la extracción ilegal, al aumento de la evaporación y evapo-transpiración por el incremento en las temperaturas, así como la mayor demanda de agua por las especies macrófitas, asociado al inicio de la época de crecimiento activo de la cobertura vegetal.

En la temporada seca del presente año, los caudales registrados son mayores a los registrados para la misma fecha en los años 2009 y 2010. En el sector del Puente río Copiapó en el mes de abril de 2012 se detecto 0.17 m³/s y en el mismo mes en la desembocadura se observó 0.11m³/s. Cabe mencionar que al momento de evaluación la precipitación caída registrada era de 0,4 mm caídos[4], semejante al de años anteriores. El aumento de dichos caudales probablemente habría provocado la apertura temprana de la barrera de contención producto del flujo de agua proveniente del interior que además han provocado la activación de canales y aumento de las redes de drenaje existentes.

En base a las mediciones anteriores se obtuvo la Figura 6

Figura 6 Caudales observados en el estuario del río Copiapó entre los años 2009 y 2012



[4] http://www.agroclima.cl/Informe.aspx?IdReg=3

Folio015728

4.6.2 Conectividad hidrológica

Esta métrica describe la habilidad del agua de fluir desde y hacia el humedal sin generar cambios dramáticos en el nivel de agua, lo que produciría efectos perturbadores. Esta métrica es anotada determinando el grado a la cual la conectividad hidrológica del humedal es restringida por las características artificiales y naturales.

En el humedal del río Copiapó existen construcciones artificiales que corresponden a un 50% del borde, como son los niveles de los caminos costeros que limitan la zona adyacente en el movimiento de las aguas.

En este sentido el control de inundaciones constituye uno de los servicios ambientales que otorga el humedal, ya que los humedales son zonas de descarga donde se acumula agua que se va filtrando o percolando lentamente. El suelo del humedal funciona como una esponja que retiene el agua y que libera lentamente. La protección de la zona costera se produce a través de la estabilización del substrato por las raíces de las plantas y depósitos de materia vegetal lo cual permite la disipación del oleaje y su energía.

4.6.3 Clases de aguas y Contaminantes de Interés

Se analizaron los analitos descritos en la NCH1333 y en la Guía de Calidad de Aguas de CONAMA, durante la temporada seca del sistema en el año 2012.

Estos datos se compararon con la Guía de Calidad de Aguas de CONAMA, manteniéndose las categorías obtenidas en temporadas anteriores, es así como la calidad regular de las aguas se encuentra en la parte media del estuario y desembocadura del estuario (CLASE III), registrándose una buena calidad de agua en el sector del puente puerto viejo (Clase II).

Estas categorías están dadas por la presencia de los mismos parámetros registrados en otras temporadas, observándose al igual que en otros monitoreos altos contenidos de sulfatos, cloruros y boro. La diferencia para esta temporada estuvo dada en coliformes fecales que habitualmente presentaron valores muy altos según la norma, sin embargo actualmente este parámetro a disminuido, actualmente el agua del humedal es adecuada para actividades recreativas y deportivas, además son aptas para bebida de animales y riego restringido.

De los elementos fuera de norma, en este caso todos se asocian a los procesos de intrusión salina, a excepción de las Coliformes totales las cuales se han mantenido fuera de norma en todas las campañas realizadas.

Los analitos que se encuentran fuera de norma respecto de la NCH1333 por estación se exponen en la tabla 1.

Folio015729

Tabla 1 Analitos de relevancia fuera de norma

	C1	C2	C3
Boro	x	x	X
Cloruros	x	x	x
Coliformes T.		x	x
Sulfatos	x	x	x

4.6.4 Dinámica de Sedimentos

En el caso de los metales en sedimentos, se advierte que en la temporada pasada (año 2011) la presencia de elementos químicos en los sedimentos siguen la tendencia de concentración hacia la desembocadura, lo que estaría dando cuenta que el humedal tiene limitada su función de destoxificación ya que la concentración de metales aumenta de manera similar tanto en agua como en sedimento.

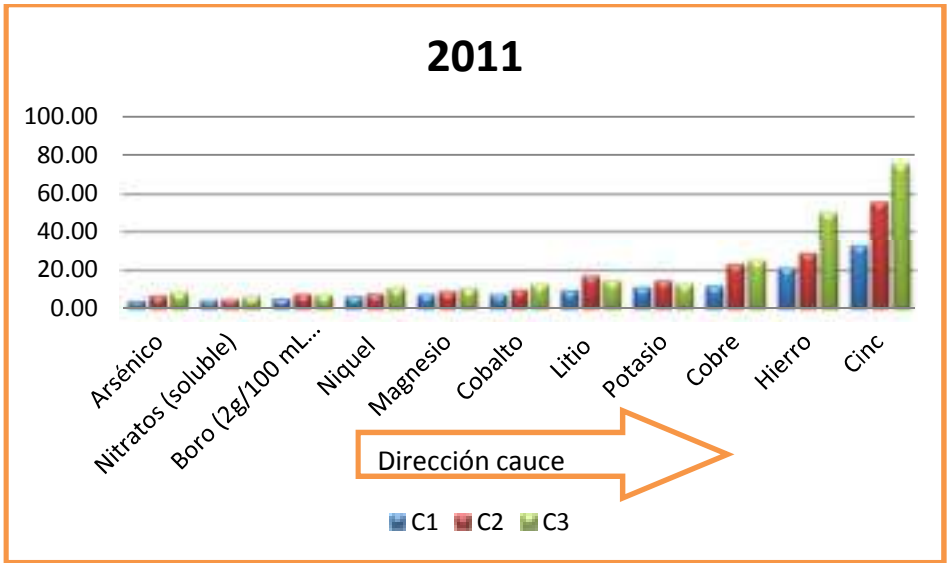
Sin embargo, en los valores obtenidos para algunos metales en la presente temporada (año 2012), se obtuvieron concentraciones en el sedimento que disminuyen al llegar a la desembocadura, cumpliendo eficientemente la función de filtración de contaminantes, debido al aumento de la capacidad de retención contaminantes antes de llegar a la barrera. Los elementos que presentan disminución en sus concentraciones al llegar a la desembocadura en la temporada seca 2012, son los siguientes: magnesio, cobalto, litio, cobre y cinc.

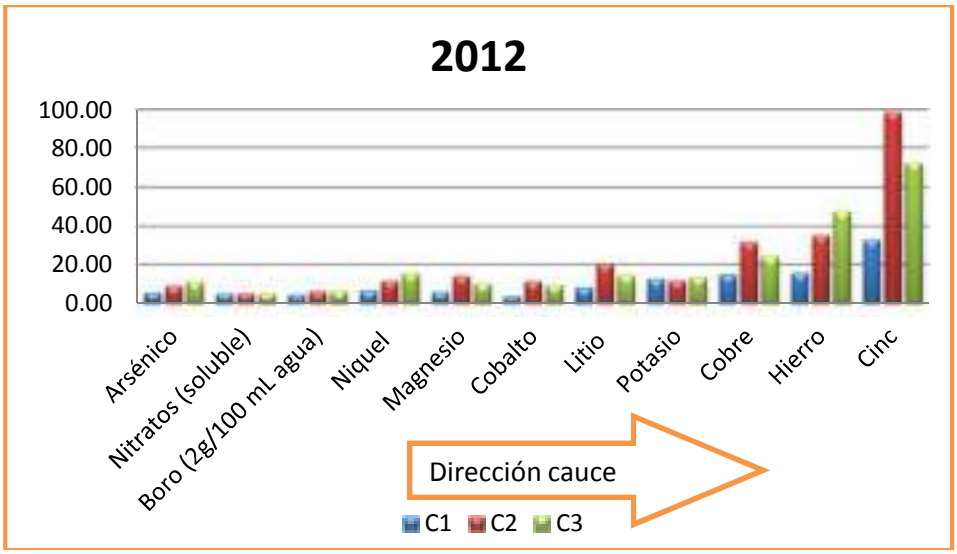
En la Figura 7 se observa la tendencia de concentración de metales en los sedimentos para los años 2011 y 2012

En el caso del arsénico, se observó que para la temporada seca del año 2012, este tiende a disminuir en el agua al acercarse a la desembocadura, acumulándose en los sedimentos, registrándose en C1 el primer punto de muestreo 5,35 mg/kg de arsénico para finalizar en la desembocadura con una concentración de 11,3 mg/kg. Lo que estaría dando cuenta del restablecimiento de la función de destoxificación que posee el humedal. La Figura 8 ejemplifica este fenómeno con el contenido en Agua y en Sedimentos.

Folio015730

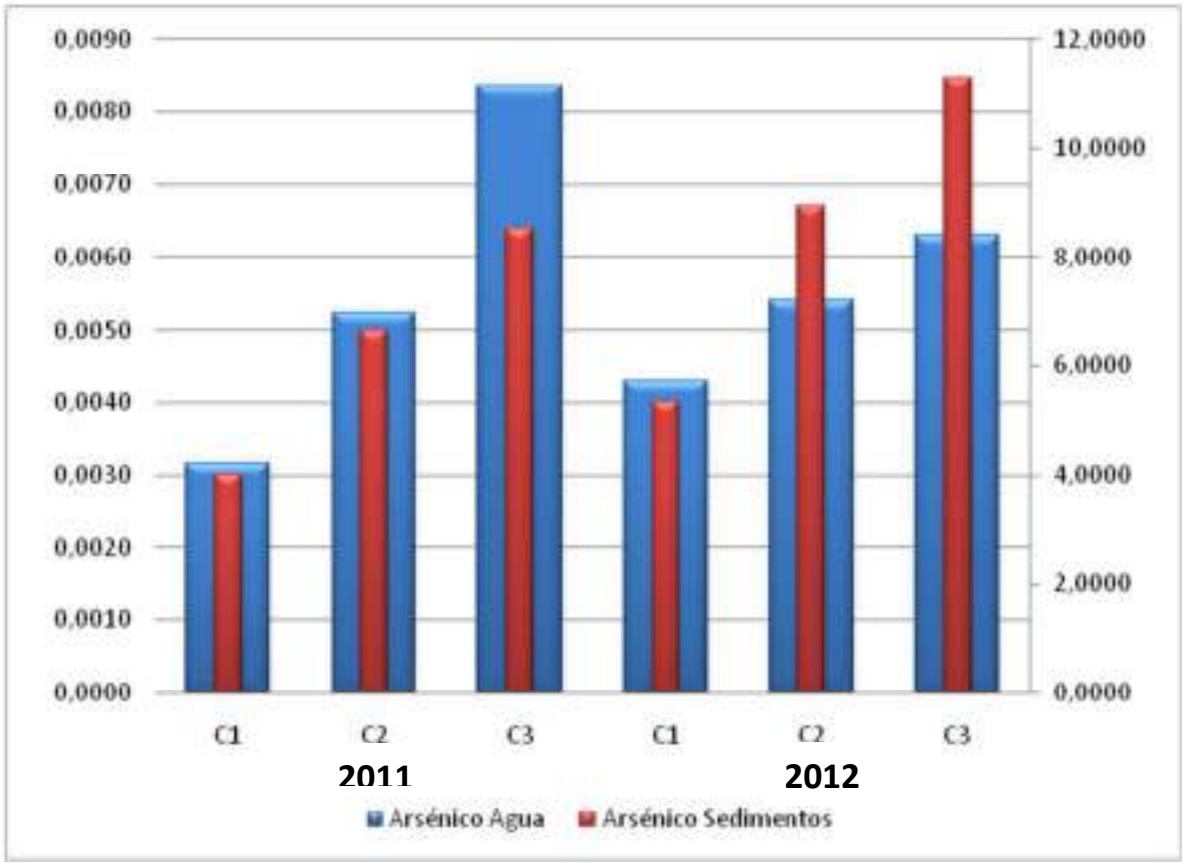
Figura 7 Dinámica de sedimentos observada en los años 2011/2012





Folio015731

Figura 8 Contenido de Arsénico en agua y sedimentos en el año 2012



Folio015732

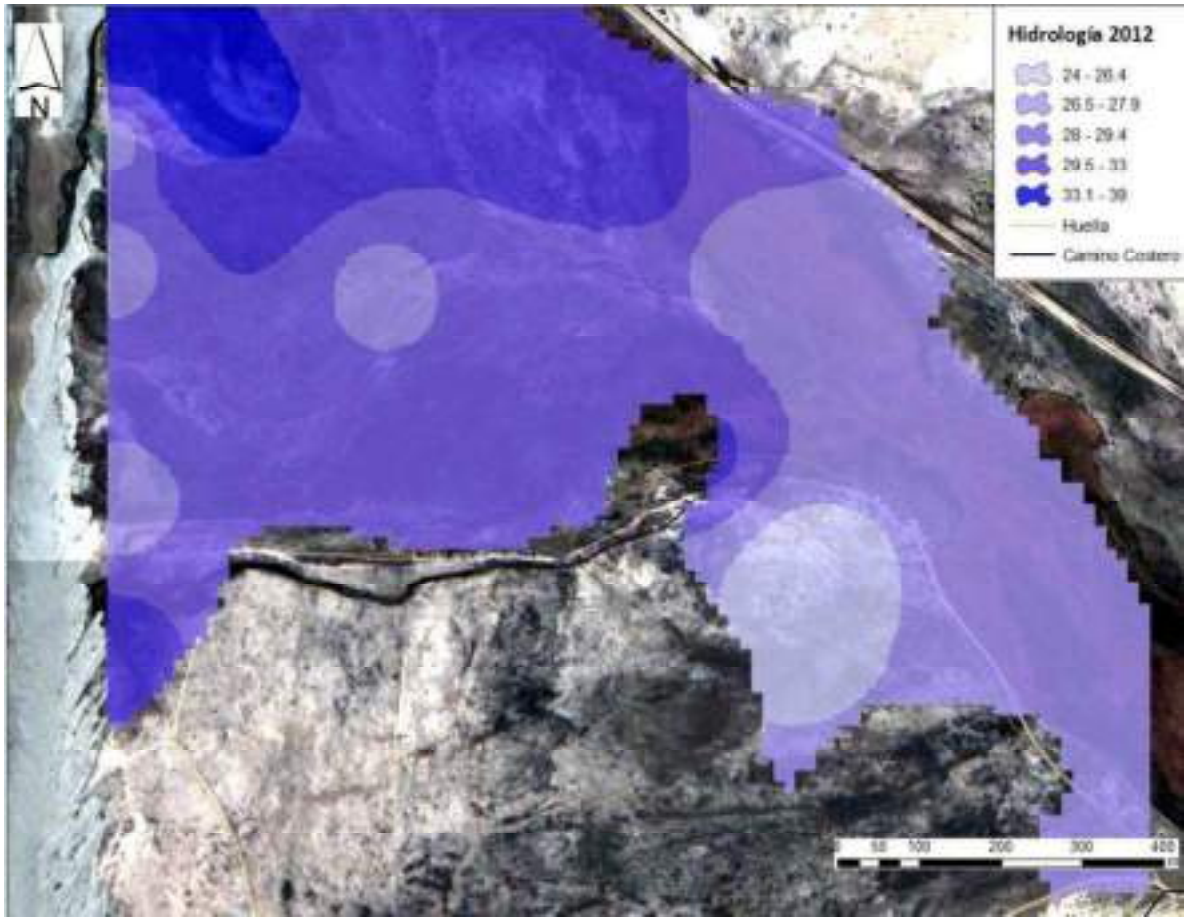
4.6.5 Distribución espacial de los valores de hidrología

Considerando que el valor máximo de puntaje que puede obtener un AE para este atributo es 48. En esta temporada el valor máximo alcanzado para hidrología fue de 39 en el sector asociado a la desembocadura, mientras que el peor valor obtenido del humedal activo (excluyendo el área en regresión), corresponde al sector sobre el Puente del Río Copiapó (21). Sin embargo el sector afectado por el fuego el año 2009 que habitualmente presentó bajos puntajes, a la fecha ha mejorado notoriamente, situación que se puede explicar por la reactivación de antiguos canales de drenaje presentes en el sector.

Al analizar cada área de evaluación para los atributos hidrológicos en la temporada seca del año 2012, se puede concluir que todos los sectores evaluados han mejorado su condición con respecto a las observaciones del año 2011.

La Figura 9, ilustra los valores de los atributos hidrológicos obtenidos en el trabajo de campo.

Figura 9 Distribución espacial de los puntajes obtenidos en hidrología año 2012



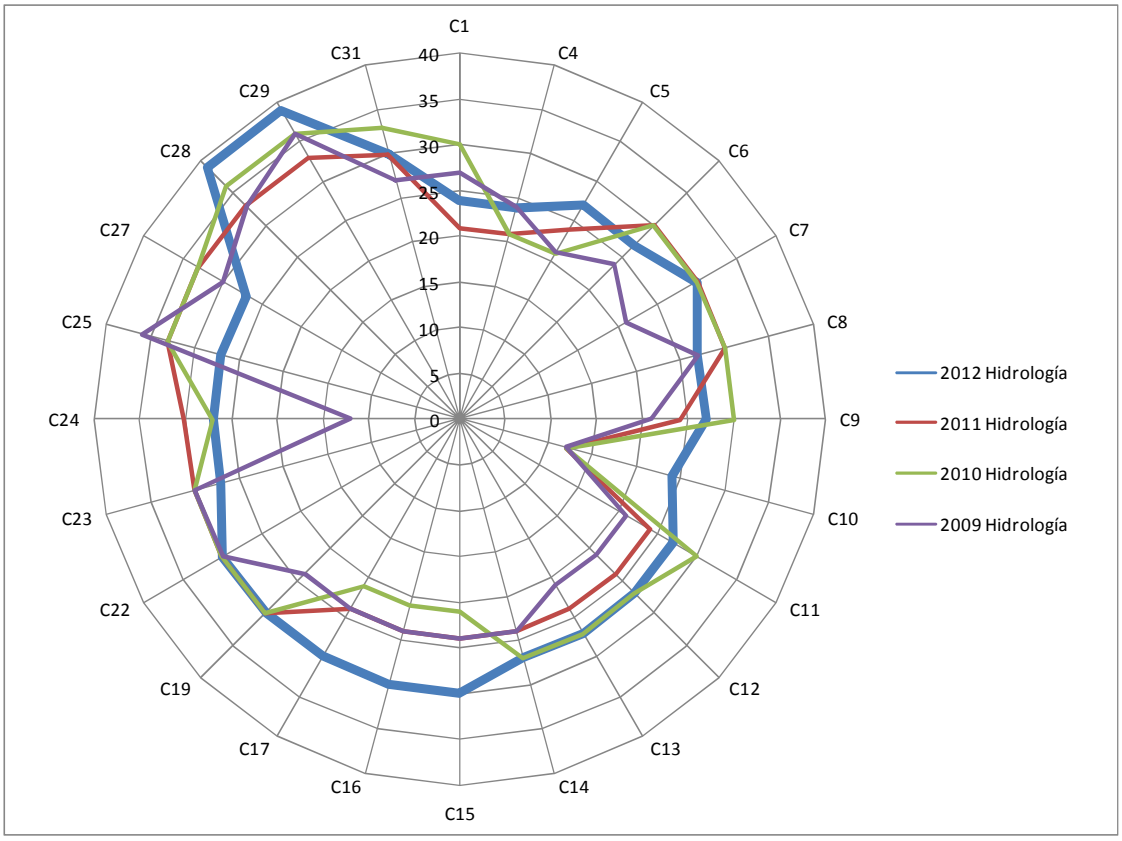
Folio015733

4.6.6 Hidrología años 2009 al 2012

Para obtener la tendencia de los puntajes de hidrología resultados del método EMA[5] a partir del año 2009 hasta el año 2012, se realizó una comparación grafica que se ilustra en la Figura 10.

En base a la comparación gráfica, se aprecia que el sistema presenta una mejor condición hidrológica respecto de años anteriores en muchas áreas evaluadas (AE 10 a 22), observándose además un cambio positivo en los sectores de la desembocadura (AE28 y 29). Sin embargo existen aún algunas áreas donde la condición es dispar, por lo que se representó su cambio respecto al año pasado mediante un algebra de imágenes, como una manera de identificar los sectores que mejoraron o empeoraron en su condición hidrológica que se muestra en la Figura 11.

Figura 10 Valores de hidrología por área de evaluación entre los años 2009-2012

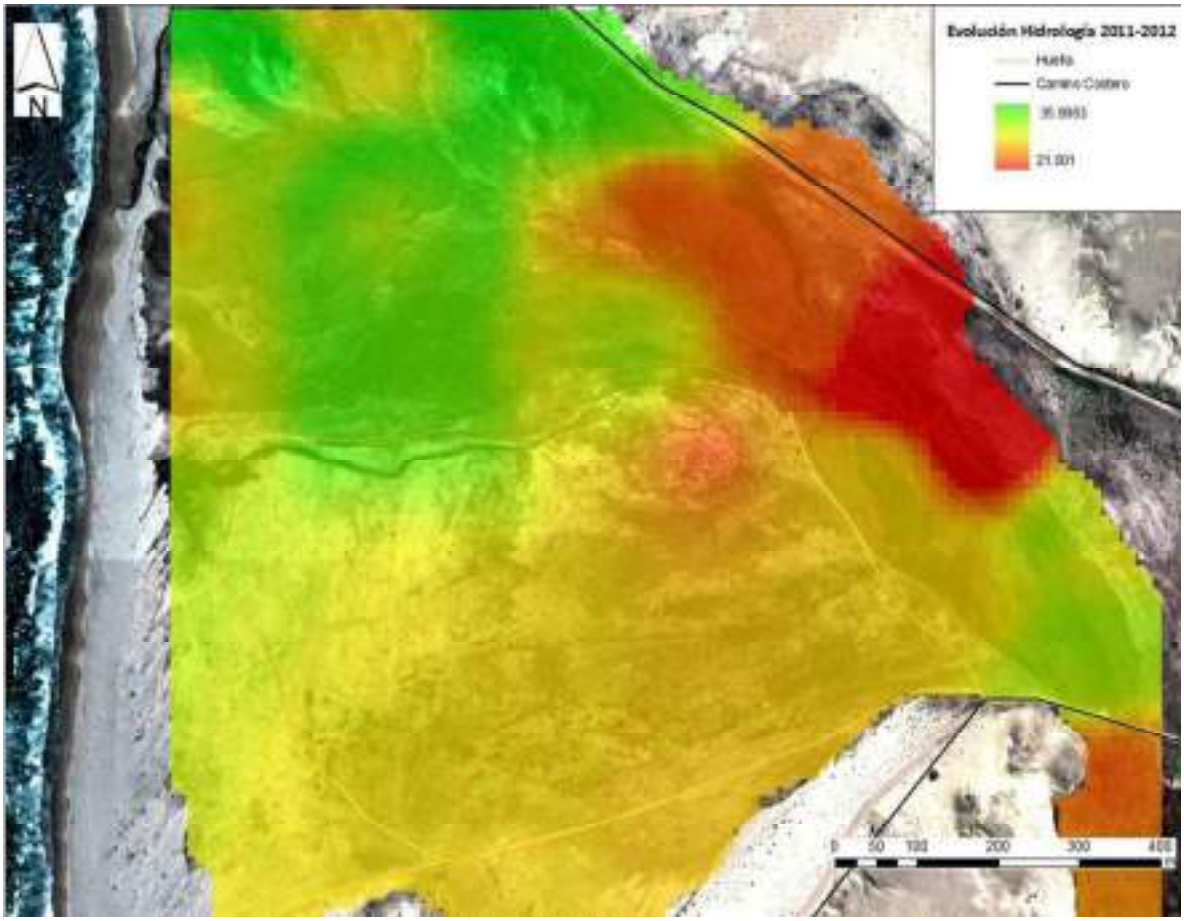


[5] SAG, 2009. Metodología EMA, Evaluación y monitoreo ambiental de humedales (Criterios Internacionales de Clasificación de Humedales en base a la Hidro-Geomorfología)

Folio015734

En base a la imagen presentada se puede concluir que principalmente en el sector noreste del humedal, en el sector activo, prácticamente todas las áreas evaluadas mejoraron su condición en hasta en 6 puntos respecto del año 2011. Mientras que el sector que aumento el deterioro de su condición se localiza cercano al camino vehicular donde se constato una disminución de los aportes y embancamiento excesivo de los canales, ver Figura 11.

Figura 11 Cambios hidrología años 2011 / 2012



Folio015735

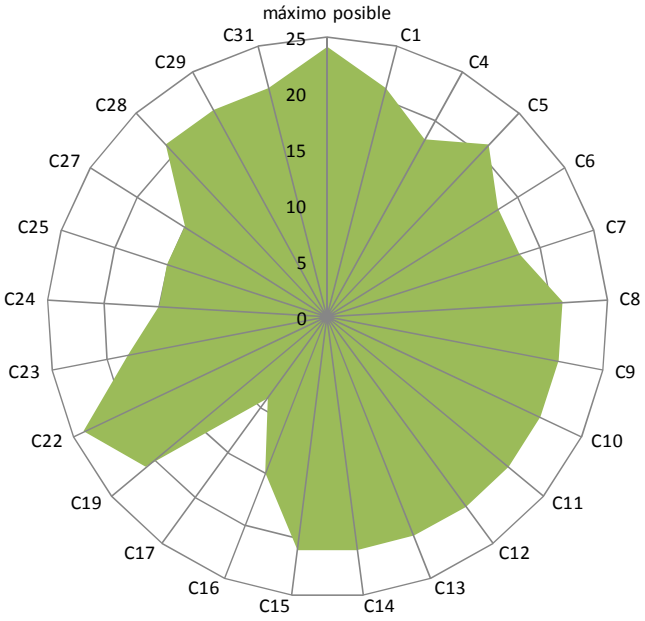
4.7 Atributos Físicos

El número de superficies físicas diferentes que puedan proporcionar hábitat para especies asociadas a este ecosistema son evaluadas en el humedal, donde se observo una variabilidad de superficies, cabe destacar que prácticamente en la totalidad del estuario del río Copiapó, las condiciones físicas mejoraron respecto al año anterior.

Los mayores puntajes obtenidos se mantienen respecto al año anterior y corresponden a las mejores condiciones de atributos físicos, estos fueron observados en el sector de la antigua desembocadura del río Copiapó, ya que constituyen un importante sustento para el desarrollo de comunidades de flora y fauna, factor dado básicamente por la complejidad topográfica que se presenta en estas AE, donde se observa la presencia de antiguos surcos y canales secundarios que fueron reactivados por el aumento de caudales en el canal y componen potenciales sitios de protección y nidificación de avifauna.

Algunas áreas como el AE19 localizada en el sector central del humedal disminuyo notoriamente en comparación al año anterior. Los puntajes más bajos se observaron en el área norte del estuario, cercano al camino vehicular (AE16 y AE17), situación que podría explicarse por el retroceso que presenta el humedal en este sector debido a las perturbaciones antropicas existentes donde las características que constituyen potenciales hábitat para especies riparianas o acuáticas y que son típicas de humedal, se observan drásticamente reducidas e intervenidas.

Figura 12 Resultados del atributo físico y área de influencia de cada AE en 2012



Folio015736

Figura 13 Indicadores físicos presentes en el humedal

Grietas; (B) Escurrimientos en los canales; (C) Acúmulo de desechos orgánicos; (D) Madrigueras



Folio015737

4.8 Atributos Bióticos

La carencia del conocimiento necesario de la biota para utilizar criterios de conservación, determina el grado de importancia que se le otorga en este estudio a la comunidad florística y de avifauna, especialmente a la identificación de las comunidades en riesgo para mantener las funciones necesarias para la conservación de ecosistemas frágiles como los sistemas de humedales.

4.8.1 Métrica de la Comunidad de Avifauna

Para el año 2012 en el humedal río Copiapó en el sector de la desembocadura, se detectaron 10 especies de aves nativas contabilizadas en dos campañas. En cuanto a la abundancia, en el transecto se registraron 43 individuos y en la observación la temporada seca y 92 individuos en la época de crecimiento tardío.

Por la diversidad y complejidad de hábitats que se encuentran en los estuarios, son múltiples las especies que usan estos ecosistemas durante todo un ciclo de vida o parte de ellos, esto determina la prioridad que se le otorga en este estudio a la comunidad de avifauna, especialmente a la identificación de las comunidades en riesgo para mantener las funciones necesarias para la conservación del ecosistema.

Cabe mencionar la importancia que tiene esta zona para las aves migratorias que frecuentemente vienen a anidar a la zona, ya que el estuario del río Copiapó constituye un importante sitio en la ruta migratoria de las aves neotropicales e interhemisféricas que migran a lo largo de la costa Chile.

Para estimar la diversidad de las especies registradas, los datos se analizaron con el índice de Shannon.

Para el sector del Estuario del río Copiapó están descritas cerca de un 19% del total de las especies registradas en Chile, de ellas dos especies se encuentran en categoría de Amenazadas (yunco y pingüino de Humboldt) y una en Peligro por SAG 2009 (Bandurria), ninguna de ellas fue registrada en este año. Además se describen cuatro especies en categoría Vulnerable (gaviotín monja, gaviota garuma, guanay y yunco), de estas solo se registró en el censo de la presente estación a la gaviota garuma. Sin registrar la presencia de ninguna especie adicional respecto de la campaña anterior.

En el campo se realizó el muestreo directo replicando las campañas pasadas, en un transecto de ancho variable (40 y 30 m.) a modo de abarcar la totalidad del área vegetacional, utilizando para ello 3 puntos de observación fijo hacia la desembocadura. Tras el cual se observó un total de 11 especies, todas nativas, no endémicas, y ninguna en categoría de conservación, pero varias de ellas consideradas beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria (B), como el trile, el canastero y la garza y otras benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (E), como

Folio015738

es el caso del pilpilén, según la Cartilla de Caza del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2009) (tabla 2).

No se logró la observación de todas las especies detectadas en la línea histórica de las campañas anteriores del humedal, como el traro, huairavo, pilpilén negro, bandurria y golondrina de mar chica. (Figura 14)

En esta temporada se avistaron un total de 135 individuos (tabla 2). A diferencia del año 2011 donde fueron avistados 350 individuos. Siendo la especie dominante en la presente observación *Calidris alba* (playero blanco).

Tabla 2 Listado de individuos censados en ambas temporadas de evaluación año 2012

Orden	Familia	Nombre Común	N. Científico	SAG[6]	Estuario
Charadriformes	Haematopodidae	Pilpilén	*Haematopus palliatus*	E	4
Charadriformes	Scolopacidae	Zarapito	*Numenius phaeopus*	B	3
Charadriformes	Scolopacidae	Playero blanco	*Calidris alba*	B	50
Procellariformes	Oceanitidae	Golondrina de mar chica	*Oceanites gracilis*	S	20
Charadriformes	Charadridae	Chorlo nevado	*Charadrius alexandrinus*	B,S	2
Passeriformes	Tyrannidae	Colegial	*Lessonia rufa*	B,E	3
Charadriformes	Laridae	Gaviota dominicana	*Larus dominicanus*	E	33
Charadriformes	Laridae	Gaviota garuma	*Larus modestus*	S	17
Ciconiformes	Ardeidae	Garza grande	*Casmerodius albus*	B	1
Passeriformes	Vireonidae	Trile	*Agelaius thilius*	B	2
			TOTAL INDIVIDUOS		**135**

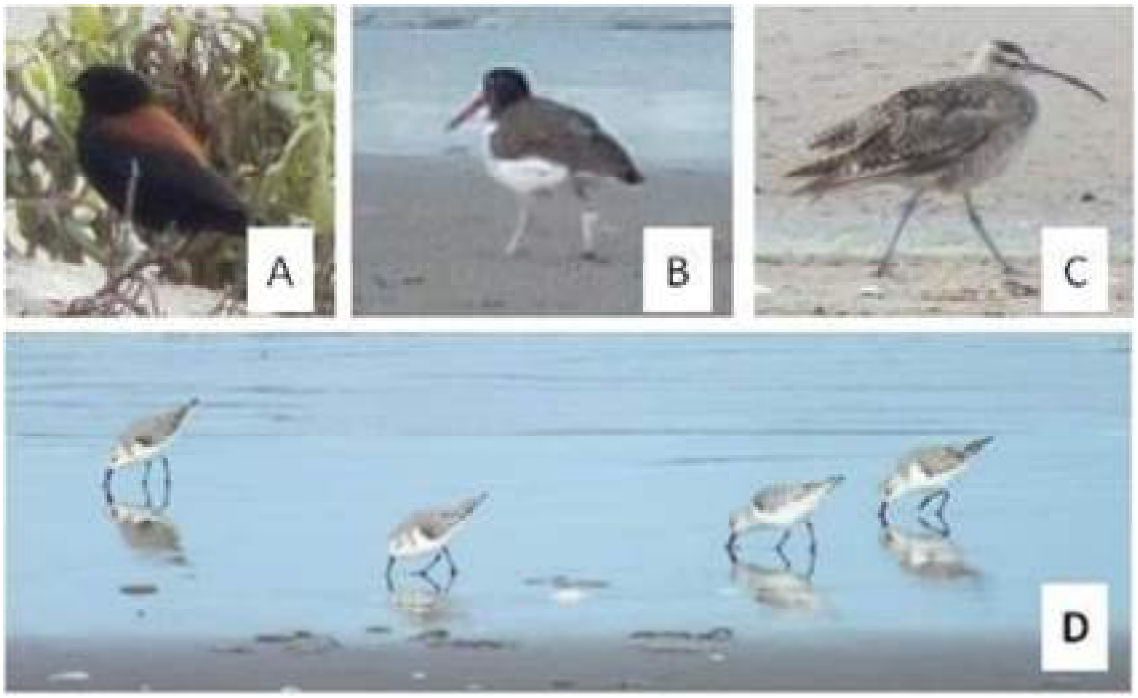
[6] B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria; S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas; E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales; P: especie en peligro de extinción; V: especie en estado de conservación vulnerable; R: especie catalogada como rara; I: especie inadecuadamente conocida; F: Especie fuera de peligro; D: Introducida y/o peligrosa para los ambientes naturales y la salud de los humanos; ND: No se encuentra en ningún listado. (SAG, 2006, Glade, 1993).

Folio015739

En cuanto a la diversidad, el índice de Shannon H' fue calculado considerando todas las especies de aves encontradas en el sector de la desembocadura para las dos épocas del año muestreadas. Los valores obtenidos en el sector del estuario se encontró una menor diversidad de especies en el año 2012 (H'=0,62), que lo censado en la misma temporada del año anterior (H'=0,71). Este índice al ser cercano a cero indica que la diversidad es muy baja y a medida que el valor aumenta va a indicar que la diversidad es mayor, lo cual podría dar cuenta de la pérdida de capacidad de albergar a aves de tipo humedal por no poseer un espejo de agua estable.

Figura 14 Avifauna observada en la temporada seca 2012

(A) Lessonia rufa - colegial;(B) Haematopus palliatus-pilpilén; (C) Numenius phaeopus- zarapito; (D) Calidris alba – playero blanco



Folio015740

4.8.2 Métrica de la Comunidad Vegetal

Con relación a las fluctuaciones en el nivel de agua observadas en el último periodo monitoreado, la dinámica observada en el humedal del río Copiapó sub tipo salino no persistente, se caracterizó por la presencia de una cubierta vegetal densa con pocas especies, generalmente con rizomas o estolones, que compiten por el espacio disponible, se destaca el desarrollo vegetal que se ha observado en el sector que fue afectado por un incendio en el año 2009 (Figura 15).

La comunidad presente en el humedal, está compuesta mayoritariamente a las especies *Phragmites australis- Sarcocornia fruticosa-Typha angustifolua- Tessaria absinthioides*.

Figura 15 Vista general subtipo humedal salino no persistente



Entorno al canal central se presentan comunidades hidrófilas que poseen especies emergentes y están constituidas por plantas palustres, que se destacan del resto de la vegetación circundante al estar dominadas por especies de gran tamaño y que presentan grandes cambios estacionales en su biomasa, tales como *Typha angustifolia* y *Phragmites australis*.

1. Submétrica capas vegetales: Las áreas de evaluación monitoreadas, presentan hasta cinco capas vegetales, lo que da cuenta de un sistema más o menos establecido sobre todo en los sectores dañados por el fuego. Sin embargo, en el área de evaluación AE17 se observa reducido número de capas, aún en la temporada de vigor vegetal.

2. Submétrica número de especies co-dominantes: El número de especies presentes en las áreas evaluadas fluctúa entre 2 y 3 especies co-dominando, lo cual es regular, limitando la formación de redes tróficas más complejas. Estructuralmente, la conformación de una extensa área del humedal presenta praderas mono-específicas, que han sido degradadas por el cambio del canal de desembocadura y el retroceso del humedal, lo que se ha manifestado como una proliferación de zonas áridas. Las áreas evaluación con menor n° de especies co-dominando es AE17 la que posee sólo una especie con una pradera mono-específica de grama salada.

Folio015741

3. Submétrica % invasión: En temporada de vigor vegetal, el % de invasión denota la presencia de algunas hierbas asociadas al uso agrícola junto a las especies vegetales ribereñas que se desarrollan en sistemas con altos niveles de eutroficación de sus aguas, pero que no dominan ninguna capa vegetal.

Dinámica de la Comunidad Vegetal

Un estuario constituye la cadena de unión de la tierra con el mar, en las áreas donde se mezcla el agua dulce proveniente del interior del valle y el agua salada del mar, condiciona de manera estrecha el tipo de vegetación presente. Al ascender por el curso del agua que en ocasiones se comporta de forma sub-superficial y la influencia del mar es menor, comienzan a aparecer los típicos elementos de vegetación palustre que se encuentra conformada mayoritariamente por las especies *Phragmites australis- Typha angustifolua-*, exceptuando la porción S-W del humedal donde el desplazamiento del canal ha ocasionado la pérdida de las condiciones típicas humedal impidiendo el desarrollo adecuado de estas especies.

Más hacia el interior en las áreas evaluadas (AE4,AE5,AE6) aparece un denso carrizal con buena presencia de heliófitos que constituye un hábitat de gran importancia para la fauna ornítica del lugar. Los fondos someros y poco profundos poseen una vegetación acuática especializada, de interés para la alimentación de las aves acuáticas (Figura 16).

Figura 16 Vista general sector central del humedal desembocadura río Copiapó



Folio015742

El humedal del río Copiapó es un ecosistema abierto y el retroceso de las áreas productoras de materia orgánica en el ambiente estuario, disminuye la productividad del sistema y limita directamente el potencial productivo de especies de importancia. La disminución de la escorrentía de agua dulce que llega al humedal desde el interior del valle, incrementa la salinidad reduciendo el aporte de nutrientes y sedimentos al humedal modificando la comunidad vegetal presente, disminuyendo en cobertura y riqueza, observándose extensas praderas de herbáceas halófitas, incluso algunos sectores carentes de vegetación comienzan a ser colonizados por especies típicas de suelos salinos y poca humedad, tales como *Prosopis strombulifera* que crece normalmente en suelos que están carentes de otro tipo de vegetación, donde permanece un residuo de costras salinas ($SO4^{--}$) en la superficie. Fenómeno que se observa actualmente en el sector dominado por el AE24 (Figura 17).



Figura 17 Semilla de Prosopis strombulifera

La banda de vegetación palustre más alejada del agua, está formada por una extensión de *Juncus acutus* y *Distichlis spicata*. Especies vegetales que habitan en zonas costeras adaptadas a los medios salinos, estas especies presentan modificaciones ecológicas y fisiológicas muy particulares, ya que poseen una elevada presión osmótica, de tres a siete veces superior a las plantas mesófitas (Figura 18).

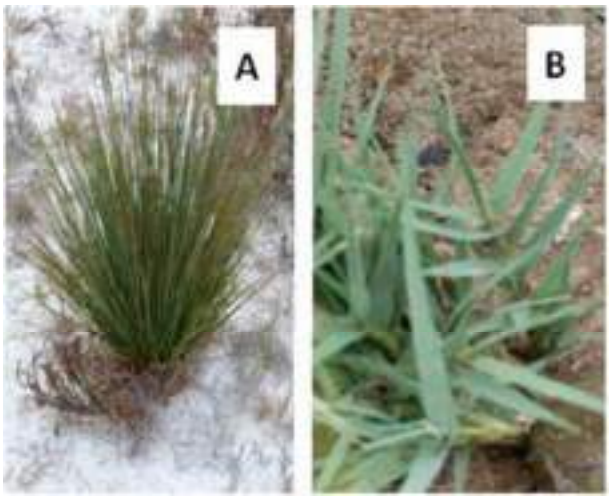


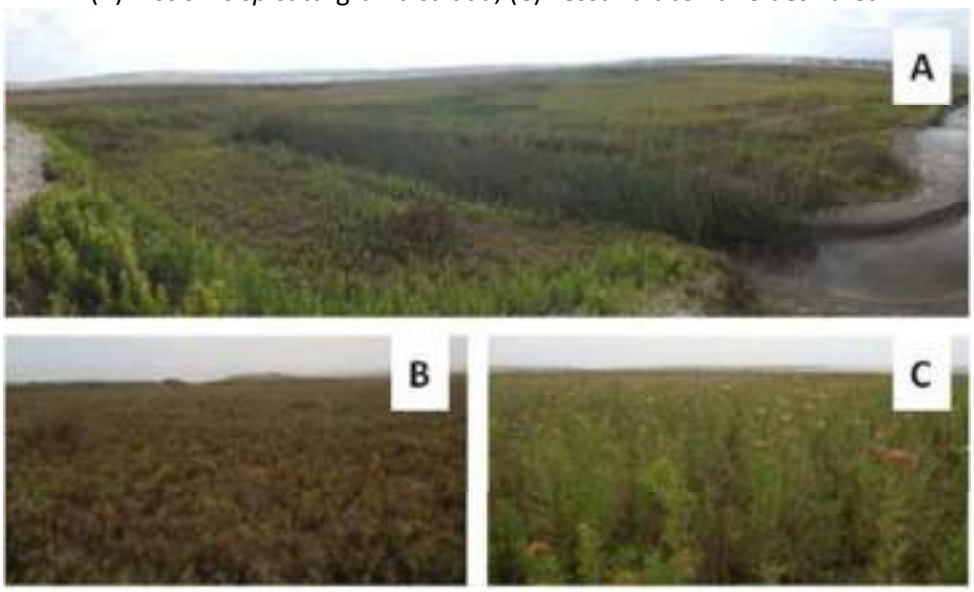
Figura 18 (A) Juncus acutus; (B) Distichlis spicata

Folio015743

En el sector de la desembocadura un pequeño escurrimiento salobre crea condiciones de salinidad, que tiene su reflejo en la flora, observándose especies de carácter halófilo, y cuyo desarrollo máximo se da en la estación de vigor vegetacional, observándose en el AE25, AE27 respectivamente una extensa pradera mono-específica de *Distichlis spicata* y *Tessaria absinthioides* (Figura 19).

Figura 19 (A) Vista general de la desembocadura del río Copiapó

(B) *Distichlis spicata*-grama salada; (C) *Tessaria absinthioides*- brea



a) Estructura Biótica Horizontal

Para el año 2012, la estructura biótica horizontal y zonación del humedal del río Copiapó presenta una comunidad vegetal que posee áreas de evaluación con mediana intercepción de capas vegetales y una marcada heterogeneidad espacial en general (Figura 20).

En la temporada de crecimiento tardío, las áreas evaluadas que limitan con el camino vehicular (AE 11 hasta el AE 17) se insertan en un sector afectado por un incendio en el año 2009, que ha evolucionado a un estado con claras divisorias de zonas, una que está más cercana al sector de mayor humedal y otra que comienza a conformase en un área de gruesas capas de sal, donde intercepción de capas vegetales es reducida.

Mientras que en las áreas evaluadas cercanas a la zona litoral (AE22 a AE27), se evidencia el efecto del ingreso de marejadas que contienen nula intercepción horizontal, presentándose en algunos casos praderas mono-específicas de grama salada.

Folio015744

Figura 20 Vista Parcial Estructura biótica horizontal observada en el humedal del río Copiapó



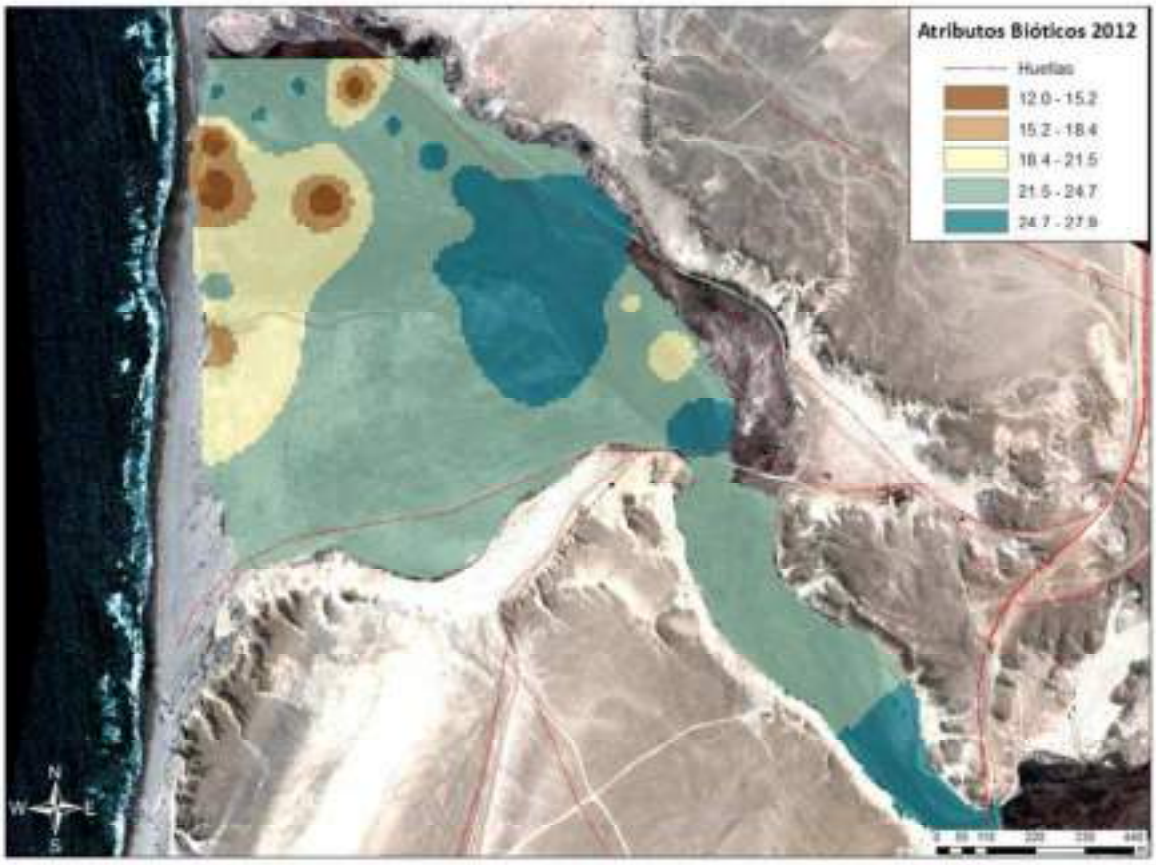
b) Estructura biótica vertical

La estructura biótica vertical se relaciona principalmente con la capacidad de prestar servicios de corredor biológico de las AE, en este caso las áreas evaluadas cercanas a la costa (AE 22 y AE27), son las peor evaluadas, presentando solo una cobertura vertical. Estas carecen de un dosel bien constituido, por lo tanto la sobreposición es muy baja, ya que la mayoría de la vegetación se encuentra dispersa por efectos de las marejadas.

Cabe destacar que las áreas circundantes al camino vehicular han mejorado notoriamente la estructura en comparación a otros años evaluados al aumentar la densidad vegetacional (Figura 21).

Folio015745

Figura 21 Distribución espacial de los atributos bióticos en el humedal año 2012



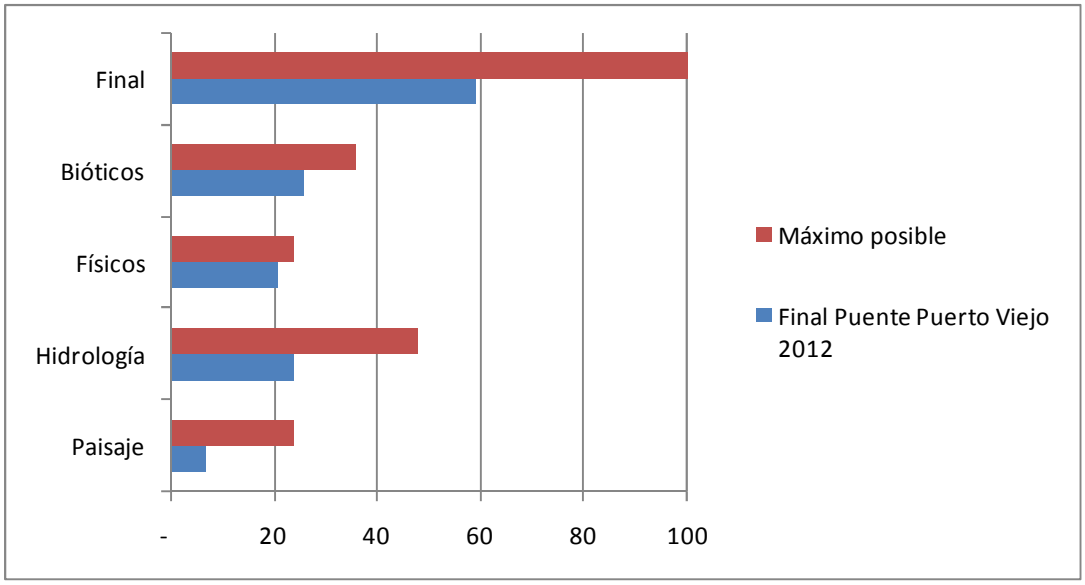
Folio015746

5 ESTADO DE SALUD: Humedal Desembocadura Río Copiapó 2012

5.1 Puente Puerto Viejo- Estuario No Salino Persistente

Este Sector presenta un puntaje de Salud Tipo C (59%), en general se observa una condición más alta que la evaluada el año 2011, su principal limitante son los atributos hidrológicos y de paisaje, éste último está dado debido a la lenta recuperación de la zona buffer y la baja riqueza de especies vegetales tras el incendio que afecto el sector el año 2009. Si bien existe un número adecuado de capas presentes, las especies dominantes del sector son muy reducidas.

Figura 22 Gráfica de puntajes por atributos y final del sector Puente Puerto Viejo



Folio015747

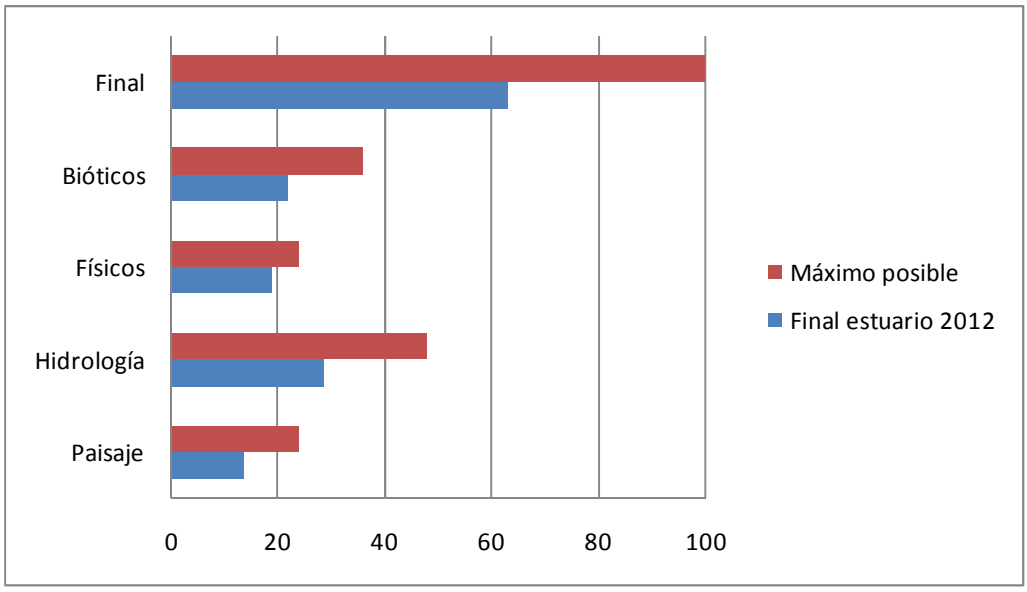
5.2 Desembocadura del Río Copiapó- Estuario Estacional

El estuario estacional presenta un estado de salud tipo C (63%), obteniéndose el mismo valor de salud que la evaluación del año 2011. Sin embargo, parcialmente los resultados presentaron diferencias en cuanto a la evaluación, ya que los puntajes de algunos atributos mostraron una leve mejoría para este año.

Una ligera disminución del estado de salud del estuario respecto al año anterior, se observó en los atributos de paisaje y bióticos debido básicamente al efecto que causaron las marejadas en marzo de 2011, situación que a la fecha de esta evaluación aún no se restablece totalmente.

Adicionalmente, se observó una expansión de los canales activos, dando cuenta de una mayor disponibilidad de agua en algunos sectores específicos.

Figura 23 Magnitud del puntaje final de la desembocadura del río Copiapó



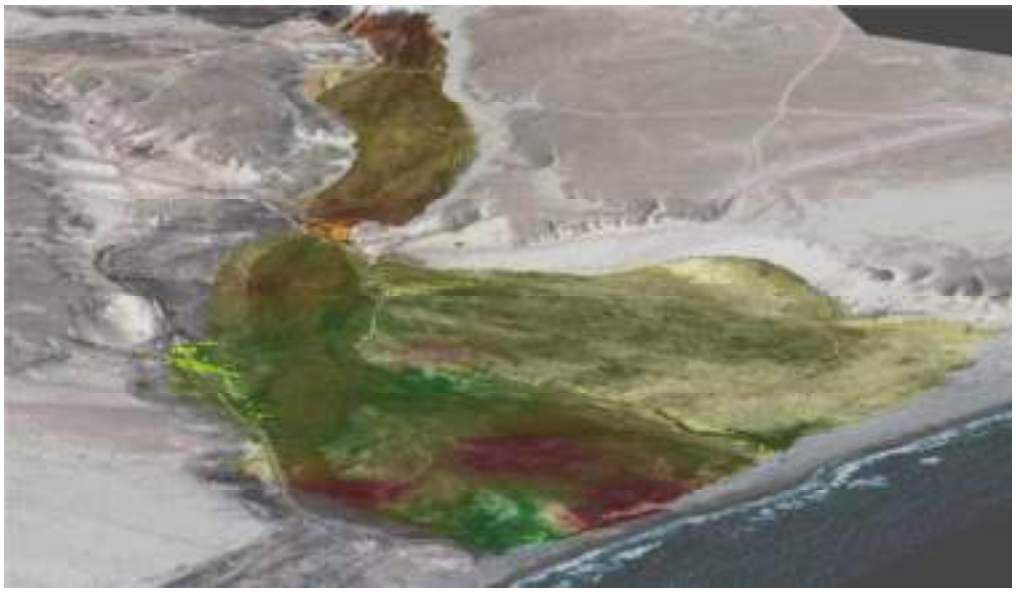
Folio015748

Secundariamente, se extrapolaron los puntajes obtenidos a un 92% del polígono del humedal, con un error de un 0.08 % en los resultados, lo que permite visualizar la tendencia que presenta del humedal.

El estado de salud del humedal el año 2012, en general posee una condición Regular (C), pero con superficies importantes en mal estado (D), ver Figura 24.

Se ha determinado que el área central posee una condición del tipo D, con un porcentaje similar al año anterior se encuentra en franco proceso de regresión, observándose un aumento del efecto negativo en la zona norte del humedal, cercano a la barrera. Mientras que la mejor condición para el año 2012, se ha estableciendo en la zona NE y en la desembocadura con un puntaje tipo B.

Figura 24 Distribución de la condición de salud año 2012

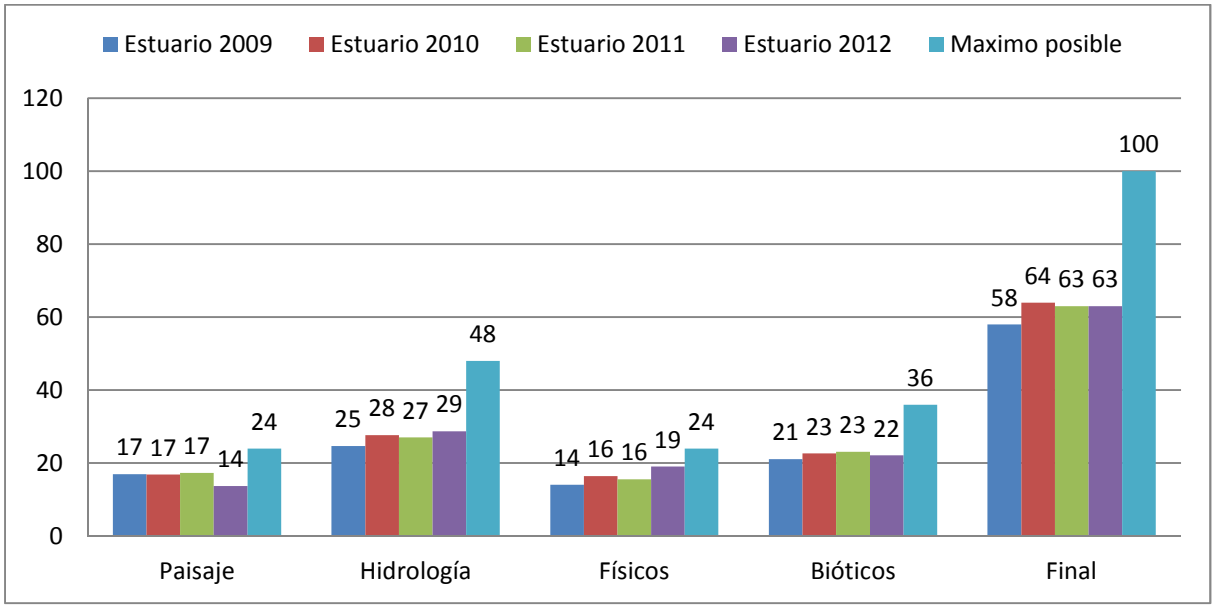


Folio015749

6 DINAMICA DE SALUD HUMEDAL AÑOS 2009 AL 2012

Con objeto de evaluar los principales cambios observados entre los años 2009, 2010, 2011 y 2012 se compararon los resultados de las campañas anuales con el puntaje máximo que podría obtenerse en el estuario del río Copiapó. En la Figura 25 se observa una estabilización del ecosistema con respecto del año anterior, los atributos de paisaje, físicos y bióticos se mantuvieron prácticamente iguales y una leve diferencia estuvo dada en los atributos hidrológicos.

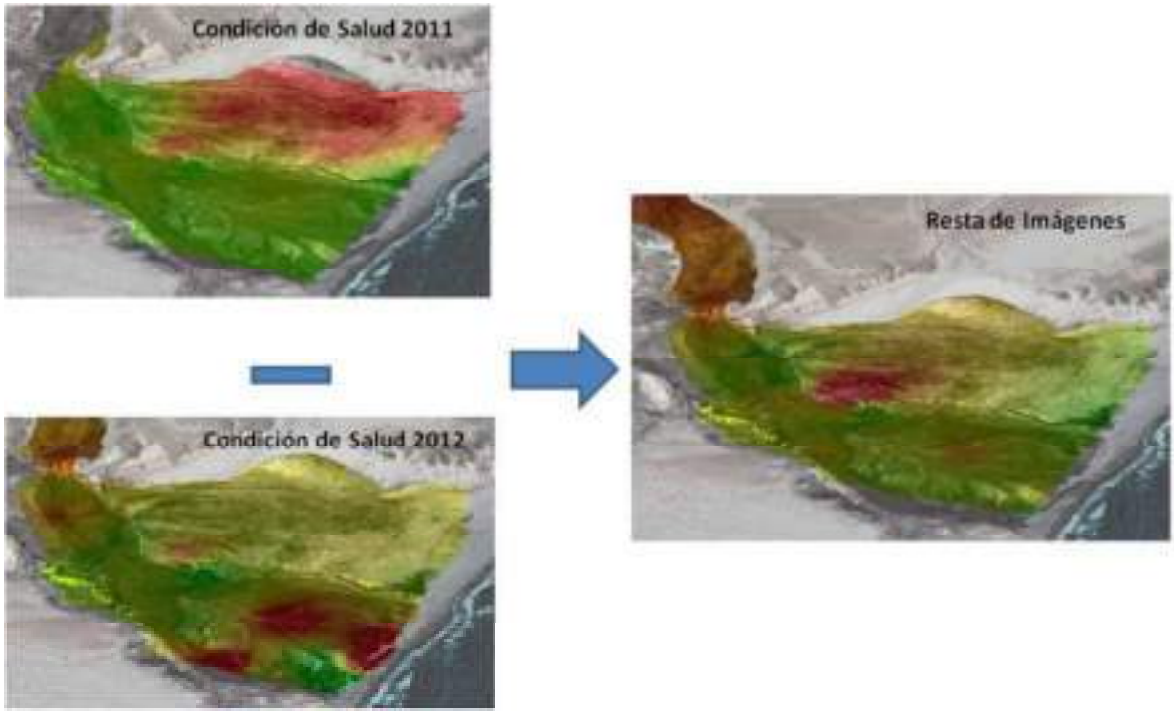
Figura 25 Gráfica de evolución de los atributos entre los años 2009 y 2012



Folio015750

Con objeto de conocer la distribución y que sectores fueron sujetos de mejoras en su condición y cuales empeoraron respecto de la condición anterior, se procedió a realizar una diferencia de imágenes en el estado de salud del año 2012, con el estado de salud del año 2011. Ver Figura 26.

Figura 26 Resta de imágenes, años 2011-2012



De la resultante de la diferencia de imágenes de los dos años de monitoreo, es posible afirmar lo siguiente:

- El sector que posee una mayor recuperación fue la zona NW, principalmente dada por la expansión del canal de inundación.

- El sector en regresión reveló un aumento del deterioro respecto del año anterior, donde prácticamente han desaparecido las características de humedal. Esto debido a que en casi todos los atributos evaluados, la pérdida de este hábitat es evidente. Se observan reducidas capas vegetales y reducidas especies co-dominantes, junto a la colonización de especies que requieren menor humedad por sobre los diferentes biotopos acuáticos.

Folio015751

Sobre la base de la evaluación realizada durante el año 2011 y 2012, se puede concluir que el estado de salud general del ecosistema se mantuvo estable, sin embargo en el sector sur continúa el proceso de intrusión salina y regresión de las formaciones vegetales características de humedal, implicando una reducción del tamaño del humedal activo.

Folio015752

7 Anexos

7.1 Anexo 1: Metodología de Seguimiento de la Condición de Salud del Humedal

El estudio se realiza con el seguimiento de la salud del humedal en las áreas de evaluación (AE) ya definidas y valoradas en el transcurso del año 2009. El seguimiento realizado a escala sitio específica, implementa el monitoreo de los atributos espaciales; hidrológicos y bióticos; contemplando además para esta temporada la aproximación del riesgo ecológico del humedal.

Los puntajes obtenidos en cada atributo, son sometidos a un algoritmo matemático basado en teoría de perturbaciones, obteniendo un puntaje para cada área de evaluación, obteniendo un estado de salud basado en métricas indicativas y representativas del sistema.
A continuación, se describe de manera general los atributos y métricas que serán levantados en la evaluación de la temporada seca 2010, más información se puede encontrar en el Manual de Evaluación y Monitoreo Ambiental de Humedales, 2009 (EMA)[7].

a. Atributos Espaciales

Los atributos del buffer y paisaje guardan relación con la conectividad y la condición del buffer, estableciéndolo como el área de influencia en la cual está el área de evaluación, evidenciando de esta forma los impactos directos de las actividades humanas.

b. Atributo Hidrología:

La hidrología incluye la fuente, cantidad y movimiento de las aguas, sumado al flujo de transporte de sedimento. Siendo la hidrología uno de los determinantes directos más importantes de la función del humedal (Mitsh y Gossenlink 1993)8. La hidrología de un humedal afecta directamente muchos procesos físicos, incluido el ciclo de nutrientes, quelación en el sedimento y la filtración de contaminantes (Richard et al 20029 y Sanderson et al 200010).

La hidrología es uno de los factores claves de los ecosistemas del tipo humedal, la vegetación característica de estos ecosistemas, da cuenta de la disponibilidad de fuentes de agua, la emergencia de especies tolerantes a la salinidad es una respuesta de estos sistemas a la intrusión salina y el aumento del área de usos de estas especies en el humedal.

c. Régimen Hídrico (Hidroperiodo)

El régimen hídrico es la frecuencia característica y la duración del periodo de inundación o saturación del río dentro de un año típico, en el caso de los ecosistemas fluviales se encuentran regidos por la tasa de ciclos estacionales de lluvia y escorrentía.

[7] Fundación Chile, Programa de Medio Ambiente, 2009. Sistema Avanzado e Integral de Evaluación y Monitoreo de la Condición Ambiental de Humedales. Manual de Evaluación y Monitoreo Ambientales de Humedales (EMA).
[8] Mitch, W.J. and J.G. Gosselink. 1993. Wetlands. New York, Van Nostrand Reinhold.
[9] Richards, K., J. Brasington, and F. Hughes. 2002. Geomorphic dynamics of floodplains: ecological implications and a potential modeling strategy. Freshwater Biology 47(4):559- 579.
[10] Sanderson, E.W., S.L. Ustin, and T.C. Foin. 2000. The influence of tidal channels on the distribution of salt marsh plant species in Petaluma Marsh, CA, USA. Plant Ecology 146:29-41.

Folio015753

En el transcurso del año 2009 y 2010, se realizó la medición de caudales en la primera semana de cada mes, a partir de mayo de 2009 hasta la fecha, en dos sectores con secciones conocidas, el primero corresponde al sector del río Copiapó, en los ductos de paso de agua donde se construyo una sección conocida la cual se limpia y estabiliza cada vez que se realiza la medición y el segundo corresponde al canal de apertura de la barrera en el sector de la desembocadura, donde se estabiliza la sección en cada medición.

Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \cdot S$$

En la que:

- Q es el caudal (m^3/s)
- V es la velocidad (m/s)
- S es la sección del río (m^2), (profundidad media x ancho de la sección)

La velocidad se midió in situ, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Globalwater, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/s).

d. Fuente de Agua

Las fuentes de agua afectan directamente los procesos físicos, calidad, duración y frecuencia de condiciones saturadas o acumuladas dentro del área de evaluación. Esta métrica se centra en las fuentes de agua dulce que se manifiestan durante la estación seca.

e. Conectividad hidrológica

La conectividad hidrológica, describe la capacidad del agua de salir en forma abundante fuera del humedal o de inundar sus zonas adyacentes, determinando el grado al cual la conectividad hidrológica es restringida por características artificiales.

f. Métricas Físico-Químicas y Microbiológicas

En la evaluación de la temporada seca se colectaron 3 muestras de agua y 3 de sedimento para su posterior análisis en laboratorio certificado, con objeto de comparar con los valores del puntaje final del sistema y poder establecer el grado de correlación existente entre el estado de salud del humedal y las variables evaluadas.
Estos valores se compararon con los parámetros establecidos en la normativa de calidad secundaria de las aguas por cuencas en el caso de los ríos y con los valores de calidad de las aguas según clase de CONAMA 2005[11].

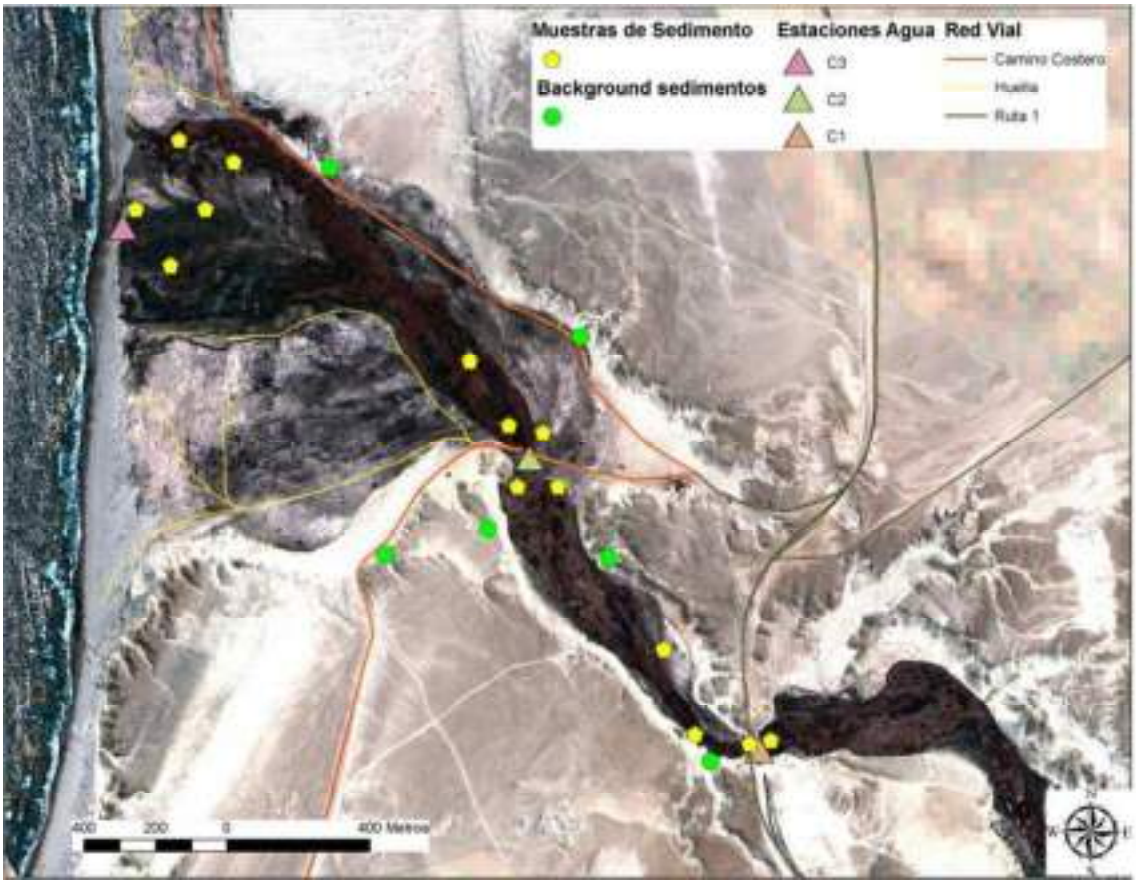
[11] CONAMA 2005. Guía CONAMA Para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales y Marinas..

Folio015754

Además, se obtuvieron parámetros *in situ* en cada estación de parámetros tales como: pH; Oxígeno Disuelto; Conductividad; Temperatura; Salinidad; Potencial de Oxido-Reducción; Nitrito; Nitratos; Amonio; obtenidos con equipo multiparámetro de ión selectivo y transparencia de SECCHI.

Las muestras y parámetros in situ, serán obtenidas en las mismas estaciones de muestreo determinadas a partir del mapa de riesgo del territorio a nivel de microcuenca y las estaciones establecidas para el año 2009 se observan en la Figura 27.

Figura 27 Puntos de toma de muestras de agua y sedimento



Folio015755

Atributos Bióticos

g. Censos de Avifauna

La determinación taxonómica de los animales y la confección del catastro se realizó mediante consulta a la siguiente bibliografía:

- Para Aves: Araya, B. & G. Millie. (1991) y Jaramillo *et al*. (2003).
- Tanto para las especies directamente observadas como aquellas potenciales derivadas de evidencias indirectas, se identificó su grado de amenaza, endemismo e importancia relativa de acuerdo con la Ley de Caza N° 19.473 descrito por la Cartilla de Caza del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2009) y el "Libro Rojo de los Vertebrados de Chile" (Glade 1993), (ver anexo I).

En zonas representativas del los dos subtipos de estuarios detectados, se realizó el censo efectuando las siguientes actividades:

- Identificación de los taxa colectados o avistados.
- Determinación de la ubicación de los taxa en cada subtipo de humedal.
- Determinación del estado de conservación de las especies registradas.
- Determinación de la distribución de los taxa (nativo-exótico, endémico-no endémico).
- Determinación de la diversidad biológica de los sitios de muestreo.
- Determinación de la abundancia de los taxa en cada uno de los sitios de muestreo.

El muestreo directo de aves se realizó a través de transectos de ancho y largo variable, puntos de observación o escucha, con dos observadores (Figura 28).

Las observaciones se realizaron temprano por la mañana, y en la tarde utilizando binoculares, Range Finder, GPS y la libreta de anotaciones.

Para la identificación por canto, se utilizaron las claves de Egli (2002). Además se identificaron los registros indirectos como heces, huellas y nidos.

h. Índices Ecológicos

La diversidad de las especies registradas, se estimará con los índices de Shannon y Sorensen, según la potencia de los muestreos.

El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989) mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad de la que se conoce el número total de especies S. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y H' será máxima cuando todas las especies S estén presentes:

Folio015756

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:
H´: diversidad específica
P= ni/N
ni: número de individuos de cada especie.
N: número total de indivíduos.

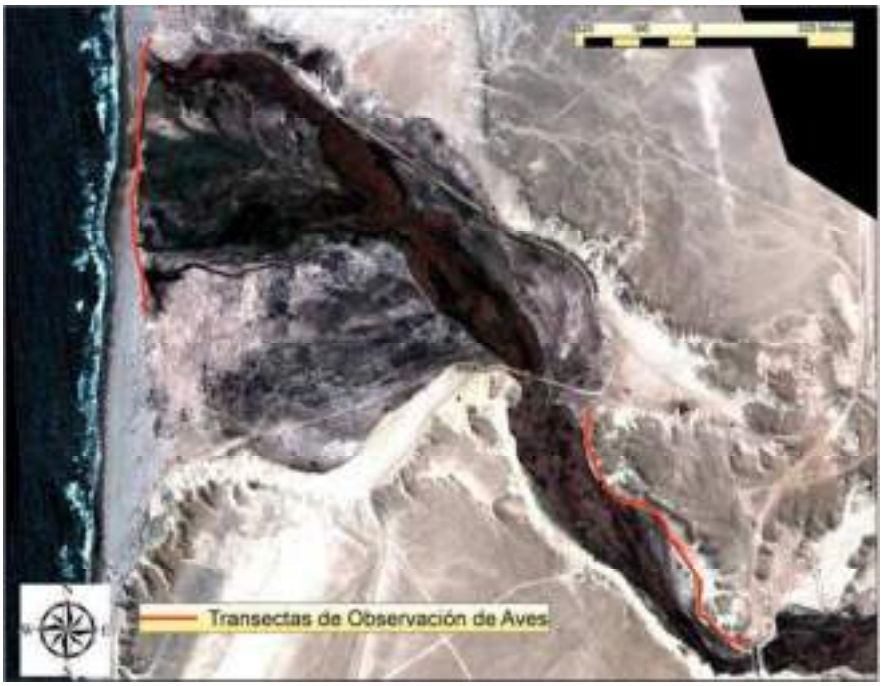
El Índice de Sorensen (1948) es utilizado para datos cualitativos de presencia/ausencia. Está, diseñado para ser igual a 1 en casos de similaridad completa e igual a 0 en comunidades sin especies en común (Moreno, 2001).

$$\text{Índice de Sorensen} = \frac{2C}{A+B} 100$$

Donde:

A = Número de especies de una de las muestras.
B= Número de especies de la otra muestra.
C= Número de especies comunes a ambas muestras.

Figura 28 Transectas de censos de Avifauna



Folio015757

7.2 Anexo 2: Clasificación Categorías de Conservación

Tanto para las especies directamente observadas como aquellas potenciales derivadas de evidencias indirectas, se identificó su grado de amenaza, endemismo e importancia relativa de acuerdo con la Ley de Caza N° 19.473 descrito por la Cartilla de Caza del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2009) y el "Libro Rojo de los Vertebrados de Chile" (Glade 1993).

La clasificación se detalla a continuación:

- EN PELIGRO (P): Taxa en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando. Se incluyen taxa cuyas poblaciones han sido reducidas a un nivel crítico o cuyo hábitat ha sido reducido tan drásticamente que se considera que están en inmediato peligro de extinción. También se incluye taxa que posiblemente ya están extinguidos, pero que han sido vistos en estado silvestre dentro de los últimos 50 años.

- VULNERABLE (V): Estado de conservación donde se supone que la especie pasará en el futuro cercano a la categoría EN PELIGRO si los factores causales de la amenaza continúan operando. Especie que tiene un 10% de probabilidad de extinción dentro de los próximos 100 años. Se incluyen taxa de los cuales la mayor parte o todas las poblaciones están disminuyendo debido a la sobreexplotación, destrucción amplia del hábitat u otras alteraciones ambientales; taxa con poblaciones que han sido seriamente agotadas y cuya protección definitiva no está aún asegurada y taxa con poblaciones que son aún abundantes, pero que están bajo amenaza por acción de factores adversos severos a través de su área de distribución.

- RARAS (R): Especie cuya población mundial es pequeña, que no se encuentra actualmente EN PELIGRO, ni es VULNERABLE, pero que está sujeta a cierto riesgo. Estos taxa se localizan normalmente en ámbitos geográficos o hábitat restringidos o tienen una bajísima densidad a través de una distribución más o menos amplia.

- INADECUADAMENTE CONOCIDAS (I): Especie que se supone pertenece a alguna de las categorías anteriores, pero no se tiene certeza, debido a la falta de información.

- FUERA DE PELIGRO (F): Taxa que antes estuvo incluido en una de las categorías anteriores, pero en la actualidad se considera relativamente segura debido a la adopción de medidas efectivas de conservación o a la amenaza que existía ha sido eliminada.

- DAÑINA (D): Especie de fauna silvestre considerada perjudicial o dañina para las actividades silvoagropecuarias y para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales, que podrán ser cazadas o capturadas en cualquier época de año (SAG, 2006).

- ENDÉMICA (EN): Taxa que están restringidas a un área relativamente pequeña o a un biótopo poco frecuente o raro. Propias de una región particular o zona (Cepeda, 1993).

Folio015758

- NATIVA (NA): Taxa que naturalmente (sin intervención humana) pertenece a un ecosistema. Se considera propia de un lugar y vive en estado silvestre (Ceded, 1993). Se considera nativa a todas las especies de fauna de cualquier especie animal, que viva en estado natural, libre o independiente del hombre, en un medio terrestre o acuático, sin importar cual sea su estado de desarrollo, exceptuados los animales domésticos y los domesticados, mientras conserven éstos últimos la costumbre de volver al amparo o dependencia del hombre (SAG 2006).

- INTRODUCIDA o EXÓTICA (IN): Taxa que no se considera propia de un determinado lugar y que viven en estado silvestre, independientes del dominio del hombre, las cuales no han evolucionado en los ecosistemas en que se encuentran.

- NO DEFINIDA (ND): En el caso de que en algunas de las especies encontradas no aparezca descrita su categoría de estado de conservación (Glade, 1993; SAG 2009)

- B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

- S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

- E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

7.3 Anexo 3: Informe Análisis de Agua

INFORME DE ANALISIS

FORM.12-02-1

Solicitado por:	FUNDACIÓN CHILE, MEDIO AMBIENTE	**LAQ No**	10431
Dirección:	PARQUE ANTONIO RABAT SUR # 6165	**Fecha recepción**	14-12-2012
RUT:	70.300.000-2	**Fecha entrega**	18-01-2013
Ciudad:	SANTIAGO	**Mail**	cgonzalezi@fundacionchile.cl
At.	Sr. JUAN PABLO RUBILAR	**Lab.subcontratado:**	no

Descripción de la muestra: Aguas con fecha de muestreo 13/12/2012

Muestra			C1	C2	C3	
Parámetros	Unidades	Método				
Aluminio	mg/L	E.A.A	<0,30	<0,30	<0,30	
Amonio (NH_4^+)	mg/L	Cl	<0,080	<0,080	0.089	
Arsénico	mg/L	MHS	0.0025	0.0036	0.0036	
Bario	mg/L	E.A.A	<0,20	<0,20	<0,20	
Berilio	mg/L	E.A.A	<0,010	<0,010	<0,010	
Boro	mg/L	E.A.M.	0.49	0.48	0.49	
Cadmio	mg/L	E.A.A	<0,010	<0,010	<0,010	
Calcio	mg/L	E.A.A	492	487	493	
Cianuro	mg/L	E.A.M.	<0,040	<0,040	<0,040	
Cinc	mg/L	E.A.A	0.02	0.02	0.02	
Cloruros	mg/L	C. Iónica	1421	1413	1333	
Cobalto	mg/L	E.A.A	<0,030	<0,030	<0,030	
Cobre	mg/L	E.A.A	0.021	0.022	0.026	
Conductividad (a 20 ℃)	uS/cm	Conductiv.	8000	7970	7970	
Cromo	mg /L	E.A.A	<0,030	<0,030	<0,030	
Fluoruro	mg/L	E.I.S.	0.28	0.26	0.28	
Hierro	mg/L	E.A.A	<0,010	0.029	0.069	
Litio	mg/L	E.A.A	0.33	0.33	0.30	
Magnesio	mg/L	E.A.A	214	208	215	
Manganeso	mg/L	E.A.A	0.012	0.008	0.056	
Mercurio	mg/L	Vapor frío	<0,0005	<0,0005	<0,0005	
Molibdeno	mg/L	H. Gráfito	<0,010	<0,010	<0,010	
Niquel	mg/L	E.A.A	<0,040	<0,040	<0,040	
Nitratos	mg/L	C.I.	<1,0	<1,0	<1,0	
Nitritos	mg/L	E.A.M.	<0,050	<0,050	<0,050	
pH (a 25℃)		E.I.S.	7.87	8.00	8.04	
Plata	mg/L	E.A.A	<0,010	<0,010	<0,010	
Plomo	mg/L	E.A.A	<0,060	<0,060	<0,060	
Potasio	mg/L	E.A.A	18.1	18.3	19.2	
Selenio	mg/L	MHS	<0,001	<0,001	<0,001	
Sodio	mg/L	E.A.A	953	942	944	
Sodio Porcentual	%	E.A.A	49.2	49.3	48.9	
Sólidos Disueltos Totales	g/L	Gravimetría	6.63	6.49	6.49	
Sulfato	mg/L	C. Iónica	2439	2429	2437	
Vanadio	mg/L	H. Gráfito	<0,050	<0,050	<0,050	
Detergentes	mg/L	E.A.M.	<0,20	<0,20	<0,20	
Nitrógeno Orgánico (K.)	mg/L	E.I.S.	<0,80	<0,80	<0,80	
Fósforo	mg/L	E.A.M.	<0,70	<0,70	<0,70	

Nota: Los análisis de todas las muestras fueron hechos por duplicado

Isabel Cádiz G.
Químico Farmacéutico

Dra.Q.F Gabriela Massiff de la F.
Directora Centro de Metrología Química

Observaciones:

La toma de muestra es responsabilidad del cliente.

Los resultados corresponden sólo a la(s) muestra(s) analizada(s).

Este informe no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación de FUNDACION-CHILE.

estras serán almacenadas durante un mes en el laboratorio, excepto aquellas que sufran descomposición.

Folio015760

7.4 Anexo 5: Informe Análisis Microbiológicos

GCL
Empresa Fundación Chile

SERVICIOS DE LABORATORIO
INFORME DE LABORATORIO N° L-23446

Pág: 1 - 2

MUESTRA	: AGUA SUPERFICIAL				
CLIENTE	: FUNDACION CHILE				
PROCEDENCIA	: FUNDACION CHILE				
AT. SRTA.	: CAROLINA GONZALEZ				
DIRECCIÓN	: AVDA. PARQUE ANTONIO RABAT SUR 6165 - VITACURA - SANTIAGO				
GUIA REMISIÓN	: S.A.14/12/2012				
MUESTREADO POR	: EL CLIENTE		T° MUESTREO	: N/A	
LUGAR MUESTREO	: NO ESPECIFICA		N° DE MUESTRAS	: 3	
FECHA MUESTREO	: NO ESPECIFICA		FECHA RECEPCION	: 14/12/2012	09:30:00
INICIO ANALISIS	: 14/12/2012	16:00:00	TERMINO ANALISIS	: 19/12/2012	15:00:00

RESULTADOS

MUESTRA N°			86492
CLAVE			C1 / 13.12.12 / 16:10
Coliformes Fecales - NMP/100mL			1,7x10²
Coliformes Totales - NMP/100mL			2,2x10²
MUESTRA N°			86493
CLAVE			C2 / 13.12.12 / 16:00
Coliformes Totales - NMP/100mL			>1,6x10⁴
Coliformes Fecales - NMP/100mL			1,3x10³
MUESTRA N°			86494
CLAVE			C3 / 13.12.12 / 15:27
Coliformes Fecales - NMP/100mL			9,2x10¹
Coliformes Totales - NMP/100mL			>1,6x10³

OBSERVACIONES :

La temperatura de incubación utilizada en los ensayos corresponde a 35°C.

N°Muestra	T°Recepción
86492	3,0°C
86493	3,0°C
86494	3,0°C

NMP/100g : Número más probable por 100 gramos.

Santiago, 27 de diciembre de 2012

Si las muestras son proporcionadas por el cliente, los resultados analíticos son válidos, sólo para las muestras analizadas
Laboratorio Oficial de Vinos y Alcoholes Clase A y Análisis Plaguicidas S.A.G.
Laboratorio Acreditado por el Sistema Nacional de Acreditación del INN, como Laboratorio de Ensayo según NCh-ISO 17025:Of. 2005
Cromatografía, Físico Organolépticos, Microbiología y Química, según LE
LE 163, LE 164, LE 165, LE 166, LE 167, LE 168, LE 169, LE 339, LE 340, LE 341, LE 342, LE 748 en Santiago
LE 094, LE 095, LE 096, LE 097, LE 296, LE 297, LE 298 en Concepción.
CONCEPCION, Manuel Plaza 6608, Oficina A, Parque Industrial San Andrés, Hualpen • Teléfono (56-41) 249 1100 • Fax (56-41) 249 1164
TEMUCO, Antonio Gutiérrez 942 • Teléfono (56-45) 730 781 • Fax (56-45) 730 918

FUNDACIONCHILE
Movemos la frontera de lo posible

INFORME 2013 MONITOREO HUMEDAL

Folio015763



Informe Anual 2013

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Compromiso Voluntario Resolución Exenta N°123/08
Monitoreo Ambiental

Enero 2014

Minera Candelaria
Una compañía Freeport-McMoRan Copper & Gold

FUNDACIONCHILE
Movemos la frontera de lo posible

Folio015764

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento ha sido desarrollado a solicitud de la Sociedad Contractual Minera Candelaria (CCMC), con la finalidad de evaluar la condición de salud del humedal de la desembocadura del río Copiapó. Actividad que se enmarca dentro de los compromisos de la Resolución de Calificación Ambiental 123/08 del Proyecto Acueducto Candelaria Chamonate.

Para su ejecución, se propuso a CCMC la aplicación de la Metodología USEPA (CRAM), la que fue adaptada por Fundación Chile en el marco del Proyecto SAG "Desarrollo de un Sistema de Evaluación Rápida de Humedales". Esta metodología (denominada EMA) ha sido aplicada con éxito en ocho humedales a lo largo del país, y cuenta con el reconocimiento de autoridades ambientales.

A continuación se presentan los resultados del monitoreo del año 2013 y la dinámica que ha tenido el humedal respecto de las temporadas anteriores a partir del año 2009.

Estos resultados provienen del monitoreo en áreas de evaluación previamente definidas, considerando 24 áreas de evaluación de 1 ha cada una, las cuales corresponden a sectores representativos del total del humedal. En cada una de ellas se aplicó la metodología EMA basada en los atributos evaluados en el periodo de mayor estrés hídrico y de crecimiento tardío, tales atributos corresponden a los siguientes:

- Atributos Espaciales (Condición del buffer).
- Atributos Hidrológicos (fuente de agua; régimen hídrico; conectividad hidrológica; calidad y caudales).
- Atributos Físicos (riqueza estructural y complejidad tipográfica).
- Atributos Bióticos (censos estacionales de aves y comunidad vegetal).

Los puntajes obtenidos en todas las áreas de evaluación, se extrapolaron a un 92% del polígono del humedal, con un error de un 0.08 % en los resultados, lo que permitió visualizar la tendencia que presenta el humedal entre el año 2012 y 2013.

Los resultados del estado de salud del humedal en el año 2013 indican un restablecimiento en su condición de paisaje, siendo relevante el restablecimiento de la zona de amortiguación que se presenta en las áreas de evaluación que fueron afectadas por el fuego en el año 2009 y que hoy se observan con la presencia de especies vegetales con un adecuado desarrollo en el sector de la desembocadura. Las zonas buffer compuestas por *Thypa angustifolia* y *Phragmites australis* son franjas estrechas de gramas altas, densas, de tallo rígido. Estas barreras pueden desacelerar la escorrentía y estancarla, lo cual promueve infiltración y deposición del sedimento.

Respecto de los componentes hidrológicos, el humedal presenta una situación similar a la evaluada en los años anteriores, existiendo algunos sectores que mejoraron su condición para este atributo.

Folio015765

El humedal presenta una buena calidad de las aguas en la parte media del cauce y desembocadura del estuario (CLASE II), registrándose una calidad regular de agua en el sector de entrada al humedal en el sector del puente puerto viejo (Clase III). Estas categorías están dadas por la presencia de los mismos parámetros registrados en otras temporadas, observándose al igual que en otros monitoreos altos contenidos de sulfatos, cloruros y boro. Manteniéndose coliformes fecales y totales bajo la norma, cabe mencionar que estos parámetros históricamente presentaron valores muy altos según la norma. Actualmente el agua del humedal es adecuada para actividades recreativas y deportivas, además son aptas para bebida de animales y riego restringido.

Al analizar cada área de evaluación para los atributos hidrológicos en la temporada seca del año 2013, se puede concluir para los sectores evaluados que históricamente han presentado buena condición de salud, han mejorado su condición con respecto a las observaciones de años previos. Opuestamente, los sitios deteriorados continúan su degradación, básicamente por la disminución de la condición de humedal que han presentado algunas áreas de evaluación.

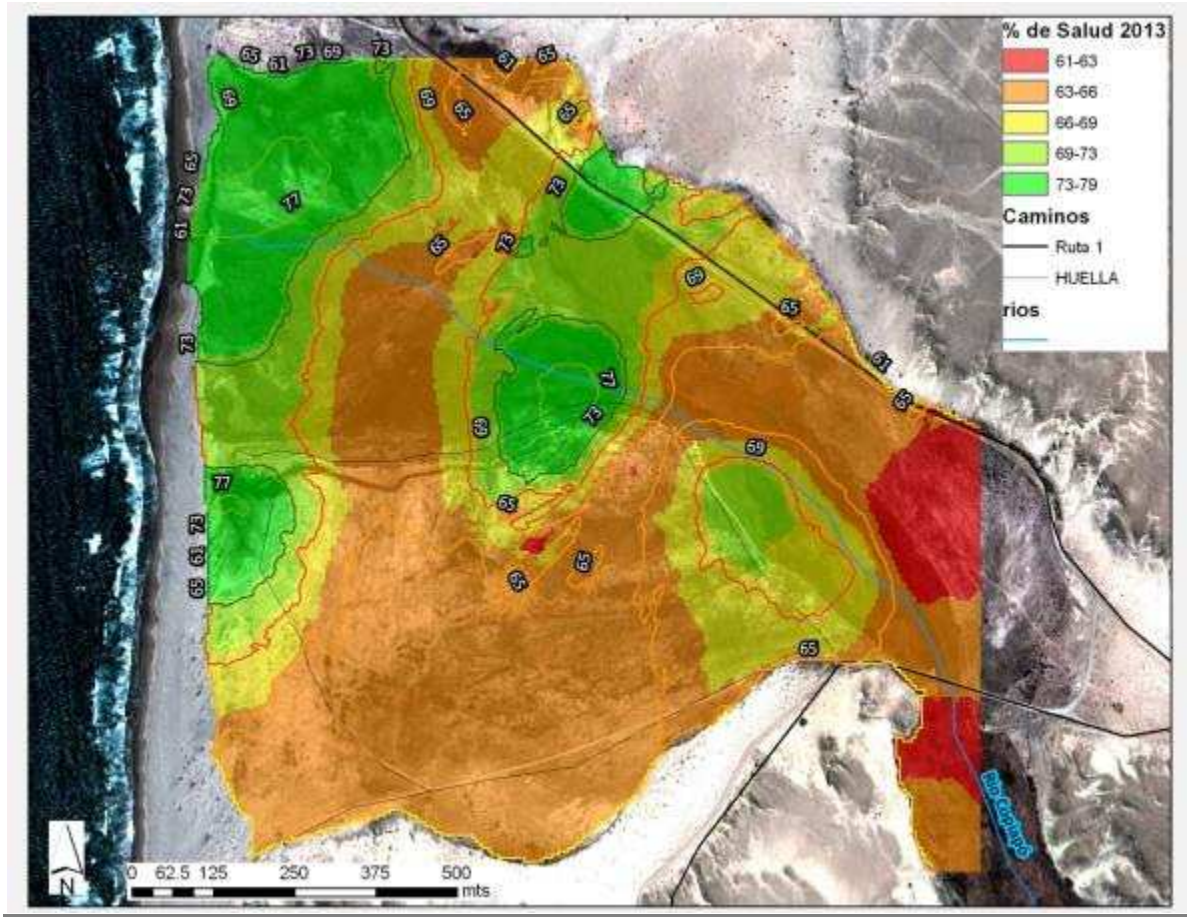
Los resultados obtenidos en los censos de aves para la temporada 2013 son bajos en el contexto regional no encontrándose especies endémicas y la mayoría de las especies observadas son consideradas beneficiosas para la actividad silvo-agropecuaria y benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales. En esta temporada se avistaron un total 9 especies, siendo la especie dominante *Larus dominicanus* (gaviota dominicana). Mientras que para el índice de Shannon-Wienner calculado para el sector del estuario se obtuvo una diversidad en otoño de H'=0,55 y H'=0,23 en primavera, valor que podría dar cuenta de la pérdida de capacidad de albergar a aves de tipo humedal por no poseer un espejo de agua estable.

El estuario estacional presenta un estado de salud tipo **B (70%),** obteniéndose un valor de salud mayor que la evaluación del año 2012. Parcialmente los atributos de paisaje, hidrología y bióticos mostraron un mejor estado en su condición para este año. Manteniéndose la condición similar para los atributos físicos (ver figura 1).

El sector en regresión no presenta características de humedal en casi todos los atributos evaluados, por lo que la perdida de este hábitat en el sector es evidente. Se observan reducidas capas vegetales y pocas especies co-dominantes, junto a la colonización de especies que requieren menor humedad sobre los diferentes biotopos acuáticos.

Folio015766

Figura 1.- Distribución de la condición de salud 2013



Folio015767

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Análisis del riesgo del territorio:** Se define como el grado en el cual un humedal es susceptible a sufrir daño como resultado de una amenaza o peligro.

- **Áreas de evaluación (AE):** El AE es una porción representativa del humedal evaluado, la cual debe incluir las variables funcionales, espaciales y presiones antrópicas. Se debe usar múltiples áreas de evaluación para la apreciación de humedales grandes. La delimitación de las áreas representativas se realiza siguiendo algunas reglas que se encuentran en las guías de campo respectivas.

- **Buffer:** Definida como la capacidad de amortiguación que posee un área frente a eventos ambientales negativos, dada por la calidad y cantidad de cobertura de vegetal.

- **Perturbaciones antrópicas:** Es la consecuencia de un evento antrópico o una acción que posee un efecto negativo en el sistema y es medible en el campo. Los estresores claves tienden a reducir la cantidad de humedales, la calidad y/o cantidad de sedimentos, cantidad y/o calidad de aguas de las cuales el humedal depende. La gradiente del estrés es resultado de una variación espacial en la magnitud, intensidad o frecuencia de los estresores.

- **Perturbaciones naturales:** Son consecuencias de fenómenos naturales como los deslizamientos de tierra, crecidas, maremotos, u otros.

- **Estado de salud o condición:** Representa el estado de salud del área de influencia y el contexto del paisaje, la hidrología, la estructura biológica y física, en comparación con el mejor estado posible para el mismo tipo de humedal.

- **Servicios ecológicos**. Estos son los beneficios sociales dependientes del estado de salud y funcionalidad del humedal. Los más comunes servicios son la recarga de acuíferos, descontaminación de aguas, control de crecidas, recreación, estética y soporte para la diversidad biológica endémica.

- **Atributos:** Son los conceptos, aspectos generales y universales que componen un humedal. En consecuencia todos los humedales comparten estos atributos: paisaje y área de influencia, hidrología, estructura física y biótica. En la metodología EMA, cada uno de estos atributos está representada por distintas métricas que en conjunto dan cuenta de la condición de cada atributo.

- **Métricas:** Corresponden a componentes medibles de un atributo en el campo, es significativa del punto de vista ecológico y posee una relación dosis respuesta al estrés, que puede ser distinguida de la variación natural a través de la gradiente de estresores.

Folio015768

- **Indicadores**. Estos son evidencias directas o pistas de condiciones de campo utilizadas para seleccionar el estado de la métrica en evaluación.

- **Puntaje de las métricas:** es un valor numérico asociado con el estado alternativo (A-D), que fue seleccionados como el más representativo durante el momento de evaluación.

- **Puntaje de los atributos**: será el porcentaje del máximo de la suma de los puntajes de las métricas del atributo.

- **Puntaje del Área de Evaluación (AE):** Puntaje que representa el estado de salud del área evaluada. Se calcula como el porcentaje de la suma de los máximos de cada atributo por cada área de evaluación.

- **Puntaje de Salud o condición del Humedal**: Este puntaje se expresa en porcentaje y corresponde al promedio de todos los puntajes de las áreas de evaluación de un humedal. Al compararse con el máximo posible se podrá establecer el estado del humedal en el momento de la evaluación.

- **Sedimento:** Material sólido transportado por una corriente de agua que se deposita en el fondo del cauce, para efectos de este estudio, el sedimento activo está constituido por los primeros 15 cm del lecho del río.

- **Toxicidad:** Propiedad de una sustancia que por acción de contacto directo o al ser absorbida por un organismo, ya sea por vía oral, respiratoria o cutánea, es capaz de producir efectos nocivos sobre la salud humana, animal o vegetal, e incluso la muerte (NCh 382. Of. 98).

Folio015769

Tabla de Contenido

1 Introducción 9

2 Objetivos 9

2.1 Objetivo General 9

2.2 Objetivos Específicos 9

3 Materiales y Métodos 10

4 Resultados 11

4.1 Clasificación del Humedal: Estuario Río Copiapó 11

4.2 Chequeo de Terreno 2013 12

4.3 Áreas de Evaluación 12

4.4 Evaluación y Seguimiento de la Condición de Salud del Humedal 13

4.5 Atributos Espaciales 14

4.5.1 Condición del buffer 14

4.6 Atributos Hidrológicos 18

4.6.1 Régimen Hídrico 18

4.6.2 Conectividad hidrológica 20

4.6.3 Clases de aguas y Contaminantes de Interés 20

4.6.4 Dinámica de Sedimentos 21

4.6.5 Distribución espacial de los valores de hidrología 22

4.6.6 Hidrología años 2009 al 2013 23

4.7 Atributos Físicos 25

4.8 Atributos Bióticos 27

4.8.1 Métrica de la Comunidad de Avifauna 27

4.8.2 Métrica de la Comunidad Vegetal 30

5 ESTADO DE SALUD: Humedal Desembocadura Río Copiapó 2013 36

5.1 Puente Puerto Viejo- Estuario No Salino Persistente 36

5.2 Desembocadura del Río Copiapó- Estuario Estacional 37

6 DINAMICA DE SALUD HUMEDAL AÑOS 2009 AL 2013 39

7 Anexos 41

Folio015770

7.1 Anexo 1: Metodología de Seguimiento de la Condición de Salud del Humedal 41
7.2 Anexo 2: Clasificación Categorías de Conservación 46
7.3 Anexo 3: Informe Análisis de Agua 48
7.4 Anexo 4: Informe análisis de Sedimento 50

Índice Tablas

Tabla 1 Analitos de relevancia fuera de norma año 2013 20
Tabla 2 Listado de individuos censados en ambas temporadas de evaluación año 2013 28

Índice Figuras

Figura 1 Etapas de Evaluación Año 2013 11
Figura 2 Áreas de evaluación monitoreadas en el humedal de la Desembocadura del Río Copiapó 13
Figura 3 Presencia de cabra doméstica en subtipo salino no persistente 15
Figura 4 Paisaje y buffer en AE cercanas a la desembocadura en la temporada seca marzo 2013 16
Figura 5 Condición del buffer y paisaje para temporada seca 2013 17
Figura 6 Caudales observados en el estuario del río Copiapó entre los años 2009 y 2013 19
Figura 7 Contenido de manganeso, hierro y arsénico en sedimentos en el año 2013 21
Figura 8 Distribución espacial de los puntajes obtenidos en hidrología año 2013 22
Figura 9 Valores de hidrología por área de evaluación entre los años 2009-2011-2013 23
Figura 10 Cambios hidrología años 2012 / 2013 24
Figura 11 Resultados del atributo físico de cada AE en años 2012 y 2013 25
Figura 12 Indicadores físicos presentes en el humedal 26
Figura 13 Avifauna observada año 2013 29
Figura 14 Vista general de vegetación emergente sobre el canal principal 30
Figura 15 Vista general del humedal desembocadura río Copiapó 32
Figura 16 *Cuscuta sp*. presente en el humedal 33
Figura 17 Vista parcial de la desembocadura del río Copiapó 34
Figura 18 Vista general de las AE asociadas a la desembocadura 35
Figura 19 Distribución espacial de los atributos bióticos en el humedal año 2013 35
Figura 20 Gráfica de puntajes por atributos y final del sector Puente Puerto Viejo en 2013 36
Figura 21 Magnitud del puntaje final de la desembocadura del río Copiapó año 2013 37
Figura 22 Distribución de la condición de salud año 2013 38
Figura 23 Gráfica de evolución de los atributos entre los años 2009 y 2013 39
Figura 24 Resta de imágenes, años 2012-2013 40
Figura 25 Puntos de toma de muestras de agua y sedimento 43
Figura 26 Transectas de censos de Avifauna 45

Folio015771

1 Introducción

El "Monitoreo Ambiental del Humedal en la Desembocadura del Río Copiapó", tiene como objetivo principal entregar el estado actual de la condición y evolución del estado de salud del humedal, según el acuerdo suscrito por Compañía Contractual Minera Candelaria en la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto Acueducto Candelaria-Chamonate.

El presente informe expone las actividades efectuadas en las dos campañas realizadas en el transcurso del año 2013, y contiene la evaluación del monitoreo de los componentes de paisaje, hidrológicos, físicos y bióticos. En este informe se incluye además, la comparación con los valores registrados en la campaña anual del 2012, de manera de poder visualizar cual es la tendencia que tiene el humedal respecto de sus componentes.

2 Objetivos

2.1 Objetivo General

Implementar un sistema de monitoreo costo efectivo del Humedal del Río Copiapó en el año 2013 dando cuenta de la variación del estado de salud del ecosistema a la fecha.

2.2 Objetivos Específicos

Realizar levantamiento de información de aspectos espaciales, hidrológicos y físico-químicos del humedal incluyendo:

1. **Atributos Espaciales**
   - Evaluar la conectividad del paisaje, a fin de verificar la recuperación del potencial de corredor biológico.
   - Identificación de factores hidrodinámicos estaciónales que inciden en el volumen y superficie de los cuerpos de agua.

2. **Atributos Hidrológicos**
   - Evaluar las fuentes de agua que afectan los procesos físicos tales como calidad, duración y frecuencia de condiciones saturadas.
   - Determinación del régimen hídrico con respecto a los patrones naturales de inundación.
   - Identificar la conectividad hidrológica para la temporada, determinando la superficie que restringe al humedal por características artificiales.

3. **Aspectos Físico-Químicos-Microbiológico**
   - Realizar un seguimiento en la temporada seca, período crítico del sistema de los parámetros in situ de calidad de agua (temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos) y caudales.
   - Determinación de la concentración de elementos contaminantes (metales pesados, contaminación orgánica y otros respecto a la norma chilena NCH Nº 1333 "Requisitos Generales de Aguas Destinadas a la Vida Acuática").

Folio015772

- Determinación de la calidad de aguas respecto a las norma de riego vigente en Chile, incluyendo además, los siguientes parámetros: nitritos, nitratos, fósforo total, amonio, nitrógeno total y fósforo total, aceites y grasas, hidrocarburos totales, DQO y DBO5, coliformes totales, detergentes, turbiedad, transparencia SECCHI, según NCH Nº 409.

4. Atributo Físicos

- Evaluación de la riqueza estructural de los parches.
- Análisis de la complejidad topográfica.

5. Atributos Bióticos

- Realizar censo de avifauna asociada al humedal para estimar la comunidad presente.
- Estimar la diversidad de las especies registradas, con los índices ecológicos de Shannon y Sorensen, según la potencia de los muestreos.
- Evaluación de métricas de la comunidad vegetal presentes en las áreas de evaluación: n° de capas presentes; especies co-dominantes; porcentaje de invasión; intercepción horizontal y estructura biótica vertical.

3 Materiales y Métodos

La metodología de trabajo descrita a continuación, contempla los mismos métodos y mecanismos utilizados en las campañas de monitoreo y evaluación efectuadas a partir del año 2009.

Adicionalmente a lo anterior, la propuesta metodológica incorpora otros mecanismos de análisis bajo distintos niveles, lo que permitirá avanzar progresivamente en función de los resultados de cada etapa con el fin de orientar la toma de decisiones y la utilización eficiente de los recursos disponibles.

El detalle de la metodología de trabajo utilizada se puede observar en el anexo 1.

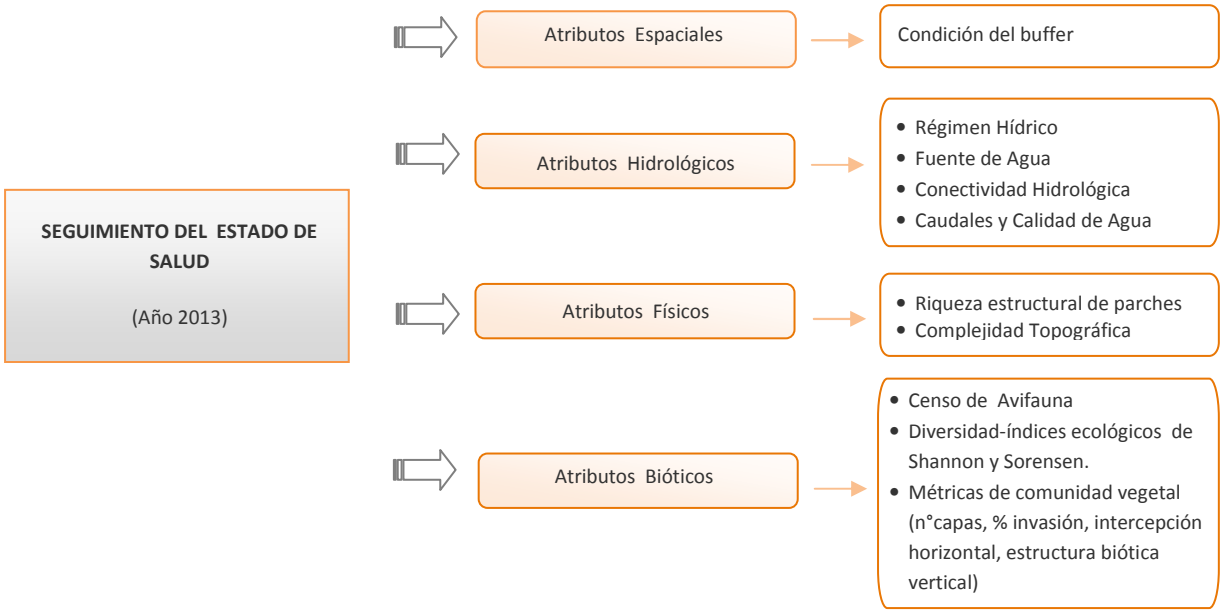
La evaluación puede llevarse a cabo en distintos niveles en función de la información disponible y el grado de detalle que se busca. Las etapas de esta metodología se resumen en la Figura 1.

Cabe destacar que la evaluación de los atributos evaluados, se realizó en diferentes épocas del año, descritas a continuación:

- Época de estrés hídrico (temporada seca año 2013): Evaluación atributos espaciales e hidrológicos.
- Época de crecimiento tardío (temporada húmeda año 2013): Evaluación atributos físicos y bióticos.

Folio015773

Figura 1 Etapas de Evaluación Año 2013



4 Resultados

4.1 Clasificación del Humedal: Estuario Río Copiapó

La desembocadura del río Copiapó corresponde a un humedal del tipo estuario. Los humedales estuarinos se caracterizan por ser cuerpos de aguas semi-cerradas por tierra donde se presenta la unión de aguas marinas - dulces (que vienen de tierras adentro) y de lluvias.

El área litoral de playa las Salinas donde desemboca el río Copiapó, presenta elementos geomorfológicos y bióticos que incluyen una barrera arenosa que genera un humedal costero asociado, esta barrera litoral con la acción de las corrientes oceánicas y eólicas en período de la presente campaña acumula los materiales en suspensión.

El estuario del río Copiapó se clasifica en dos subtipos de humedal[1]:

[1] SAG, 2009. Metodología EMA, Evaluación y monitoreo ambiental de humedales (Criterios Internacionales de Clasificación de Humedales en base a la Hidro-Geomorfología)

Folio015774

- **Estuario Estacional**: Se localiza cercano a corrientes costeras y ecológicamente son influenciados por los encierros estaciónales de entradas de mar.

- **Estuario No Salino Persistente:** Sector dominado por especies vegetales que no toleran altas salinidades, el sector se presenta hidro-geomorfológicamente homogéneo y con planos de inundación entremezclados con planos más altos.

4.2 Chequeo de Terreno 2013

El chequeo de terreno fue realizado por Profesionales de Minera Candelaria (CCMC), donde se observó el sector en condiciones similares a años pasados para la misma estación.

Mediante un chequeo de terreno, se evaluó: hidrología, estructura física, estructura biótica y atributos del paisaje:

- **Hidrología:** Normalmente se observa en la temporada de máximo stress hídrico el cuerpo de agua naturalmente cerrado a las entradas de mar por la barrera arenosa, y una lámina de agua con aportes de caudales de agua fresca proveniente del valle. Sin embargo, el caso de esta campaña, el sector de la desembocadura rompe la barra de arena, logrando desembocar al mar durante el periodo de observación.

- **Estructura física:** La tendencia general corresponde a la morfología normal del sector de la playa donde se constató la presencia de la barra arenosa, salvo en el área de la desembocadura.

- **Estructura biótica:** En el subtipo estacional se observaron distintos hábitats ocupados por especies que avistadas en campañas anteriores. Notando además en el sector no salino persistente una baja presencia de avifauna asociada.

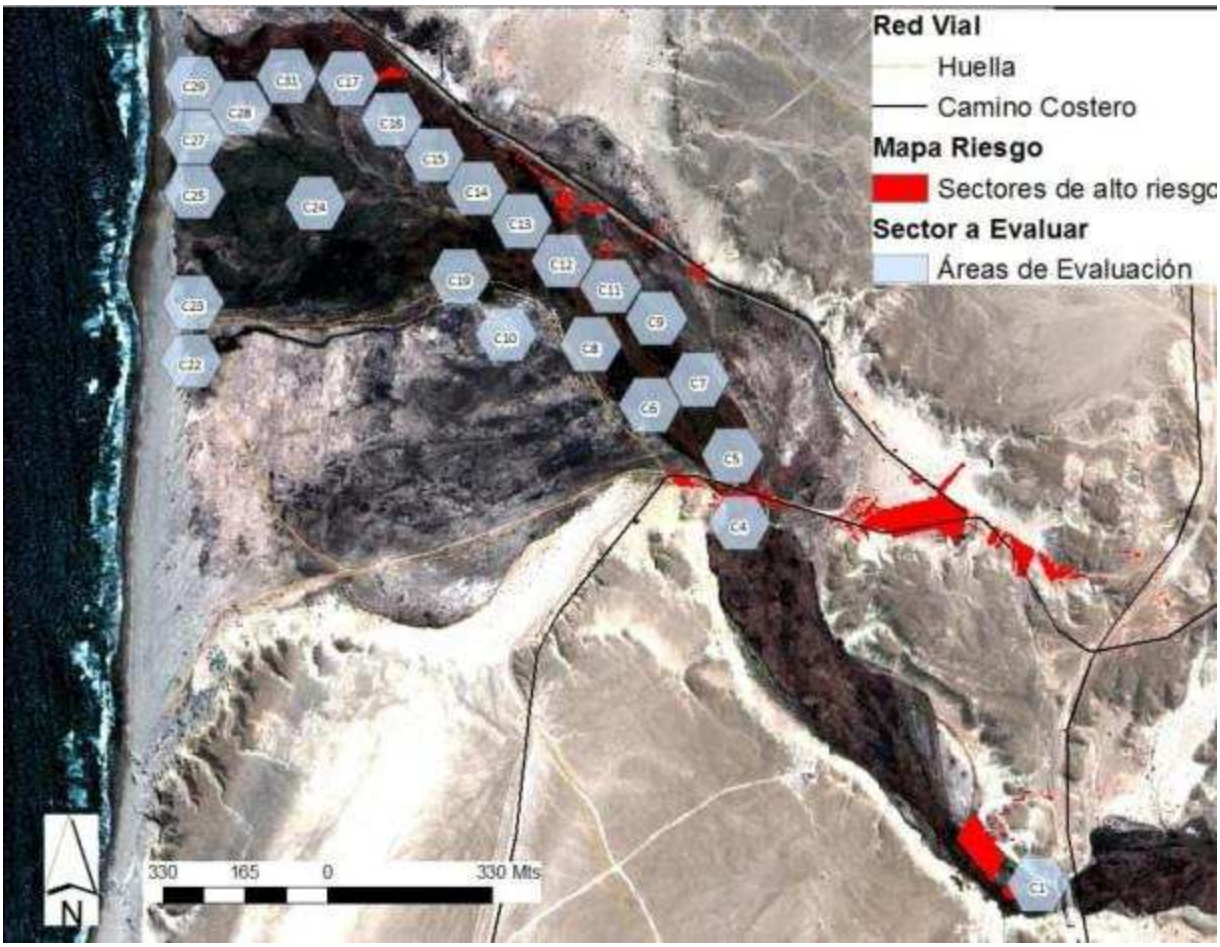
- **Paisaje y su contexto:** La zona localizada en la desembocadura se observa con algunas extensiones vegetales carentes de zonas de amortiguación, como es la tendencia del sector en las últimas campañas.

4.3 Áreas de Evaluación

Con objeto de asociar los resultados de los diferentes atributos evaluados en esta temporada con los de calidad de aguas y sedimentos. El seguimiento se realizó en las mismas 24 áreas evaluadas en el transcurso de las campañas anteriores, en una superficie que representa a un 20% del área total estimada del humedal (incluye la zona en regresión), la Figura 2 ilustra la ubicación de las áreas de evaluación del humedal.

Folio015775

Figura 2 Áreas de evaluación monitoreadas en el humedal de la Desembocadura del Río Copiapó



4.4 Evaluación y Seguimiento de la Condición de Salud del Humedal

A partir de la imagen satelital y la evaluación en terreno, se obtuvieron algunas variables físicas y bióticas de relevancia para conocer el estado de salud del humedal. La evaluación sistemática de atributos y métricas permitirá obtener el puntaje de la condición de salud de los siguientes atributos ambientales:

- Atributos Espaciales (Condición del buffer).
- Atributos Hidrológicos (fuente de agua; régimen hídrico; conectividad hidrológica; calidad y caudales).
- Atributos Físicos (riqueza estructural de parches de micro-hábitat, complejidad topográfica).
- Atributos Bióticos (avifauna, métrica de comunidades vegetales).

Folio015776

4.5 Atributos Espaciales

4.5.1 Condición del buffer

Para el seguimiento y evaluación de la temporada seca de 2013 se ha considerado continuar con el seguimiento de la perturbación detectada el humedal en campañas pasadas: El efecto post incendio localizadas en el subtipo salino no persistente. Cabe destacar que en ambos subtipos, la condición buffer ha mejorado desde 2 hasta 5 puntos en todas las áreas de evaluación.

- **Subtipo Salino No Persistente:**

En el transcurso del año 2009, dos sectores del humedal del río Copiapó fueron objeto de un incendio provocado por la influencia antrópica, alterando notablemente la fisionomía de este peculiar ecosistema.

Transcurridos cuatro años después del incendio, los suelos quemados por el efecto del fuego, han reducido la elevada vulnerabilidad frente a la erosión, observándose con mayor protección y constituyendo una mejora sustancial de la zona de amortiguación.

La zona que fue mayormente dañada corresponde a los sectores con chañar (*Geoffrea decorticans*), en esta temporada también se observa el rebrote de los individuos dañados que constituyen la franca recuperación del buffer, pudiendo atenuar el efecto de perturbaciones del camino en el futuro.

La presencia de grama salada constituye un tipo de vegetación que junto a los chañares y arbustos forman parte de la zona buffer que se restablece lentamente tras el evento de fuego ocurrido en el sector subtipo salino no persistente del humedal. Esta zona en franca recuperación, provee rugosidad al suelo y resistencia al flujo mediante la capa de raíces y residuos vegetales que conforman parte de de esta zona. En la evaluación de estación seca se ha observado la presencia de cabras domésticas en el sector, reduciendo la eficacia de amortiguación efectiva del área, Figura 3.

Los caprinos por su anatomía bucal (poseen dientes arriba y abajo) tienen un habito de pastoreo más profundo, por lo tanto el efecto del ganado caprino impone una alta presión a la tierra, limitando así su capacidad productiva y potenciando de este modo los procesos de degradación y desertificación a largo plazo.

El principal impacto ambiental negativo del ganado caprino es la explotación excesiva del forraje, lo que conduce a la degradación de la vegetación que constituye el buffer del humedal en el sector, por lo tanto, de continuar esta perturbación podría causar la reducción de las especies vegetales y un aumento de malezas exóticas.

Folio015777

Figura 3 Presencia de cabra doméstica en subtipo salino no persistente



- **Subtipo Estacional:**

En marzo de 2011 un fuerte terremoto y posterior tsunami azoto las costas del Japón, situación que detonó fuertes marejadas en las costas chilenas, específicamente en la región de Atacama y en el humedal de la desembocadura del río Copiapó, el efecto del aumento del mar sumado a la reducida existencia de buffer en el sector, generó la pérdida de la franja inmediata de vegetación asociada al humedal que actúa como zona de amortiguación entre mar y tierra, atenuando el efecto de las marejadas. Estos cambios ocasionaron el aumento de sedimentación e influencian el desarrollo futuro de otras comunidades vegetales. Esta condición fue evaluada en la presente campaña, evidenciando una recuperación de las especies presentes en el lugar y una capacidad de resilencia acorde con el tipo y volúmenes de agua presentes en este lugar.

Para la condición del buffer y del paisaje en la temporada seca del año 2013, todos los sectores mejoraron respecto temporadas pasadas, en las áreas asociadas a la desembocadura, la mejoría está dada por el aumento de la condición por el notorio restablecimiento de la zona de amortiguación que se presenta en las áreas de evaluación que fueron afectadas por el fuego en el año 2009 y que hoy se observan con la presencia de especies con un adecuado desarrollo y en algunos sectores las fluctuaciones en el nivel de agua han originado procesos de reactivación vegetal. Las funciones de la vegetación para secuestro de contaminantes incluyen reducir las velocidades del flujo, aumentar la deposición e infiltración y proveer absorción de nutrientes y materia orgánica para transformar los contaminantes. Las zonas buffer compuestas por *Thypa angustifolia* y *Phragmites australis* son franjas estrechas de gramas altas, densas, de tallo rígido. Estas barreras pueden desacelerar la escorrentía y estancarla, lo cual promueve infiltración y deposición del sedimento.

En el sector en regresión (zonas centrales del humedal), el puntaje de la condición de buffer y paisaje ha mejorado en dos puntos, observándose la presencia de un matorral mono-específico de

Folio015778

baja densidad y presencia de una cobertura salina. A la fecha no se observa un aumento de esta área, actualmente esta superficie posee zonas de amortiguación adecuada frente a perturbaciones, ver Figura 4.

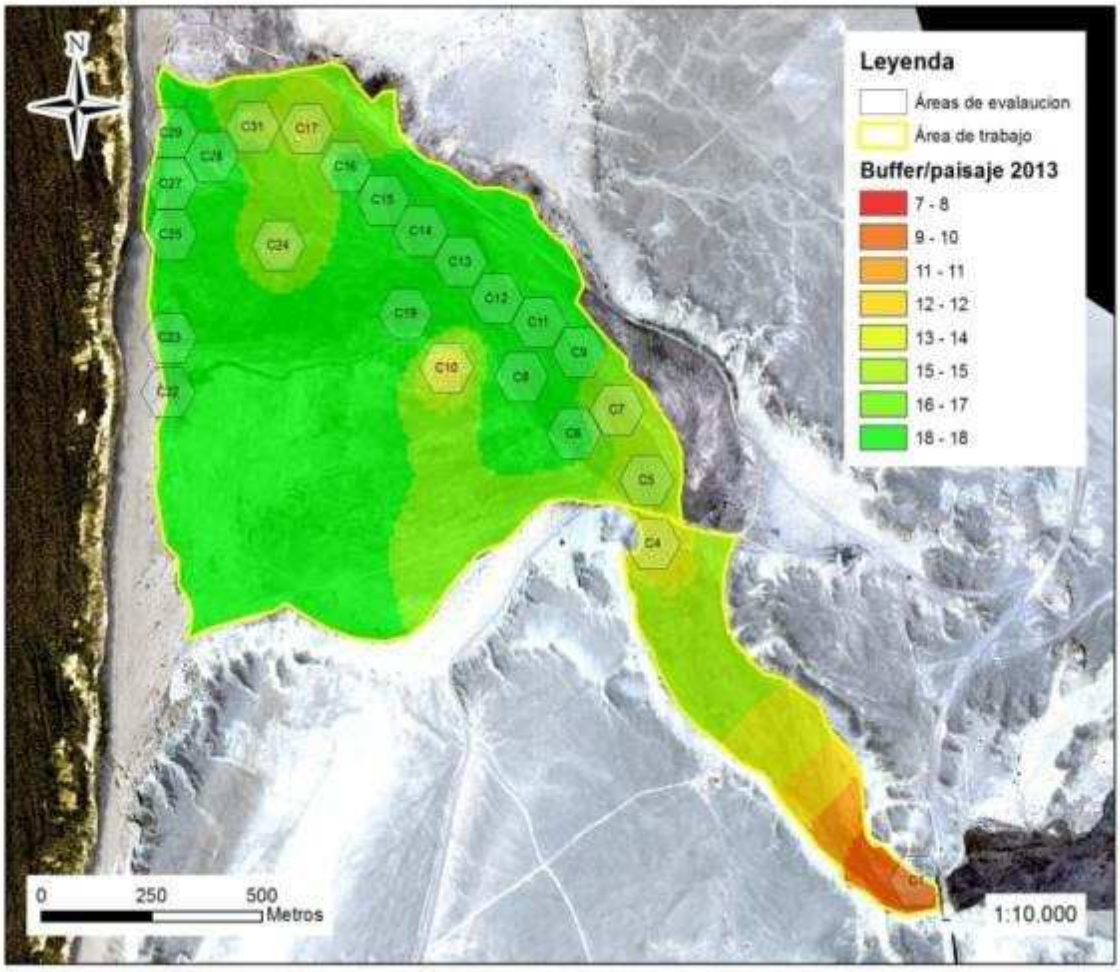
A través de un algebra de imágenes se realizó una comparación de las mejoras y deterioros de la condición del paisaje en base a la campaña de la temporada seca anterior en el total del área del humedal en evaluación (105 Ha), ver Figura 5.

Figura 4 Paisaje y buffer en AE cercanas a la desembocadura en la temporada seca marzo 2013



Folio015779

Figura 5 Condición del buffer y paisaje para temporada seca 2013



Folio015780

4.6 Atributos Hidrológicos

La hidrología incluye la fuente, cantidad y movimiento de las aguas, sumado al flujo de transporte de sedimento. Siendo la hidrología uno de los determinantes directos más importantes de la función del humedal (Mitsh y Gossenlink 1993)[2]. La hidrología de un humedal afecta directamente muchos procesos físicos, incluido el ciclo de nutrientes, quelación en el sedimento y la filtración de contaminantes (Richard et al. 2002 y Sanderson et al. 2000).

4.6.1 Régimen Hídrico

El régimen hídrico es la frecuencia característica y la duración del periodo de inundación o saturación del humedal dentro de un año típico, en el caso del estuario el régimen hídrico se encuentra regido por la tasa de evapo-transpiración diurna y los ciclos estacionales de lluvia y escorrentía. El área evaluada se encuentra sometida a variaciones de la inundación anual naturalmente, presentando dos rompientes de la barrera de contención anualmente por efecto de las lluvias o escorrentía.

En la línea histórica de las campañas anteriores del humedal en temporada seca los cambios del hidroperiodo en los estuarios han sido obtenidos a través de los cambios en la morfología de los canales; en la densidad; las redes de drenaje; en la abundancia relativa y en especies de plantas presentes relacionadas con la salinidad de los sistemas.

En el transcurso de los años 2009-2010 se realizó la medición de caudales en la primera semana de cada mes. A partir de marzo de 2011 la medición se realiza de manera bimensual, retomando nuevamente las mediciones mensuales hasta el mes de mayo de 2012, retomando para el año 2013 los registros en forma mensual.

Dicha medición se realiza en dos secciones conocidas, el primero corresponde al sector del río Copiapó, en los ductos de paso de agua donde se construyo una sección conocida la cual es limpiada y estabilizada cada vez que se realiza la medición y el segundo corresponde al canal de apertura de la barrera en el sector de la desembocadura, donde se estabiliza la sección en cada medición.

Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \cdot S$$

en la que:

- Q es el caudal (m^3/s)
- V es la velocidad (m/s)
- S es la sección del río (m^2) (profundidad media x ancho de la sección)

[2] Mitsch, W.J. and Gosselink, J.G.1993. Wetlands. 2nd Edition. Jon Wiley and Sons, Inc.,New York.1100pp.

Folio015781

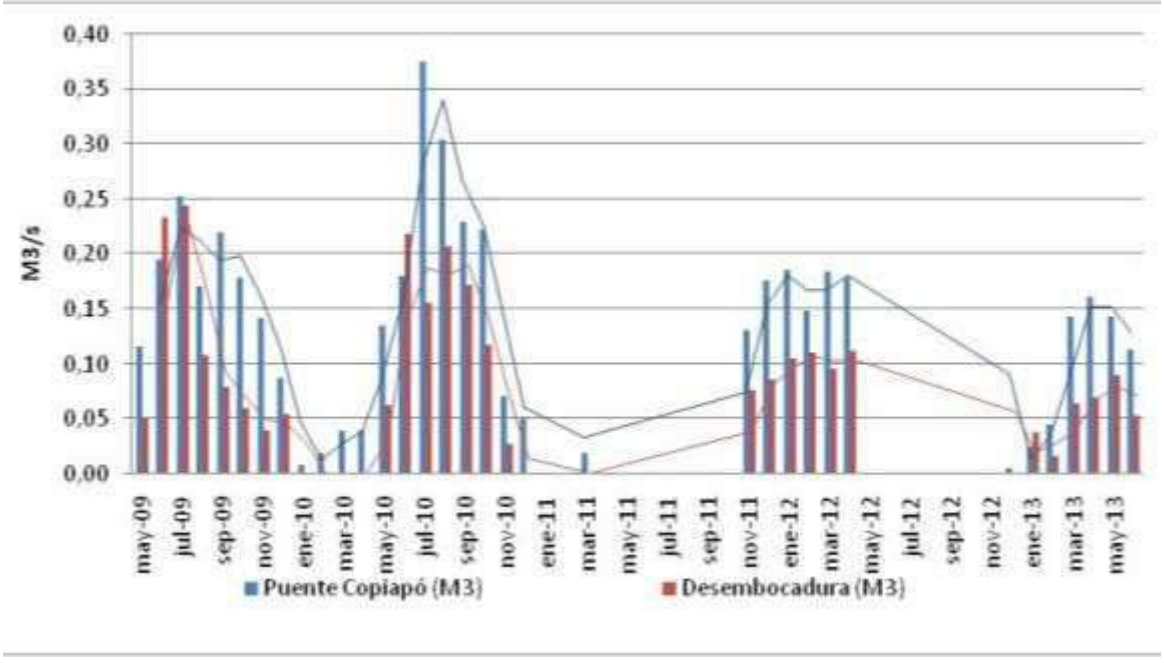
La velocidad se midió in situ, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Globalwater, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/s).

De las mediciones realizadas desde el 2009, el caudal máximo fue detectado en el mes de julio de 2010 con valores de 0.37 m³/s en el puente río Copiapó y en el mes de junio de 2010 con 0.22 m³/s en el sector de la desembocadura, los cuales se asocian al mes de menores temperaturas y mayor precipitación en la zona, esto se traduce en una menor evapo-transpiración por parte de las macrófitas presentes y en una mayor disponibilidad para el sistema, a partir de agosto se observa una disminución general de los caudales asociados a la extracción ilegal, al aumento de la evaporación y evapo-transpiración por el incremento en las temperaturas, así como la mayor demanda de agua por las especies macrófitas, asociado al inicio de la época de crecimiento activo de la cobertura vegetal.

En la temporada seca del presente año, los caudales registrados son menores a los registrados para la misma fecha en monitoreos históricos. En el sector del Puente río Copiapó en el mes de abril de 2013 se detectó 0.16 m³/s y en el mismo mes en la desembocadura se observó 0.069 m³/s. Cabe mencionar que al momento de evaluación la precipitación caída registrada era de 0,16 mm caídos[3], semejante al de años anteriores. La disminución de dichos caudales probablemente habría provocado la inactivación de canales y disminución de las redes de drenaje existentes.

En base a las mediciones anteriores se obtuvo se presenta la Figura 6.

Figura 6 Caudales observados en el estuario del río Copiapó entre los años 2009 y 2013



[3] http://www.agroclima.cl/Informe.aspx?IdReg=3

Folio015782

4.6.2 Conectividad hidrológica

Esta métrica describe la habilidad del agua de fluir desde y hacia el humedal sin generar cambios dramáticos en el nivel de agua, lo que produciría efectos perturbadores. Esta métrica es anotada determinando el grado a la cual la conectividad hidrológica del humedal es restringida por las características artificiales y naturales.

En el humedal del río Copiapó existen construcciones artificiales que corresponden a un 50% del borde, como son los niveles de los caminos costeros que limitan la zona adyacente en el movimiento de las aguas.

En este sentido el control de inundaciones constituye uno de los servicios ambientales que otorga el humedal, ya que los humedales son zonas de descarga donde se acumula agua que se va filtrando o percolando lentamente. El suelo del humedal funciona como una esponja que retiene el agua y que libera lentamente. La protección de la zona costera se produce a través de la estabilización del substrato por las raíces de las plantas y depósitos de materia vegetal lo cual permite la disipación del oleaje y su energía.

4.6.3 Clases de aguas y Contaminantes de Interés

Se analizaron los analitos descritos en la NCH1333 y en la Guía de Calidad de Aguas de CONAMA, durante la temporada seca del sistema en el año 2013.

Estos datos se compararon con la Guía de Calidad de Aguas de CONAMA, obteniéndose Clase III de las aguas en el sector de Puente Puerto Viejo en la entrada al humedal y en sector medio del humedal a la altura del Puente Río Copiapó, mientras que desembocadura posee una calidad de aguas de Clase II.

Estas categorías están dadas por la presencia de los mismos parámetros registrados en otras temporadas, observándose al igual que en otros monitoreos altos contenidos de sulfatos, cloruros y boro. Manteniéndose al igual que el año 2012, los parámetros bajo la norma de coliformes fecales y totales, que históricamente presentaron valores muy altos según la norma.

Actualmente el agua del humedal es adecuada para actividades recreativas y deportivas, además de ser aptas para bebida de animales y riego restringido. De los elementos fuera de norma, en este caso todos se asocian a los procesos de intrusión salina. Los analitos que se encuentran fuera de norma respecto de la NCH1333 por estación se exponen en la tabla 1.

Tabla 1 Analitos de relevancia fuera de norma año 2013

	C1	C2	C3
Boro	x	x	X
Cloruros	x	x	x
Sulfatos	x	x	x

Folio015783

4.6.4 Dinámica de Sedimentos

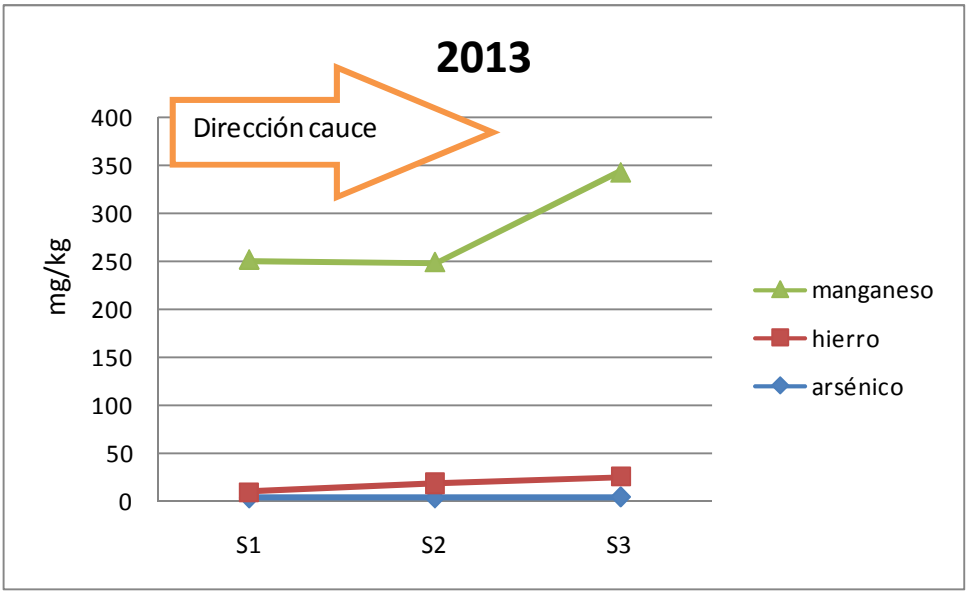
En el caso de los metales en sedimentos, se advierte que en la temporada pasada (año 2012) la presencia de elementos químicos en los sedimentos siguen la tendencia de concentración hacia la desembocadura. En los valores obtenidos para magnesio en la presente temporada se obtuvo concentraciones en el sedimento que disminuyen al llegar a la desembocadura, cumpliendo eficientemente la función de filtración de contaminantes, debido al aumento de la capacidad de retención de contaminantes antes de llegar a la barrera. Mientras que los elementos que presentan aumento en sus concentraciones al llegar a la desembocadura en la temporada seca 2013, son los siguientes: Arsénico, niquel, manganeso, cobalto ,litio, cobre, hierro y zinc.

Los metales que llegan a la desembocadura tienden a ser absorbidos por el material suspendido o son precipitados por lo que se encuentran principalmente en sedimentos. El hierro y el manganeso son los metales con mayor variabilidad en los tres sectores muestreados, estas variaciones reflejan diferencias fisicoquímicas en los ambientes depositacionales.

La distribución espacial de estos metales en los sedimentos de fondo resulta de especial interés porque trabajos recientes han demostrado que estos pueden ser liberados nuevamente al ambiente, por lo que la abundancia de materia orgánica son elementos de control importantes en la concentración espacial de estos metales.

En la Figura 7 se observa la tendencia de concentración de algunos metales en los sedimentos para el año 2013.

Figura 7 Contenido de manganeso, hierro y arsénico en sedimentos en el año 2013



Folio015784

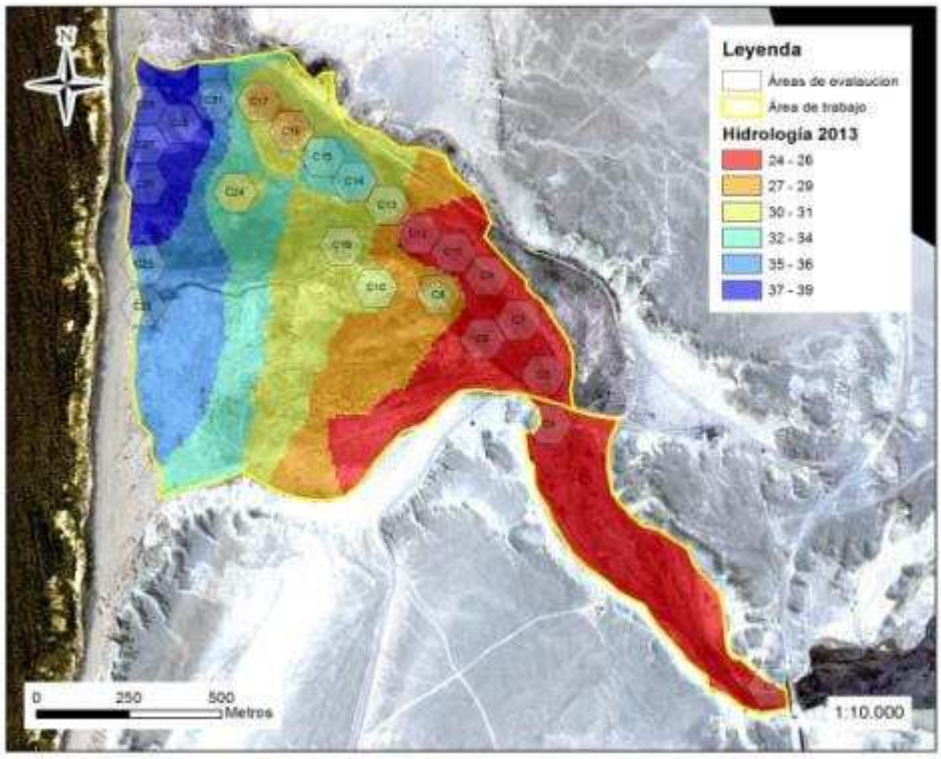
4.6.5 Distribución espacial de los valores de hidrología

Considerando que el valor máximo de puntaje que puede obtener un AE para este atributo es 48. En esta temporada el valor máximo alcanzado para hidrología fue de 42 en el sector asociado a la desembocadura, mientras que el peor valor obtenido del humedal activo (excluyendo el área en regresión), corresponde al sector sobre el Puente del Río Copiapó (24). Sin embargo el sector afectado por el fuego el año 2009 que habitualmente presentó bajos puntajes, a la fecha ha mejorado notoriamente, situación que se puede explicar por la reactivación de antiguos canales de drenaje presentes en el sector.

Al analizar cada área de evaluación para los atributos hidrológicos en la temporada seca del año 2013, se puede concluir que todos los sectores evaluados han mejorado escasamente su condición con respecto a las observaciones de años previos.

La Figura 8, ilustra los valores de los atributos hidrológicos obtenidos en el trabajo de campo.

Figura 8 Distribución espacial de los puntajes obtenidos en hidrología año 2013



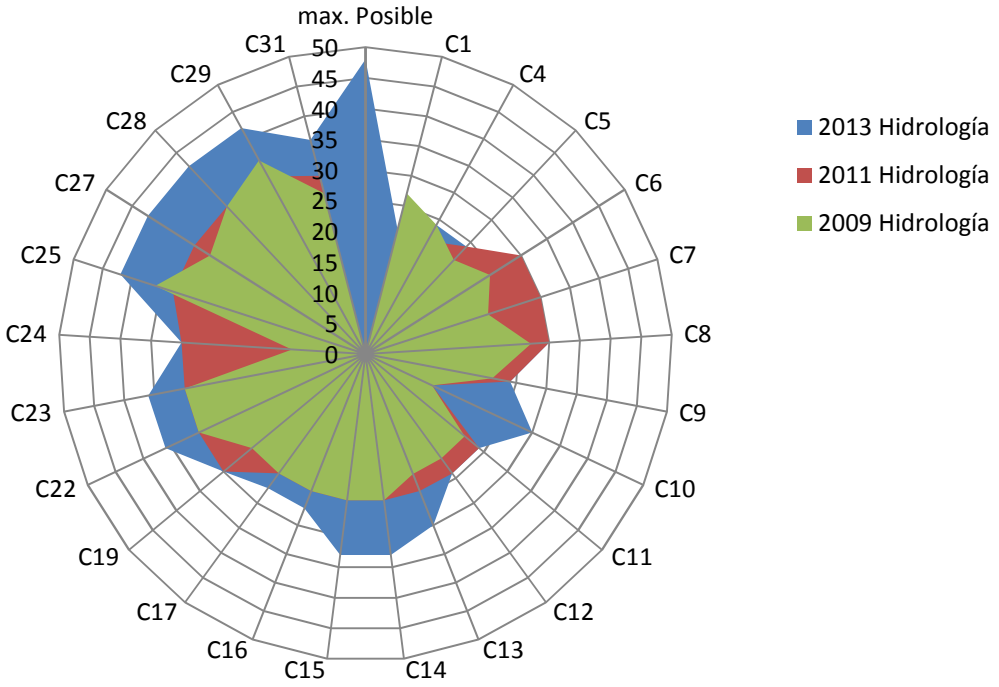
Folio015785

4.6.6 Hidrología años 2009 al 2013

Para obtener la tendencia de los puntajes de hidrología resultados del método EMA[4] a partir del año 2009 hasta el año 2013, se realizó una comparación grafica que se ilustra en la Figura 9.

En base a la comparación gráfica se aprecia que el sistema presenta una mejor condición hidrológica respecto de años anteriores, en las áreas evaluadas que se asocian a la desembocadura (AE25,27,28,29), observándose además un cambio positivo en los sectores que se vieron afectados por el fuego en temporadas pasadas (entre AE13 y AE 17). Sin embargo, existen aún algunas áreas asociadas al sector medio del humedal donde la condición empeoró respecto de evaluaciones pasadas (AE1,6,7) por lo que se representó su cambio respecto de los años 2009 y 2011 mediante un algebra de imágenes, como una manera de identificar los sectores que mejoraron o empeoraron en su condición hidrológica que se muestra en la Figura 10.

Figura 9 Valores de hidrología por área de evaluación entre los años 2009-2011-2013

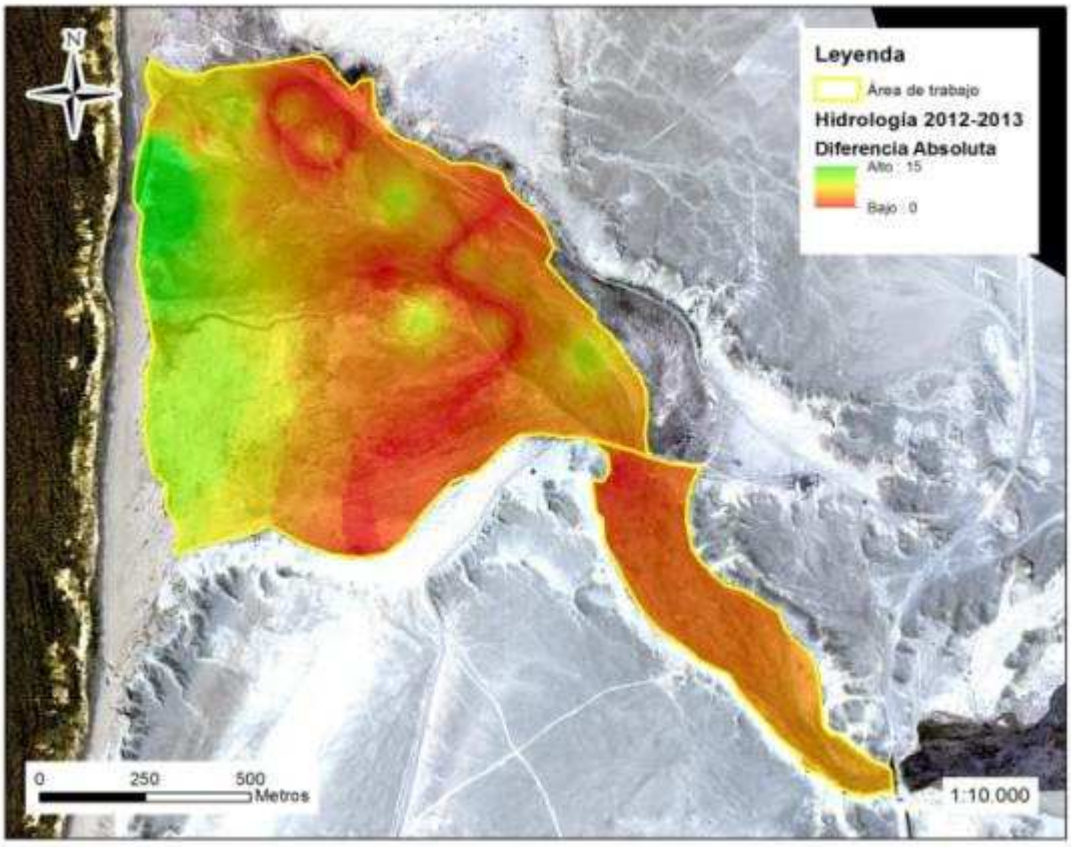


[4] SAG, 2009. Metodología EMA, Evaluación y monitoreo ambiental de humedales (Criterios Internacionales de Clasificación de Humedales en base a la Hidro-Geomorfología)

Folio015786

En base a la imagen presentada se puede concluir que principalmente en el sector de la desembocadura en el canal activo, prácticamente todas las áreas evaluadas mejoraron su condición en hasta en 15 puntos respecto del año 2012. Mientras que el sector que aumentó el deterioro de su condición se localiza en el sector medio donde se constató una disminución de los aportes y embancamiento excesivo de los canales, ver Figura 10.

Figura 10 Cambios hidrología años 2012 / 2013



Folio015787

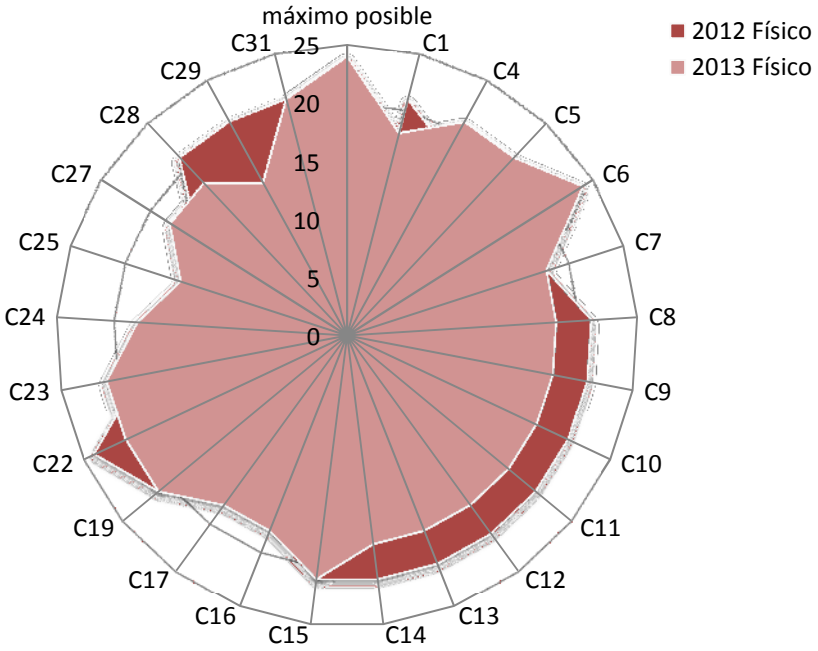
4.7 Atributos Físicos

El número de superficies físicas diferentes que puedan proporcionar hábitat para especies asociadas a este ecosistema son evaluadas a través de este atributo en el humedal, para el año 2013 se observo una variabilidad de superficies activas para fauna, cabe destacar que prácticamente en la mayoría de las áreas evaluadas del estuario del río Copiapó, las condiciones físicas se mantuvieron o disminuyeron respecto al año anterior.

Los mayores puntajes obtenidos corresponden a las mejores condiciones de atributos físicos y fueron observados en el sector de la antigua desembocadura del río Copiapó (AE22 y 23), ya que constituyen un importante sustento para el desarrollo de comunidades de flora y fauna, factor dado básicamente por la complejidad topográfica que se presenta en estas AE, donde se observa la presencia de antiguos surcos y canales secundarios que fueron reactivados por el aumento de caudales en el canal y componen potenciales sitios de protección y nidificación de avifauna.

Algunas áreas localizadas en el área norte del humedal disminuyeron levemente en comparación al año anterior, específicamente en las áreas de evaluación cercanas al camino vehicular (puntajes observados desde AE8 hasta el AE14), situación que podría explicarse por el retroceso que presenta el humedal en este sector debido a las perturbaciones antropicas existentes donde las características que constituyen potenciales hábitat para especies riparianas o acuáticas y que son típicas de humedal, se observan drásticamente reducidas e intervenidas, ver Figura 11.

Figura 11 Resultados del atributo físico de cada AE en años 2012 y 2013



Folio015788

Figura 12 Indicadores físicos presentes en el humedal

(A)Hojarasca; (B) Piedras y piedrecillas; (C) Cortes bruscos en los canales



Folio015789

4.8 Atributos Bióticos

El bienestar y la biodiversidad de los sistemas marinos y estuarinos dependen del mantenimiento de una calidad superior del hábitat. Las mismas áreas que frecuentemente atraen el desarrollo humano también proveen alimento, albergue, corredores migratorios y criaderos para una variedad de organismos costaneros y marinos.

Por la diversidad y complejidad de hábitats que se encuentran en los estuarios, son múltiples las especies que usan estos ecosistemas durante todo un ciclo de vida o parte de ellos. La pérdida y degradación de los estuarios limita la cantidad disponible de habitats para sostener poblaciones silvestres y organismos marinos, esto determina la prioridad que se le otorga en este estudio a los atributos bioticos, especialmente a la identificación de las comunidades en riesgo para mantener las funciones necesarias para la conservación del ecosistema.

Los ecosistemas pueden ser degradados a través de pérdida de hábitat por un cambio o degradación en la estructura, función o composición.

Cabe mencionar la importancia que tiene esta zona para las aves migratorias que frecuentemente vienen a anidar a la zona, ya que el estuario del río Copiapó constituye un importante sitio en la ruta migratoria de las aves neotropicales e interhemisféricas que migran a lo largo de la costa Chile.

Para estimar que para la diversidad de las especies registradas, los datos se analizaron con el índice de Shannon.

4.8.1 Métrica de la Comunidad de Avifauna

Para el sector del Estuario del río Copiapó están descritas cerca de un 19% del total de las especies registradas en Chile, de ellas dos especies se encuentran en categoría de Amenazadas (yunco y pingüino de Humboldt) y una en Peligro por SAG 2009 (Bandurria), ninguna de ellas fue registrada en esta temporada. Además se describen cuatro especies en categoría Vulnerable (gaviotín monja, gaviota garuma, guanay y yunco), de estas solo se registró en el censo del presente año la gaviota garuma. Registrando la presencia de una especie adicional respecto de la campaña anterior correspondiente a *Geositta marítima* (Minero chico).

En el campo se realizaron dos campañas de muestreo directo replicando las campañas pasadas, en un transecto de ancho variable (40 y 30 m.) a modo de abarcar la totalidad del área vegetacional, utilizando para ello 3 puntos de observación fijo hacia la desembocadura. Tras el cual se observó un total de 9 especies, todas nativas, no endémicas, y ninguna en categoría de conservación, pero varias de ellas consideradas beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria (B), como el minero chico, la garza grande y colegial y otras benéficas para la mantención del equilibrio de los

Folio015790

ecosistemas naturales (E), como es el caso del pilpilén negro, según la Cartilla de Caza del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2009; ver tabla 2).

No se logró la observación de todas las especies detectadas en la línea histórica de las campañas anteriores del humedal como el pilpilén, queltehue, canastero y trile (Figura 13).

En este año se avistaron un total de 115 individuos (tabla 2) a diferencia del año 2012 donde fueron avistados 135 individuos de 10 especies. Siendo la especie dominante en esta obs. *Larus dominicanus* (gaviota dominicana) al igual que en temporadas de años anteriores.

El índice de Shannon-Wienner al ser cercano a cero indica que la diversidad es muy baja y a medida que el valor aumenta revela una diversidad mayor. Según este índice calculado para el sector del estuario se obtuvo una diversidad en otoño de H'=0,55 y H'=0,23 en primavera, las variaciones significativas de primavera -donde se observaron solamente 3 especies- podría dar cuenta de la pérdida de capacidad de albergar a aves de tipo humedal por no poseer un espejo de agua estable.

Tabla 2 Listado de individuos censados en ambas temporadas de evaluación año 2013

Familia	Nombre Común	N. Científico	SAG	Estuario 2013	
				otoño	primavera
Furnariidae	Minero chico	*Geositta maritima*	B	1	
Haematopodidae	Pilpilén Negro	*Haematopus Ater*	E	1	
Scolopacidae	Zarapito	*Numenius phaeopus*	B	1	1
Scolopacidae	Playero blanco	*Calidris alba*	B	2	
Tyrannidae	Colegial	*Lessonia rufa*	B,E	1	
Laridae	Gaviota dominicana	*Larus dominicanus*	E	16	73
Laridae	Gaviota garuma	*Larus modestus*	S	1	
Ardeidae	Garza grande	*Casmerodius albus*	B	1	
Cathartidae	Jote de cabeza colorada	*Cathartes aura*	B		17
			TOTAL INDIVIDUOS	24	91

Folio015791

Figura 13 Avifauna observada año 2013

(A)Numenius phaeopus-zarapito;(B)*Casmerodius albus* –garza grande; (C) *Lessonia rufa* - colegial; (D) *Haematopus ater*-pilpilén negro; (E)*Cathartes aura*- jote de cabeza colorada; (F) *Larus dominicanus* - gaviota dominicana



Folio015792

4.8.2 Métrica de la Comunidad Vegetal

La vegetación emergente presente en el humedal se desarrolla adecuadamente en ambientes de tipo pantano (zonas con alta humedad). Tal circunstancia beneficia a las plantas macrófitas presentes en el humedal especialmente en la zona de circulación del canal principal, lo que ha generado un acrecentamiento de plantas; aumento de la depositación de sedimentos en el fondo y disminución de la profundidad, lo que ha configurado las condiciones optimas para el excesivo crecimiento de las plantas hidrofitas.

La alta producción de materia orgánica de las plantas emergentes generan condiciones anaerobias que favorecen el aumento en la disponibilidad de fosforo y por lo tanto un aumento en la productividad del ecosistema. La dominancia de comunidades macrófitas corroboran un elevado estado trófico donde el control por herbivoría es bajo presentando acumulación de nutrientes dentro de la biomasa vegetal (Figura 14).

La comunidad presente en el humedal está compuesta mayoritariamente a las especies *Phragmites australis- Sarcocornia fruticosa- Typha angustifolua- Tessaria absinthioides*, cabe destacar que tras la última campaña se ha identificado la presencia de *Cuscuta sp.* y *Arundo donax*, como especies invasoras en el humedal.

Figura 14 Vista general de vegetación emergente sobre el canal principal



Folio015793

1. Submétrica capas vegetales: Las áreas de evaluación monitoreadas presentan desde tres y hasta cinco capas vegetales, lo que da cuenta de un sistema establecido sobre todo en los sectores dañados por el fuego.

2. Submétrica número de especies co-dominantes: El número de especies presentes en las áreas evaluadas fluctúa entre una y tres especies co-dominando, lo cual es regular, y se mantiene en la línea histórica del humedal, limitando la formación de redes tróficas más complejas. Estructuralmente, la conformación de una extensa área del humedal presenta praderas mono-específicas, que han sido degradadas por el cambio del canal de desembocadura y el retroceso del humedal, lo que se ha manifestado como una proliferación de zonas áridas. Las áreas evaluación con menor n° de especies co-dominando es AE1,4,5 las que poseen sólo dos especies codominando y las AE22 y 23 con una pradera mono-específica de grama salada.

3. Submétrica % invasión: En temporada de vigor vegetal, el % de invasión denota la presencia de algunas hierbas asociadas al uso agrícola junto a las especies vegetales ribereñas que se desarrollan en sistemas con altos niveles de eutroficación de sus aguas, pero que no dominan ninguna capa vegetal. El área evaluada que presentó entre un 30% y un 45% de invasión corresponde a la AE23. Cabe señalar que en la temporada de crecimiento tardío se observó la presencia de *Cuscuta sp.* y *Arundo donax*.

Dinámica de la Comunidad Vegetal

Ambientes estuarinos figuran entre los más productivos en la tierra, la generación de materia orgánica cada año en estas áreas es comparable a la de bosques, pastizales o tierras de cultivo. Las mareas, las aguas protegidas de los estuarios también apoyan comunidades únicas de plantas y animales especialmente adaptados para la vida en el borde del mar. Muchos tipos diferentes de hábitat se encuentran en y alrededor de los estuarios, incluidas las aguas poco profundas abiertas, agua dulce, marismas, pantanos, playas de arena, barro y bancos de arena, costas rocosas, deltas de ríos, piscinas de marea y las praderas marinas.

Las variaciones entre la descarga fluvial y el rango mareal afecta el grado de mezcla entre agua dulce y agua salada. La disminución de la superficie y los cambios en la profundidad de las aguas, han ocasionado una modificación de la estructura espacial de la vegetación acuática y de los hábitats asociados.

Actualmente en el humedal de la desembocadura del río Copiapó con el descenso del nivel del agua las especies macrófitas se han expandido, en dicho proceso se ha suscitado la desaparición del hábitat de aguas profundas dominado por las plantas acuáticas enraizadas, lo cual influyo en la disminución de sp. de aves presentes en los censos de campañas históricas del humedal .

Folio015794

Los elementos de vegetación palustre que dominan sobre curso del canal se encuentra conformada mayoritariamente por las especies *Phragmites australis- Typha angustifolia*.

Los cambios se manifiestan de manera continua y creciente, la modificación del ecosistema, se traduce en los cambios en la estructura de hábitats, acentuándose notoriamente en los últimos años. En el sistema pantanoso hay conformación de nuevas comunidades bióticas, las especies típicas de humedal se han reemplazado por otras más xéricas como *Prosopis strombulifera.*

El resto del sistema en un gran porcentaje se encuentra modificado, la estructura general de hábitats evidencia importantes transformaciones en la integridad de los ecosistemas, lo que se ve reflejado en la disminución de avifauna acuática que coincide con la manifestación y la invasión de las aguas abiertas por especies acuáticas enraizadas. Este cambio ha tenido un efecto al menos en el corto plazo para la avifauna, debido a una menor oferta de hábitat y alimento, efecto que de prolongarse en el tiempo se traduciría en la perdida de heterogeneidad de los hábitats de las aves y con ello, de la diversidad de la avifauna, tal es el caso del sector NW actualmente convertido en un pantano cerrado y con avifauna acuática muy empobrecida. Debido a la disminución del tamaño efectivo de los espejos de agua.

Figura 15 Vista general del humedal desembocadura río Copiapó



Folio015795

Algunos sectores carentes de vegetación comienzan a ser colonizados por especies típicas de suelos salinos y poca humedad, tales como *Prosopis strombulifera* que crece normalmente en suelos que están carentes de otro tipo de vegetación, donde permanece un residuo de costras salinas ($SO4^{--}$) en la superficie. Fenómeno que se observa actualmente en el sector dominado por el AE24.

Cabe destacar que en esta temporada en las AE10,15,16,17 y 31, se identificó la especie *Cuscuta sp.* planta que al estar desprovista de clorofila, es considerada como una parásita obligada, y como tal está clasificada como planta holoparásita, es decir, que para completar su ciclo requiere de un huésped. Pertenece a la familia Cuscutaceae, familia cosmopolita compuesta por un solo género y cerca de 170 especies.

El ciclo de vida de esta planta consta de dos fases, una que ocurre en el suelo, al estado de semilla y plántula emergente, y otra que corresponde al estado parasítico propiamente tal, cuando se ubica sobre los tallos y hojas del hospedero, extrayendo agua, sales y todo el nitrógeno y carbono que necesita para sus procesos vitales.

En general, el control de la cúscuta es complejo ya que los herbicidas que se emplean no tienen el grado de efectividad esperado, y además atentan contra el medio ambiente. Una estrategia de control integrado, donde se conjuguen métodos culturales, químicos y hasta biológicos, se vislumbra como el más apropiado para enfrentar este problema, que en la actualidad se presenta con progresiva importancia desde la III hasta la X.

Se recomienda evaluar exhaustivamente la presencia y el avance de esta especie en el humedal en las próximas campañas de monitoreo (Figura 16).

Figura 16 ***Cuscuta sp*. presente en el humedal**



Folio015796

Figura 17 Vista parcial de la desembocadura del río Copiapó



a) Estructura Biótica Horizontal

Para el año 2013, la estructura biótica horizontal y zonación del humedal del río Copiapó presenta una comunidad vegetal que posee áreas de evaluación con mediana intercepción de capas vegetales y una marcada heterogeneidad espacial en general. Mientras que en la campaña de crecimiento tardío las AE22 y AE 23, se encuentran en un sector en franco deterioro en el antiguo canal de la desembocadura, la que presenta sólo dos capas, la comunidad vegetal se configuran en zonas claramente divididas posee una baja intercepción horizontal, presentándose en algunos casos praderas mono-específicas de grama salada.

b) Estructura Biótica Vertical

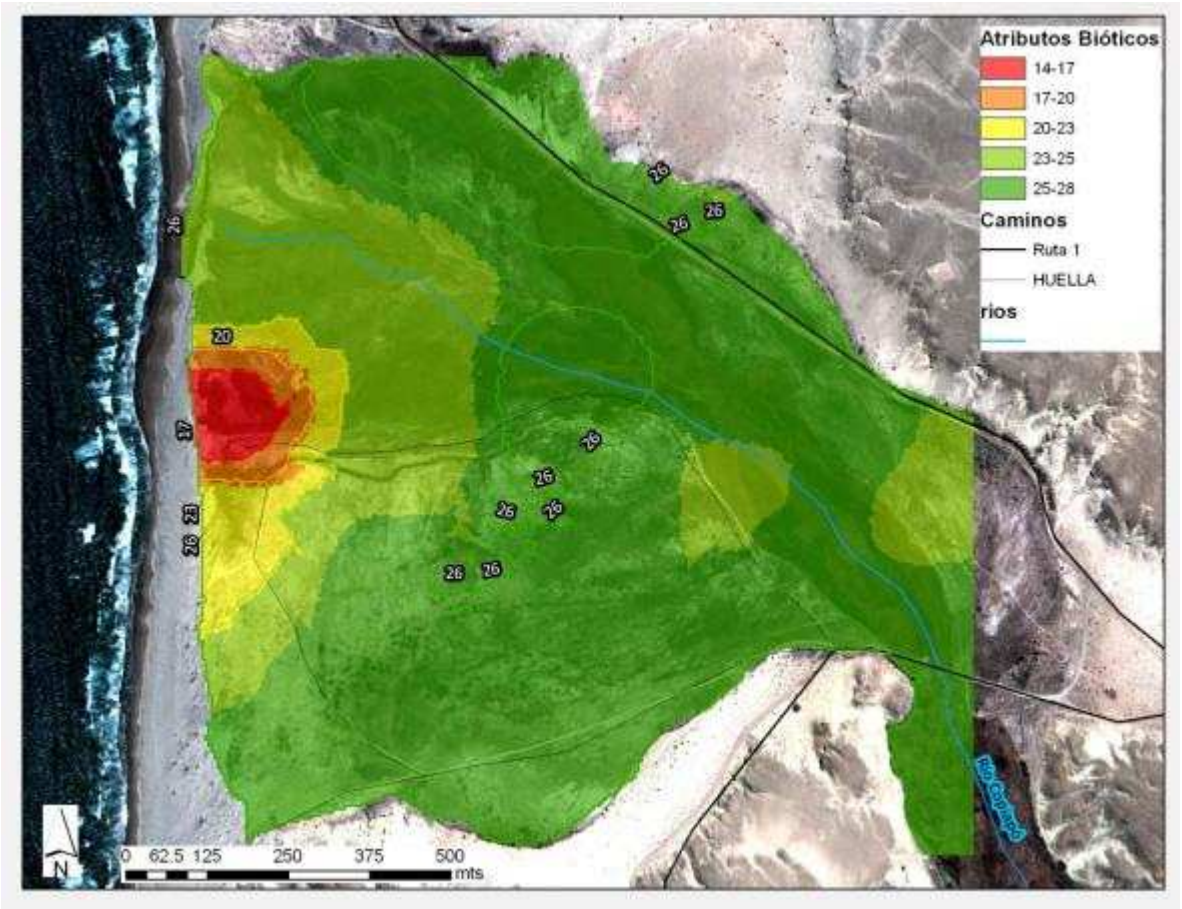
La estructura biótica vertical se relaciona principalmente con la capacidad de prestar servicios de corredor biológico de las AE, en este caso las áreas evaluadas cercanas a la costa (AE23 al AE 29), son las peor evaluadas, presentando un plano de vegetación que posee un dosel semidenso con vegetación entramada, pero el techo vegetal se ubica a mucho menos de 10-20 cm. Sobre la superficie (Figura 18).

Folio015797

Figura 18 Vista general de las AE asociadas a la desembocadura



Figura 19 Distribución espacial de los atributos bióticos en el humedal año 2013



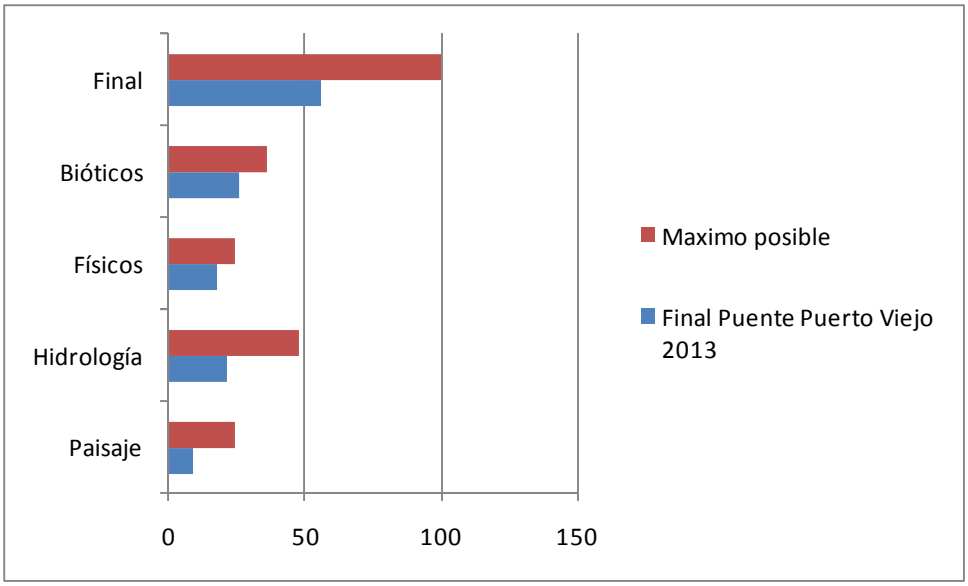
Folio015798

5 ESTADO DE SALUD: Humedal Desembocadura Río Copiapó 2013

5.1 Puente Puerto Viejo- Estuario No Salino Persistente

Este Sector presenta un puntaje de Salud **Tipo C (56%),** observándose una condición relativamente más baja que la evaluada el año 2012, manteniendo su principal limitante en los atributos hidrológicos y de paisaje, éste último está dado por la intervención agresiva que afectó al sector debido al fuego, si bien la recuperación a la fecha ha sido bastante satisfactoria ha constituido una perturbación que ha generado considerables impactos ecológicos y biológicos, tales como pérdida de hábitat para muchas especies, lo que brinda la oportunidad para cambiar las condiciones de algunas áreas del humedal hacia zonas de pastoreo (presencia de cabra domestica), pérdida de biodiversidad entre otros (Figura 20).

Figura 20 Gráfica de puntajes por atributos y final del sector Puente Puerto Viejo en 2013



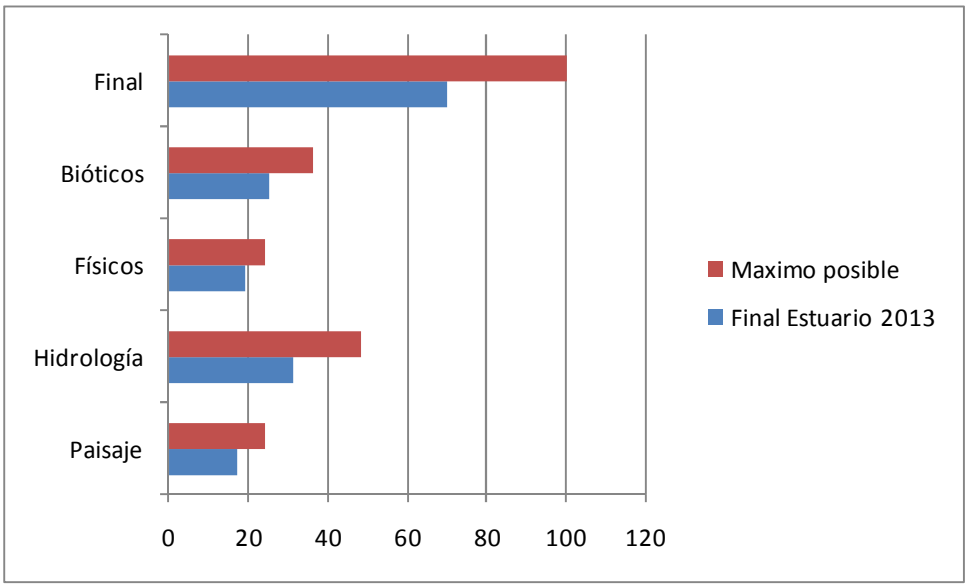
Folio015799

5.2 Desembocadura del Río Copiapó- Estuario Estacional

El estuario estacional presenta un estado de salud tipo **B (70%),** obteniéndose un valor de salud mayor que la evaluación del año 2012. Parcialmente los atributos de paisaje, hidrología y bióticos mostraron un mejor estado en su condición para este año. Manteniéndose la condición similar para los atributos físicos (Figura 21).

El sector en regresión no presenta características de humedal en casi todos los atributos evaluados, por lo que la perdida de este hábitat en el sector es evidente. Se observan reducidas capas vegetales y pocas especies co-dominantes, junto a la colonización de especies que requieren menor humedad sobre los diferentes biotopos acuáticos.

Figura 21 Magnitud del puntaje final de la desembocadura del río Copiapó año 2013



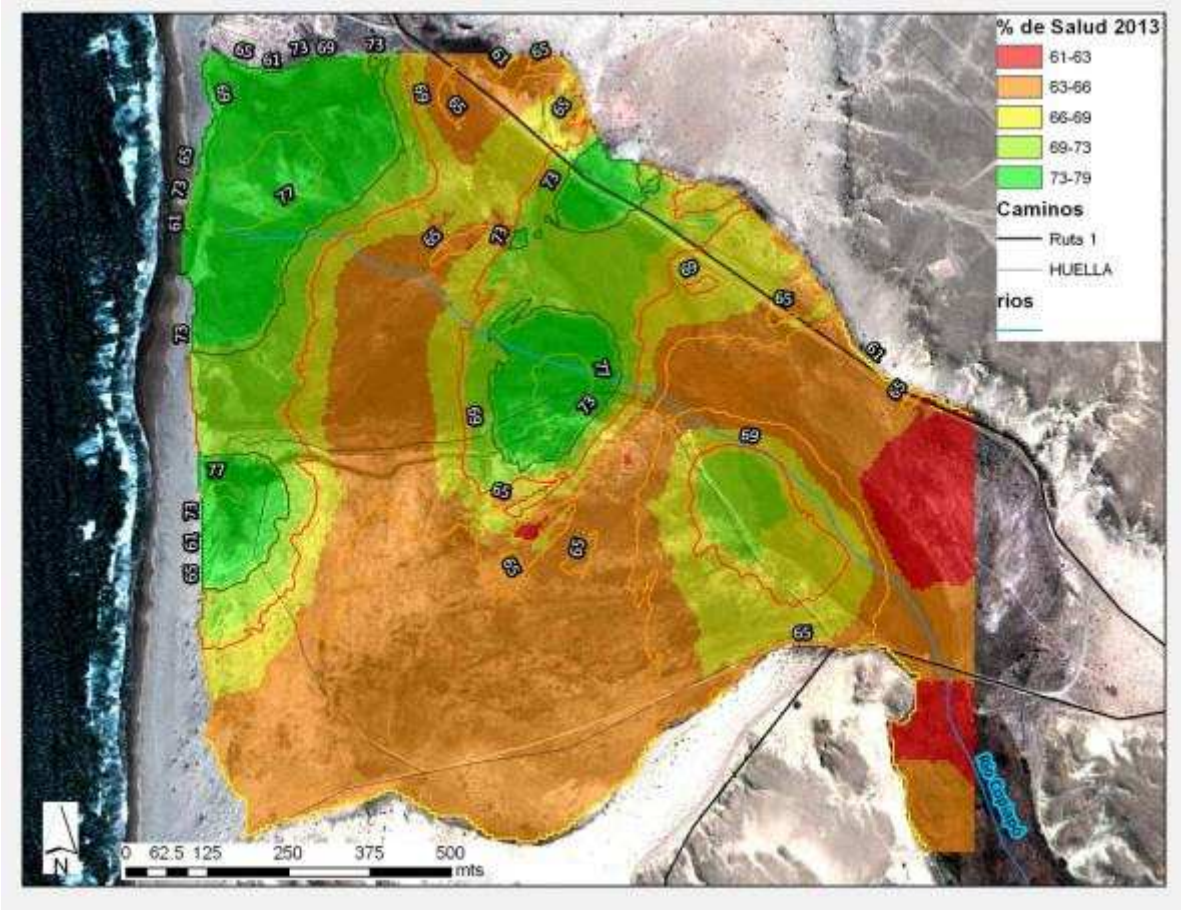
Folio015800

Secundariamente, se extrapolaron los puntajes obtenidos a un 92% del polígono del humedal, con un error de un 0.08 % en los resultados, lo que permite visualizar la tendencia que presenta del humedal.

El estado de salud del humedal el año 2013, en general posee una condición Regular (B), pero con superficies importantes en mal estado (D), ver Figura 22.

Se ha determinado que el área sur posee una condición del tipo D, con un porcentaje similar al año anterior se encuentra en franco proceso de regresión, observándose un aumento del efecto de mejora en la zona norte del humedal, cercano a la barrera. Mientras que la mejor condición para el año 2013, se ha establecido en algunos sectores de la zona N y en la desembocadura con un puntaje tipo B.

Figura 22 Distribución de la condición de salud año 2013

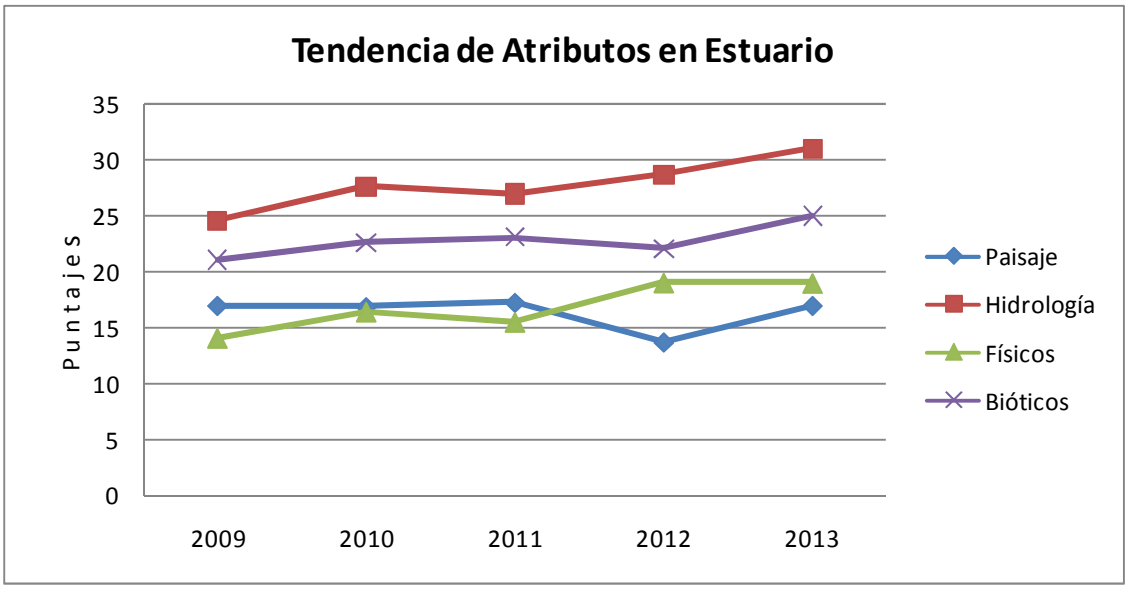


Folio015801

6 DINAMICA DE SALUD HUMEDAL AÑOS 2009 AL 2013

Con objeto de evaluar los principales cambios observados entre los años 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013 se compararon los resultados de las campañas anuales en el estuario del río Copiapó. En la Figura 23 se observa que los atributos de paisaje, hidrología y bióticos mostraron una leve mejoría en su condición para este año. Manteniéndose la condición similar para los atributos físicos.

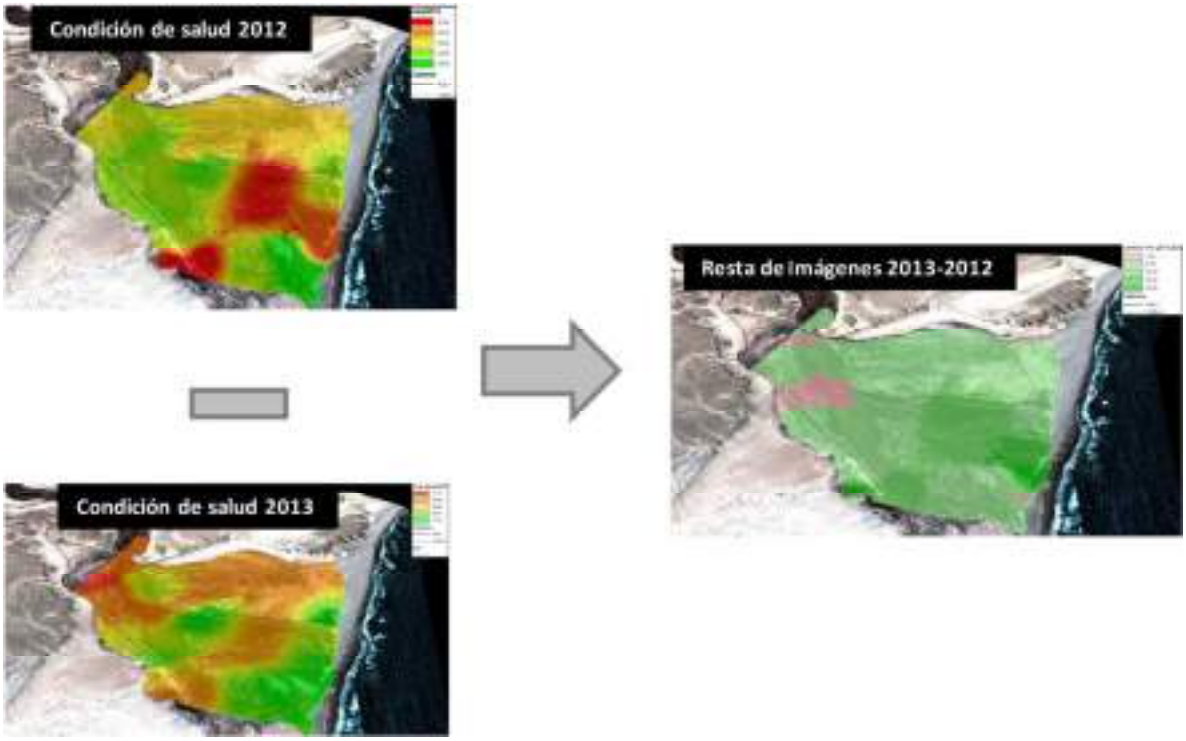
Figura 23 Gráfica de evolución de los atributos entre los años 2009 y 2013



Folio015802

Con objeto de conocer la distribución y que sectores fueron sujetos de mejoras en su condición y cuales empeoraron respecto de la condición anterior, se procedió a realizar una diferencia de imágenes en el estado de salud del año 2013, con el estado de salud del año 2012, ver Figura 24.

Figura 24 Resta de imágenes, años 2012-2013



De la resultante de la diferencia de imágenes de los dos últimos años de monitoreo, es posible afirmar lo siguiente:

- El sector que posee una mayor recuperación fue la zona NW, principalmente dada por la expansión del canal de inundación.

- El sector en regresión reveló un aumento del deterioro respecto del año anterior, donde prácticamente han desaparecido las características de humedal. Esto debido a que en casi todos los atributos evaluados, la pérdida de este hábitat es evidente. Se observan reducidas capas vegetales y reducidas especies co-dominantes, junto a la colonización de especies que requieren menor humedad por sobre los diferentes biotopos acuáticos.

Folio015803

7 Anexos

7.1 Anexo 1: Metodología de Seguimiento de la Condición de Salud del Humedal

El estudio se realiza con el seguimiento de la salud del humedal en las áreas de evaluación (AE) ya definidas y valoradas en el transcurso del año 2009. El seguimiento realizado a escala sitio específica, implementa el monitoreo de los atributos espaciales; hidrológicos y bióticos; contemplando además para esta temporada la aproximación del riesgo ecológico del humedal.

Los puntajes obtenidos en cada atributo, son sometidos a un algoritmo matemático basado en teoría de perturbaciones, obteniendo un puntaje para cada área de evaluación, obteniendo un estado de salud basado en métricas indicativas y representativas del sistema.
A continuación, se describe de manera general los atributos y métricas que serán levantados en la evaluación de la temporada seca 2010, más información se puede encontrar en el Manual de Evaluación y Monitoreo Ambiental de Humedales, 2009 (EMA)[5].

a. Atributos Espaciales

Los atributos del buffer y paisaje guardan relación con la conectividad y la condición del buffer, estableciéndolo como el área de influencia en la cual está el área de evaluación, evidenciando de esta forma los impactos directos de las actividades humanas.

b. Atributo Hidrología:

La hidrología incluye la fuente, cantidad y movimiento de las aguas, sumado al flujo de transporte de sedimento. Siendo la hidrología uno de los determinantes directos más importantes de la función del humedal (Mitsh y Gossenlink 1993)6. La hidrología de un humedal afecta directamente muchos procesos físicos, incluido el ciclo de nutrientes, quelación en el sedimento y la filtración de contaminantes (Richard et al 20027 y Sanderson et al 20008).

La hidrología es uno de los factores claves de los ecosistemas del tipo humedal, la vegetación característica de estos ecosistemas, da cuenta de la disponibilidad de fuentes de agua, la emergencia de especies tolerantes a la salinidad es una respuesta de estos sistemas a la intrusión salina y el aumento del área de usos de estas especies en el humedal.

c. Régimen Hídrico (Hidroperiodo)

El régimen hídrico es la frecuencia característica y la duración del periodo de inundación o saturación del río dentro de un año típico, en el caso de los ecosistemas fluviales se encuentran regidos por la tasa de ciclos estacionales de lluvia y escorrentía.

[5] Fundación Chile, Programa de Medio Ambiente, 2009. Sistema Avanzado e Integral de Evaluación y Monitoreo de la Condición Ambiental de Humedales. Manual de Evaluación y Monitoreo Ambientales de Humedales (EMA).
[6] Mitch, W.J. and J.G. Gosselink. 1993. Wetlands. New York, Van Nostrand Reinhold.
[7] Richards, K., J. Brasington, and F. Hughes. 2002. Geomorphic dynamics of floodplains: ecological implications and a potential modeling strategy. Freshwater Biology 47(4):559- 579.
[8] Sanderson, E.W., S.L. Ustin, and T.C. Foin. 2000. The influence of tidal channels on the distribution of salt marsh plant species in Petaluma Marsh, CA, USA. Plant Ecology 146:29-41.

Folio015804

En el transcurso del año 2009 y 2010, se realizó la medición de caudales en la primera semana de cada mes, a partir de mayo de 2009 hasta la fecha, en dos sectores con secciones conocidas, el primero corresponde al sector del río Copiapó, en los ductos de paso de agua donde se construyo una sección conocida la cual se limpia y estabiliza cada vez que se realiza la medición y el segundo corresponde al canal de apertura de la barrera en el sector de la desembocadura, donde se estabiliza la sección en cada medición.

Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \cdot S$$

En la que:

- Q es el caudal (m^3/s)
- V es la velocidad (m/s)
- S es la sección del río (m^2), (profundidad media x ancho de la sección)

La velocidad se midió in situ, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Globalwater, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/s).

d. Fuente de Agua

Las fuentes de agua afectan directamente los procesos físicos, calidad, duración y frecuencia de condiciones saturadas o acumuladas dentro del área de evaluación. Esta métrica se centra en las fuentes de agua dulce que se manifiestan durante la estación seca.

e. Conectividad hidrológica

La conectividad hidrológica, describe la capacidad del agua de salir en forma abundante fuera del humedal o de inundar sus zonas adyacentes, determinando el grado al cual la conectividad hidrológica es restringida por características artificiales.

f. Métricas Físico-Químicas y Microbiológicas

En la evaluación de la temporada seca se colectaron 3 muestras de agua y 3 de sedimento para su posterior análisis en laboratorio certificado, con objeto de comparar con los valores del puntaje final del sistema y poder establecer el grado de correlación existente entre el estado de salud del humedal y las variables evaluadas.
Estos valores se compararon con los parámetros establecidos en la normativa de calidad secundaria de las aguas por cuencas en el caso de los ríos y con los valores de calidad de las aguas según clase de CONAMA 2005[9].

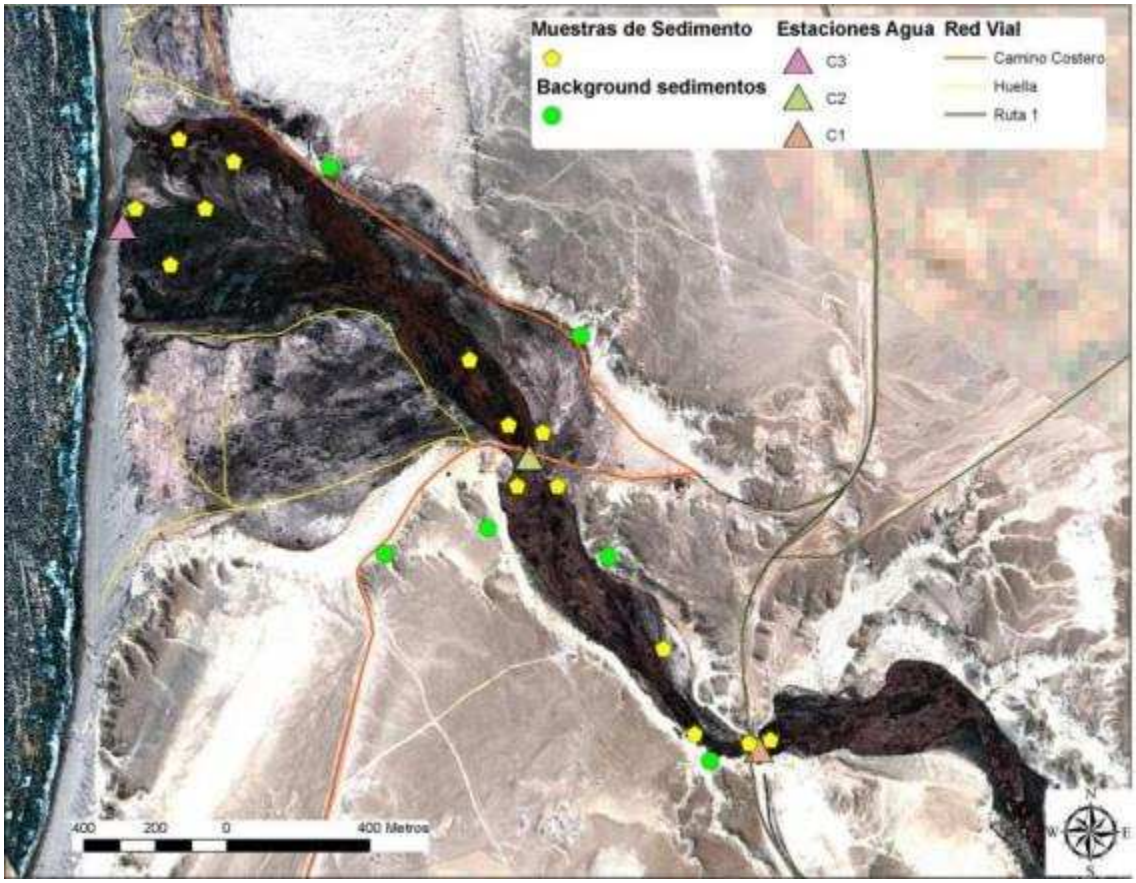
[9] CONAMA 2005. Guía CONAMA Para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales y Marinas..

Folio015805

Además, se obtuvieron parámetros *in situ* en cada estación de parámetros tales como: pH; Oxígeno Disuelto; Conductividad; Temperatura; Salinidad; Potencial de Oxido-Reducción; Nitrito; Nitratos; Amonio; obtenidos con equipo multiparámetro de ión selectivo y transparencia de SECCHI.

Las muestras y parámetros in situ, serán obtenidas en las mismas estaciones de muestreo determinadas a partir del mapa de riesgo del territorio a nivel de microcuenca y las estaciones establecidas para el año 2009 se observan en la Figura 27.

Figura 25 Puntos de toma de muestras de agua y sedimento



Folio015806

Atributos Bióticos

g. Censos de Avifauna

La determinación taxonómica de los animales y la confección del catastro se realizó mediante consulta a la siguiente bibliografía:

- Para Aves: Araya, B. & G. Millie. (1991) y Jaramillo *et al*. (2003).
- Tanto para las especies directamente observadas como aquellas potenciales derivadas de evidencias indirectas, se identificó su grado de amenaza, endemismo e importancia relativa de acuerdo con la Ley de Caza N° 19.473 descrito por la Cartilla de Caza del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2009) y el "Libro Rojo de los Vertebrados de Chile" (Glade 1993), (ver anexo I).

En zonas representativas del los dos subtipos de estuarios detectados, se realizó el censo efectuando las siguientes actividades:

- Identificación de los taxa colectados o avistados.
- Determinación de la ubicación de los taxa en cada subtipo de humedal.
- Determinación del estado de conservación de las especies registradas.
- Determinación de la distribución de los taxa (nativo-exótico, endémico-no endémico).
- Determinación de la diversidad biológica de los sitios de muestreo.
- Determinación de la abundancia de los taxa en cada uno de los sitios de muestreo.

El muestreo directo de aves se realizó a través de transectos de ancho y largo variable, puntos de observación o escucha, con dos observadores (Figura 26).

Las observaciones se realizaron temprano por la mañana, y en la tarde utilizando binoculares, Range Finder, GPS y la libreta de anotaciones.

Para la identificación por canto, se utilizaron las claves de Egli (2002). Además se identificaron los registros indirectos como heces, huellas y nidos.

h. Índices Ecológicos

La diversidad de las especies registradas, se estimará con los índices de Shannon y Sorensen, según la potencia de los muestreos.

El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989) mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad de la que se conoce el número total de especies S. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y H' será máxima cuando todas las especies S estén presentes:

Folio015807

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:
H´: diversidad específica
P= ni/N
ni: número de individuos de cada especie.
N: número total de indivíduos.

El Índice de Sorensen (1948) es utilizado para datos cualitativos de presencia/ausencia. Está, diseñado para ser igual a 1 en casos de similaridad completa e igual a 0 en comunidades sin especies en común (Moreno, 2001).

$$\text{Índice de Sorensen} = \frac{2C}{A+B} 100$$

Donde:

A = Número de especies de una de las muestras.
B= Número de especies de la otra muestra.
C= Número de especies comunes a ambas muestras.

Figura 26 Transectas de censos de Avifauna



Folio015808

7.2 Anexo 2: Clasificación Categorías de Conservación

Tanto para las especies directamente observadas como aquellas potenciales derivadas de evidencias indirectas, se identificó su grado de amenaza, endemismo e importancia relativa de acuerdo con la Ley de Caza N° 19.473 descrito por la Cartilla de Caza del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2009) y el "Libro Rojo de los Vertebrados de Chile" (Glade 1993).

La clasificación se detalla a continuación:

- EN PELIGRO (P): Taxa en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando. Se incluyen taxa cuyas poblaciones han sido reducidas a un nivel crítico o cuyo hábitat ha sido reducido tan drásticamente que se considera que están en inmediato peligro de extinción. También se incluye taxa que posiblemente ya están extinguidos, pero que han sido vistos en estado silvestre dentro de los últimos 50 años.

- VULNERABLE (V): Estado de conservación donde se supone que la especie pasará en el futuro cercano a la categoría EN PELIGRO si los factores causales de la amenaza continúan operando. Especie que tiene un 10% de probabilidad de extinción dentro de los próximos 100 años. Se incluyen taxa de los cuales la mayor parte o todas las poblaciones están disminuyendo debido a la sobreexplotación, destrucción amplia del hábitat u otras alteraciones ambientales; taxa con poblaciones que han sido seriamente agotadas y cuya protección definitiva no está aún asegurada y taxa con poblaciones que son aún abundantes, pero que están bajo amenaza por acción de factores adversos severos a través de su área de distribución.

- RARAS (R): Especie cuya población mundial es pequeña, que no se encuentra actualmente EN PELIGRO, ni es VULNERABLE, pero que está sujeta a cierto riesgo. Estos taxa se localizan normalmente en ámbitos geográficos o hábitat restringidos o tienen una bajísima densidad a través de una distribución más o menos amplia.

- INADECUADAMENTE CONOCIDAS (I): Especie que se supone pertenece a alguna de las categorías anteriores, pero no se tiene certeza, debido a la falta de información.

- FUERA DE PELIGRO (F): Taxa que antes estuvo incluido en una de las categorías anteriores, pero en la actualidad se considera relativamente segura debido a la adopción de medidas efectivas de conservación o a la amenaza que existía ha sido eliminada.

- DAÑINA (D): Especie de fauna silvestre considerada perjudicial o dañina para las actividades silvoagropecuarias y para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales, que podrán ser cazadas o capturadas en cualquier época de año (SAG, 2006).

- ENDÉMICA (EN): Taxa que están restringidas a un área relativamente pequeña o a un biótopo poco frecuente o raro. Propias de una región particular o zona (Cepeda, 1993).

Folio015809

- NATIVA (NA): Taxa que naturalmente (sin intervención humana) pertenece a un ecosistema. Se considera propia de un lugar y vive en estado silvestre (Ceded, 1993). Se considera nativa a todas las especies de fauna de cualquier especie animal, que viva en estado natural, libre o independiente del hombre, en un medio terrestre o acuático, sin importar cual sea su estado de desarrollo, exceptuados los animales domésticos y los domesticados, mientras conserven éstos últimos la costumbre de volver al amparo o dependencia del hombre (SAG 2006).

- INTRODUCIDA o EXÓTICA (IN): Taxa que no se considera propia de un determinado lugar y que viven en estado silvestre, independientes del dominio del hombre, las cuales no han evolucionado en los ecosistemas en que se encuentran.

- NO DEFINIDA (ND): En el caso de que en algunas de las especies encontradas no aparezca descrita su categoría de estado de conservación (Glade, 1993; SAG 2009)

- B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

- S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

- E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

7.3 Anexo 3: Informe Análisis de Agua

INGENIERÍA DICTUC

División de Ingeniería Hidráulica y Ambiental
Área de Análisis de Aguas y Riles
Acreditada ISO 17025
Informe N° 1104678

23 de Mayo de 2013

INFORME DE ENSAYO

IDENTIFICACION

Muestras	:	Agua Superficial
Fecha de Recepción	:	10-05-2013
Análisis Solicitado	:	Químico y Bacteriológico
Solicitado por	:	**Fundación Chile**
Dirección	:	Parque Antonio Rabat Sur N° 6165, Vitacura
Atención	:	Sra. Alejandra Arochas

RESULTADOS

Muestra N°	7447	7448	7449	Fecha de Análisis	Método de Análisis
Identificación	C1	C2	C3		
Aluminio (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	15-05-13	*SM 3120 B
Amonio (NH4+) (mg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	14-05-13	ME-27-2007-SISS
Arsénico (mg/L)	<0,006	<0,006	0,006	14-05-13	ME-12-2007-SISS
Bario (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	15-05-13	*SM 3120 B
Berilio (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	15-05-13	*SM 3120 B
Boro (mg/L)	4,67	4,40	0,24	15-05-13	*SM 3120 B
Cadmio (mg/L)	<0,0015	<0,0015	<0,0015	15-05-13	*SM 3120 B
Calcio (mg/L)	571,2	368,4	612,9	15-05-13	*SM 3120 B
Cianuro (mg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	14-05-13	*SM 4500 CN-F
Cinc (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	15-05-13	*SM 3120 B
Cloruros (mg/L)	1375,3	1440,2	1487,3	10-05-13	ISO 10304-1 Of. 2007
Cobalto (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	15-05-13	*SM 3120 B
Cobre (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	15-05-13	*SM 3120 B
Coliformes Fecales (NMP/100ml)	300	30	140	10-05-13	NCh 2313/22 Of. 95
Coliformes Totales (NMP/100ml)	300	50	140	10-05-13	NCh 1620/1 Of. 84
Conductividad (a 21°C) (uS/cm)	8240	8430	8760	10-05-13	*SM 2510 B
Cromo (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	15-05-13	*SM 3120 B
Detergentes (mg SAAM/L)	<0,05	<0,05	<0,05	16-05-13	*SM 5540 B
Fluoruro (mg/L)	0,3	0,3	0,3	13-05-13	ME-06-2007-SISS
Hierro (mg/L)	<0,03	<0,03	<0,03	15-05-13	*SM 3120 B
Litio (mg/L)	0,36	0,36	0,20	15-05-13	*SM 3120 B
Magnesio (mg/L)	221,8	157,3	249,5	15-05-13	*SM 3120 B
Manganeso (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	15-05-13	*SM 3120 B
Mercurio (mg/L)	<0,001	<0,001	<0,001	15-05-13	ME-15-2007-SISS
Molibdeno (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	15-05-13	*SM 3120 B
Níquel (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	15-05-13	*SM 3120 B
pH (a 21°C)	7,93	7,85	7,80	10-05-13	ME-29-2007-SISS
Plata (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	16-05-13	*SM 3120 B
Plomo (mg/L)	<0,003	<0,003	<0,003	15-05-13	*SM 3120 B
Potasio (mg/L)	20,2	14,0	22,4	15-05-13	*SM 3120 B
Selenio (mg/L)	0,039	0,038	0,027	15-05-13	*SM 3120 B
Sodio (mg/L)	1059,8	782,1	1213,8	15-05-13	*SM 3120 B

División de Ingeniería Hidráulica y Ambiental
Área de Análisis de Aguas y Riles
Acreditada ISO 17025
Informe N° 1104678

23 de Mayo de 2013

INFORME DE ENSAYO

Muestra N°	7447	7448	7449	Fecha de Análisis	Método de Análisis
Identificación	C1	C2	C3		
Sodio Porcentual (mg/L)	49,3	51,7	50,5	15-05-13	Calculo
Sólidos Disueltos Totales (g/L)	5920	6000	6340	10-05-13	NCh 411-2007-E2010
Sulfato (mg/L)	2539,5	2480,1	2378,4	10-05-13	ISO 10304-1 OC 2007
Vanadio (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	15-05-13	*SM 3120 B
Nitratos (mg/L)	<0,5	<0,5	<0,5	10-05-13	ISO 10304-1 OC 2007
Nitritos (mg/L)	<0,5	<0,5	<0,5	10-05-13	ISO 10304-1 OC 2007
Nitrogeno Organico (E) (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	13-05-13	NCh 2313/6 OC 97
Fosforo (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	22-05-13	*SM 3120 B

OBSERVACIONES

1. Las muestras fueron tomadas por el cliente, quien se responsabiliza por la correcta preservación, identificación y almacenamiento de ellas
2. Análisis dentro del alcance de la acreditación del laboratorio (Certificados DONLE 150 y LE 149).
3. Los resultados expuestos son válidos solo para las muestras analizadas.
4. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition 2005 APHA, AWWA, WEF.
5. Horas de inicio de ensayos de muestras frescas y temperatura de análisis:

Parámetro	Hora		
Nitrito	14:00		
Sólidos Disueltos Totales	11:30		
Conductividad Específica	11:15		
Coliformes Totales	11:30		
Coliformes Fecales	11:30		
pH	11:15		
Parámetro	**Temperatura de Medición (°C)**		
Muestras	**7447**	**7448**	**7449**
pH	21,4	21,8	21,5
Conductividad Específica	21,2	21,5	21,5



Folio015812

7.4 Anexo 4: Informe análisis de Sedimento

INGENIERÍA DICTUC

División de Ingeniería Hidráulica y Ambiental
Área de Análisis de Aguas y Ríos
Acreditada ISO 17025
Informe N° 1104679

23 de Mayo de 2013

INFORME DE ENSAYO

IDENTIFICACION

Muestra	:	Sedimento
Fecha de Recepción	:	10-05-2013
Análisis Solicitado	:	Químicos
Solicitado por	:	**Fundación Chile**
Dirección	:	Parque Antonio Rabat Sur N° 6165, Vitacura
Atención	:	Sra. Alejandra Arechas

RESULTADOS

Muestra N°	74°04A	74°04B	74°04C	Fecha de Análisis	Método de Análisis
Identificación	S1	S2	S3		
Humedad superficial a 30°C (%)	26,1	26,5	25,6	10-05-13	NCh 1515 OE 79
Aluminio (g/Kg)	2599,2	9525,9	6696,2	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Arsénico (mg/Kg)	3,785	3,800	4,822	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Bario (mg/Kg)	9,13	23,0	27,7	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Berilio (mg/Kg)	<0,01	<0,01	<0,01	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
*Boro	<0,01	<0,01	<0,01	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Cadmio (mg/Kg)	<0,002	<0,002	<0,002	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Calcio (g/Kg)	57306,7	30419,3	20651,8	15-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Zinc (mg/Kg)	8,76	37,1	37,7	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Cloruro (soluble) (mg/Kg)	449,7	375,2	352,0	15-05-13	INIA 2006 Método 13
Cobalto (mg/Kg)	3,99	8,26	7,20	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Cobre (mg/Kg)	5,15	15,9	9,90	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
*Conductividad	238	326	89,5	15-05-13	CNA 2007 Método 5
Cromo (mg/Kg)	10,2	31,4	40,4	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Hierro (g/Kg)	5567,9	14772,6	20671,7	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Litio (mg/Kg)	6,13	14,7	10,9	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Magnesio (g/Kg)	2577,0	7924,1	5405,6	15-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Manganeso (mg/Kg)	241,9	230,1	317,2	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Mercurio (mg/Kg)	0,145	0,134	0,128	15-05-13	TMECC04.12 y 06.061fg OE 2001
Molibdeno (mg/Kg)	<0,01	<0,01	<0,01	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Níquel (mg/Kg)	0,90	4,34	6,78	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
*pH	7,52	7,66	7,36	15-05-13	CNA 2007 Método 5
Plata (mg/Kg)	2,26	<0,01	<0,01	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Plomo (mg/Kg)	2,227	3,034	10,314	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Potasio (g/Kg)	815,9	2809,9	581,9	15-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001
Selenio (mg/Kg)	2,066	<0,004	<0,004	20-05-13	TMECC04.14 y 04.120-OE 2001

DICTUC es una Filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile
y está certificada por SGS bajo el estándar ISO 9001:2008

VLM/ckb

Hoja 1 de 2 M-74704A a 74704C

Para verificar este documento ingrese a http://www.dictuc.cl/verifica Código qMHvo10dbJ7

Folio015813

División de Ingeniería Hidráulica y Ambiental
Área de Análisis de Aguas y Ríles
Acreditada ISO 17025
Informe N° 1104679

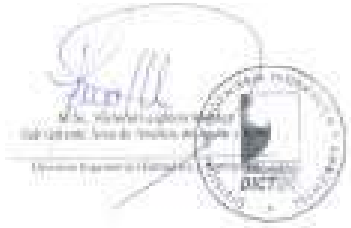
23 de Mayo de 2013

INFORME DE ENSAYO

Muestra N°	74790A	74790B	74790C	Fecha de Análisis	Método de Análisis
Identificación	S1	S2	S3		
Sodio (g/Kg)	902,5	2178,8	838,3	15-05-13	EMEC/204.14 y 04.128/Of. 2001
Sulfato (soluble) (mg/Kg)	1807,9	1677,8	571,3	13-05-13	INIA 2006 Método 13
Vanadio (mg/Kg)	19,4	56,8	80,1	20-05-13	EMEC/204.14 y 04.128/Of. 2001
Nitratos (soluble) (mg/Kg)	<0,5	12,3	2,9	13-05-13	INIA 2006 Método 13
Nitritos (soluble) (mg/Kg)	<0,5	<0,5	<0,5	13-05-13	INIA 2006 Método 13
Nitrogeno Organico (K.) (mg/Kg)	<0,1	<0,1	<0,1	15-05-13	NCh 2313/6 Of. 97
Fosforo (P) (%)	211,7	205,5	441,9	15-05-13	EMEC/204.14 y 04.128/Of. 2001

OBSERVACIONES

1. Las muestras fueron tomadas por el cliente, quien se responsabiliza por la correcta preservación, identificación y almacenamiento de ellas
2. Matriz fuera del alcance de la acreditación del laboratorio.
3. Los resultados expuestos son válidos sólo para las muestras analizadas.
4. *Mediciones en una solución de 2g de sedimento en 100 ml. agua desionizada.



SISTEMA NACIONAL DE ACREDITACION
INN - CHILE

ACREDITACION LE 149

El Instituto Nacional de Normalización, INN, certifica que:

DICTUC S.A.

LABORATORIO DE AGUAS Y RILES

ubicado en Av. Vicuña Mackenna N°4860, Macul, Santiago

ha renovado su acreditación en el Sistema Nacional de Acreditación del INN, como

Laboratorio de Ensayo

según NCh-ISO 17025.Of2005

en el área Microbiología para aguas, con el alcance indicado en anexo.

Primera acreditación: Desde el 17 de Enero de 202

Vigencia de la Acreditación: hasta el 17 de Enero de 2016

Santiago de Chile, 16 de Noviembre de 2012

INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION

LE 149
Anexo

ALCANCE DE LA ACREDITACION DEL LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y RILES DE DICTUC S.A., SANTIAGO, COMO LABORATORIO DE ENSAYO

AREA : **MICROBIOLOGIA PARA AGUAS**
SUBAREA : **MICROBIOLOGIA PARA AGUA POTABLE Y FUENTES DE CAPTACION, AGUAS RESIDUALES, SEGUN CONVENIO INN-SISS**

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
Detección de *Escherichia coli*	ME-01-2007. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método de Tubos múltiples.	Agua potable y fuentes de captación
Detección de *Escherichia coli*	ME-02-2007. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método de filtración por membrana.	Agua potable y fuentes de captación
Detección de *Escherichia coli*	NCh2043.Of98	Agua potable y fuentes de captación
Determinación de Coliformes fecales	NCh2313/23.Of95	Aguas residuales
Determinación de Coliformes fecales	NCh2313/22.Of95	Aguas residuales
Determinación de Coliformes totales	NCh1620/1.Of84	Agua potable y fuentes de captación
Determinación de Coliformes totales	NCh1620/2.Of84	Agua potable y fuentes de captación
Determinación de Recuento Bacteriano total	Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater 21° Ed 9215 C y 9215 D	Agua potable y fuentes de captación

SUBAREA : **MICROBIOLOGIA Y MUESTREO PARA AGUA DE BEBIDA, AGUA CRUDA, AGUAS RESIDUALES Y AGUA DE DIALISIS**

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
Cálculo y medición de caudal	IE-E.36-CHA. Basado en la NCh 411/10.Of2005. Muestreo de aguas residuales - Recolección y manejo de las muestras. Y en la NCh410.Of96. Calidad del agua – Vocabulario.	Cálculo y medición de caudal
Cloro libre residual en terreno	IE-E.02-CHA Basado en el protocolo analítico descrito se basa en la Guía ISO 7393/2-1985 (E).	Cloro libre residual en terreno
Detección de *Escherichia coli*	ME-01-2007. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método de Tubos múltiples.	Agua cruda

INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION

LE 149
Anexo

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
Detección de *Escherichia coli*	ME-02-2007. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método de filtración por membrana.	Agua cruda.
Detección de *Escherichia coli*	NCh2043.Of98	Agua diálisis. agua cruda
Detección de *Escherichia coli*	IE-E.06-CHA Basado en el Standard Method for the Examination of water and wastewater 21 th Edition 2005. 9221 F	Agua cruda. agua de bebida
Determinación de Coliformes fecales	NCh2313/23.Of95	Agua cruda. agua de diálisis
Determinación de Coliformes fecales	NCh2313/22.Of95	Agua cruda. agua de diálisis
Determinación de Coliformes fecales	Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater 21° Ed. 9222 B	Agua de bebida. agua cruda. agua de diálisis
Determinación de Coliformes totales	NCh1620/1.Of84	Agua cruda. agua de diálisis
Determinación de Coliformes totales	NCh1620/2.Of84	Agua cruda. agua de diálisis
Determinación de Recuento Bacteriano total	Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater 21° Ed 9215 C y D	Agua diálisis. agua cruda
pH en terreno	IE-E.13-CHA Basado en NCh 2313/1.Of95 Aguas residuales – Métodos de análisis – Parte 1. Determinación pH. En los procedimientos descritos en Manual SISS. Agua Potable: Método de análisis. Determinación pH. Método electrométrico y en el Manual de Instrucciones del fabricante.	Aguas residuales. agua para bebida. agua cruda y agua diálisis
Temperatura en terreno	IE-E.33-CHA Basado en la NCh 2313/2.Of95 Aguas residuales – Métodos de análisis – Parte 2. Determinación de la temperatura y en la NCh 410.Of96. Calidad del agua – Vocabulario y según el procedimiento descrito en el Manual SISS 2007.	Aguas residuales. agua para bebida. agua cruda y agua diálisis
Muestreo manual	IJ-E.01-CHA. Basado en NCh 409/2.Of2004 Agua potable - Parte 2: Muestreo. NCh411/1.Of96 Calidad del agua- Muestreo- Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo. NCh411/2.Of96 Calidad del agua- Muestreo- Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo.	Muestreo manual

INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION

LE 149
Anexo

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
	NCh411/3.Of96 Calidad del agua- Muestreo- Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras y en la NCh411/5.Of96 Calidad del agua - Parte 4: Guía para el muestreo de agua potable y agua usada en la industria.	
Muestreo manual	IJ-E.02-CHA NCh411/1.Of96 Calidad del agua- Muestreo- Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo. NCh411/2.Of96 Calidad del agua- Muestreo- Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo. NCh411/3.Of96 Calidad del agua- Muestreo- Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras. NCh411/4.Of97 Calidad del agua - Parte 4: Guía para el muestreo de lagos naturales y artificiales y en la NCh411/6.Of98 Calidad del agua - Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua.	Muestreo manual
Muestreo manual	IJ-E.04-CHA NCh409/2.Of2004 Agua potable - Parte 2: Muestreo. NCh411/2.Of96 Calidad del agua- Muestreo- Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo. NCh411/3.Of96 Calidad del agua- Muestreo- Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras.	Muestreo manual
Muestreo automático y manual	IJ-E.03-CHA Basado en NCh 411/10.Of2005. Calidad del agua- Muestreo- Parte10: Guía para el muestreo de aguas residuales. NCh 411/1.Of96 Calidad del agua- Muestreo- Parte1: Guía para el diseño de programas de muestreo. NCh 411/2.Of 96 Calidad del agua- Muestreo- Parte2: Guía sobre técnicas de muestreo. NCh 411/3.Of96 Calidad del agua- Muestreo- Parte3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras.	Aguas residuales

FUNDACIONCHILE

Movemos la frontera de lo posible

Compromiso Voluntario Resolución

Exenta Nº273/08

Monitoreo Ambiental Anual

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Candelaria lundin mining	Monitoreo Ambiental Anual Humedal desembocadura del río Copiapó Diciembre - 2016	Tierra del Sol CONSULTORES



Monitoreo anual

Humedal desembocadura del río Copiapó

Diciembre – 2016

INDICE DE CONTENIDOS

1. RESUMEN 7
2. INTRODUCCION 9
3. OBJETIVOS 11
3.1 Objetivo General 11
3.2 Objetivos Específicos 11
4. METODOLOGIA 12
4.1 Determinación y caracterización del área de estudio 12
4.2 Determinación del área de influencia y buffer 18
4.3 Etapa de gabinete 18
4.4 Medición de parámetros 19
4.4.2.1 Censos de Avifauna 25
4.4.2.2 El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989) 27
4.4.2.3 Flora 27
5. RESULTADOS 30
5.1 Resultados de la medición de parámetros 30
5.1.1.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo) 30
5.1.1.2 Muestreo *in situ* de agua 31
5.1.1.3 Muestras de aguas según NCh 409 33
5.1.1.4 Muestras de aguas según NCh1333 36
5.1.1.5 Sedimentos 42
5.1.2.1 Censo de avifauna 44
5.1.2.2 Índice ecológico de Shannon-Wiener 49
5.1.2.3 Composición Florística 51
5.1.2.5 métricas de la comunidad vegetal: 55
6. DISCUSIÓN 60
7. CONCLUSIONES 69

8. BIBLIOGRAFIAS Y FUENTES..... 72

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de los parámetros medidos en agua río Copiapó..... 31
Tabla 2: Nitritos y Nitratos presentes en el río Copiapó y su comparación con la normativa vigente 34
Tabla 3: Parámetros microbiológicos..... 34
Tabla 4: Plaguicidas..... 35
Tabla 5: Productos secundarios de la desinfección..... 35
Tabla 6: Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333..... 36
Tabla 7: Registro histórico de las especies de aves observadas en el humedal. 45
Tabla 8: Índice de Shannon Temporada Seca y Húmeda 2016..... 49
Tabla 13. Áreas obtenidas mediante la Clasificación..... 59

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Vista aérea parte del área de estudio Temporada Húmeda 2016..... 13
Imagen 2: Vista aérea parte del área de estudio Temporada Seca 2016..... 13
Imagen 3: Sectores de evaluación dentro del humedal. Fuente: Googlearth..... 14
Imagen 4: Vista aérea estación 1 (Puente)..... 15
Imagen 5: Sector 1 Temporada húmeda..... 15
Imagen 6: Sector 1 Temporada seca..... 15
Imagen 7:Vista aérea estación 2 (Chacra)..... 16
Imagen 8:Sector 2 Temporada Húmeda..... 16
Imagen 9: Sector 2 Temporada Seca..... 16
Imagen 10: Vista aérea estación 3 (Desembocadura)..... 17
Imagen 11: Sector 3 Temporada Húmeda..... 17

Folio015823

Imagen 12: Sector 3 Temporada Seca 17
Imagen 13:Medición de caudal sector puente (Temporada Húmeda) 20
Imagen 14:Medición de caudal sector chacra (Temporada Seca) 20
Imagen 15:Medición de caudal sector desembocadura (Temporada Seca) 20
Imagen 16:Toma de parámetros in situ sector puente (Temporada Húmeda) 22
Imagen 17:Toma de parámetros in situ sector chacra (Temporada Seca) 22
Imagen 18:Toma de parámetros in situ sector desembocadura (Temporada Seca) 22
Imagen 19: Toma de muestra de agua superficial Sector Puente, Temporada Seca 23
Imagen 20: Toma de muestra de agua superficial Sector Chacra Temporada Húmeda 24
Imagen 21: Toma de muestra de sedimentos Sector Chacra Temporada Seca 24
Imagen 22: Monitoreo de avifauna Temporada Húmeda 26
Imagen 23: Monitoreo de avifauna Temporada Seca 26
Imagen 24: Monitoreo de flora Temporada Seca 28
Imagen 25: Monitoreo de flora Temporada Seca 28
Imagen 26: Área de interpretación visual 29
Imagen 27: *Charadrius alexandrinus* observado en Estación 3 Temporada Húmeda 48
Imagen 28: *Lessonia rufa* observado en la Estación 3 Temporada Húmeda 48
Imagen 29: *Larus modestus* juvenil observado en la Estación 3 temporada Húmeda 48
Imagen 27: *Ardea cocoi* observado en la Estación 2 Temporada Húmeda 48
Imagen 33: *Anas geórgica spinicauda* observados en la Estación 2 temporada seca 49
Imagen 34: *Fúlica armillata* observado en la Estación 2 Temporada Seca 49
Imagen 35: Índice de Shannon 50
Imagen 36: Dendrograma de similitud Bray Curtis, para los tres puntos de muestreo Temporada Seca. 51
Imagen 37: Dendrograma de similitud Bray Curtis, para los tres puntos de muestreo Temporada Húmeda 51
Imagen 38: : *Typha angustifolia* en Estación 1 (temporada seca) 52
Imagen 39: *Tessaria absinthioides* en Estación 3 (temporada seca) 52
Imagen 40 : *Distichilis spicata* en Estación 2 (temporada seca) 52
Imagen 41: *Sarcocornia fruticosa* en Estación 2 (temporada seca) 52

Imagen 44: Comunidad xerófila en estación 3 (Temporada Húmeda) 53
Imagen 45: Comunidad xerófila en estación 3 (Temporada Seca)..... 53
Imagen 46: *Atriplex clivicola* en Estación 2 (Temporada Seca) 54
Imagen 47: *Suaeda foliosa* en Estación 1 (Temporada Seca)..... 54
Imagen 48: *Melilotus albus* en Estación 2 (Temporada Húmeda) 54
Imagen 49: *Frankenia chilensis* en Estación 1 (Temporada Húmeda) 54
Imagen 50: Mapa con clasificación supervisada año 2015 57
Imagen 51: Mapa de clasificación supervisada año 2016..... 58

1. RESUMEN

Se presentan los resultados del monitoreo del compromiso ambiental voluntario suscrito por minera Candelaria asociado a la resolución exenta Nº 273/08, del 01 de Septiembre de 2008 de la COREMA Región de Atacama, la cual aprobó la declaración de impacto ambiental del proyecto "Acueducto Chamonate- Candelaria".

El monitoreo exhaustivo del humedal del Rio Copiapó, tiene como finalidad la obtención del estado de salud del humedal actual y a través del tiempo. Para ello desde el año 2009 se han realizado dos campañas anuales, una en Temporada seca y otra en Temporada húmeda. La campaña humeda del año 2016 se realizó los días 7 y 8 de junio y la campaña seca del mismo año fue realizada los días 6 y 7 de diciembre, ambas campañas fueron desarrolladas por 3 profesionales de las Ciencias Ambientales en las distintas unidades de muestreo previamente establecidas.

Para el análisis de agua según la NCh1333 se observan valores superiores a lo establecido en la normativa vigente. Dentro de estos parámetros se encuentran: Cloruros, Sulfato, Boro, Litio cítrico, Sodio porcentual y manganeso, este último también sobre la NCh 409.

En el análisis anual de sedimentos se obtuvo un amplio rango de valores de metales, oscilando entre 0,03 mg/kg y 28507 mg/kg siendo el hierro, aluminio sulfato y cloruros los con mayor concentración superando los 2000 mg/kg.

Según la revisión de los censos de avifauna realizados desde el año 2009, en el área de estudio se han identificado 48 especies de aves pertenecientes a 26 familias distintas; de estas 5 nuevas especies fueron registradas en el área de estudio del presente año. Se registran 139 ejemplares en Temporada Húmeda y 46 ejemplares en Temporada Seca 2016.

Los resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener, en cuanto a la diversidad nos indican que; según los datos recogidos en las tres estaciones en ambas Temporadas, el índice calculado para el sector de la desembocadura se obtuvo un valor de H= 1,9 bits en temporada Húmeda y 1,78 bits en temporada Seca, siendo éste ambiente el con mayor riqueza y diversidad de especies en las dos temporadas muestreadas

En cuanto a la vegetación acuática, está compuesta principalmente por las especies *Typha*

angustifolia, Thessaria absinthioides, Distichlis spicatay, Sarcocornia fruticosa, Geoffroea decorticans y *Juncus acutus* en ambas temporadas.

Se analizan las áreas de cobertura del humedal mediante información geoespacial del satélite LANDSAT 8 OLI, se analiza mediante clasificación supervisada las áreas de suelo, humedal y espejo de agua considerando la firma espectral identificada visualmente en las imágenes. Se identifica un cambio entre las áreas para los años 2015 y 2016.

Para este informe anual correspondiente al año 2016, a través de métricas físicas, químicas y biológicas se puede inferir que el sistema se encuentra estable, aun cuando existen metales en el agua que superan la NCH1333 y sedimentos con altas concentraciones a lo largo del Humedal, estos valores que se encuentran sobre la norma son de los elementos caracteristicos que históricamente se han registrado en todos los monitoreos, a esto se le atribuye una causa natural a causa de la naturaleza geológica de la corteza terrestre en el norte de Chile.

De acuerdo a lo señalado por el documento “Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica” (CONAMA-CEA, 2006), la estructura física de estos ecosistemas estuarinos, ya sea la barrera terminal del humedal, la vegetación y el caudal son elementos determinantes dentro de estos sistemas, los cuales en orden de importancia deben ser comparados con los parámetros químicos y los biológicos particularmente la diversidad biológica.

Palabras claves: Ecosistemas, humedal, monitoreo, salud

2. INTRODUCCION

Los humedales son ecosistemas considerados riqueza biológica del planeta, destacándose por su gran productividad y biodiversidad (Kusler et al. 1994; Innis et al. 2000), los cuales otorgan variadas funciones como la contribución en los ciclos de vida de plantas y animales, hábitat, alimento, sitios de nidificación y refugio para numerosas especies de animales (insectos, peces, batracios, crustáceos, aves, etc.) (Perotti et al. 2005; Correa-Araneda et al. 2011).

En Chile, desde el extremo norte hasta la cuidad de Santiago, donde existen zonas áridas o semiáridas los humedales son escasos, a diferencia de lo que ocurre a sur del país donde son cada vez más frecuentes (MMA - Centro de Ecología Aplicada, 2011). Los humedales costeros al sur del río Copiapó, están bajo la influencia de la zona mediterránea de Chile Central, una de las 18 zonas "Hot Spots" importantes por su biodiversidad en el mundo (Myers 1990, WCMC 1992, Orians 1994,).

Los humedales son uno de los ecosistemas naturales más amenazados del planeta, las causas son muchas pero dentro de las más reconocidas es la acción humana asociada al crecimiento urbano que los estrangula transformándolos en canales o pozas temporales receptoras principalmente de basura, sumado al calentamiento global con cambios climáticos que han llevado a la disminución del área, estructura, hidrología y perdida de sus funciones biológicas y ecológicas (Figueroa et al., 2009 ; Morzaria & Danemann, 2008 Mitsch 1994; Boavida 1999)

El 27 de diciembre de 2005, el consejo directivo de CONAMA aprueba la Estrategia Nacional para la Conservación y uso Racional de los Humedales en Chile la que tiene como objetivo principal promover la conservación de los humedales prioritarios de Chile. Documento que ha servido para avanzar a nivel país en la protección coordinada y eficiente de los humedales prioritarios, resaltando sus funciones y beneficios frente al desarrollo sustentable de los humedales. (CONAF, 2010; CONAMA, 2005)

Como parte del compromiso voluntario suscrito por Minera Candelaria asociado a la resolución exenta Nº 273/08, del 01 de Septiembre de 2008 de la COREMA Región de Atacama, la cual aprobó la

declaración de impacto ambiental del proyecto “Acueducto Chamonate- Candelaria”. En el presente un informe se entregarán resultados de un exhaustivo programa de monitoreo del humedal de la Desembocadura del Rio Copiapó 2016. Se expondrán las actividades efectuadas durante las campañas en terreno donde se obtendrán como resultado final la aproximación del estado de salud del humedal mediante componentes de paisaje, hidrológico y bióticos.

El humedal de la desembocadura del Rio Copiapó forma parte del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama, (Gaymer et al., 2008) y se encuentra ubicado geográficamente en las siguientes coordenadas: huso UTM-19 S, 308482 (UTM X mínima), 310161 (UTM X máxima), 6980098 (UTM Y mínima) y 6976586 (UTM Y máxima) (mapa geográfico)

Según criterios internacionales de clasificación de humedales en base a la Hidro-Geomorfologia la desembocadura del rio Copiapó corresponde a un humedal del tipo estuarino, donde el agua de la desembocadura del rio llega a un ecosistema oceánico, generando mezclas de agua dulces y salada intercambiando a su vez salinidad, nutrientes, sedimentos y numerosos organismos. Según ecotipos de humedal, el humedal del rio Copiapó sería un humedal de tipo costero con intrusión salina, localizado en bahías, y desembocaduras de ríos y esteros, que se alimenta tanto de aguas marinas como continentales. (CONAMA-CEA, 2006)

Según resultados de estudios realizados anteriormente en el sector, más criterios de hidro-geomorfología, el humedal es clasificado en dos subtipos de humedal; estuario no salino persistente correspondiente a la zona del sector puente Puerto viejo y estuario estacional en el sector medio y desembocadura. (Fundación Chile 2009)

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Implementar un sistema de monitoreo del Humedal de la Desembocadura del Río Copiapó durante el año 2016, dando cuenta de la variación del Estado de Salud del Ecosistema en el tiempo.

3.2 Objetivos Específicos

Realizar levantamiento de información de aspectos espaciales, hidrológicos y físico-químicos del humedal incluyendo:

3.2.1 Aspectos Físico-Químicos.

1. Realizar un seguimiento de los parámetros *in situ* de calidad de agua (temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos) y caudales.
2. Determinación de la concentración de los elementos contaminantes (metales pesados, contaminación orgánica y otros aspectos señalados en la norma Chilena NCh Nº1333 "Requisitos de calidad de agua para diferentes usos")
3. Determinación de la calidad de aguas respecto a las normas de riego vigentes en Chile según lo señalado en la NCh Nº409/1.

3.2.2 Aspectos Biológicos

1. Realizar censos de avifauna asociada al humedal para estimar la comunidad presente.

2. Estimar la diversidad de las especies registradas, con el índice ecológico de Shannon según la potencia de los muestreos.
3. Evaluación de métricas de la comunidad vegetal presentes en el área de evaluación: nº de capas presentes; especies co-dominantes; porcentaje de invasión; intercepción horizontal y estructura biótica vertical

4. METODOLOGIA

4.1 Determinación y caracterización del área de estudio

Para la ejecución de la metodología de este informe se aplicó la metodología USEPA (CRAM) modificada por fundación Chile en el macro del proyecto SAG "Desarrollo de un Sistema de Evaluación Rápida de Humedales" además se utilizaron métodos y mecanismos existentes en la literatura con el fin de obtener una mejor referencia en cuanto a evaluación y monitoreo del humedal; entre estos se pueden mencionar:

- Método de evaluación integrada ecológica para la mitigación de humedales (Fafer Langendoen, NatureServe, 2006)
- Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica (CONAMA 2006)
- Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales (2006)
- El agua del futuro, Herramientas para el manejo de Recursos Hídricos; introducción Método EMA zonas Estuarinas (Fundación Chile, 2009)

Adicionalmente, la metodología de este trabajo descrito a continuación se basa en la recopilación de antecedentes de métodos y mecanismos utilizados en campañas de monitoreo y evaluación efectuados en este humedal en años anteriores en la evaluación y seguimiento del estado de salud actual del humedal.



Imagen 1: Vista aérea parte del área de estudio Temporada Húmeda 2016



Imagen 2: Vista aérea parte del área de estudio Temporada Seca 2016

Las áreas de evaluación son porciones representativas del humedal que serán evaluadas durante el trabajo en terreno (Imagen 4, 7 y 10)

- Sector 1: Del Puente a la Chacra
- Sector 2: Chacra a la parte media del humedal donde se ubica la laguna
- Sector 3: Desde la laguna a la Desembocadura



Imagen 3: Sectores de evaluación dentro del humedal. Fuente: Googlearth



Imagen 4: Vista aérea estación 1 (Puente)



Imagen 5: Sector 1 Temporada húmeda



Imagen 6: Sector 1 Temporada seca



Imagen 7:Vista aérea estación 2 (Chacra)



Imagen 8:Sector 2 Temporada Húmeda



Imagen 9: Sector 2 Temporada Seca



Imagen 10: Vista aérea estación 3 (Desembocadura)



Imagen 11: Sector 3 Temporada Húmeda



Imagen 12: Sector 3 Temporada Seca

4.2 Determinación del área de influencia y buffer

Los atributos del buffer y paisaje guardan relación con la conectividad y el porcentaje del área de evaluación, ancho promedio y condición del buffer, estableciendo el buffer como el área de influencia en la cual está el área de evaluación, en este caso esta área es el objeto de estudio o humedal. Debido a la inexistencia de imágenes satelitales solo se puede estimar una conectividad y asociación entre el objeto de estudio y otras áreas de recursos acuáticos, tales como otros humedales, espejos de agua, esteros etc. Se asume que humedales cercanos entre sí poseen mayor potencial de interacción ecológico e hidrológico.

Por lo antes mencionado y según las características del sector, sumado a la metodología de años anteriores se determinará y como buffer un aproximado de 250 m alrededor del objeto de estudio, estimando el porcentaje total del perímetro del buffer que se encuentra con usos de suelo que cumplen con características de buffer (praderas naturales, senderos y rutas de turismo, tranques, etc.). Se asume que la función del buffer no se incrementa significativamente sobre los 250 m.

4.3 Etapa de gabinete

Una vez determinadas las áreas de evaluación se realizó una inspección visual del humedal con el fin de determinar el primer diagnóstico del estado de salud, las campañas en terreno fueron realizadas por tres profesionales de las ciencias biológicas, la campaña húmeda realizada los días 7 y 8 de junio 2016 y la campaña seca del mismo año fue realizada los días 6 y 7 de diciembre.

De cada sector muestreado se obtuvo la información respecto a los parámetros físico-químicos para el análisis de agua y sedimentos según la normativa vigente, parámetros biológicos para analizar dominancia vegetacional y abundancia de aves basándose en los métodos de estudio propuestos en informes de años anteriores con algunas modificaciones de acuerdo a los cambios físicos del humedal

4.4 Medición de parámetros

4.4.1 Aspectos físico-químicos

4.4.1.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo)

El caudal es el principal factor que regula el comportamiento de los ecosistemas acuáticos en los ríos. La reducción del caudal por debajo de los valores históricos mínimos registrados instantáneamente y alteración del patrón temporal durante el ciclo hidrológico, modifican en forma importante la estructura y funcionamiento de los humedales.

La medición de caudales se realizaron en cada una de las áreas de evaluación: Puente (Estación 1), Chacra (Estación 2) y Desembocadura del río (Estación 3)

Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \times S$$

Donde:

- Q es el caudal (m^3/s)
- V es la velocidad (m/s)
- S es la sección del río (m^2) (profundidad media x ancho de la sección)

La velocidad se midió *in situ*, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Global Water, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/s) (Imagen 13,14 y15).



Imagen 13:Medición de caudal sector puente (Temporada Húmeda)



Imagen 14:Medición de caudal sector chacra (Temporada Seca)



Imagen 15:Medición de caudal sector Desembocadura (Temporada Seca)

4.4.1.2 Métricas Físico-Químicas:

Dentro de las variables hidrológicas de las tres estaciones de monitoreo se midieron los parámetros físico-químico del agua, según lo establecido en la Norma Chilena 1333 Of. 1978 y Norma Chilena 409/1 Of. 2005

Adicionalmente se midieron parámetros *in situ* en cada estación de parámetros tales como: pH, Oxígeno disuelto, Conductividad, Nitrito, Nitratos, Amonio, obtenidos con equipo multiparamétrico de ión selectivo (Imagen 16,17 y 18)

- PH
- Oxígeno Disuelto
- Conductividad
- Salinidad
- Potencial de Oxido-Reducción
- Temperatura



Imagen 16:Toma de parámetros in situ sector puente (Temporada Húmeda)



Imagen 17:Toma de parámetros in situ sector chacra (Temporada Seca)



Imagen 18:Toma de parámetros in situ sector desembocadura (Temporada Seca)

4.4.1.3 Métricas químicas y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento)

Se recolectaron en cada uno de las estaciones, tres muestras de agua superficial (Imagen 19-20) y tres muestras de sedimento (Imagen 21) para el análisis en un laboratorio certificado en la temporada de evaluación (temporada seca y temporada de crecimiento tardío) con objeto de comparar con los valores del puntaje final del sistema y poder establecer el grado de correlación existente entre el estado de salud del humedal con las variables evaluadas.



Imagen 19: Toma de muestra de agua superficial Sector Puente, Temporada Seca.



Imagen 20: Toma de muestra de agua superficial Sector Chacra Temporada Húmeda



Imagen 21: Toma de muestra de sedimentos Sector Chacra Temporada Seca

Para las muestras de agua se analizaron los parámetros ya mencionados presentes en la NCh 1333/78 (Calidad de agua para diferentes usos) y aquellos adicionales contemplados NCh 409/2005 (Calidad de agua potable).

Los valores obtenidos fueron comparados con los valores establecidos en la normativa vigente para calidad de las aguas, siguiendo los límites máximos establecidos (NCh1333 y NCh409/1).

4.4.2 Aspectos biológicos

4.4.2.1 Censos de Avifauna

Para el estudio de avifauna se consideraron tres estaciones de observación; Estación 1 (Puente), Estación 2 (Chacra) y Estación 3 (Desembocadura). Para esta observación se utilizó el método de tipo mixto, en donde se utilizó (a) conteo por puntos y (b) los recorridos pedestres en forma de transectos. Los puntos de conteo consisten básicamente en establecer una serie de puntos en donde puede monitorearse los individuos y especies observadas y/o escuchadas en un tiempo determinado. La distancia aproximada entre cada punto es de 300 metros entre punto y punto de conteo. El tiempo mínimo dedicado a cada uno de los puntos de conteo fue de 15 minutos, tiempo suficiente para tener una muestra significativa de las especies presentes en el área de muestreo (Ralph et al. 1996).

Por otra parte, el método de recorrido en transectos consistió básicamente en establecer una línea imaginaria de recorrido en diferentes direcciones según lo permitiera el terreno. A esto se aplicó otra variante del método de transecto que fue incluir el recorrido de transectos en franja, el cual es el establecimiento de una franja imaginaria a ambos lados de la línea del transecto (generalmente 25 m a cada lado) y así se tomar en consideración todos aquellos individuos observados y/o escuchados durante el recorrido del transecto que queden dentro de la franja imaginaria y además abarcar el mayor área vegetacional. (Ralph et al. 1996). Los registros se realizaron con binoculares 12x50 marca Leupold modelo Olympic. Las descripciones de aves siguieron las descripciones de Araya & Millie (2005) y Jaramillo (2005).



Imagen 22: Monitoreo de avifauna Temporada Húmeda



Imagen 23: Monitoreo de avifauna Temporada Seca

4.4.2.2 El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989)

Mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar proveniente de una comunidad de la que se conoce el número total de especies S. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y H' será máxima cuando todas las especies S estén presentes:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:

H': diversidad específica

P: ni/N

ni: número de individuos de cada especie.

N: número total de individuos.

4.4.2.3 Flora

Para obtener el porcentaje de las especies vegetales con mayor representatividad en el área de estudio, se tomaron en consideración las tres estaciones de muestreo ya establecidas (1) Puente, (2) chacra y (3) Desembocadura. El método utilizado fue la observación *in situ*, desde los bordes del humedal, otorgando un porcentaje de dominancia según la cobertura observable de las especies en cada sitio.



Imagen 24: Monitoreo de flora Temporada Seca



Imagen 25: Monitoreo de flora Temporada Seca

4.4.2.3.1 Análisis espacio- temporal.

Mediante la utilización de información geoespacial del satélite LANDSAT 8 OLI, se clasificaron las áreas de humedal para los años 2015 LC80010792015051LGN00 (post aluvión, 2015) y 2016 LC80010792016054LGN00, mediante análisis de clasificación supervisada en software ERDAS IMAGINE 2014, la cual fue sometida a un pre proceso de identificación visual de los cambios espectrales en ambas imágenes, generando un archivo de firma espectral de tres ambientes (Área Humedal, Suelo, Cuerpos de agua) para determinar los parámetros de la clasificación. Se delimitó el área de estudio según interpretación visual para que abarque el área de estudio del Humedal de la Desembocadura del río Copiapó en sus tres estaciones de muestreo: Puente, Chacra y Desembocadura, considerando el área de expansión que presenta la zona hacia el norte en la desembocadura. (Imagen 14)



Imagen 26: Área de interpretación visual

5. RESULTADOS

5.1 Resultados de la medición de parámetros

5.1.1 Aspectos físico-químicos

5.1.1.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo)

En ambas Temporadas (húmeda y seca) el sector 2 y 3 hubo una ausencia de caudal, debido al agua estancada con velocidad cero, diferencia en el caudal en la estación 1 en Temporada Húmeda y Seca donde se obtuvo un resultado de 0,12 m^3/S y 0,05 m^3/S respectivamente (Gráfico 1).

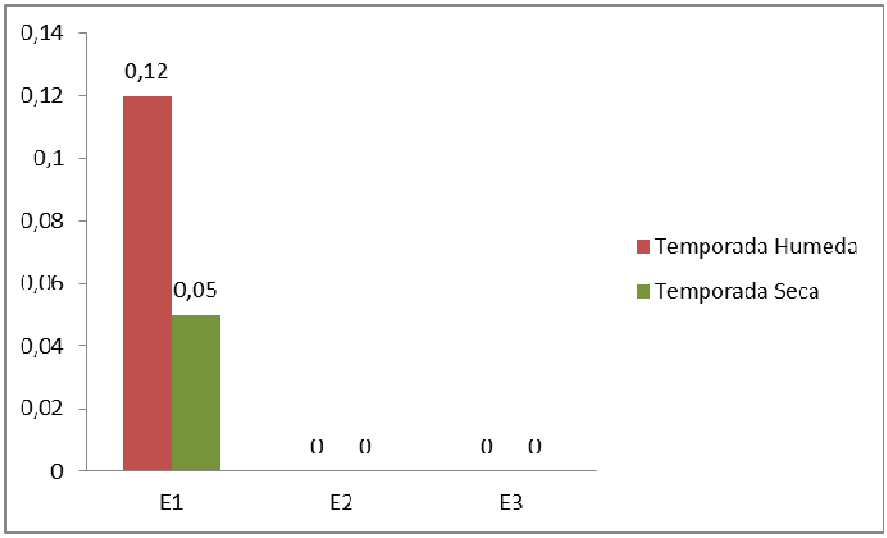


Gráfico 1: Medición de caudal Humedal Río Copiapó

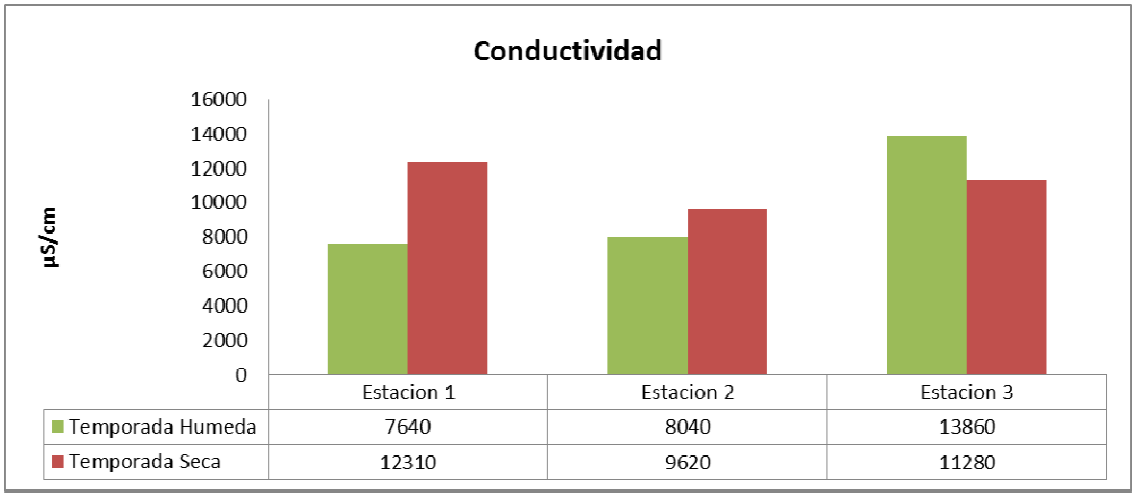
5.1.1.2 Muestreo *in situ* de agua

A partir del muestreo realizado en 3 puntos *in situ* se obtuvieron los siguientes valores Tabla 1:

Tabla 1: Valores de los parámetros medidos en agua río Copiapó

Parámetros /temporada	Unidad	Estación 1		Estación 2		Estación 3	
		Temporada Húmeda	Temporada seca	Temporada Húmeda	Temporada seca	Temporada Húmeda	Temporada seca
pH	---	6,98	7.8	7,04	7.4	7,27	8.5
Temperatura	°C	14,14	14,82	15,74	14,02	17,39	15,81
Conductividad	µS/cm	7640	12310	8040	9620	13860	11280
Salinidad	PSU	8,04	12,81	8,90	12,62	10,77	13,05
OD	%	61,4	97,5	63,9	92,7	78,6	95,3
DO	PPM	6,12	8,52	5,81	7,52	6,59	5,46
Sólidos Totales Disueltos	PPM	6251	11770	6808	8430	10901	9710
Presión	PSI	14,690	14,681	14,725	14,745	14,737	14,801
Potencial Oxido-Reducción	mV	-42.0	95,2	-46.5	74,1	-58.0	52,8

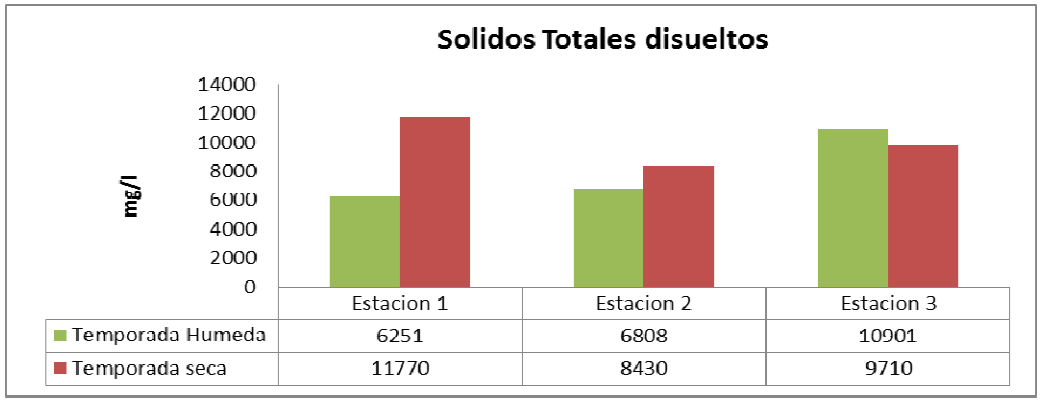
La conductividad (25°C), los valores más altos se observan en la Temporada Húmeda en la estación 3 (13860 µS/cm), y la más baja en la misma temporada pero en la estación 1 (7640 µS/cm) (Gráfico 2)



	Estacion 1	Estacion 2	Estacion 3
Temporada Humeda	7640	8040	13860
Temporada Seca	12310	9620	11280

Gráfico 2: Valores de Conductividad medidos a 25°C en las 3 estaciones en Temporada Húmeda y Seca

Los valores de los Sólidos Totales Disueltos son mayores en la temporada seca, estación 1 (11770 mg/l) y los valores mínimos fueron registrados en la temporada húmeda estación 1 (6251mg/l) (Gráfico 3)



	Estacion 1	Estacion 2	Estacion 3
Temporada Humeda	6251	6808	10901
Temporada seca	11770	8430	9710

Gráfico 3: Valores de Sólidos Totales Disueltos presentes en la estaciones de muestreos

5.1.1.3 Muestras de aguas según NCh 409

El análisis de las muestras provenientes del curso principal, fueron comparados con la NCh 409/1 of. 2005, la cual establece los requisitos de calidad de agua potable en todo el territorio nacional.

Los resultados de las concentraciones de manganeso nos señalan un aumento en las estaciones de muestreo en Temporada Húmeda, con valores más altos en la Estación 3 (0,6 mg/l) y más bajos en la estación 1 (0,05 mg/l). La NCh 409, señala 0,1 mg/l el límite máximo permitido, superada en las estaciones 2 y 3. En la temporada Seca la norma es superada en la estación 1 y 2 (0,11 y 0,21 Mg/L respectivamente) (Gráfico 4).

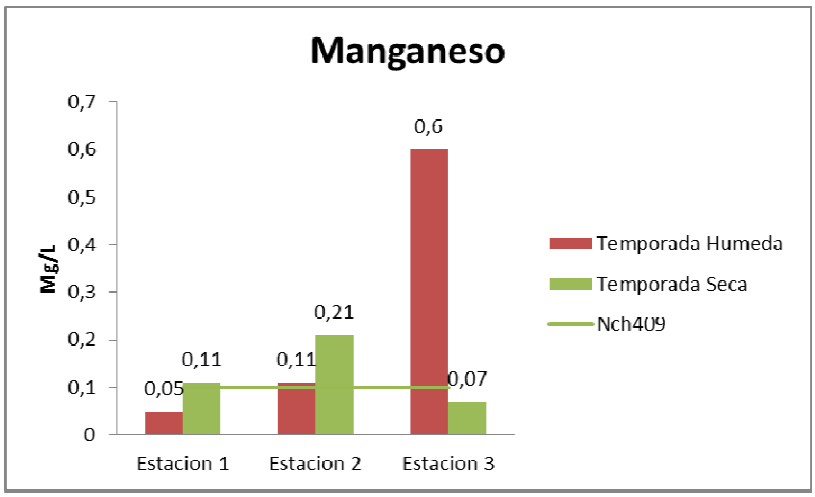


Gráfico 4: Gráfico Manganeso (mg/L).

El análisis de los Nitratos y Nitritos, obtenidos en las estaciones de muestreo, nos señala valores constantes para los Nitratos (0,84 mg/l promedio) y homogéneos para Nitritos (<0,02 mg/l). Para el caso de Nitratos, la estación 2 presenta valores mayores (2,4 mg/l). Estos parámetros, se encuentran por debajo de la normativa vigente (Tabla 2).

Tabla 2: Nitritos y Nitratos presentes en el río Copiapó y su comparación con la normativa vigente

Elementos o Sustancias	Unidad	Estación 1		Estación 2		Estación 3		LD	NCh 409
		Temporada húmeda	Temporada seca	Temporada húmeda	Temporada seca	Temporada húmeda	Temporada seca		
Nitrato (NO^{-}_{3})	mg/l	1,2	0,9	2,4	0,8	1,3	0,6	0.5	50
Nitrito (NO^{-}_{2})	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	3

La estación con valores más elevados de parámetros microbiológicos es la estación 2 con 240.0 NMP, el límite de detección mediante laboratorio es 2.

Tabla 3: Parámetros microbiológicos

		Estación 1		Estación 2		Estación 3		LD
Plaguicidas	Unidad	Temporada Húmeda	Temporada seca	Temporada Húmeda	Temporada seca	Temporada Húmeda	Temporada seca	
Coliformes totales	NMP/100mL	23.0	2.2	240.0	>240	38.0	240.0	2

Los valores obtenidos en los plaguicidas, presentan valores inferiores a lo establecido, evidenciándose una homogeneidad en las estaciones muestreadas (Tabla 4).

Tabla 4: Plaguicidas

Plaguicidas	Unidad	Estación 1		Estación 2		Estación 3		LD	NCh 409
		Temporada húmeda	Temporada seca	Temporada húmeda	Temporada seca	Temporada húmeda	Temporada seca		
2,4 – D	µg/l	<7	<7	<7	<7	<7	<7	7	30
DDT + DDD + DDE	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	2
Lindano	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	2
Metoxicloro	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	20
Pentaclorofenol	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	9

Los productos secundarios de la desinfección se presentan en forma homogénea en cada una de las estaciones monitoreadas, señalando valores por debajo de los límites máximos establecidos en la normativa vigente (tabla 5).

Tabla 5: Productos secundarios de la desinfección

Producto	Unidad	Estación 1		Estación 2		Estación 3		LD	NCh 409
		Temporada húmeda	Temporada seca	Temporada húmeda	Temporada seca	Temporada húmeda	Temporada seca		
Bromodiclorometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,06
Dibromoclorometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,1
Monocloramina	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.1	3

Tribromometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,1
Triclorometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,2
Trihalometanos	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0.2	1*

*Suma de las razones entre la concentración medida de cada uno y su respectivo límite máximo.

5.1.1.4 Muestras de aguas según NCh1333

En la tabla 6 se muestra la comparación de los valores obtenidos en los puntos de muestreos, junto con la Norma Chilena 1333: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos.

Tabla 6: Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333.

Análisis	Unidad	Estación 1		Estación 2		Estación 3		LD	NCh 1333
		Temporada húmeda	Temporada seca	Temporada húmeda	Temporada seca	Temporada húmeda	Temporada seca		
Aluminio	mg/l	1.0	1.1	0.9	<0.5	<0.5	0.6	0.5	5,00
Arsénico	mg/l	0.008	0.015	0.005	0.007	0.008	0.014	0.001	0,10
Bario	mg/l	-	<0.03	-	<0.03	-	<0.03	0.03	4,00
Berilio	mg/l	-	<0.01	-	<0.01	-	<0.01	0.01	0,10
Boro	mg/l	5.56	8.48	6,74	6.72	6.84	8.10	0.01	0,75
Cadmio	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0,010

Análisis	Unidad	Estación 1		Estación 2		Estación 3		LD	NCh 1333
		Temporada húmeda	Temporada seca	Temporada húmeda	Temporada seca	Temporada húmeda	Temporada seca		
Cianuro	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	0,20
Cinc	mg/l	<0.01	0.03	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	0.01	2,00
Cloruro	mg/l	1386	2669	1551	1841	3658	2250	0.02	200,00
Cobalto	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0,050
Cobre	mg/l	0.05	0.04	0.02	0.05	0.02	0.04	0.01	0,20
Cromo	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0,10
Fluoruro	mg/l	<0.5	<0.5	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	0.5	1,00
Hierro	mg/l	0.89	0.59	0.64	0.58	0.25	0.46	0.01	5,00
Litio	mg/l	0.44	0.54	0.49	0.59	0.52	0.56	0.01	2,50
Litio cítrico	mg/l	0.44	0.54	0.49	0.59	0.52	0.56	0.01	0,075
Manganeso	mg/l	0.05	0.64	0.10	0.16	0.03	0.07	0.01	0,20
Mercurio	mg/l	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0005	0,001
Molibdeno	mg/l	<0.005	0.005	<0.005	0.006	0.007	0.006	0.005	0,010
Níquel	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0,20
Plata	mg/l	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.01	0,20
Plomo	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	5,00
Selenio	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0,020

Análisis	Unidad	Estación 1		Estación 2		Estación 3		LD	NCh 1333
		Temporada húmeda	Temporada seca	Temporada húmeda	Temporada seca	Temporada húmeda	Temporada seca		
Sodio porcentual	%	49.6	51.9	50,5	55.7	57.1	51.2		35,00
Sulfato	mg/l	2523	3463	2693	2983	3162	3718	10	250,00
Vanadio	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<<0.1	<0.1	0.1	0,10

De los valores entregados, los que se encuentran superiores a lo establecido en la normativa vigente. Son: Cloruros, Sulfato, Boro, Litio cítrico, Sodio porcentual y manganeso

Los Cloruros presentan valores máximos en la Temporada Humeda estacion 3 (3658mg/l) y mínimos en la misma Temporada la estación 1 (1386mg/l). Todos los valores presentes en las 2 Temporadas, superan lo señalado en la NCh 1333 (200 mg/l) (Gráfico 5)

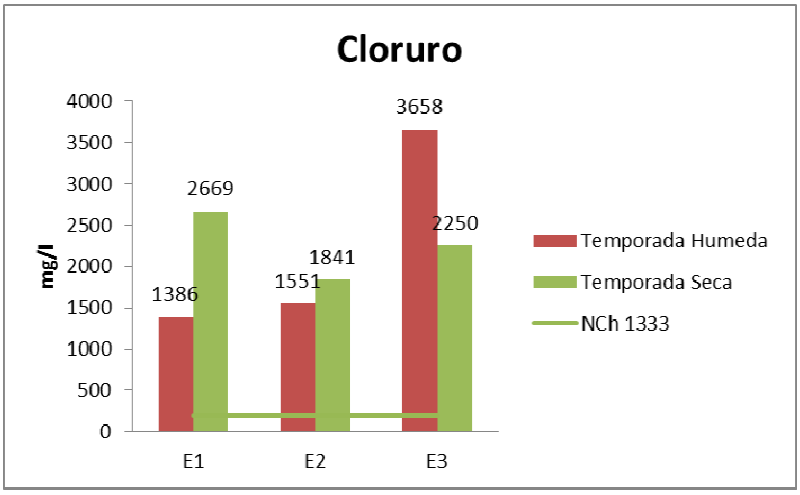


Grafico 5: Valores de Cloruro presentes en el río Copiapó

El Sulfato (Grafico 6) presenta todos los valores superiores a lo establecido en la NCh (límite máximo permitido (250 mg/l). La temporada seca registra los mayores valores en la estacion 3 (3718mg/l) y el más bajo anual en la temporada húmeda estación 1 (2523mg/l)

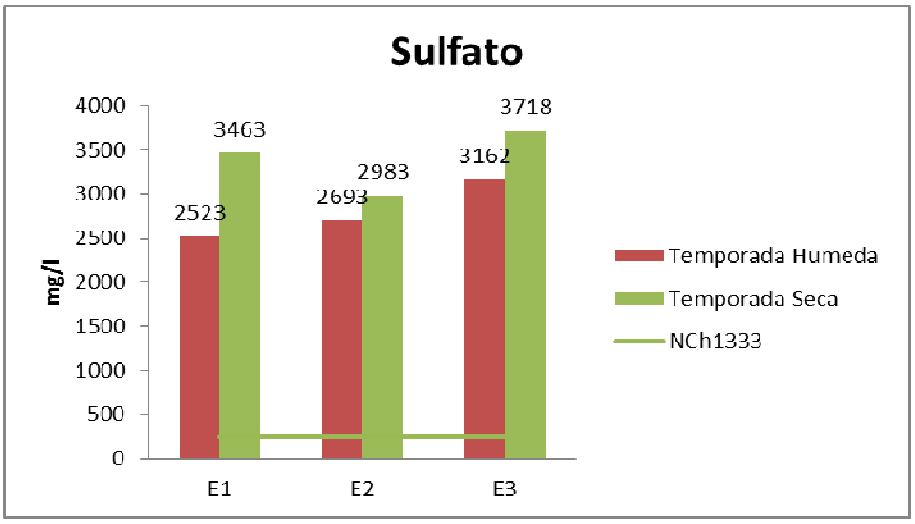


Grafico 6: Valores de Sulfato presentes en las aguas del río Copiapó

Los valores de Boro presentan en promedio 7.06 mg/l, encontrándose el máximo en la Temporada Seca estación 1 (8.48 mg/l) y el mínimo en la estación 1 (5,56 mg/l) Temporada Húmeda, superando en los 3 puntos de ambas Temporadas los límites establecidos. (Grafico 7)

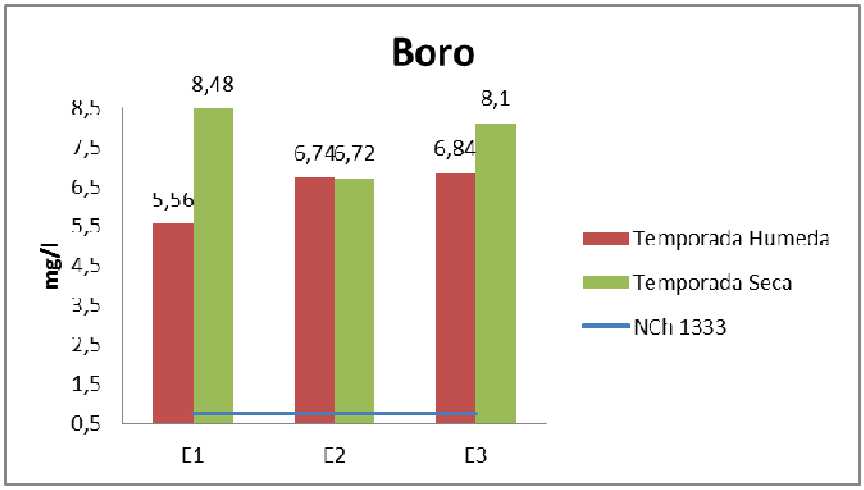


Grafico 7: Valores de Boro en aguas del río Copiapó

Para el Litio Cítrico, se presentan valores en promedio de 0,52 mg/l, superando en todas las estaciones los máximos establecidos en la normativa vigente (0,075 mg/l) en ambas temporadas. La menor concentración de Litio cítrico se registra en la estación 1, temporada húmeda (0,44 mg/l) y la estación con mayores valores es la estación 2, en temporada seca (0,59 mg/l) (Gráfico 8)

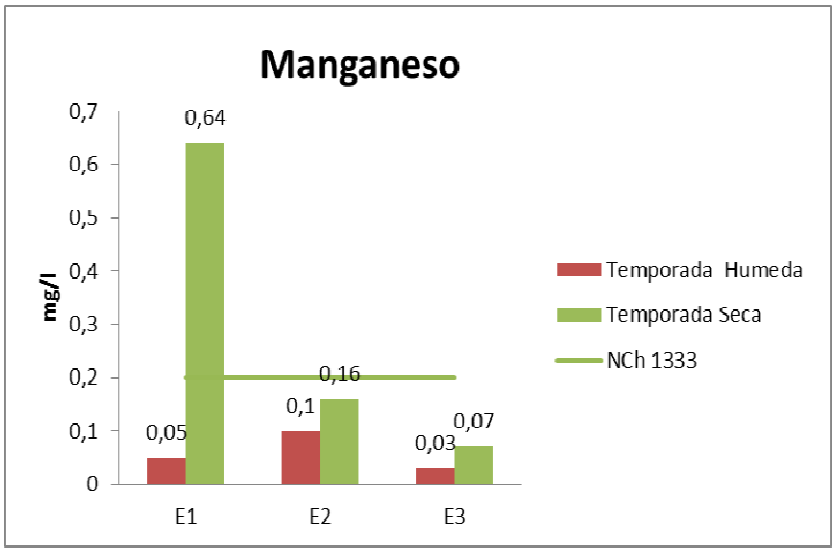


Grafico 8: Valores de Litio Cítrico presente en el río Copiapó

El Sodio porcentual registra una menor concentración en la estación 1, temporada húmeda (49.6%) y una mayor concentración en la misma temporada, pero en la estación 3 (57.1%). Todos los valores se encuentran mayores concentraciones a los máximos permitidos en la NCh 1333 (35%) (Gráfico 9)

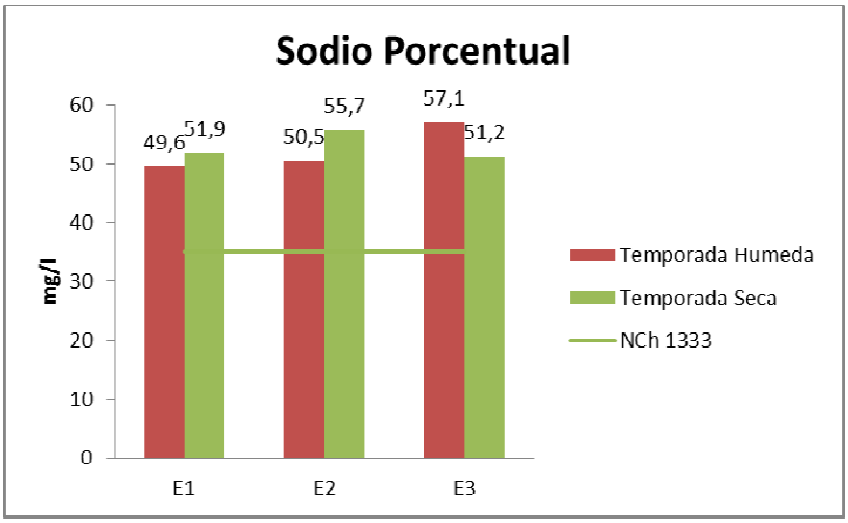


Grafico 9: Valores de Sodio Porcentual presente en el río Copiapó

Para el Manganeso, solo la estación 1 de la temporada seca presenta valores superiores a los máximos establecidos en la normativa vigente (0,2 mg/l), los cuales disminuyen en las siguientes estaciones en la misma Temporada, siendo la estación 3 la que presenta los menores valores (0,07mg/l). En la Temporada Húmeda la mayor concentración se presenta en la estación 2 (0.1)(Grafico 10).

5.1.1.5 Sedimentos

En el análisis de los sedimentos en la Temporada Húmeda, se observa un amplio rango de valores de metales, los cuales oscilan entre 0,05 mg/kg y 28507mg/kg. Para el caso de hierro, aluminio y sulfatos, cuyos valores superan los 2000 mg/kg. En la estación 3 se registran las concentraciones más altas de aluminio, sin embargo, el resto de minerales se encuentra en mayor proporción en las estaciones 1 y 2(Gráfico 12). Para la Temporada Seca, los valores oscilan entre 0,03 mg/kg y 22871mg/kg. El hierro, aluminio y Cloruros, tienen valores que superan los 2000 mg/kg, las estaciones de muestreo en que se evidencia una mayor cantidad de metales en los sedimentos, corresponden a la estación 2 (Grafico 11).

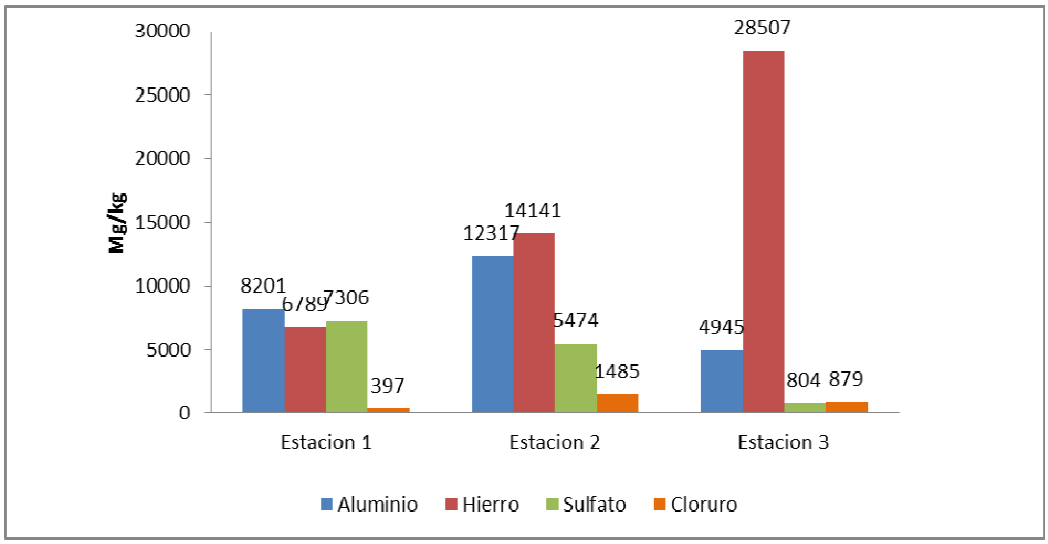


Gráfico 10: Mayores concentraciones de sedimentos Temporada Húmeda

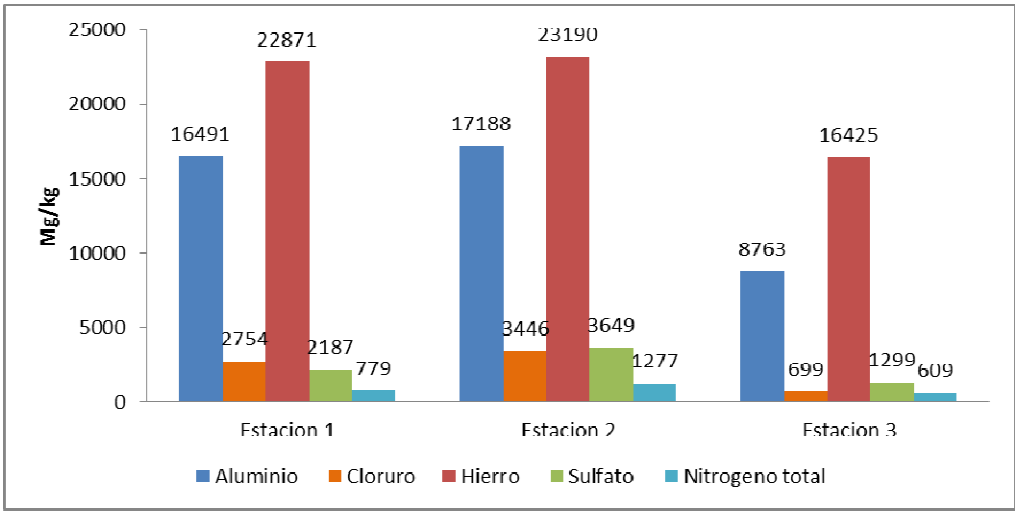


Gráfico 11: Mayores concentraciones de sedimentos Temporada Seca

En el caso de metales que se encuentran en menor concentración en la Temporada Húmeda las estaciones que presentan mayor cantidad de metales corresponden a la Estación 3, en la cual el cobre y el cinc presentan las mayores cantidades de metales cuyos valores representados son 368 mg/kg y 309.9 mg/kg, respectivamente (Imagen 39). En el caso de la temporada seca el Manganeso se encuentra en altas concentraciones en las tres estaciones disminuyendo desde el puente a la desembocadura, además se registran concentraciones de cinc, cobre y arsénico

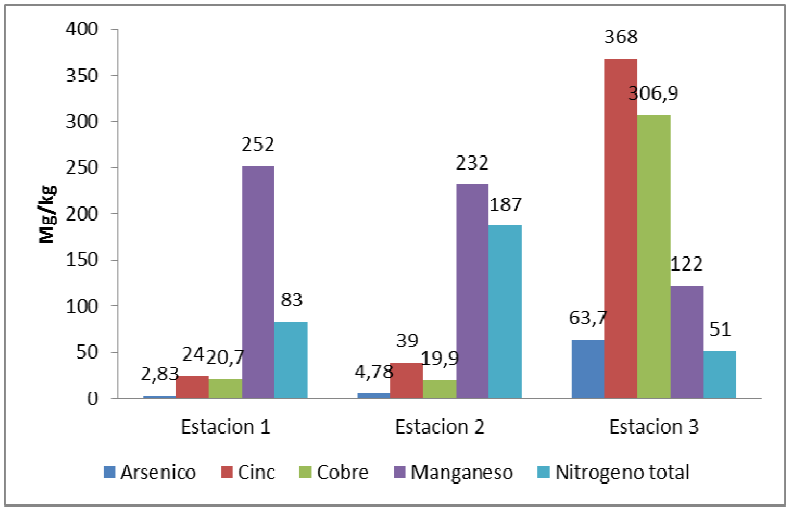


Gráfico 12: Menores concentraciones de sedimentos temporada Húmeda

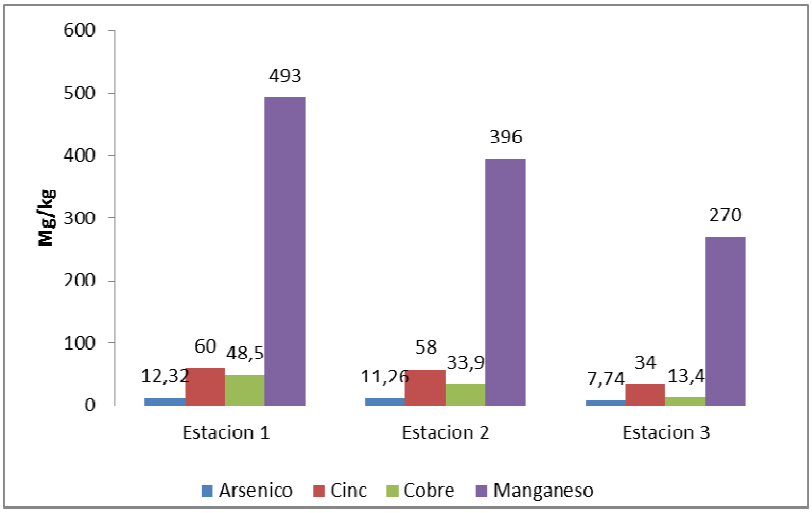


Gráfico 13: Menores concentraciones de sedimentos temporada Seca

5.1.2 Aspectos Biológicos

5.1.2.1 Censo de avifauna

Según la revisión de los censos de avifauna realizados desde el año 2009, en el área de estudio se han identificado 45 especies de aves pertenecientes a 25 familias distintas; de éstas 23 especies fueron registradas en el área de estudio del presente año, representadas por 16 familias (Tabla 7). De ellas 8 se encuentran en alguna categoría de conservación

Considerando que el territorio nacional presenta un total de 462 especies de aves (Martínez & González 2005; Jaramillo 2005), un 9,74% de estas especies se encuentra representado en este humedal.

En la Estación Nº3 se destaca la presencia de *Larus modestus,* especie catalogada como Vulnerable según La ley de Caza. *Gallinula galeata pauxilla,* especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria e importante para la mantención del equilibrio de los ecosistemas (SAG, 2009).

Tabla 7: Registro histórico de las especies de aves observadas en el humedal.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	n° de individuos campaña anual 2016	
					campaña húmeda **2016**	campaña seca **2016**
Threskiornithidae	*Theristicus melanopis*	Bandurria	-	P	-	-
Laridae	*Larosterna inca*	Gaviotín monja	-	V	8	
Laridae	*Larus modestus*	Gaviota garuma	-	V	45	
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax bougainvillii*	Guanay	-		-	-
Pelecanoididae	*Pelecanoides garnotii*	Yunco	-	V	-	-
Cathartidae	*Caracara Plancus*	Traro		-	-	-
Laridae	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana		-	21	12
Scolopacidae	*Numenius phaeopus*	Zarapito	-	-	3	
Ardeidae	*Casmerodius albus*	Garza grande	-	-	1	1
Charadridae	*Vanellus chilensis*	Queltehue		-	-	-
Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Pilpilén	-	-	-	-
Furnariidae	*Pseudasthenes hunicola*	Canastero	-	-	-	-
Emberizidae	*Agelaius thilius*	Trile		-	-	-
Spheniscidae	*Spheniscus humboldti*	Pingüino de humboldt	VU	-	-	-
Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	-	-	-	-
Oceanitidae	*Oceanites gracilis*	Golondrina de mar chica	-	-	-	-
Charadridae	*Charadrius alexandrinus*	Chorlo nevado	-	-	7	-
Scolopacidae	*Gallinago paraguaiae*	Becacina	-	V	-	-
Tyrannidae	*Lessonia rufa*	Colegial	-	-	3	-
Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza boyera	-	-	-	-
Accipitridae	*Buteo polyosoma*	Aguilucho	-	-	-	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	n° de individuos campaña anual 2016	
					campaña húmeda **2016**	campaña seca **2016**
Cathartidae	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada		-	9	-
Tyrannidae	*Elaenia albiceps*	Fío-fío	-	-	-	-
Tyrannidae	*Muscisaxicola maculirostris*	Dormilona chica	-	-	-	
Turnidae	*Tordus chiguanco*	Zorzal negro	-	-	-	-
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán	-	-	-	-
Furnariidae	*Phleocryptes melanops*	Trabajador	-	-	-	-
Falconinae	*Falco sparverius*	Cernícalo	-	-	-	-
Tharaupidae	*Diuca diuca*	Diuca	-	-	-	-
Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo		-	-	-
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Jote de cabeza negra		-	-	2
Haematopodidae	*Hematopus ater*	Pilpilén negro	-	-	-	-
Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chingol	-	-	1	-
Columbidae	*Columbina picui*	Tortolita cuyana	-	-	2	-
Scolopacidae	*Himantopus melanurus*	Perrito	-	-	-	6
Rynchopidae	*Rynchops niger*	Rayador	-	-	-	-
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	-	-	-	8
Tyrannidae	*Anairete sparulus*	Cachudito	-	-	-	-
Hirudinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina dorso negro	-	-	6	-
Tharaupidae	*Sicalis luteola*	Chirigüe	-	-	-	-
Furnariidae	*Cinclode soustaleti*	Churrete chico	-	-	7	-
Furnariidae	*Geositta marítima*	Minero chico	-	-	-	-
Strigidae	*Athene cunicularia*	Pequen	-	-	-	-
Accipitridae	*Circus cinereus*	Vari	-	-	-	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	n° de individuos campaña anual 2016	
					campaña húmeda **2016**	campaña seca **2016**
Anatidae	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	-	R	-	-
Rallidae	*Fulica rufifrons*	Tagua frente roja	-	-	15	
Rallidae	*Fúlica armillata*	Tagua común	-	-	8	1
Rallidae	*Gallinula galeata pauxilla*	Taguita del Norte	-	-	2	2
Ardeidae	*Ardea cocoi*	Garza cuca	-	-	1	-
Anatidae	*Anas geórgica spinicauda*	pato jergón grande	-	-	-	9
Anatinae	*Anas sibilatrix*	pato real	-	-	-	5
			TOTAL		139	46

RCE: CR = En peligro crítico**; DD** = Datos insuficientes; **EN** = En Peligro; **EW**= Extinta en estado silvestre; **EX** = Extinta; **FP** = Fuera de Peligro; **IC** = Insuficientemente Conocida; **LC** = Preocupación menor **NT** = Casi amenazada; **R** = Rara; VU = Vulnerable. **LDC:** P = especie catalogada como en Peligro de Extinción; V = especie catalogada en estado de conservación Vulnerable; R = especie catalogada como Rara; I = especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida; F = especie catalogada como Fuera de Peligro.



Imagen 27: *Charadrius alexandrinus* observado en Estación 3 Temporada Húmeda



Imagen 28: *Lessonia rufa* observado en la Estación 3 Temporada Húmeda



Imagen 29: *Larus modestus* juvenil observado en la Estación 3 temporada Húmeda



Imagen 30: *Ardea cocoi* observado en la Estación 2 Temporada Húmeda



Imagen 31: *Anas geórgica spinicauda* observados en la Estación 2 temporada seca



Imagen 32: *Fúlica armillata* observado en la Estación 2 Temporada Seca

5.1.2.2 Índice ecológico de Shannon-Wiener

Tabla 8: Índice de Shannon Temporada Seca y Húmeda 2016

Índice Shannon H'	E1. Puente		E2. Chacra		E3. Desembocadura	
	Campaña húmeda 2016	Campaña seca 2016	Campaña húmeda 2016	Campaña seca 2016	Campaña húmeda 2016	Campaña seca 2016
	1,439	0	1,169	1,011	1,9	1,78

Los resultados del índice ecológico de Shannon-Wiener, en cuanto a la diversidad nos indican que; según los datos recogidos en las tres estaciones, el índice calculado para el sector de la desembocadura se obtuvo un valor de H= 1,9 en Temporada Húmeda y 1,78 en Temporada Seca,

siendo este ambiente con mayor riqueza y diversidad de especies en ambas temporadas

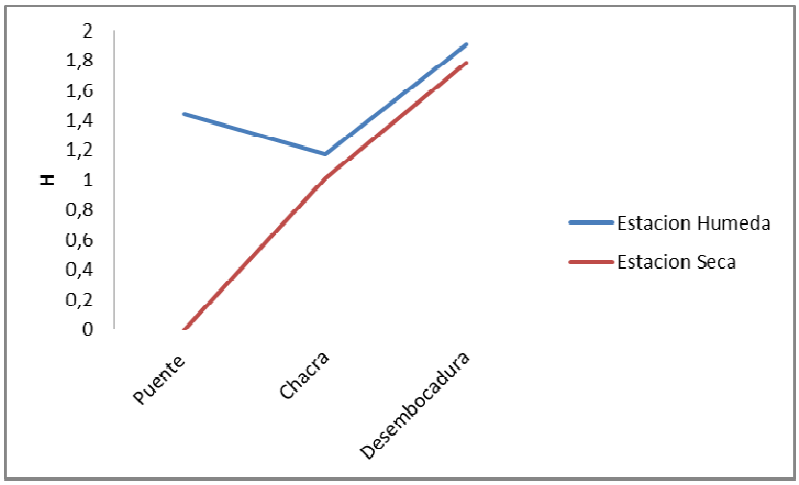


Imagen 33: Índice de Shannon

El análisis de Bray-Curtis en cuanto a similitud entre estaciones muestreadas, nos indica en temporada Húmeda un 55% entre E1 (Puente) y E2 (Chacra), mientras que para E3 (desembocadura) es de 10,5% en relación a las otras estaciones. (Imagen 36). En temporada Seca la similitud entre estaciones muestreadas, indica un 10,5% entre E2 (Chacra) y E3 (Desembocadura) y 0% entre E1 (Puente) en relación a las otras estaciones

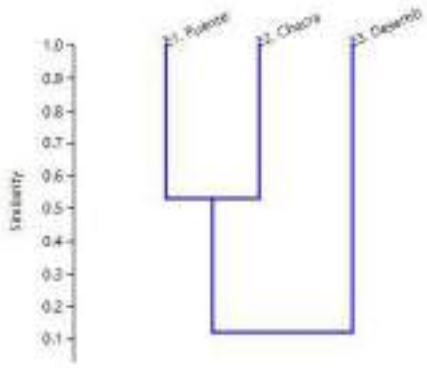


Imagen 34: **Dendrograma de similitud Bray Curtis, para los tres puntos de muestreo Temporada Seca.**



Imagen 35: Dendrograma de similitud Bray Curtis, para los tres puntos de muestreo Temporada Húmeda

5.1.2.3 Composición Florística

La composición florística de la vegetación localizada en el sector, presenta una dinámica directamente dependiente de las fluctuaciones en el nivel de agua. La comunidad vegetal para zonas con alta humedad, está compuesta principalmente por macrófitas emergentes fijas al sustrato como *Typha angustifolia* (imagen 38) y *Juncus acutus*, mientras que donde el sustrato se modifica a zonas xéricas, se reemplaza la vegetación acuática por comunidades halófitas asociadas a la presencia de sales favoreciendo el desarrollo de comunidades de *Thessaria absinthioides* (imagen 39), *Distichlis spicata* (imagen 40), *Sarcocornia fruticosa* (imagen 41) y xerófitas como *Geoffroea decorticans*. La cobertura y abundancia de estas especies fluctúa dependiendo la de estación muestreada. Tanto para la estación seca como húmeda se presentaron las mismas especies dominantes en cobertura y abundancia (imagen de 42 a 45).



Imagen 36: *Typha angustifolia* en Estación 1 (temporada seca)



Imagen 37: *Tessaria absinthioides* en Estación 3 (temporada seca)



Imagen 38 : *Distichilis spicata* en Estación 2 (temporada seca)



Imagen 39: *Sarcocornia fruticosa* en Estación 2 (temporada seca)



Imagen 40: Comunidad xerófila en estación 3 (Temporada Húmeda)



Imagen 41: Comunidad xerófila en estación 3 (Temporada Seca)

Además en ambas temporadas se presentaron ejemplares que no corresponden a una especie dominante o codominante pues tiene menor de 10% de cobertura como *Atriplex clivicola* (imagen 46)*, Suaeda foliosa* (Imagen 47)*, Baccharis linearis, Mellotus albus* (Imagen 48) y *Frankenia chilensis* (Imagen 49).



Imagen 42: *Atriplex clivicola* en Estación 2 (Temporada Seca)



Imagen 43: *Suaeda foliosa* en Estación 1 (Temporada Seca)



Imagen 44: *Melilotus albus* en Estación 2 (Temporada Húmeda)



Imagen 45: *Frankenia chilensis* en Estación 1 (Temporada Húmeda)

5.1.2.4 Métricas de la comunidad vegetal:

Submétrica número de capas vegetales.

Se presentan de dos a cuatro capas vegetales para las tres estaciones monitoreadas en época seca y húmeda, lo que da cuenta de un sistema bien establecido.

Submétrica número de especies codominantes.

El número de especies presentes en las áreas evaluadas fluctúa entre una y tres especies co-dominando, lo que es regular, manteniéndose en la línea histórica del humedal (año anterior una y cuatro), limitando la formación de redes tróficas más complejas.

Submétrica porcentaje de invasión.

Para la temporada húmeda y seca el porcentaje de invasión denota la presencia de algunas hierbas, como *Melilotus albus*, asociadas al uso agrícola junto a las especies vegetales ribereñas que se desarrollan en sistemas con altos niveles de eutrofización de sus aguas, pero que no dominan en ninguna capa vegetal. El área evaluada en estación húmeda presentó entre un 30% y un 5% de invasión correspondiente a la que está asociada a la estación 2 y 3, mientras que en la temporada seca disminuye este porcentaje a 1% sólo para la estación 2.

5.1.2.5 Métricas de la comunidad vegetal:

El área correspondiente al Humedal para ambos años es de un total de 425,355 hectáreas presentan diferencias significativas en su distribución, para el año 2015 el modelo de clasificación supervisada arroja que el área predominante comprende mayoritariamente suelo con un 56% del área total siguiendo el área de humedal con un 43% y los espejos de agua con 1%. En el siguiente grafico se puede distinguir visualmente la proporcionalidad de las áreas con respecto a los años analizados.

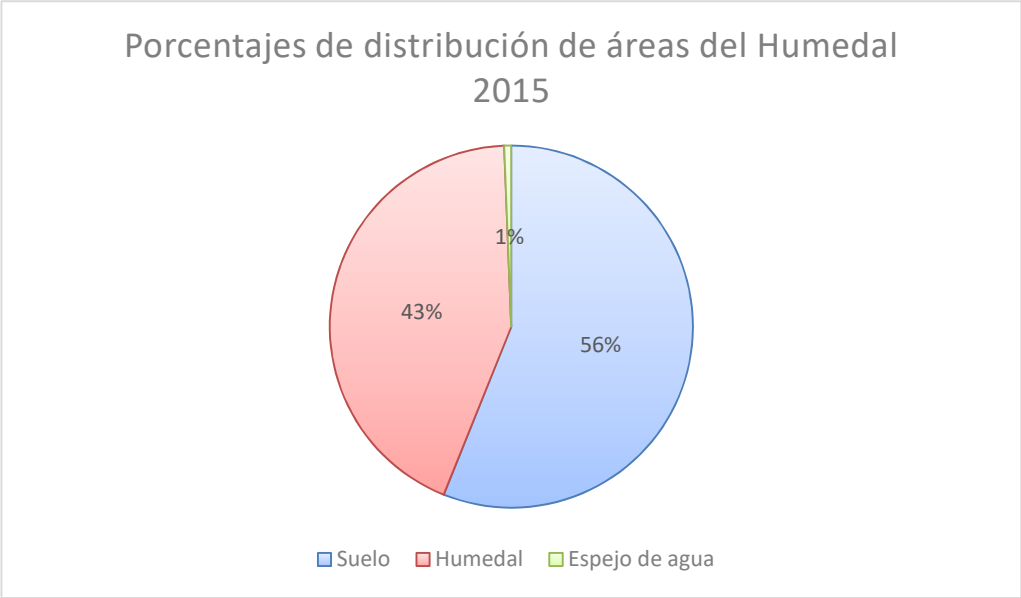


Gráfico 14: Gráfico de áreas 2015

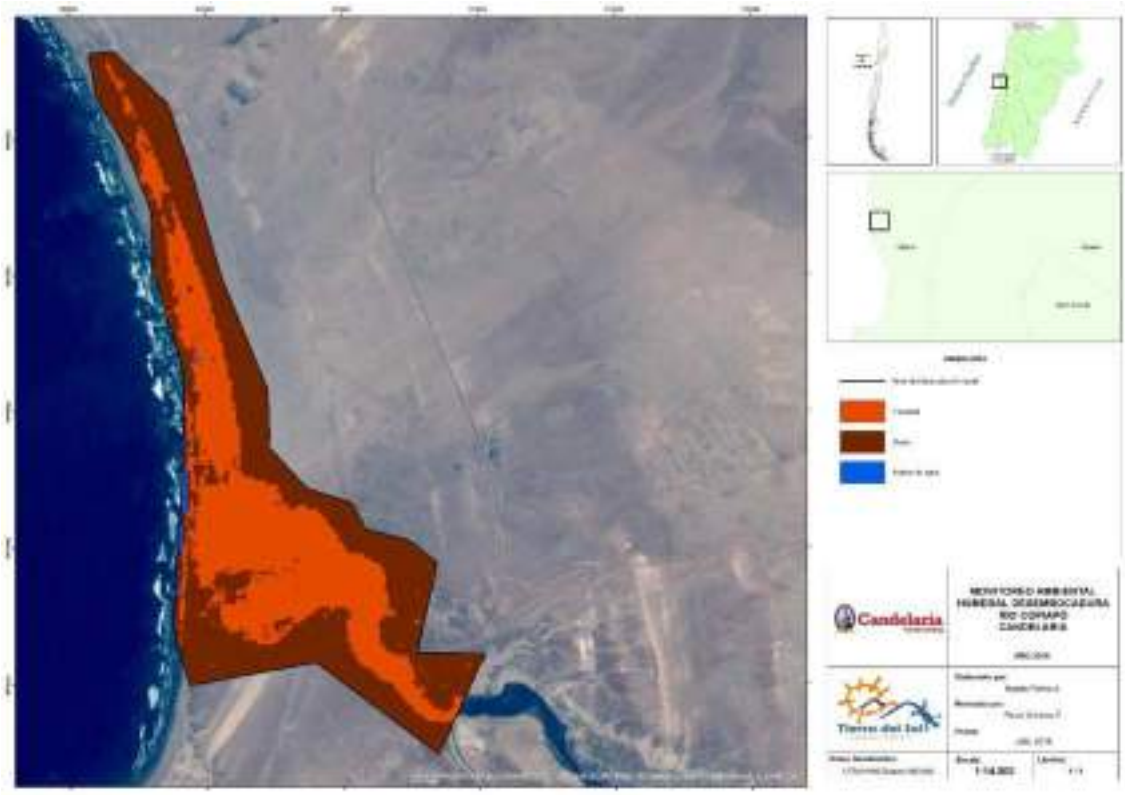


Imagen 46: Mapa con clasificación supervisada año 2015

Por otra parte, para el año 2016 se aprecia la diferencia entre las superficies mencionadas anteriormente en la cual el área de humedal aumenta a un 53% de su área, seguida por la superficie de suelo con un 45% que disminuye en su porcentaje en comparación al año 2015 y los espejos de agua reaparecen con un 2% de la superficie total (Imagen 51). La diferencia en proporcionalidad para ambos años es clara en que el humedal durante el año 2016 ha aumentado en 10% su área con respecto al año 2015 post aluvión.

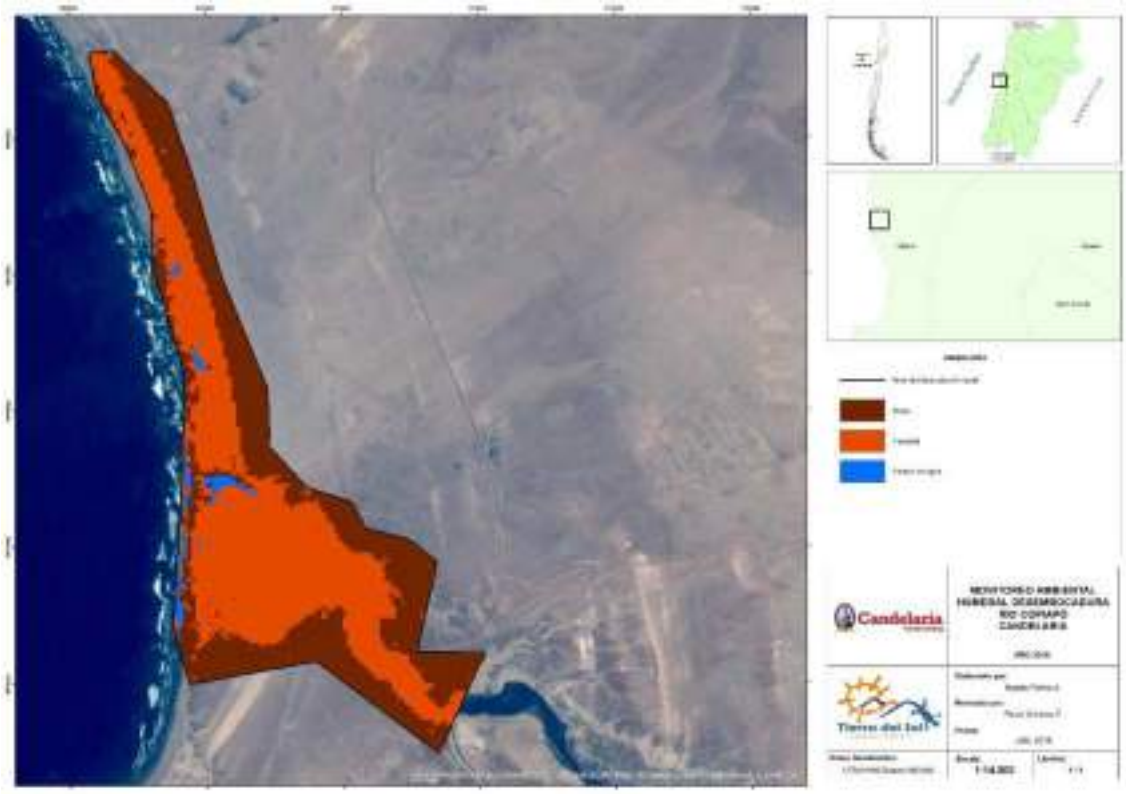


Imagen 47: Mapa de clasificación supervisada año 2016

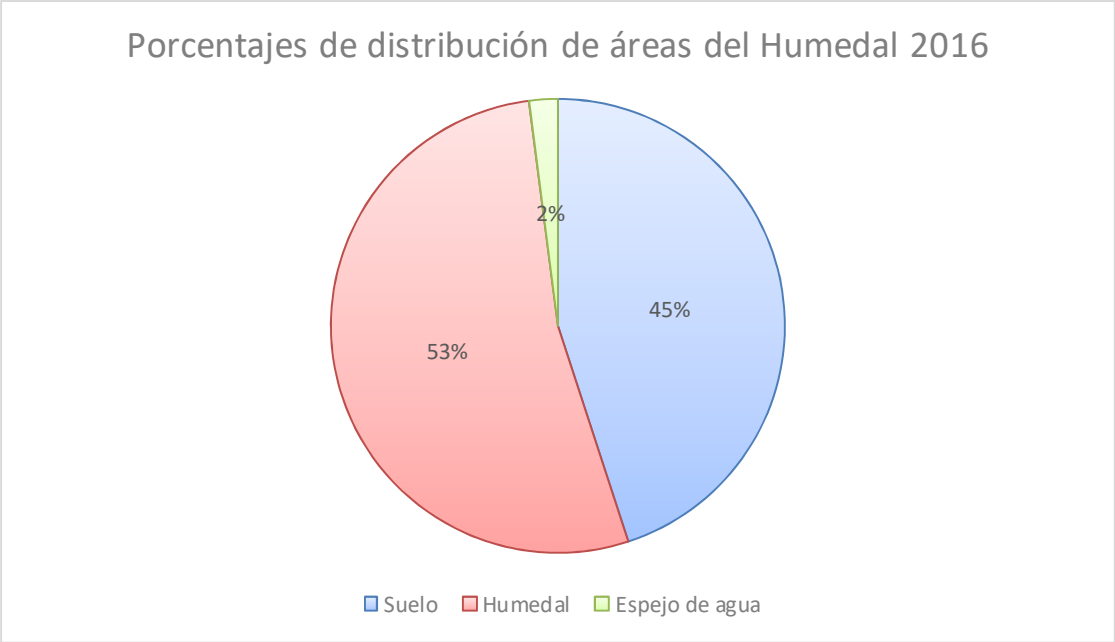


Gráfico 15: Gráfico de áreas 2016

Tabla 9. Áreas obtenidas mediante la Clasificación

Área	Año 2015 (hás)	Año 2016 (hás)	Porcentaje de Variación ((A2-A1)/A1)
Suelo	238,54	191,2839	-0,19810556
Humedal	184,125	225,4	0,22416836
Espejo de agua	2,6893	8,6711	2,22429629

La tabla muestra el valor de las áreas analizadas en hectáreas y la variación porcentual de los años de ambos años, el porcentaje de suelo es el que muestre diferencias negativas más significativas con un -0,19% de variación anual, al mismo tiempo los espejos de agua muestran el mayor aumento con 2,22% de variación positiva en sus áreas.

6. DISCUSIÓN

Los caudales obtenidos de las estaciones muestreadas para el año 2016 se muestran bajos en comparación a años anteriores. El monitoreo en ambas temporadas (Húmeda y Seca) registró un caudal reducido atribuido a que las bajas precipitaciones y asociado a la extracción para fines de riego, sumado a la mayor demanda de agua por especies macrofitas asociado al prematuro inicio de la época de crecimiento de la cobertura vegetacional y aumento de la evaporación y evo-transpiracion por el incremento de las temperaturas, desde la vegetación y los suelos, ya que estos últimos son menos permeables (Elliot 2009), característica de zonas áridas y semiáridas, generando una menor disponibilidad hídrica en el sistema. Los caudales de la zona norte de Chile por lo general se presentan reducidos, situación que se agrava durante los periodos de sequía, en la cual los caudales se hacen prácticamente nulos (Salazar 2003), tal disminución, ha provocado un estancamiento de agua en el sector Chacra y Desembocadura en Temporada Húmeda y Seca

Considerando el requisito para aguas de riego, según las Normas Chilenas Oficiales (NCh 1333), éstas deben tener un pH entre 5,5 y 9,0, por lo cual las aguas de las tres estaciones muestreadas en temporada húmeda son aptas para este uso (6,8 – 7,04 – 7,27) al igual que las monitoreadas en las mismas estaciones en temporada seca (7,8, – 7,4– 8,5). Los requisitos de pH para aguas destinadas a recreación y estética, según la Norma Chilena 1333, son 6,5 a 8,3 y en ningún caso menor de 5 o mayor de 9, de acuerdo a esta normativa las aguas de este río son aptas para ese uso. El requisito para la vida acuática, es de 6 a 9 unidades de pH, las aguas dulces presentan un pH entre 6,5 y 8,5, por lo tanto, las aguas de este río no presentan problemas.

La conductividad eléctrica presenta los valores más bajos en la estación 2 Temporada Húmeda (8040µS/cm), y los más elevados en la misma Temporada pero estación 3 (13860 µS/cm) incrementando a medida que los cursos de agua van descendiendo hacia el mar, debido a la aridez de sus suelos, caracterizados por escasas precipitaciones y alta radiación solar, los iones tienden a concentrarse (Cade-Idepe 2004).

Las concentraciones de manganeso promedio muestreado en Diciembre (Temporada Seca) para este elemento es de 0,13 mg/l, encontrándose el máximo en la estación 2 (0,21 mg/l) y En el caso de la Temporada Húmeda el promedio de manganeso es de 0,25 mg/l y el máximo en la estación 3 (0,06 mg/l), de acuerdo al límite máximo permitido según la NCh409 es de 0,1 mg/l por lo tanto, esta norma seria superada en la ambas Temporadas monitoreadas; en temporada seca estación 1 y 2 y en Temporada Húmeda 2 y 3

En el caso de las concentraciones de manganeso para la NCh1333 donde el máximo permitido es de 0,2 mg/l, ésta solo es superada en la Temporada Seca con 0,64 mg/l cumpliendo las demás estaciones con valores aceptables para su uso.

El Manganeso se encuentra comúnmente en el agua por el contacto con rocas, minerales y materiales derivados del hierro y acero. Además, la actividad minera histórica de la cuenca podría aportar en metales como Fe, Ni y Co podría provocar niveles anómalos de este metal en ciertas zonas del río.

El manganeso es uno de los elementos más abundante en la corteza terrestre, generalmente asociada a la presencia de hierro. Se origina naturalmente en muchas fuentes de agua superficiales y subterráneas, sobre todo en condiciones aireadas u oxidantes. La fuente más importante de manganeso está en el agua de consumo, aunque habitualmente la mayor exposición proviene de los alimentos.

Según la OMS, el Manganeso es un elemento escencial para el ser humano y otros animales, por lo que tanto la falta como el exceso de este puede ocasionar efectos adversos en la salud de las personas. (OMS 2016) Por otro lado la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) revela que el efecto más común que se observa en trabajadores expuestos a niveles altos de manganeso involucra al sistema nervioso. Estos efectos incluyen alteraciones del comportamiento y en movimientos lentos y sin coordinación. Cuando esta combinación de síntomas se torna grave, se le refiere como “manganismo”. En trabajadores expuestos a concentraciones más bajas de manganeso también se han observado otras alteraciones no tan graves del sistema nervioso, tales como lentitud de los movimientos de las manos. Por otro lado, La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) concluyó que la información científica existente es insuficiente para determinar si el

exceso de manganeso puede producir cáncer (web 1)

En cuanto a los efectos en la vegetación, concentraciones inusualmente altas de Manganeso en el agua de regadío, pueden acumularse en el suelo y causar inflamación de la pared celular, abrasamiento y puntos marrones en las hojas. (web 2)

Los valores de Litio cítrico promediados en 0,48 mg/l en Temporada Húmeda, mientras que en Temporada seca es un promedio de 0,56 mg/l superando en ambas temporadas la concentración máxima establecida por la NCh 1333 (0,075 mg/l). El litio se en el norte de Chile está presente en las áreas de salares y geysers, encontrándose en forma de sales de litio, principalmente, sulfato doble de litio y potasio (KLiSO4) (Millas, I. G.).

Los sulfatos están presentes de forma natural en muchos minerales, los cuales se utilizan comercialmente, sobre todo en la industria química. Se liberan al agua procedentes de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera. Sin embargo, en regiones cuyas aguas de consumo contienen concentraciones altas de sulfato, el agua de consumo puede ser la principal fuente de ingesta. (OMS 2006)

Las concentraciones de sulfatos en Temporada Húmeda, en las 3 estaciones arrojaron un promedio de 2792 mg/l, muy por debajo está el límite máximo establecido por la NCh 1333 (250 mg/l). La misma situación ocurre en temporada seca donde el promedio de las 3 estaciones arroja un promedio de 0,56 mg/l superando la Norma.

El sulfato es un contaminante presente en aguas residuales de la industria minera y en drenajes ácidos de minas. En altas concentraciones podría generar problemas ambientales, como aumentar la producción de ácido sulfhídrico, un gas tóxico, en las etapas anaerobias del tratamiento de aguas. (Hurtado Carrasco, C. at el 2012)

Durante millones de años el sodio se ha desprendido de rocas y suelos, para ir a parar a los océanos, donde su abundancia solo es superada por los iones cloruro. Además del mar, también se encuentran concentraciones significantes de sodio en los ríos y en los lagos, sin embargo, estas concentraciones son mucho más bajas. Los compuestos del sodio se utilizan en muchos procesos industriales, y en

muchas ocasiones van a parar a aguas residuales de procedencia industrial. El sodio se utiliza principalmente en las industrias metalúrgicas, químicas, alimentarias, textiles, curtiembre, jabones, entre otras. (Web 3)

El sodio porcentual se encuentra por sobre la NCh 1333 (35,0%) en las tres estaciones, en ambas Temporadas muestreadas, con porcentajes promedio de 52,4 % en Temporada Húmeda y 52,9 % en Temporada Seca siendo la estación 3 Temporada Húmeda el porcentaje más alto (57,1%). Los cationes de sodio presentes en el agua pueden contribuir al deterioro de los suelos aledaños al río, estos cationes logran un intercambio iónico mucho más afín que los cationes de Mg^{+2} y Ca^{+2}, los cuales dan las características de porosidad al suelo, provocando disminuciones en la permeabilidad, interfiriendo con el drenaje necesario para mantener una salinidad normal, debido a que las sales se irán acumulando y además disminuye la aireación necesaria para el crecimiento de especies vegetales, pudiendo llegar a deteriorar irreversiblemente los suelos, la vegetación y la biodiversidad existente en el humedal.

Según la OMS, no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud debido a que no se pueden extraer conclusiones definitivas con respecto a la posible asociación entre la presencia de sodio en el agua de consumo y la hipertensión. Sin embargo, a concentraciones sobre los 250 mg/L el sabor del agua puede volverse inaceptable, este valor depende del anión asociado al sodio y la temperatura del agua. (OMS 2006))

En cuanto a los efectos en la vegetación, los síntomas de toxicidad incluyen quemazones, encrespamiento de la hoja y muerte de tejidos (lo cual ocurre inicialmente en los bordes externos). A medida que la severidad de la toxicidad aumenta, progresa en los tejidos intervenales. (web 4)

En las concentraciones de cloruros se aprecian un incremento a través de las estaciones de la temporada húmeda, debido a la formación de sales solubles que son ser arrastradas por el río, acumulándose en las zonas más bajas hasta desembocar en los océanos. Situación distinta en la temporada seca donde la estación 1 presenta los valores más altos, después estación 3 y 2, sin embargo en ambas temporadas en todas las estaciones se supera lo establecido por la Norma.

El cloruro presente en los cuerpos de agua superficial proviene principalmente de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales, escorrentía urbana con sal de deshielo, e intrusiones salinas.

El valor de referencia según la OMS es de 250 mg/L, sin embargo no está basado en algún posible daño a la salud humana, si no más bien a que sobre esos valores, la presencia de este ion confiere un sabor perceptible en el agua.

Las concentraciones de cloruro excesivas aumentan la velocidad de corrosión de los metales en contacto con el agua según su alcanidad, incrementando la concentración de metales en el agua (OMS 2006).

El cloruro es un micronutriente esencial y todos los cultivos requieren cloruro en pequeñas cantidades. Sin embargo, a menudo es asociado con daño de salinidad y toxicidad, altos niveles de cloruro en la solución de suelo, pueden generar toxicidad por cloruro en los cultivos (Libro Azul, 2002). Los niveles elevados de cloruro, pueden dar lugar directamente a toxicidad de la planta, o reducción de la calidad de la parte cosechada de la planta. Además, algunas plantas pueden tolerar bien el cloruro, pero no el aumento asociado en la salinidad del suelo. (Libroazul 2002). Entre los síntomas más comunes de la toxicidad de cloruro en las plantas, se incluye la necrosis de los márgenes de las hojas, la que normalmente aparece primero en las hojas más viejas. Un exceso de estas quemaduras puede resultar en pérdida de las hojas. Sin embargo, podría ser difícil de diagnosticar la toxicidad de cloruro. A menudo es difícil distinguir si el síntoma de toxicidad se relaciona directamente con el cloruro o con otros elementos que se absorben, como el sodio u otras sales como el boro.(web 5)

Las concentraciones de Boro en la Temporada Húmeda presentaron un promedio de 6,36 mg/l detectándose problemas para su uso como agua para riego, sus 3 estaciones debido a que la Norma Chilena acepta como límite máximo 0,75 mg/l. La misma situación ocurre en la Temporada Seca con un promedio de 7,76 mg/l superando ampliamente la Norma al igual que en muestreos anteriores (informe anual de monitoreo Humedal rio Copiapó 2015)

El boro es un elemento ampliamente distribuido en minerales de la corteza terrestre, por lo que puede ser liberado al aire, al agua o al suelo como consecuencia de la erosión natural de suelos y rocas. Las contribuciones antropológicas de este elemento se deben principalmente a plantas que manufacturan vidrio, plantas de energía que queman carbón, fundiciones de cobre, uso de plaguicidas y de abonos agrícolas (web 6). El boro puede entrar al cuerpo al consumir alimentos y tomar agua que lo contiene, al respirar polvo de boro en el aire o incluso cuando un área dañada de la piel entra en contacto con esta sustancia. La OMS establece un valor de referencia provicional de 0,05 mg/L de Boro presente en los cuerpos de aguas superficiales. El valor es provisional debido a la dificultad y costo económico que resulta una remoción efectiva de este metaloide en aguas que presentan altas concentracones de forma natural, es decir, condiciones semiáridas como el área donde se encuetra ubicado el humedal de Copiapó(OMS 2006)

Para la mayoría de los cultivos, los síntomas de toxicidad del boro aparecen cuando las concentraciones en los tejidos foliares exceden de 250 – 300 mg/kg (base seca). Incluyen amarillamiento inicial de las hojas más viejas, moteados necróticos o resecamiento de los tejidos foliares en los ápices y en los bordes. El resecamiento y la clorosis prueden progresar intervenalmente hacia el centro de la hoja a medida que el boro se acumula con el tiempo. Según Bingman (1948), el efecto del boro sigue la misma tendencia que el efecto salino sobre las plantas a causa del potencial osmótico (web 7)

En relación a los elementos químicos encontrados en los sedimentos, estos presentan valores heterogéneos en las tres estaciones de muestreo al igual que el año pasado tendencia que ha ido variado respecto a años anteriores donde la mayor concentración era hacia la desembocadura (informe anual de monitoreo Humedal rio Copiapó, 2009) lo que podría explicarse debido al arrastre de estos elementos por la acción de la corriente. Si bien en épocas de menor caudal, las concentraciones de metales fueron mayores en los sedimentos, similar a lo sucedido en otros cuerpos de aguas, como el río Aconcagua (Cenma 2008). En el muestreo de Temporada Húmeda y Seca 2016 en el análisis de sedimentos arrojo que el hierro, aluminio, sulfato y cloruro se encontraron con mayor concentración superando los 2000 mg/kg

El hierro en la naturaleza se presenta en dos formas: asimilable y no asimilable. En las aguas superficiales, el hierro puede estar también en forma de complejos organoférricos y, en casos raros, como sulfuros. Es frecuente que se presente en forma coloidal en cantidades apreciables. Las sales solubles de hierro son, por lo general, ferrosas (Fe II) y la especie más frecuente es el bicarbonato ferroso: Fe (HCO3)2. En contacto con el oxígeno disuelto en el agua, las sales ferrosas se convierten en férricas por oxidación y se precipitan en forma de hidróxido férrico hacia los sedimentos.

En general, las sales de hierro no son tóxicas en las cantidades comúnmente encontradas en las aguas naturales. Las guías de calidad de la OMS y del Canadá recomiendan que en las aguas destinadas al consumo humano no se sobrepase 0,3 mg/L de hierro, esto por consideraciones de sabor y debido a que los tratamientos convencionales pueden eliminar el hierro en estado férrico pero no el hierro soluble Fe (II). (web 8)

El hierro no es tóxico para las plantas e suelos bien aireados, pero puede contribuir a la acidificación del suelo, causando disminución del P y Mo aprovechables como nutrientes. (web 9)

En el caso del litio es el elemento metálico más abundante y constituye alrededor del 8% de la corteza terrestre. Es frecuente la utilización de sales de aluminio en el tratamiento del agua como coagulantes para reducir el color, la turbidez, y el contenido de materia orgánica y de microorganismos.

Según la OMS, hay escasos indicios de que la ingestión de aluminio por vía oral produzca toxicidad aguda en el ser humano, a pesar de la frecuente presencia del elemento en alimentos, agua de consumo y numerosos antiácidos. Se ha sugerido la hipótesis de que la exposición al aluminio es un factor de riesgo para el desarrollo o aparición temprana de la enfermedad de Alzheimer en el ser humano. La monografía de la OMS de 1997 sobre el aluminio de la serie Criterios de Salud Ambiental (CSA) concluye que la relación entre el aluminio del agua de consumo y la enfermedad de Alzheimer, detectada en varios estudios epidemiológicos, no se puede descartar totalmente. No obstante, es preciso plantear que estos estudios no han tenido en cuenta factores de confusión demostrados ni la ingesta total de aluminio de todas las fuentes. Debido a la incertidumbre a la que están sujetos los

datos de estudios con personas, no puede calcularse actualmente un valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el aluminio. Sin embargo, considerando los posibles efectos perjudiciales para la salud del aluminio (es decir, su posible neurotoxicidad), se calcula una concentración factible, basada en la optimización del proceso de coagulación en plantas de tratamiento de agua de consumo que utilizan coagulantes que contienen aluminio, para reducir al mínimo las concentraciones de aluminio en aguas tratadas.(OMS 2006)

Con respecto a los efectos de altas concentraciones de este metal en la vegetación, el aluminio restringe el crecimiento de esta en suelos de carácter ácido (pH = 5,5).(WEB 10)

El sulfato contribuye a la salinidad de las aguas de regadío, en la cual la presencia de determinados iones puede inducir en la vegetación a desbalances nutricionales o deficiencias, causando una disminución en los rendimientos o daños a la planta. A modo de ejemplo, altos niveles de sulfato en el agua de riego, pueden inducir a deficiencias de Mg en la uva (Ehling, 1960), mientras que el corazón negro del apio en suelos salinos se debe a deficiencia de Ca causada por altos niveles de Sulfatos y bajo contenido de Ca (Geraldson, 1954).

La consideración de número de especies, número de individuos y diversidad señala que la dotación de aves es variable, dependiendo de una serie de factores, tales como perturbaciones, condiciones climáticas, presencia humana, entre otros. (Sielfeld et al. 2012). En consecuencia, al intensivo uso del agua del río Copiapó y la baja recuperación del caudal natural afectando el número de especies observadas. Caso especial es el de este año donde el número de aves registrada se elevó respecto a años anteriores en temporada Húmeda registrando un total de 139 individuos, situación contraria en temporada Baja con una disminución considerable en avistamientos de 46 individuos, diferencia que se amplifica debido a la ausencia de especies de gran abundancia como *Larus modestus*, *Charadrius alexandrinus, Fulica rufifrons, Pygochelidon cyanoleuca* no registradas en la última Temporada

El análisis de Bray-Curtis en cuanto a similitud entre estaciones muestreadas, nos indica en Temporada Húmeda un 55% entre E1 (Puente) y E2 (Chacra), mientras que para E3 (desembocadura) es de 10,5% en relación a las otras estaciones. (Imagen 36). En Temporada Seca la similitud entre estaciones muestreadas, indica un 10,5% entre E2 (Chacra) y E3 (Desembocadura) y 0% entre E1

(Puente) en relación a las otras estaciones. Esta situación se debe a la ausencia de registros en la estacion E1

Para el componente flora no se presentan mayores cambios entre las temporadas de estudio para el año 2016. Sin embargo, con respecto a otros años el porcentaje de invasión se encuentra un 10% más bajo que el monitoreo anterior y que se mantiene estable en los periódicos moniteros.

Melilotus albus pertenece a una especie introducida de carácter invasor que corresponde a una leguminosa capaz de fijar nitrógeno al suelo a través de su simbiosis con bacterias tipo *Rizhobium*, pudiendo provocar en la zona de "Estación 2" donde es más alto su porcentaje de cobertura, la eutrofización de las aguas debido a su aporte adicional de nitrógeno. Sin embargo, respecto al resto de las estaciones muestreadas no representa más allá del 1% del total de las especies presentes.

En la Temporada Seca se observó mayor cobertura vegetal a diferencia de la Temporada Húmeda donde se observó menor cobertura vegetal y más superficie de espejos de agua.

La presencia de vegetación con elevada cobertura y persistencia, como *Typha angustifolia,* da lugar a obstrucciones del agua, esto principalmente en la Estación 1, al igual como se describe en el monitoreo del año 2015 donde principalmente puede desacelerar la escorrentía promoviendo el proceso de infiltración y deposición de los sedimentos.

La cobertura xerófila se inicia cuando disminuye el nivel de agua, particularmente en la Estación 3, donde queda residuo salobre en la superficie que favorece el desarrollo de *Sarcocornia fruticosa* y *Distichlis spicata* que permite suponer que se trata de suelos alcalinos y con anegamientos constantes.

7. CONCLUSIONES

Los caudales obtenidos de las estaciones muestreadas para el año 2016 se muestran bajos en comparación a años anteriores. En ambas temporadas monitoreadas se registró un caudal reducido atribuido a que las bajas precipitaciones anuales y asociado a la extracción para fines de riego, tal disminución, ha provocado un estancamiento de agua en el sector Chacra y Desembocadura.

Para el análisis de agua según la Nch1333 se observan valores superiores a lo establecido en la normativa vigente. Dentro de estos parámetros se encuentran: Cloruros, Sulfato, Boro, Litio cítrico, Sodio porcentual y Manganeso, éste último también superando la NCh 409. La superación de la norma de estos valores, es producto de la geología caracteristica del norte de Chile.

Se concluye que en el análisis anual de sedimentos se obtuvo un amplio rango de valores de metales, oscilando entre 0,03 mg/kg y 28507 mg/kg siendo el hierro, aluminio, sulfato y cloruros los con mayor concentración superando los 2000 mg/kg.

Según la revisión de los censos de avifauna realizados desde el año 2009, en el área de estudio se han identificado 48 especies de aves pertenecientes a 26 familias distintas; de estas 5 nuevas especies fueron registradas en el área de estudio del presente año, representadas por 1 familias, de las 5 nuevos registros, ninguno de ellos se encuentra en alguna categoría de conservación.

Se registraron 139 ejemplares en Temporada Húmeda y 46 ejemplares en Temporada Seca 2016.En la Estación 3 Temporada Húmeda se destaca la presencia de *Larus modestus,* especie catalogada como Vulnerable según La ley de Caza. *Gallinula galeata pauxilla,* especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria e importante para la mantención del equilibrio de los ecosistemas (SAG, 2009).

Los resultados del índice ecológico de Shannon-Wiener, en cuanto a la diversidad nos indican que;

según los datos recogidos en las tres estaciones, el índice calculado para el sector de la desembocadura se obtuvo un valor de H= 1,9 en temporada Húmeda y 1,78 en temporada Seca, siendo este ambiente con mayor riqueza y diversidad de especies en ambas temporadas.

El análisis de Bray-Curtis en cuanto a similitud entre estaciones muestreadas, nos indica en Temporada Húmeda un 55% entre E1 (Puente) y E2 (Chacra), mientras que para E3 (desembocadura) es de 10,5% en relación a las otras estaciones. En Temporada Seca la similitud entre estaciones muestreadas, indica un 10,5% entre E2 (Chacra) y E3 (Desembocadura) y 0% entre E1 (Puente) en relación a las otras estaciones.

Para el componente flora se determina que las especies dominantes son *Typha angustifolia, Juncus acutus, Tessaria abcitioides, Sarcocornia fructicosa, Distichilis spicata* y *Geoffroea decorticans.*

En los años anteriores (2010 y 2014) se observó la comunidad de *Phragmites australis,* mientras que el año 2015 y para ambas temporadas del presente año no se observó tal comunidad.

Se debe tener en cuenta que este humedal se encuentra inserto dentro de una zona árida como es el Desierto de Atacama, por lo que sus atributos de concentración, alimentación y nidificación de aves, sumado a una alta diversidad, deben ser sobrevalorados y tomados en cuenta para su conservación como un ecosistema relevante para el país y la región de Atacama

Mediante el análisis espacio temporal de las imágenes satelitales LANDSAT 8 OLI, es posible asociar las variaciones porcentuales del año 2016 a diversos fenómenos climáticos como El Niño y el Aluvión en marzo de 2015. Los valores muestran que para el año 2015 el suelo tiene una mayor predominancia en el paisaje por sobre el área del humedal, considerando los sedimentos aluvionales que se depositaron en el área durante el evento y su posterior estancamiento en la zona estuarial. Para el año 2016 se aprecia que la dinámica estuarina pudo modificar las áreas de humedal aumentándolas de u 43% a un 53% en el área analizada.

En base a los resultados obtenidos ya sean físicos, químicos y biológicos se puede inferir que el estado de salud del humedal para el año 2016, de acuerdo a la metodología planteada se considera “B” en buen estado, lo que supera el estado “C” (regular) del año 2014, para el año 2015 la inexistencia de imágenes satelitales impidieron obtener las métricas para categorizar el humedal. La evolución de la condición del humedal a 20 meses de ocurrido el aluvión del año 2015, arroja que en términos del paisaje, diversidad de flora y fauna, y las métricas obtenidas, este humedal ha recuperado las condiciones en su estructura geomorfológica y fitosociologicas originales, las cuales evidentemente han sido mejoradas por la presencia de cuerpos de agua en el año 2016.

De acuerdo a lo señalado por el documento “Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica” (CONAMA-CEA, 2006), la estructura física de estos ecosistemas estuarinos, ya sea la barrera terminal del humedal, la vegetación y el caudal son elementos determinantes dentro de estos sistemas, los cuales en orden de importancia deben ser comparados con los parámetros químicos y los biológicos particularmente la diversidad biológica.

8. BIBLIOGRAFIAS Y FUENTES

CONAMA. 2005. Estrategia Nacional para la conservación y uso racional de los humedales. Chile. 30 pp.

CONAF. 2010. Convenio de eficiencia institucional 2010. "Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Gerencia de áreas silvestres protegidas. Departamento de conservación de la diversidad biológica. 52 pp

CONAMA-CEA, 2006. Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Santiago. 114 pp.

CONAF. 2010. Convenio de eficiencia institucional 2010. "Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Gerencia de áreas silvestres protegidas. Departamento de conservación de la diversidad biológica. 52 pp

Demangel D. 2011. Clasificación de humedales en la cuenca del rio Copiapó para la conservación de la fauna vertebrada, según su valor ambiental y la presión antropica.. Memoria de Título Universidad de Chile, Santiago, Chile

Arochas Alejandra Fundación Chile. 2009. El agua del futuro herramientas para el manejo de Recursos Hídricos, introducción Método EMA Zonas estuarinas

Figueroa R, M. L Suarez , A. Andreu, V. H. Ruiz & M. R. Vidal. 2009. Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile central. Gayana 73(1)

Fundación Chile. 2014. Informe Anual Humedal Desembocadura Rio Copiapó, Compromiso Voluntario Resolución Exenta N°273/08 Monitoreo Ambiental.

Fundación Chile. 2010. Informe Anual. Monitoreo Ambiental Humedal Desembocadura Rio Copiapó, Compromiso Voluntario Resolución Exenta N°273/08 Monitoreo Ambiental.

Gaymer, C., U. Rojas, F. Squeo, G. Luna-Jorquera, A. Cortés, G. Arancio, C. Dumont, M.Cortéz, D. Hiriart y D. López. 2008. AMCP-MU Isla Grande de Atacama: Flora y Fauna Marina y Terrestre, 12: 223 – 249, *In*: Squeo F., G. Arancio y J. Gutiérrez (Eds), Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 456 pp.

Hurtado Carrasco, C. (2012-06).Desarrollo de una tecnología para disminuir la concentración de sulfato en drenajes ácidos de minas y aguas contaminadas usando un consorcio microbiano reductor de sulfato. Disponible en http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/113424

Millas, I. G. LA INDUSTRIA DEL LITIO EN CHILE.

MMA - Centro de Ecología Aplicada. 2011. Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago. Chile.164 pp.

Myers, N. 1994. Global biodiversity II: losess. pp.: 110-142; en: Meffe, G.K. y C.R. Carroll, eds. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.

Morzaria H.N.,& G.D. Danemann. 2008. Bahía de los Ángeles: Recursos naturales y comunidad. *Línea base 2007*. Capítulo 9; Humedales**.** Pronatura Noreste AC. México

Orians, G**.** 1994. Global biodiversity I: patterns and proceses. pp.: 78-109; En: Meffe, G.K. y C.R. Carroll, eds. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.

RAMSAR. 2006. Manual de la Convención de RAMSAR: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. 124 pp

Torres-Mura, J.C. 2002. Humedales, una oportunidad para Chile. Comité Nacional de Humedales,

Santiago, 42pp (+CD ROM).

World Conservation and Monitoring Centre. 1992. Global Biodiversity: State of the Earth's Living Resources. Chapman y Hall, London

Web 1: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts151.html [2]

Web 2: http://www.lenntech.es/periodica/elementos/mn.htm

Web 3: http://www.lenntech.es/sodio-y-agua.htm

Web4: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 5: http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride [5]

Web 6: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs26.html

Web 7: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 8: http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/uno.pdf

Web 9: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf [

Web 10: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 1: Consultora on line estrucplan (Argentina): http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1800

web 2 http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride [5]

Web 3 http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs26.html Boro [2]

Web 4 http://www.ipni.net/publication/ia-

lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Informe de Análisis: ES17-71131

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

"Acreditación LE 117 (Convenio INN-SISS), LE 118, LE 119 y LE 057 de Santiago " / "LE 631 y LE 632 (Convenio INN-SISS) de Antofagasta / LE 717 y LE 718 (Convenio INN-SISS) de Puerto Varas según NCh 17025. Of 2005"

Análisis solicitado por: FLAVIO OLIVARES INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO E.I.R.L.
PROY AGUAS SEDIM
Añañuca N° 799. Vallenar

Atención a:	Daniella Risi	**Fecha Muestreo:**	28-12-2017 11:50
Nro de Muestras:	3	**Fecha Ingreso:**	29-12-2017 17:00
Material / Producto:	LODO	**Fecha Inicio:**	29-12-2017 18:00
		Fecha termino	05-01-2018 15:54

Muestreado por: Muestras proporcionadas por el Cliente, quien se responsabiliza de la identificación, preservación, procedencia, tipo y tiempo de envase.

Notas:

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
Metales	I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050, SM 3111B Ed.22, 2012
Metales	I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050, SM 3111D Ed.22, 2012
Selenio/Arsénico/Antimonio	I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050, SM 3114B Ed.22, 2012
Cloruro	I-ENV-LAB-242 basado en INIA 9.1 (2006), SM 4500-Cl B Ed.22, 2012
Nitrógeno Kjeldahl	I-ENV-LAB-258 basado en método de Análisis de Suelos INIA, SM 4500-Norg B, 4500-NH3 D, Ed.22, 2012
Nitrito	I-ENVI-LAB-214 basado INIA 9.1 (2006), SM 4500-NO2 B Ed.22, 2012
Nitrato	I-ENVI-LAB-230 basado INIA 9.1 (2006), SM 4500-NO3 B Ed.22, 2012
Nitrógeno Total	I-ENVI-LAB-258 basado en SM 4500-NO2B, 4500-NO3B, 4500-Norg Ed.22, 2012
Fósforo	I-ENV-LAB-235 basado en SM 4500-P C Ed.22, 2012
Sulfatos	I-ENV-LAB-223 basado INIA 9.1 (2006), SM 4500-SO4 C Ed.22, 2012
Cianuro Total	Basado en NCh 2313/14.Of97

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".
"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

Informe de Análisis: ES17-71131

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA E1	E2	E3
Aluminio	**mg/kg**	**5**	8150	15209	6896
Arsénico	**mg/kg**	**0.01**	5.29	16.21	6.12
Cadmio	**mg/kg**	**0.1**	<0.1	0.1	0.3
Cianuro Total(*)	**mg/kg**	**10**	<10	<10	<10
Cinc	**mg/kg**	**5**	34	55	24
Cloruro(*)	**mg/kg**	**10**	3302	590	637
Cobre	**mg/kg**	**3.5**	13.7	33.4	22.7
Fósforo Total	**mg/kg**	**30**	322	343	193
Hierro	**mg/kg**	**5**	12965	17642	8427
Manganeso	**mg/kg**	**2**	238	702	334
Molibdeno	**mg/kg**	**5**	<5	<5	<5
Niquel	**mg/kg**	**1.5**	6.9	11.4	5.3
Nitratos (como N)(*)	**mg/kg**	**10**	<10	<10	<10
Nitritos (como N)(*)	**mg/kg**	**0.5**	<0.50	<0.50	<0.50
Nitrógeno Kjeldahl	**mg/kg**	**12.5**	3742.1	609.2	227.5
Nitrógeno Total	**mg/kg**	**20**	3743	610	228
Plomo	**mg/kg**	**0.5**	6.5	10.4	2.8
Selenio	**mg/kg**	**0.01**	0.03	0.05	0.08
Sulfato(*)	**mg/kg**	**30**	698	390	462

"Determinación de metales y/o elementos realizados en base seca a excepción del mercurio"

LD (límite de detección)

(*) Parametros no Acreditados

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)

Santiago 10 de enero de 2018

Johanna Marlene Irribarra Fuentes
Jefe Laboratorio

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. **Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.**

t (56-2) 89 89561 **f** (56-2) 289 89587 **t** (56-55) 23 4098 **f** (56-55) 23 4596 **t** (65) 32 1800 **f** (65) 32 1801 www.sgs.com

E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Informe de Análisis: ES17-71123

SISTEMA NACIONAL DE ACREDITACION INN - CHILE

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

"Acreditación LE 117, LE 118, LE 119 y LE 057 de Santiago " / "LE 631 y LE 632 de Antofagasta / LE 717 y LE 718 de Puerto Varas

Análisis solicitado por: FLAVIO OLIVARES INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO E.I.R.L.
PROY AGUAS SEDIM
Añañuca N° 799. Vallenar

Atención a:	Daniella Risi	**Fecha Muestreo:**	28-12-2017
Nro de Muestras:	1	**Fecha Ingreso:**	29-12-2017 09:53
Material / Producto:	AGUA SUPERFICIAL	**Fecha Inicio:**	29-12-2017 10:06
Lugar de Muestreo:	Humedal Rio Copiapo	**Fecha termino**	07-01-2018 21:58

Preservante: Tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.

Muestreado por: Muestras proporcionadas por el Cliente, quien se responsabiliza de la identificación, preservación, procedencia, tipo y tiempo de envase.

Notas: "Manganeso." corresponde a metodología SM 3111 B Ed.22,2012

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
Litio Citrico	SM 3111B Ed.22, 2012
Cálculos	SM 2340B, 3111B, 3111D Ed.22, 2012
Cálculos	SM 3111B, 3111D Ed.22, 2012
Conductividad	SM 2510 B Ed.22, 2012
Sólidos Totales Disueltos	SM 2540 C Ed.22, 2012
Metales A-Ac	SM 3111 B Ed.22, 2012
Metales N-Ac	SM 3111 D Ed.22, 2012
Mercurio	SM 3112 B Ed.22, 2012
Arsénico/Selenio	SM 3114 B Ed.22, 2012
Boro	SM 4500-B C Ed.22, 2012
Cloruro	SM 4500-Cl B Ed.22, 2012
Nitrógeno Orgánico	SM 4500-Norg B, 4500-NH3 BD Ed.22, 2012
pH	SM 4500-H B Ed.22, 2012
Fósforo	SM 4500-P C Ed.22, 2012
Fosfato (como P)	SM 4500-P C Ed.22, 2012
Sulfato	SM 4500-SO4 C Ed.22, 2012
Amoniaco	SM 4500-NH3 BD Ed.22, 2012
Fluoruro	SM 4500-F BC Ed.22, 2012
Cloro (Laboratorio) Equipo Pocket	SM 4500-Cl G Ed.22, 2012
DBO5 a 20°C	SM 5210 B Ed.22, 2012
DQO	SM 5220 D Ed.22, 2012
Aceite y Grasa	SM 5520 B Ed.22, 2012
Hidrocarburos Totales	SM 5520 F Ed.22, 2012, NCh 2313-7
Detergente (SAAM)	SM 5540 BC Ed.22, 2012
Cianuro	SM 4500-CN CF Ed.22, 2012
Nitrato	ME-16-2007 Manual SISS 2007
Nitrito	ME-17-2007 Manual SISS 2007
Lindano, Metoxicloro, DDT-DDD-DDE	ME-20-2007 Manual SISS 2007
2,4 D y Pentaclorofenol	ME-21-2007 Manual SISS 2007
Trihalometanos (***)	ME-22-2007 Manual SISS 2007

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

Informe de Análisis: ES17-71123

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
Monocloramina	ME-23-2007 Manual SISS 2007
Metales	Cu ME-04-2007, Cr ME-05-2007, Fe ME-07-2007, Mn ME-08-2007, Mg ME-09-2007, Zn ME- 11-2007, Cd ME-13-2007, Pb ME-18-2007 Manual SISS 2007
Coliformes Totales	NCh 1620/1.Of84. NMP
Coliformes Fecales	SM 9221 E Ed.22, 2012

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. **Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.**

t (56-2) 289 89561 **f** (56-2) 89 89587 **t** (56-55) 23 4098 **f** (56-55) 23 4596 **t** (65) 32 1800 **f** (65) 32 1801 www.sgs.com

E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Informe de Análisis: ES17-71123

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA E1
2,4 D	ug/l	7	<7
Aceites y Grasas	mg/l	10	<10
Aluminio	mg/l	0.5	<0.5
Amonio	mg/l	0.03	<0.03
Arsénico	mg/l	0.001	0.007
Bario	mg/l	0.1	<0.1
Berilio	mg/l	0.01	<0.01
Boro	mg/l	0.5	7.0
Bromodiclorometano	mg/l	0.005	<0.005
Cadmio	mg/l	0.01	<0.01
Cianuro	mg/l	0.02	<0.02
Cinc	mg/l	0.01	<0.01
Cloro Libre Residual (Equipo)	mg/l	0.1	0.3
Cloruro	mg/l	5	12565
Cobalto	mg/l	0.05	<0.05
Cobre	mg/l	0.01	0.06
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	49.0
Coliformes Totales	NMP/100 mL	1.8	130.0
Conductividad a 25 °C	uS/cm	1	35300
Cromo	mg/l	0.05	<0.05
DBO5 a 20°C	mg/l	2	10
DDT-DDD-DDE	ug/l	0.1	<0.1
Detergente (SAAM)	mg/l	0.1	<0.1
Dibromoclorometano	mg/l	0.005	<0.005
DQO	mg/l	2	34
Fluoruro	mg/l	0.5	<0.5
Fosfato (como P)	mg/l	0.6	<0.6
Fósforo	mg/l	0.2	<0.2
Hidrocarburos Totales	mg/l	5	<5
Hierro	mg/l	0.01	0.38
Lindano	ug/l	0.1	<0.1
Litio	mg/l	0.01	0.15
Litio Cítrico	mg/l	0.01	0.15
Manganeso	mg/l	0.01	0.10
Manganeso.	mg/l	0.01	0.11
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005
Metoxicloro	ug/l	0.2	<0.2
Molibdeno	mg/l	0.1	<0.1
Monocloramina	mg/l	0.1	<0.1
Niquel	mg/l	0.05	<0.05
Nitrato	mg/l	0.5	2.0
Nitrito	mg/l	0.02	<0.02
Nitrógeno Organico	mg/l	0.1	<0.1
Pentaclorofenol	ug/l	1	<1
pH 25°C Laboratorio	UpH	0.1	8.2
Plata	mg/l	0.01	0.10
Plomo	mg/l	0.05	<0.05

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 289 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com

E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Informe de Análisis: ES17-71123

			E1
Potasio	**mg/l**	**0.01**	220.93
Razón Adsorción Sodio			36.9
Selenio	**mg/l**	**0.001**	<0.001
Sodio	**mg/l**	**0.01**	6501.51
Sodio Porcentual	**%**		69.6
Sólidos Totales Disueltos	**mg/l**	**5**	26312
Sulfato	**mg/l**	**10**	2615
Tetracloroeteno	**mg/l**	**0.005**	<0.005
Tribromometano	**mg/l**	**0.005**	<0.005
Triclorometano	**mg/l**	**0.005**	<0.005
Trihalometanos		**0.2**	<0.2
Vanadio	**mg/l**	**0.1**	<0.1

FECHAS EJECUCION ANALISIS CRITICOS

Analisis	Fecha Inicio	Fecha Termino
2,4 D	29-12-2017 11:38	04-01-2018 13:11
Amonio	01-01-2018 14:57	04-01-2018 15:56
Bromodiclorometano	29-12-2017 12:21	05-01-2018 17:14
Cloro Libre Residual (Equipo)	29-12-2017 11:02	05-01-2018 10:37
Coliformes Fecales	29-12-2017 10:06	04-01-2018 18:00
Coliformes Totales	29-12-2017 10:06	04-01-2018 18:00
DBO5 a 20°C	29-12-2017 10:10	03-01-2018 10:11
DDT-DDD-DDE	29-12-2017 10:09	03-01-2018 16:23
Detergente (SAAM)	29-12-2017 12:59	04-01-2018 14:58
Dibromoclorometano	29-12-2017 12:21	05-01-2018 17:14
Fosfato (como P)	04-01-2018 15:21	04-01-2018 15:59
Lindano	29-12-2017 10:09	03-01-2018 16:23
Metoxicloro	29-12-2017 10:09	03-01-2018 16:23
Monocloramina	29-12-2017 10:42	04-01-2018 19:58
Nitrato	29-12-2017 13:28	04-01-2018 16:19
Nitrito	29-12-2017 13:31	03-01-2018 09:11
Pentaclorofenol	29-12-2017 11:38	04-01-2018 13:11
pH 25°C Laboratorio	29-12-2017 10:08	04-01-2018 19:16
Sólidos Totales Disueltos	01-01-2018 15:57	06-01-2018 13:04
Tetracloroeteno	29-12-2017 12:21	05-01-2018 17:14
Tribromometano	29-12-2017 12:21	05-01-2018 17:14
Triclorometano	29-12-2017 12:21	05-01-2018 17:14
Trihalometanos	29-12-2017 12:21	05-01-2018 17:14

LD (límite de detección) . Para parámetros cromatográficos valor informado como LD corresponde a Limite de Cuantificación

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)

(***) Suma de razones entre las concentraciones medidas de cada uno y sus respectivos limites máximos

Santiago 18 de enero de 2018

Johanna Marlene Irribarra Fuentes
Jefe Laboratorio

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

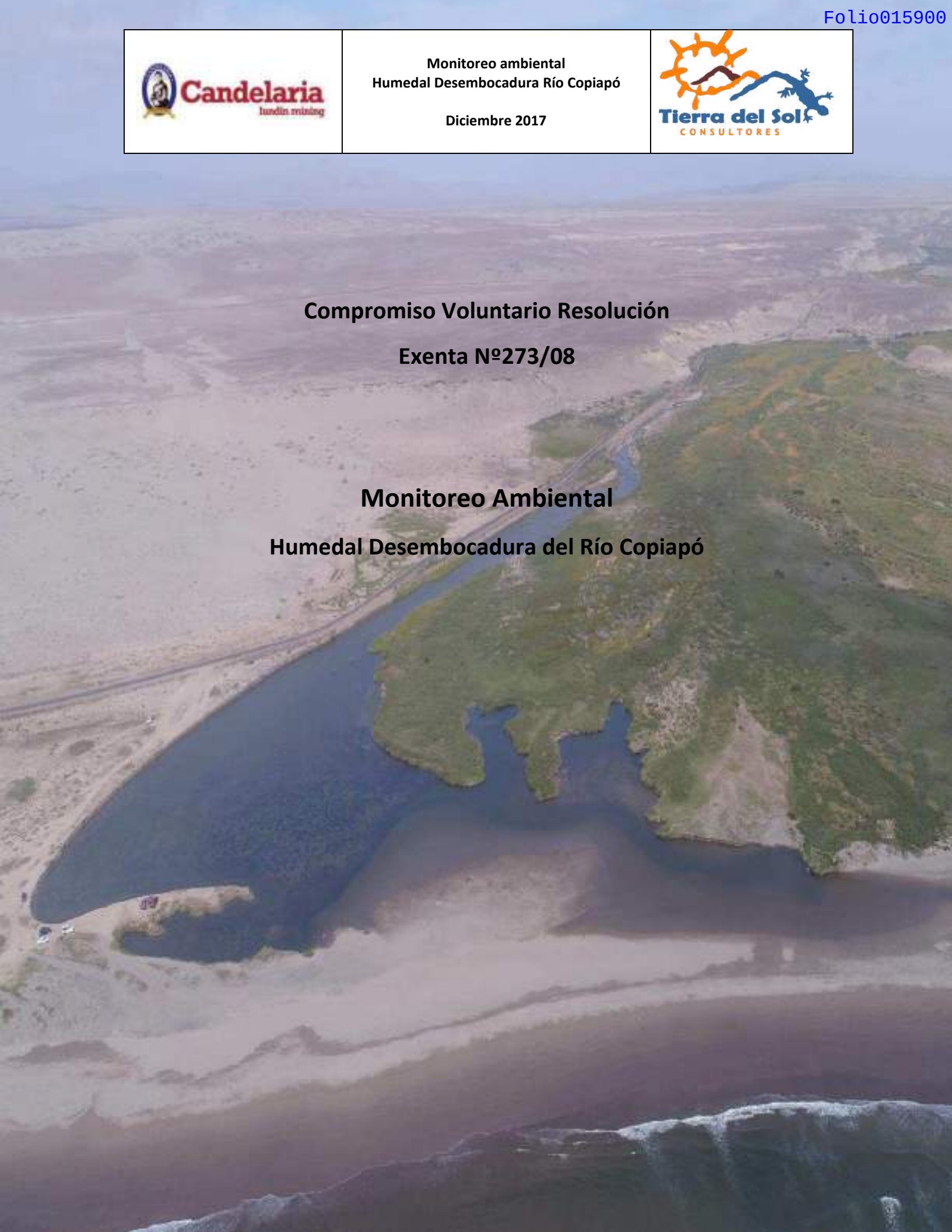
"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 289 89561 **f** (56-2) 89 89587 **t** (56-55) 23 4098 **f** (56-55) 23 4596 **t** (65) 32 1800 **f** (65) 32 1801 www.sgs.com

E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



Compromiso Voluntario Resolución

Exenta Nº273/08

Monitoreo Ambiental

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Informe Anual 2017

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Diciembre 2017

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE CONTENIDOS 3
INDICE DE TABLAS 4
INDICE DE IMÁGENES 4
1. RESUMEN 7
2. INTRODUCCION 9
3. OBJETIVOS 11
3.1 Objetivo General 11
3.2 Objetivos Específicos 11
4. METODOLOGIA 13
4.1 Determinación y caracterización del área de estudio 13
4.2 Determinación del área de influencia y buffer 18
4.3 Medición de parámetros físico-químicos 20
4.3.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo) 20
4.3.2 Medición de parámetros *in situ* 22
4.3.3 Métricas químicas y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento) 24
4.4 Aspectos biológicos 27
4.4.1 Censos de Avifauna 27
4.4.2 El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989) 29
4.4.3 Métricas de flora 29
4.5 Análisis espacio- temporal. 32
5. RESULTADOS 34
5.1 Resultados de la medición de parámetros físico- químicos- microbiológicos 34
5.1.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo) 34
5.1.2 Muestreo in situ de agua 34
5.1.3 Muestras de aguas según Nch1333 37
5.1.4 Muestras de aguas según NCh 409 44
La estación con valores más elevados de parámetros microbiológicos es la Estación 2 en ambas campañas con 1600 NMP, el límite de detección mediante laboratorio es 1.8 46
5.1.5 Sedimentos 47
5.2 Aspectos Biológicos 48
5.2.1 Censo de avifauna 48
5.2.2 Índice de Shannon-Wiener H´ 53
5.2.3 Composición Florística 55
5.3 Análisis espacio temporal 73
5.3.1 Métricas de la comunidad vegetal 73
6. DISCUSIÓN 76
7. CONCLUSIONES 84
8. BIBLIOGRAFIAS Y FUENTES 88

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas ubicación de puntos de muestreo (huso UTM-19 S)..... 16
Tabla 2: Porcentaje de cobertura..... 31
Tabla 3: Caracterización de las distintas capas vegetales..... 31
Tabla 4: Valores de los parámetros medidos en agua río Copiapó..... 35
Tabla 5: Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333..... 37
Tabla 6: Nitritos y Nitratos presentes en el río Copiapó y su comparación con la normativa vigente 46
Tabla 7: Parámetros microbiológicos..... 46
Tabla 8: Plaguicidas..... 46
Tabla 9: Productos secundarios de la desinfección..... 47
Tabla 10: Sedimentos..... 48
Tabla 11: Registro histórico de las especies de aves observadas en el humedal..... 49
Tabla 12: Índice de Shannon..... 53
Tabla113: Listado florístico estación seca..... 55
Tabla 14: Listado florístico estación húmeda..... 55
Tabla 15. Capas vegetales y porcentajes de cobertura vegetal, temporada seca..... 61
Tabla 16. Capas vegetales y porcentajes de cobertura vegetal, temporada húmeda..... 61
Tabla 17. Dominancia y codominancia estación (1) Puente, temporada seca..... 63
Tabla 18: Dominancia y codominancia estación (1) Puente, temporada húmeda..... 63
Tabla 19: Dominancia y codominancia estación (2) Chacra, temporada seca..... 67
Tabla 20: Dominancia y codominancia estación (2) Chacra, temporada húmeda..... 67
Tabla 21: Dominancia y codominancia estación (3) Desembocadura, temporada seca..... 70
Tabla 22: Dominancia y codominancia estación (3) Desembocadura, temporada húmeda..... 70
Tabla 23: Porcentaje de especies codominantes..... 72
Tabla 24: Variación porcentual de la superficie de las unidades del humedal entre los años 2016 y 2017..... 75
Tabla 25. Valores en porcentajes % de los sitios muestreados en temporadas anteriores y la actual. 83

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Vista aérea parte del área de estudio..... 14
Imagen 2: Vista aérea parte del área de estudio sector chacra..... 15

Imagen 3: Sectores de evaluación dentro del humedal. Fuente: Googlearth 16
Imagen 4: Sector 1 de monitoreo (puente) estación seca y estación húmeda 17
Imagen 5: Sector 2 de monitoreo (chacra) estación seca y estación húmeda 17
Imagen 6: Sector 3 estación de monitores (desembocadura) estación seca y estación húmeda 18
Imagen 7: Medición de caudal en las tres estaciones de muestreo 21
Imagen 8: Toma de parámetros *in situ* estación 1 (puente) 22
Imagen 9: Toma de parámetros *in situ* estación 2 (chacra) 23
Imagen 10: Toma de parámetros estación 3 (desembocadura) 23
Imagen 11: Toma de muestra de agua superficial Estación 1. 25
Imagen 12: Toma de muestra de agua superficial Estación 2. 25
Imagen 13: Toma de muestra de agua Estación 3. 26
Imagen 14: Toma de muestra de sedimentos 26
Imagen 15: Monitoreo de avifauna temporada seca y húmeda 2017 28
Imagen 16: Monitoreo de flora campaña seca y húmeda 2017 30
Imagen 17: Área de interpretación visual 33
Imagen 18: *Vanellus chilensis* observado en Estación 3, durante el monitoreo de la Temporada Húmeda. 52
Imagen 19: *Ardea alba* observado en la Estación 2, durante el monitoreo de la Temporada Seca. 52
Imagen 20: Índice de Shannon-Wiener. 53
Imagen 21: Dendrograma de similitud Bray Curtis, para los tres puntos de muestreo en temporada seca y húmeda del 2017. 54
Imagen 22: Porcentajes (%) en cuanto al habito biológico, estación seca, (A= arbóreo, Ar= Arbustiva, Hp= hierba perenne, Ha= hierba anual, Hb= hierba bianual). 57
Imagen 23: Porcentajes (%) en cuanto al habito biológico, estación húmeda (A= arbóreo, Ar= Arbustiva, Hp= hierba perenne, Ha= hierba anual, Hb= hierba bianual). 58
Imagen 24: Porcentajes (%) en cuanto al origen fitogeográfico, estación seca (A= adventicia, N= nativa, E= endémica). 59
Imagen 25: Porcentajes (%) en cuanto al origen fitogeográfico, estación húmeda (A= adventicia, N= nativa, E= endémica). 59
Imagen 26:Dendrograma de similitud de Jaccard para las tres estaciones de las dos temporadas. 60
Imagen 27: Estación1 62
Imagen 28: *T. absinthioides* especie dominante estación del puente, temporada seca. 64
Imagen 29: *T. angustifolia* especie dominante estación del puente, temporada húmeda. 65
Imagen 30: Estación 2. 66
Imagen 31: *M. albus* especie dominante sector la chacra. 68
Imagen 32: Estación 3. 69
Imagen 33: *D. spicata* especie dominante sector de la desembocadura 71

Imagen 34: Áreas de estudio..... 73

1. RESUMEN

Se presentan los resultados del monitoreo del compromiso ambiental voluntario suscrito por Minera Candelaria asociado a la resolución exenta Nº 273/08, del 01 de Septiembre de 2008 de la COREMA Región de Atacama, la cual aprobó la declaración de impacto ambiental del proyecto "Acueducto Chamonate- Candelaria"

El monitoreo ambiental del humedal del Rio Copiapó, tiene como finalidad la obtención del estado de salud del humedal actual y a través del tiempo. Para ello desde el año 2009 se han realizado dos campañas anuales, una en periodo seco y otra en periodo húmedo.

Desde el año 2015 la metodología ha sido adaptada y/o modificada por el equipo de profesionales de Tierra del Sol Consultores, debido a la inexistencia de imágenes satelitales actualizadas posterior al aluvión del 25 de marzo del 2015 que permitieran el análisis espacial de las actuales condiciones del área de estudio y obtener las métricas que señala la metodología. La campaña seca del año 2017 fue realizada los días 17 y 18 de abril mientras la campaña humeda se realizó los días 26 y 27 de diciembre 2017, la cual fue desarrollada por 5 profesionales de las Ciencias Ambientales en las distintas unidades de muestreo previamente establecidas.

Los resultados del análisis de calidad de agua potable indican valores superiores a lo señalado por la Norma chilena Nch409 para Manganeso en todas las estaciones muestreadas. En relación con los parámetros muestreados para aguas de distintos usos (riego, actividades recreativas, etc.) estos presentan valores superiores a los límites máximos establecidos por la Norma Chilena NCh1333 Manganeso, Sodio porcentual, Boro y Sulfato, Manganeso, Cloruros, Boro, Litio cítrico, y Sodio porcentual en ambas campañas (seca y húmeda)

Respecto a las variables biológicas durante la temporada seca y húmeda del año 2017, el índice de diversidad de Shannon-Wiener muestra, que para el grupo de las aves, un índice; 1,77 y 2,35 en la Desembocadura, considerándose el lugar con más diversidad en el presente año. Además de un índice de similitud de hábitat del 52% entre Puente y Chacra en la temporada seca, mientras que para la temporada húmeda el índice de similitud fue un 9% entre la Chacra y la Desembocadura. Por otro

lado, en la temporada seca se mostró un 10% de similitud para la Desembocadura en relación a las otras estaciones y durante la temporada húmeda un 0,5% para el Puente en relación con las otras estaciones.

Para el monitoreo de la flora presente en el área, en las temporadas seca y húmeda se identificó un total de 19 especies, siendo la familia Asteraceae la que más aporto en cuanto a número de especies con 5 representantes. En cuanto a la cobertura por capa vegetal, no se registró en ambas temporadas especies en la capa flotante. La capa pequeña registró notables cambios sobre todo en el sitio 3, de la temporada seca en comparación con la húmeda del mismo año, las especies que más aportaron a este cambio fueron *D. spicata* y *S. fruticosa.* Para la dominancia y codominancia de especies adventicias, solo se registró como especie dominante para ambas temporadas a *M albus*.

Para este informe correspondiente al periodo anual 2017, a través de métricas físicas, químicas y biológicas se puede inferir que el sistema se encontraría estable, a pesar de no cumplir con una de las tres condiciones señaladas en el documento “Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica” (CONAMA-CEA, 2006), donde menciona que la estructura física de estos ecosistemas estuarinos, ya sea la barrera terminal del humedal, la vegetación y el caudal son elementos determinantes dentro de estos sistemas, los cuales en orden de importancia deben ser comparados con los parámetros químicos y los biológicos particularmente la diversidad biológica. En esta oportunidad tanto el componente de vegetación como el componente avifauna se encuentran dentro de una condición ecológica estable, mientras el componente de hidrología no presenta velocidad por lo tanto hay ausencia de caudales superficiales

2. INTRODUCCION

Los humedales son ecosistemas complejos que actúan como interfase entre los hábitats terrestres y los acuáticos (Lefeuvre et al. 2003) considerados riqueza biológica del planeta, destacándose por su gran productividad y biodiversidad (Kusler et al. 1994; Innis et al. 2000), los cuales otorgan variadas funciones como la contribución en los ciclos de vida de plantas y animales, hábitat, alimento, sitios de nidificación y refugio para numerosas especies de animales (insectos, peces, batracios, crustáceos, aves, etc.) (Perotti et al. 2005; Correa-Araneda et al. 2011).

En Chile, desde el extremo norte hasta la cuidad de Santiago, donde existen zonas áridas o semiáridas los humedales son escasos, a diferencia de lo que ocurre a sur del país donde son cada vez más frecuentes (MMA - Centro de Ecología Aplicada, 2011). Los humedales costeros al sur del río Copiapó, están bajo la influencia de la zona mediterránea de Chile Central, una de las 18 zonas "Hot Spots" importantes por su biodiversidad en el mundo (Myers 1990, WCMC 1992, Orians 1994).

Los humedales son uno de los ecosistemas naturales más amenazados del planeta, las causas son muchas pero dentro de las más reconocidas es la acción humana asociada al crecimiento urbano que los estrangula transformándolos en canales o pozas temporales receptoras principalmente de basura, sumado al calentamiento global con cambios climáticos que han llevado a la disminución del área, estructura, hidrología y perdida de sus funciones biológicas y ecológicas (Boavida 1999, Figueroa et al., 2009; Mitsch 1994;Morzaria & Danemann 2008)

El 27 de diciembre de 2005, el consejo directivo de CONAMA aprueba la Estrategia Nacional para la Conservación y uso Racional de los Humedales en Chile, la que tiene como objetivo principal promover la conservación de los humedales prioritarios de Chile. Documento que ha servido para avanzar a nivel país en la protección coordinada y eficiente de los humedales prioritarios, resaltando sus funciones y beneficios frente al desarrollo sustentable de los humedales (CONAF, 2010; CONAMA, 2005).

Como parte del compromiso voluntario suscrito por la Empresa Minera Candelaria asociado a la Resolución Exenta Nº 273/08, del 01 de Septiembre de 2008 de la COREMA Región de Atacama, la cual aprobó la declaración de impacto ambiental del proyecto "Acueducto Chamonate- Candelaria". En el presente informe se entregan los resultados de un programa de monitoreo ambiental del humedal del Río Copiapó. Se exponen las actividades efectuadas durante las campañas en terreno donde se obtiene como resultado final la aproximación del estado de salud del humedal mediante componentes de paisaje, hidrológico y bióticos.

El humedal de la desembocadura del Rio Copiapó forma parte del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama, (Gaymer et al., 2008)

Según criterios internacionales de clasificación de humedales en base a la hidro-geomorfología la desembocadura del río Copiapó corresponde a un humedal del tipo estuarino, donde el agua de la desembocadura del río llega a un ecosistema oceánico, generando mezclas de agua dulces y salada intercambiando a su vez salinidad, nutrientes, sedimentos y numerosos organismos. Según ecotipos de humedal, el humedal del rio Copiapó sería un humedal de tipo costero con intrusión salina, localizado en bahías, y desembocaduras de ríos y esteros, que se alimenta tanto de aguas marinas como continentales (CONAMA-CEA, 2006).

Según resultados de estudios realizados anteriormente en el sector, más criterios de hidro-geomorfología, el humedal es clasificado en dos subtipos de humedal; estuario no salino persistente correspondiente a la zona del sector puente Puerto viejo y estuario estacional en el sector medio y desembocadura (Fundación Chile 2009).

Los monitoreos correspondientes a las temporadas seca y húmeda 2017, fueron realizados bajo los estándares de la metodología presentada por Fundación Chile, aprobada por la Autoridad en el año 2009. Las actividades fueron realizadas por Tierra del Sol Consultores, por profesionales relacionados a las Ciencias Ambientales: Flavio olivares, Dorca Marchant, Daniella Risi, Jorge Parra y Sebastián Álvarez.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Implementar un sistema de monitoreo del Humedal del Río Copiapó en el año 2017 dando cuenta de la variación del estado de salud del ecosistema en el tiempo.

3.2 Objetivos Específicos

Realizar levantamiento de información de aspectos espaciales, hidrológicos y físico-químicos del humedal incluyendo, previo a la determinación y justificación del área de estudio y área de influencia:

3.2.1 Aspectos Físico-Químicos-microbiológicos

1. Realizar un seguimiento de los parámetros *in situ* de calidad de agua (temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos) y caudales.
2. Determinación de la concentración de los elementos contaminantes (metales pesados, contaminación orgánica y otros aspectos señalados en la norma Chilena NCh Nº1333 "Requisitos de calidad de agua para diferentes usos")
3. Determinación de la calidad de aguas respecto a las normas de riego vigentes en Chile según lo señalado en la NCh Nº409/1.

3.2.2 Aspectos Biológicos

1. Realizar censos de avifauna asociada al humedal para estimar la comunidad presente.
2. Estimar la diversidad de las especies registradas, con el índice ecológico de Shannon según la potencia de los muestreos.
3. Evaluación de métricas de la comunidad vegetal presentes en el área de evaluación: nº de capas presentes; especies co-dominantes; porcentaje de invasión; intercepción horizontal y estructura biótica vertical

3.2.3 Atributos Espaciales

1. Clasificación de las unidades espaciales que componen el humedal.

4. METODOLOGIA

4.1 Determinación y caracterización del área de estudio

El humedal se encuentra ubicado geográficamente en las siguientes coordenadas: huso UTM-19 S, 308482 (UTM X mínima), 310161 (UTM X máxima), 6980098 (UTM Y mínima) y 6976586 (UTM Y máxima) (Imagen 1).

Se aplicó la metodología USEPA (CRAM) modificada por fundación Chile en el macro del proyecto SAG "Desarrollo de un Sistema de Evaluación Rápida de Humedales", además se utilizaron métodos y mecanismos existentes en la literatura con el fin de obtener una mejor referencia en cuanto a evaluación y monitoreo del humedal; entre estos se pueden mencionar:

- Método de evaluación integrada ecológica para la mitigación de humedales (Fafer Langendoen NatureServe, 2006)
- Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica (CONAMA 2006)
- Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales (2006)
- El agua del futuro, Herramientas para el manejo de Recursos Hídricos; introducción Método EMA zonas Estuarinas (Fundación Chile, 2009).

Adicionalmente, se incorporó la recopilación de antecedentes de métodos y mecanismos utilizados en campañas de monitoreo y evaluación efectuados en este humedal en años anteriores en la evaluación y seguimiento del estado de salud actual del humedal.



Imagen 1: Vista aérea parte del área de estudio



Imagen 2: Vista aérea parte del área de estudio sector chacra

Las áreas de evaluación son porciones representativas del humedal que serán evaluadas durante el trabajo en terreno (Imagen 3, 4, 5 y 6)

- Sector 1: Del Puente a la Chacra
- Sector 2: Chacra a la parte media del humedal donde se ubica la laguna
- Sector 3: Desde la laguna a la Desembocadura



Imagen 3: Sectores de evaluación dentro del humedal. **Fuente: Googlearth**

Tabla 1: Coordenadas ubicación de puntos de muestreo (huso UTM-19 S)

ESTACION	X	Y
Puente	310781	6975757
Chacra	309828	6977017
Desembocadura	308971	6977324





Imagen 4: Sector 1 de monitoreo (puente) estación seca y estación húmeda





Imagen 5: Sector 2 de monitoreo (chacra) estación seca y estación húmeda





Imagen 6: Sector 3 estación de monitores (desembocadura) estación seca y estación húmeda

4.2 Determinación del área de influencia y buffer

Los atributos del buffer y paisaje guardan relación con la conectividad y el porcentaje del área de evaluación, ancho promedio y condición del buffer, estableciendo el buffer como el área de influencia en la cual está el área de evaluación, en este caso esta área es el objeto de estudio o humedal.

Según las características del sector, sumado a la metodología de años anteriores se determinará como buffer un aproximado de 250 m alrededor del objeto de estudio, estimando el porcentaje total del perímetro del buffer que se encuentra con usos de suelo que cumplen con características de buffer (praderas naturales, senderos y rutas de turismo, tranques, etc.). Se asume que la función del buffer no se incrementa significativamente sobre los 250 m.

- **Campaña de terreno**

Una vez determinadas las áreas de evaluación se realizó una inspección visual del humedal con el fin de determinar el primer diagnóstico del estado de salud, la campaña en terreno fue realizada por cinco profesionales de las Ciencias Ambientales, los días 17 y 18 de abril correspondiente a la fase seca del ciclo hidrológico anual 2017 y los días 26 y 27 de diciembre correspondiente a la fase húmeda del ciclo hidrológico del mismo año.

4.3 Medición de parámetros físico-químicos

4.3.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo)

El caudal es el principal factor que regula el comportamiento de los ecosistemas acuáticos en los ríos. La reducción del caudal por debajo de los valores históricos mínimos registrados instantáneamente y alteración del patrón temporal durante el ciclo hidrológico, modifican en forma importante la estructura y funcionamiento de los humedales.

La medición de caudales se realizó en cada una de las áreas de evaluación: Puente (Estación 1), Chacra (Estación 2) y Desembocadura del río (Estación 3).

Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \times S$$

Donde:

- Q es el caudal (m^3/s)
- V es la velocidad (m/s)
- S es la sección del cauce (m^2) (profundidad media x ancho de la sección)

La velocidad se midió *in situ*, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Global Water, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/s) (Imagen 7,8 y 9).







Imagen 7: Medición de caudal en las tres estaciones de muestreo

4.3.2 Medición de parámetros *in situ*

Se midieron parámetros *in situ* en cada estación de parámetros tales como: pH, Oxígeno disuelto, Conductividad, Nitrito, Nitratos, Amonio, obtenidos con equipo multiparámetro de ión selectivo.

- pH
- Oxígeno Disuelto
- Conductividad
- Salinidad
- Potencial de Oxido-Reducción
- Temperatura



Imagen 8: Toma de parámetros *in situ* estación 1 (puente)



Imagen 9: Toma de parámetros *in situ* estación 2 (chacra)



Imagen 10: Toma de parámetros estación 3 (desembocadura)

4.3.3 Métricas químicas y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento)

Dentro de las variables hidrológicas de las tres estaciones de monitoreo se midieron los parámetros físico-químico del agua, según lo establecido en la Norma Chilena NCh1333 Of. 1978 y Norma Chilena 409/1 Of. 2005

Se recolectaron en cada uno de las estaciones, tres muestras de agua superficial (Imagen 11,12 y 13) y tres muestras de sedimento (Imagen 14) para el análisis en un laboratorio certificado en la temporada de evaluación (temporada seca y temporada de crecimiento tardío) con objeto de comparar con los valores del puntaje final del sistema y poder establecer el grado de correlación existente entre el estado de salud del humedal con las variables evaluadas.





Imagen 11: Toma de muestra de agua superficial Estación 1.





Imagen 12: Toma de muestra de agua superficial Estación 2.



Imagen 13: Toma de muestra de agua Estación 3.



Imagen 14: Toma de muestra de sedimentos

Para las muestras de agua se analizaron los parámetros ya mencionados presentes en la NCh 1333/78 (Calidad de agua para diferentes usos) y aquellos adicionales contemplados NCh 409/2005 (Calidad de agua potable).

Los valores obtenidos fueron comparados con los valores establecidos en la normativa vigente para calidad de las aguas, siguiendo los límites máximos establecidos (NCh1333 y NCh409/1).

4.4 Aspectos biológicos

4.4.1 Censos de Avifauna

Para el estudio de avifauna se consideraron tres estaciones de observación; Estación 1 (Puente), Estación 2 (Chacra) y Estación 3 (Desembocadura). Para esta observación se utilizó el método de tipo mixto, en donde se utilizó (a) conteo por puntos fijos y (b) los recorridos pedestres en forma de transectos. Los puntos fijos de conteo consisten básicamente en establecer una serie de puntos en donde puede monitorearse los individuos y especies observadas y/o escuchadas en un tiempo determinado. La distancia aproximada entre cada punto es de 300 metros. El tiempo mínimo dedicado a cada uno de los puntos de conteo fue de 15 minutos, tiempo suficiente para tener una muestra significativa de las especies presentes en el área de muestreo (Ralph et al. 1996).

Por otra parte, el método de recorrido en transectos consistió básicamente en establecer una línea imaginaria de recorrido en diferentes direcciones según lo permitiera el terreno. A esto se aplicó otra variante del método de transecto que fue incluir el recorrido de transectos en franja, el cual es el establecimiento de una franja imaginaria a ambos lados de la línea del transecto (generalmente 25 m a cada lado) y así se toma en consideración todos aquellos individuos observados y/o escuchados durante el recorrido del transecto que queden dentro de la franja imaginaria y además abarcar el mayor área vegetacional (Ralph et al. 1996).Los registros se realizaron con binoculares 12x50 marca

Leupold modelo Olympic. Las descripciones de aves siguieron las descripciones de Araya & Millie (2005) y Jaramillo (2005).



Imagen 15: Monitoreo de avifauna temporada seca y húmeda 2017

4.4.2 El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989)

Mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar proveniente de una comunidad de la que se conoce el número total de especies S. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y H' será máxima cuando todas las especies S estén presentes:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:

H': diversidad específica

P: ni/N

ni: número de individuos de cada especie.

N: número total de individuos.

4.4.3 Métricas de flora

Se determinó todas las especies vasculares presente en los puntos de muestreo: (1) Puente, (2) Chacra y (3) Desembocadura**.** La identificación de las especies se realizó con base en experiencias de campo, aquellas especies que no fueron identificadas en terreno, fueron colectadas y fotografiadas con una cámara Canon SX60, para ser trabajadas en gabinete con apoyo de literatura pertinente (Imagen 1). Para la composición florística se confeccionó un listado florístico, el orden de las especies se organizó según categoría sistemática Pteridophyta (helechos), Gymnospermae, Angiospermae (Dicotyledoneae) y Angiospermae (Monocotyledoneae) y en orden alfabético las especies y familias.

Para la presencia y ausencia de especies se utilizó el índice de similitud de Jaccard (coeficiente de similitud I_j) el cual expresa el grado de similitud entre un sitio y otro, el rango de valores es de 0 a 1, si

tiende a 0 no hay similitud entre los sitios, por el contrario si el valor tiende a 1, significara que existe similitud entre los sitios, el índice se expresa con la siguiente formula:

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

a= número de especies en el sitio A.

b= número de especies en el sitio B.

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas



Imagen 16: Monitoreo de flora campaña seca y húmeda 2017

Basado en la metodología propuesta por Fundación Chile, en la guía de campo de estuarios "Evaluación y Monitoreo Ambiental (EMA)", se determinó los siguientes puntos:

- Cobertura de cada capa vegetal.
- Dominancia y codominancia de especies en cada capa vegetal.
- Métricas de la comunidad vegetal.

El método utilizado fue la observación *in situ* desde los bordes del humedal, el valor en cuanto a cobertura se utilizó lo establecido por Braun-Blanquet (1932) (Tabla 2)

Tabla 2: Porcentaje de cobertura.

Porcentaje de cobertura (%)	Clasificación
75-100	Muy abundante
50-75	Abundante
25-50	Escasa
5-25	Muy escasa

Para la clasificación de las capas vegetales se considera la altura como factor determinante (Tabla 3).

Tabla 3: Caracterización de las distintas capas vegetales.

Capa Vegetal	Alturas	Características
Flotante	En la superficie de agua	Colchones fijos o móviles sobre el agua
Pequeña	<30 cm	Nunca supera los 30 cm
Mediana	30 a 75 cm	Vegetación emergente
Alta	75 a 150 cm	Arbustos
Muy Alta	>150 cm	Árboles y arbustos

4.5 Análisis espacio- temporal.

Mediante la utilización de información geoespacial obtenida a partir del satélite LANDSAT 8 OLI, se procedió a realizar una clasificación de las unidades que componen al humedal, estableciendo para ellos las siguientes unidades: Humedal, Espejos de agua y Suelo. Las imágenes satelitales corresponden a los años 2016 (LC80010792016054LGN00) y 2017 (LC08L1TP0010792017061 7T1). Para dicha clasificación, en primer lugar se realizó una corrección atmosférica de las imágenes (radiancia y reflectancia) en el software ArcGis 10.3, para luego generar un análisis de clasificación supervisada en software ERDAS IMAGINE 2014, la cual fue sometida a un pre proceso de identificación visual de los cambios espectrales en ambas imágenes, logrando generar un archivo de firma espectral con las tres unidades descritas anteriormente (Área de Humedal, Suelo y Espejos de agua) para así determinar los parámetros de su posterior clasificación. El área de estudio se delimitó de acuerdo a interpretación visual, abarcando de esta manera la zona de interés correspondiente al Humedal de la Desembocadura del río Copiapó, junto con las tres estaciones de muestreo: Puente, Chacra y Desembocadura, considerando además un área de expansión hacia el norte de la estación de muestreo denominado Desembocadura (Imagen 17).



Imagen 17: Área de interpretación visual

5. RESULTADOS

5.1 Resultados de la medición de parámetros físico- químicos- microbiológicos

5.1.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo)

En las tres estaciones monitoreadas se observó ausencia de caudal, debido a ser agua estancada con velocidad cero en ambas campañas (seca y húmeda 2017)

5.1.2 Muestreo in situ de agua

A partir del muestreo realizado en 3 puntos *in situ* en cada temporada se obtuvieron los siguientes valores Tabla 4:

Tabla 4: Valores de los parámetros medidos en agua río Copiapó

Parámetros	Unidad	Estación 1 temporada seca	Estación 1 temporada húmeda	Estación 2 temporada seca	Estación 2 temporada húmeda	Estación 3 temporada seca	Estación 3 temporada húmeda
pH	---	7.24	7.66	7,32	6.92	8.35	6.67
Temperatura	°C	19.85	22	20.77	23.42	21.10	23.74
Conductividad	Us/cm	13050	12050	10470	10870	21200	19200
Salinidad	PSU	8.90	10.06	9,01	11.47	9.45	11.67
OD	%	109.7	3.6	111.4	3.7	104.5	4.4
DO	PPM	9.96	8.96	9.61	8.15	7,59	8.01
Sólidos Totales Disueltos	PPM	10525	9254	8934	9719	19305	8507
Presión	PSI	14639	14716	14689	14708	14687	14675
Potencial Oxido-Reducción	mV	-68.2	-52.1	-69.7	-53.5	-87.1	-69.1

Los valores obtenidos en la temporada seca en las estaciones 1, 2 y 3 indican que el pH fue aumentando según se acercaba a la estación 3 al igual que la temperatura que presentó los valores más altos en esta estación (21,10°C) y el más bajo en la estación 1 (19,85°C). La salinidad, presentó los mayores valores en la estación 3 (9,45 PSU). El porcentaje de oxígeno disuelto fue menor en la estación 3 (104,5%), seguido de la estación 1 (109,7%). El Oxígeno Disuelto presentó los valores más altos en la estación 1 (7,59 PPM) seguido de la estación 2 (9,61 PPM). En relación a los Sólidos Totales Disueltos (TDS), la estación 3 presenta los valores más altos (19305 PPM), a diferencia de la estación 2 que presenta los más bajos (8934PPM). La presión registrada tuvo un promedio de 14.671 PSI. Los valores del potencial Redox se presentaron de forma homogénea en la zona de estudio. La estación 1 presento el mínimo (-68,2 mV), mientras que el mayor valor se registró en la estación 3 (-87,1mV).

Los valores obtenidos en temporada Húmeda se registra que para las estaciones 1, 2 y 3, el pH fue disminuyendo según se acercaba a la Estación 3 a diferencia de la temperatura que presentó los

valores más altos en esta estación (23.74°C) y el más bajo en la Estación 1 (22°C). La salinidad, presentó los mayores valores en la Estación 3 (11.67 PSU). El porcentaje de Oxígeno disuelto fue menor en la estación 3 (4.4%), seguido de la estación 2 (3.7%). El Oxígeno Disuelto presentó los valores más altos en la Estación 1 (8.96 PPM) seguido de la Estación 2 (8.15 PPM). En relación a los Sólidos Totales Disueltos (TDS), la Estación 1 presentó los valores más altos (19305 PPM), a diferencia de la Estación 2 que presenta los más bajos (9254 PPM). La presión registrada tuvo un promedio de 14.699 PSI. Los valores del potencial Redox se presentaron de forma homogénea en la zona de estudio. La Estación 1 presento el mínimo (-62,1 mV), mientras que el mayor valor se registró en la Estación 3 (-69,1mV).

La conductividad (25°C), en temporada seca registró los valores más altos en la estación 3 (21200µs/mg) mientras en temporada húmeda los valores más altos también se encontraron en la Estación 3 (19200µs/mg) (Gráfico 1)

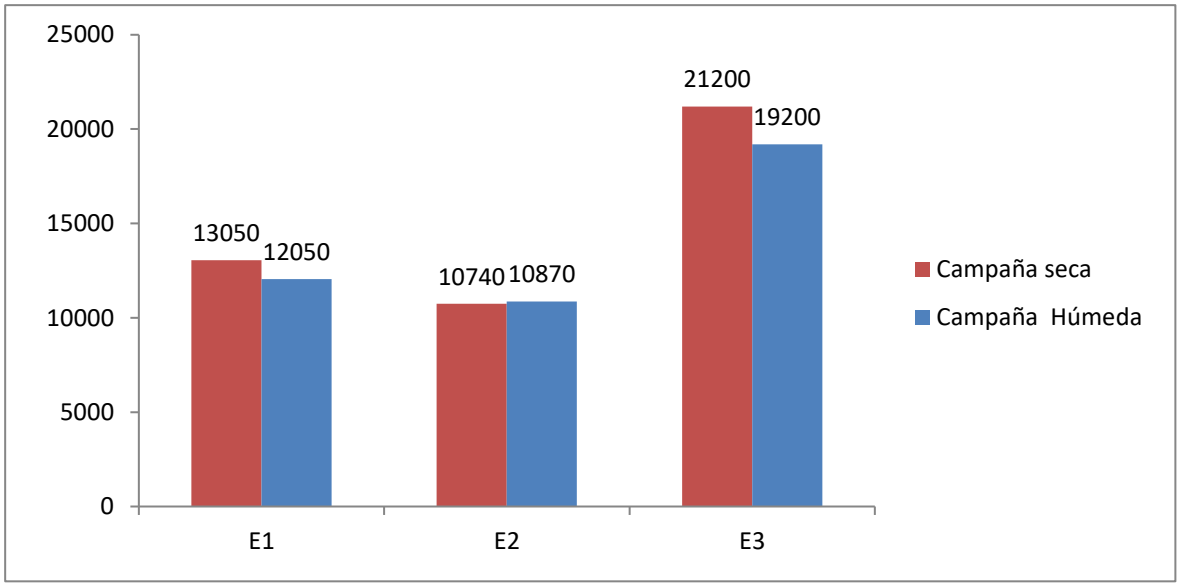


Grafico 1: Valores de Conductividad medidos a 25°C en campaña seca y húmeda

Los valores para los Sólidos Totales Disueltos en campaña seca presentaron valores mínimos en la estación 2 (2934 mg/l) y máximos en la estación 3 (19305 mg/l mientras en la campaña húmeda los valores para los Sólidos Totales Disueltos presentaron valores mínimos en la estación 3 (28507mg/l) y máximos en la estación 1 (9254 mg/l) (Gráfico 2).

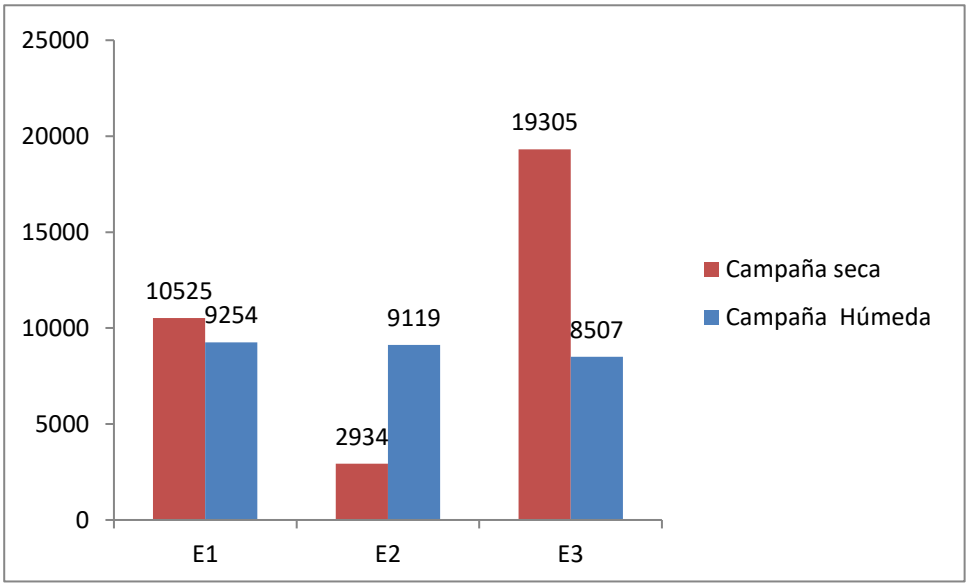


Grafico 2: Valores de Sólidos Totales Disueltos presentes en la estación de muestreos

5.1.3 Muestras de aguas según Nch1333

En la tabla 5 se muestra la comparación de los valores obtenidos en los puntos de muestreos, junto con la Norma Chilena 1333: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos en las dos campañas realizadas (Seca y húmeda).

Tabla 5: Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333.

Análisis	Unidad	Estación 1 Campaña seca	Estación 1 Campaña húmeda	Estación 2 Campaña seca	Estación 2 Campaña seca	Estación 3 Campaña seca	Estación 3 Campaña seca	LD	NCh 1333

Análisis	Unidad	Estación 1 Campaña seca	Estación 1 Campaña húmeda	Estación 2 Campaña seca	Estación 2 Campaña seca	Estación 3 Campaña seca	Estación 3 Campaña seca	LD	NCh 1333
Aluminio	mg/l	9.2	<0.5	<0.5	<0.5	1.8	<0.5	0,5	5,00
Arsénico	mg/l	0.020	0.007	0.014	0.012	0.042	0.006	0.001	0,10
Boro	mg/l	4.4	7.0	4.8	8.0	5.2	6.4	0.01	0,75
Cadmio	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0,010
Cianuro	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	0,20
Cinc	mg/l	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	0.19	<0.01	0.01	2,00
Cloruro	mg/l	2664	12565	1934	1954	4889	2138	0.02	200,00
Cobalto	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0,050
Cobre	mg/l	0.13	0.06	0.04	0.02	0.30	0.03	0.01	0,20
Cromo	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0,10
Fluoruro	mg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	0.5	1,00
Hierro	mg/l	7.28	0.38	2.81	0.41	1.50	0.20	0.01	5,00
Litio	mg/l	0.58	0.15	0.59	0.24	0.69	0.22	0.01	2,50
Litio cítrico	mg/l	0.58	0.15	0.59	0.24	0.69	0.22	0.01	0,075
Manganeso	mg/l	1.02	0.10	1.85	5.30	0.28	0.90	0.01	0,20
Mercurio	mg/l	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0005	0,001
Molibdeno	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.005	0,010
Níquel	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0,20
Plata	mg/l	0.03	0.10	<0.01	0.04	0.04	0.04	0.01	0,20
Plomo	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	5,00
Selenio	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0,020
Sodio porcentual	%	56.6	69.6	52.7	55.7	62.8	55.1		35,00
Sulfato	mg/l	2540	2615	2677	2770	4612	3663	10	250,00
Vanadio	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0,10

De los valores entregados, se observan valores superiores a lo establecido en la normativa vigentes en las tres estaciones. Dentro de estos parámetros se encuentran: Sulfato, Manganeso, Cloruros, Boro, Litio cítrico, y Sodio porcentual, en ambas temporadas.

En la temporada seca los Cloruros presentan valores máximos en la estacion 3 (4889 mg/l) y mínimos en la estación 2 (1934mg/l). Todos los valores presentes en la estaciones, superan lo señalado en la NCh 1333 (200 mg/l), mientras en la campaña humeda los Cloruros presentan valores máximos en la Estacion 1 (12565mg/l) y mínimos en la Estación 3 (2138 mg/l). Todos los valores presentes en las estaciones, superan lo señalado en la NCh 1333 (200 mg/l) (Gráfico 3)

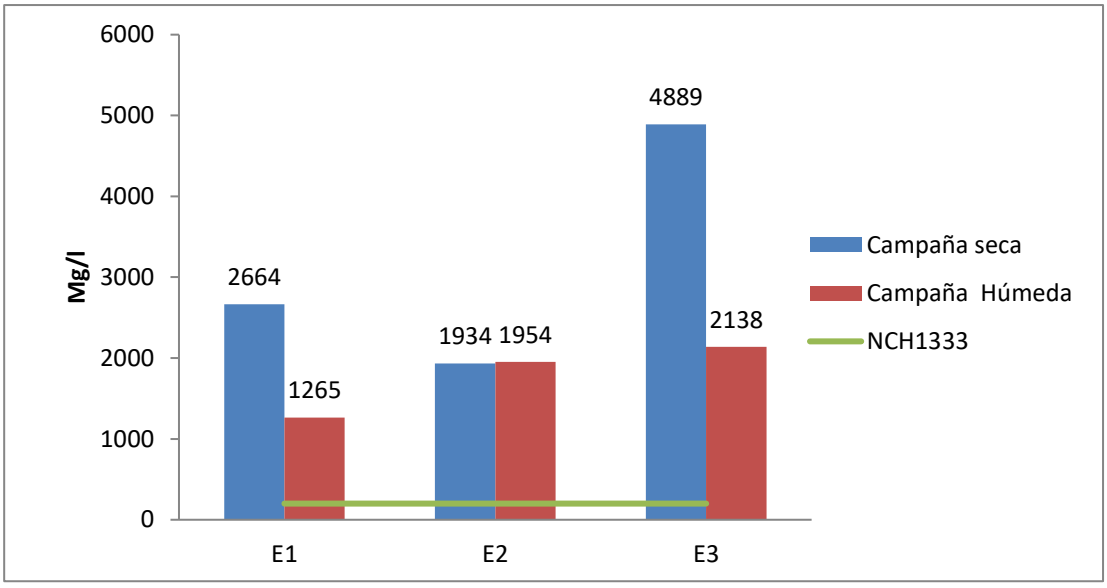


Grafico 3: Valores de Cloruro presente en el río Copiapó

En campaña seca el Sulfato presenta valores superiores a lo establecido en la NCh (límite máximo permitido 250 mg/l). La estación 3 presenta los mayores valores (4612 mg/l), la sigue la estación 2 (2677 mg/l) y la estación 1 (2450mg/l)

En campaña humeda el Sulfato presenta valores superiores a lo establecido en la NCh (límite máximo permitido 250 mg/l). La Estación 3 presenta los mayores valores (3663 mg/l), la sigue la Estación 2 (2770 mg/l) y la Estación 1 (2615mg/l) (Gráfico 4)

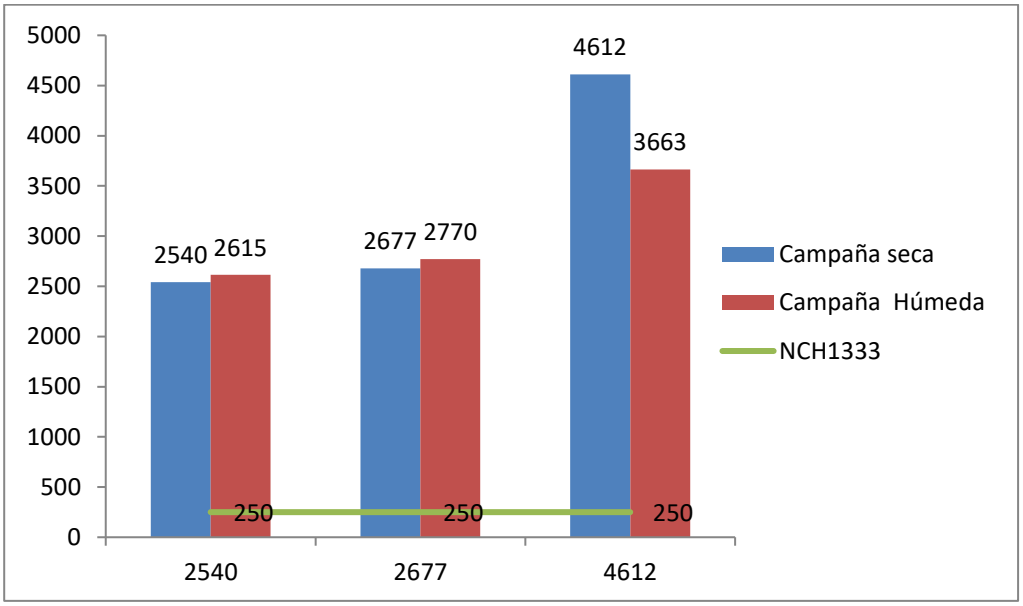


Grafico 4: Valores de Sulfato presentes en las aguas del río Copiapó

Los valores de Boro superan los límites establecidos (0,75 mg/l) en todas las estaciones promediando un 4,8 mg/l en campaña seca y un 7,13 mg/l en campaña húmeda (Gráfico 5)

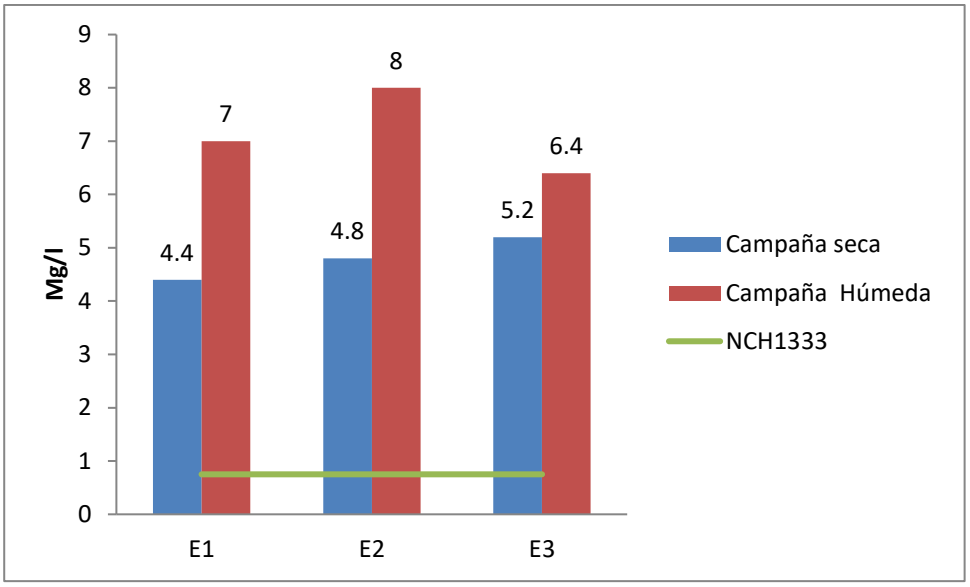


Grafico 5: Valores de Boro en aguas del río Copiapó

Para el Litio (Cítrico) en la campaña seca, se presentan valores en promedio de 0,62 mg/l, el cual supera los máximos establecidos en la normativa vigente (0,075 mg/l). El Litio (cítrico) aumenta a medida que se aproxima a la desembocadura (estación 3), siendo esta última la estación que presenta los mayores valores de este elemento (0,69 mg/l), en la campaña húmeda el Litio (Cítrico), se presentan valores en promedio de 0,20 mg/l, el cual supera los máximos establecidos en la normativa vigente (0,075 mg/l). El Litio (cítrico) presenta la menor concentración en la Estación 1 (0,15 mg/l) y la mayor concentración en la Estación en 2 (0,24mg/l) (Gráfico 6).

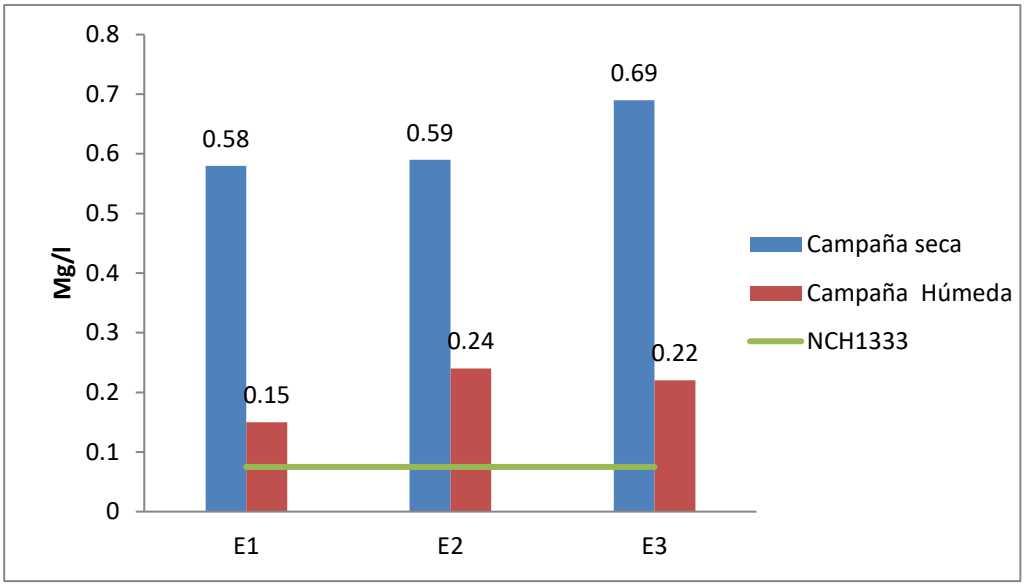


Grafico 6: Valores de Litio (Cítrico) presente en el río Copiapó

En campaña seca el Sodio porcentual nos señala una pequeña diferencia entre los puntos, encontrándose en mayor cantidad en la Estación 3 (62,8 %), seguida de la Estación 1 (56,6 %). Todos los valores se encuentran en forma superior a los máximos permitidos en la NCh 1333, en campaña húmeda el Sodio porcentual señala una pequeña diferencia entre los puntos, encontrándose en mayor cantidad en la Estación 1 (69,6%), seguida de la Estación 2 (55,7 %) y con menor concentración en la Estación 3 (55,1). Todos los valores se encuentran en forma superior a los máximos permitidos en la NCh 1333 (Gráfico 7)

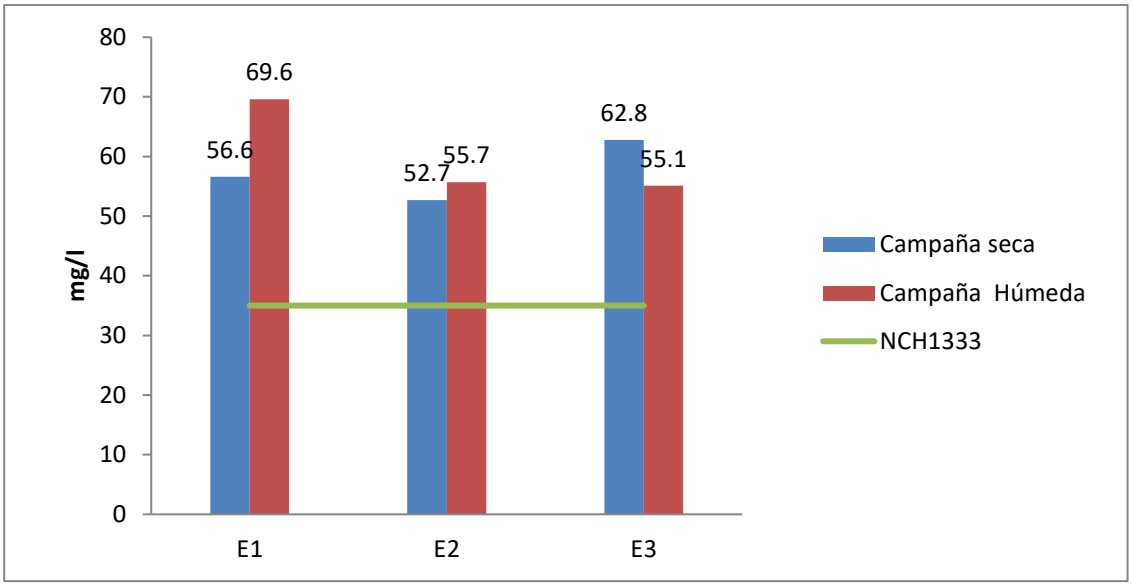


Grafico 7: Valores de Sodio Porcentual presente en el río Copiapó

En campaña seca el Manganeso supera la NCh 1333 en las 3 estaciones monitoreadas encontrándose en mayor cantidad en la Estación 2 (1,85 mg/l) seguida de la Estación 1 (1,02 mg/l) los máximos permitidos en la norma son de 0,20 mg/l, mientras que en campaña húmeda el Manganeso supera la NCh 1333 en las 3 estaciones monitoreadas encontrándose en mayor cantidad en la Estación 2 (5,3 mg/l) seguida de la Estación 3 (0,9 mg/l) los máximos permitidos en la Norma son de 0,20 mg/l (Gráfico 8)

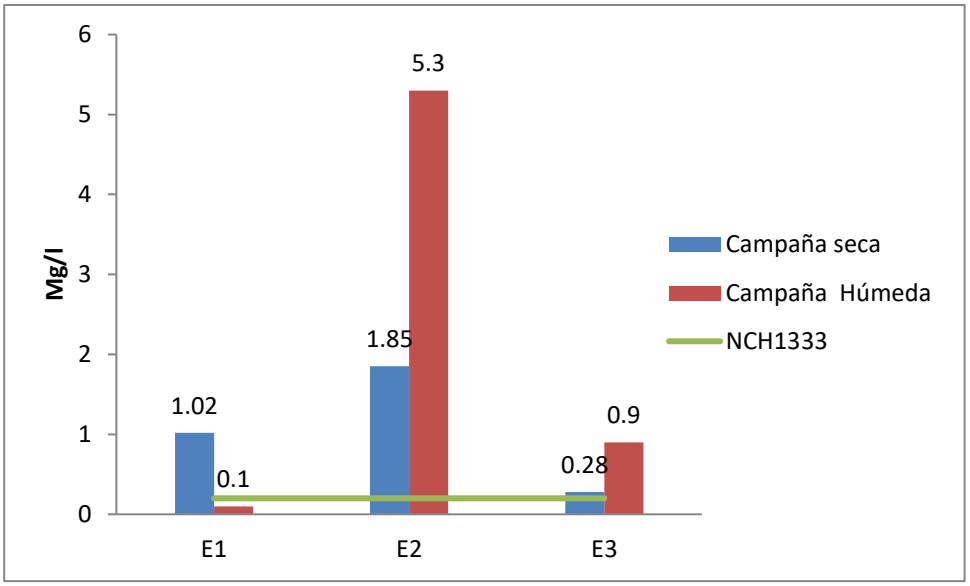


Gráfico 8: Valores de Manganeso presente en el río Copiapó

5.1.4 Muestras de aguas según NCh 409

El análisis de las muestras provenientes del curso principal, fueron comparados con la NCh 409/1 of. 2005, la cual establece los requisitos de calidad de agua potable en todo el territorio nacional.

En campaña seca, los resultados de las concentraciones de manganeso nos señalan una disminución en las estaciones de muestreo, presentando los valores más altos en la Estación 1 (11,62 mg/l) y el más bajo en la estación 3 (0,17mg/l). La NCh 409, señala 0,1 mg/l el límite máximo permitido, la cual es superada en todas las estaciones, mientras en temporada húmeda los resultados de las concentraciones de manganeso presentan los valores más altos en la Estación 2 (5,09 mg/l) seguido por estación 3 (0,93 mg/l) y el más bajo en la Estación 1 (0,11 mg/l). La NCh 409, señala 0,1 mg/l el límite máximo permitido, la cual es superada en todas las estaciones (Gráfico 9).

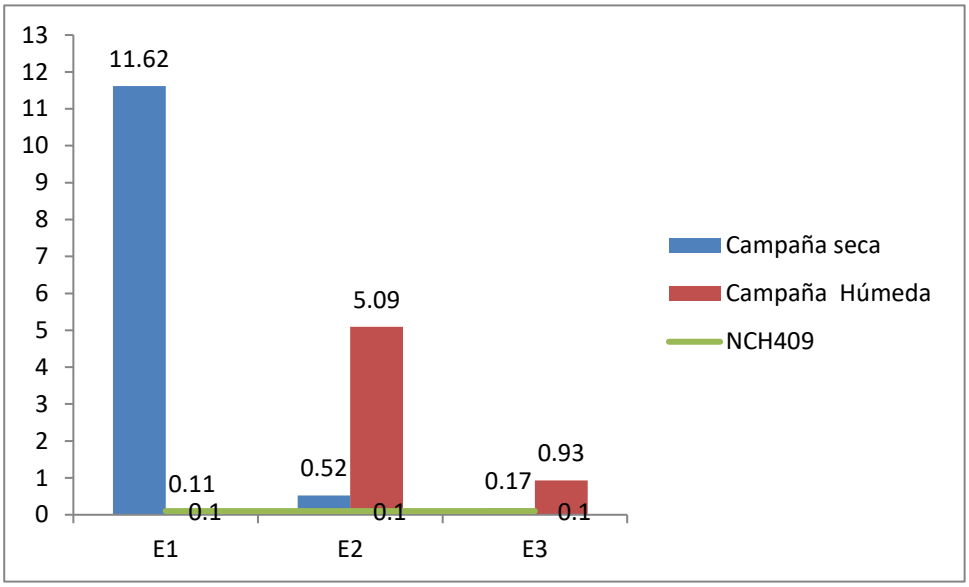


Gráfico 9: Gráfico Manganeso (mg/L).

En campaña seca el análisis de los Nitratos y Nitritos, nos señala valores mayores en la estación 1 para los Nitratos (3.1 mg/l) y homogéneos para Nitritos (<0,02 mg/l). Los valores en ambos parámetros, se encuentran por debajo de la normativa vigente mientras en estación húmeda el análisis de los Nitratos y Nitritos, obtenidos en las estaciones de muestreo, señala valores mayores en la Estación 2 para los Nitratos (3.1 mg/l) e iguales para Nitritos (<0,02 mg/l). Los valores en ambos parámetros, se encuentran por debajo de la normativa vigente (Tabla 6).

Tabla 6: Nitritos y Nitratos presentes en el río Copiapó y su comparación con la normativa vigente

Elementos o sustancias	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409
Nitrato (NO^{-}_{3})	mg/l	3.1	2.0	<0.5	3.1	0.7	1.5	0.5	50
Nitrito (NO^{-}_{2})	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0.02	3

La estación con valores más elevados de parámetros microbiológicos es la Estación 2 en ambas campañas con 1600 NMP, el límite de detección mediante laboratorio es 1.8

Tabla 7: Parámetros microbiológicos

Plaguicidas	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	LD
Coliformes totales	NMP/100mL	>=1600	130	1600	>1600	79	49	1.8
Coliformes fecales	NMP/100mL	540	49	1600	>1600	33	220.0	1.8

Los valores obtenidos en los plaguicidas presentan valores inferiores a lo establecido, evidenciándose una homogeneidad en las estaciones muestreadas (Tabla 8).

Tabla 8: Plaguicidas

Plaguicidas	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409
2,4 – D	µg/l	<7	<7	<7	<7	<7	<7	7	30
DDT + DDD + DDE	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	2
Lindano	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	2
Metoxicloro	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	20
Pentaclorofenol	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	9

Los productos secundarios de la desinfección en ambas campañas se presentan en forma homogénea en cada una de las estaciones monitoreadas, señalando valores por debajo de los límites máximos establecidos en la normativa vigente (Tabla 9).

Tabla 9: Productos secundarios de la desinfección

Producto	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409
Bromodiclorometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,06
Dibromoclorometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,1
Monocloramina	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.1	3
Tribromometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,1
Triclorometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,2
Trihalometanos	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0.2	1*

*Suma de las razones entre la concentración medida de cada uno y su respectivo límite máximo.

5.1.5 Sedimentos

El análisis de los sedimentos en campaña seca, se observa un amplio rango de valores de metales, los cuales oscilan entre 0,02mg/kg y 21903 mg/kg. Para el caso de hierro, aluminio y sulfatos, cuyos valores superan los 2000 mg/kg. Las estaciones de muestreo en que se evidencia una mayor cantidad de metales en los sedimentos, corresponden a la estación 1.

El análisis de los sedimentos en campaña húmeda, se observa un amplio rango de valores de metales, los cuales oscilan entre 0,01mg/kg y 17642 mg/kg.

Tabla 10: Sedimentos

Análisis	Unidad	LD	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda
Aluminio	mg/kg	5	19537	8150	7524	15209	8762	6896
Arsénico	mg/kg	0.01	10.51	5.29	17.70	16.21	5.64	6.12
Cadmio	mg/kg	0.1	0.3	<0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
Cianuro Total	mg/kg	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cinc	mg/kg	5	60	34	30	55	32	24
Cloruro(*)	mg/kg	10	1598	3302	1478	590	1422	637
Cobre	mg/kg	3.5	73.6	13.7	29.4	33.4	14.8	22.7
Fósforo Total	mg/kg	30	46	322	58	343	55	193
Hierro	mg/kg	5	21903	12965	17598	17642	16975	8427
Manganeso	mg/kg	2	1495	238	740	702	212	334
Molibdeno	mg/kg	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Níquel	mg/kg	1.5	9.9	6.9	5.4	11.4	6.7	5.3
Nitratos (como N)(*)	mg/kg	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Nitritos (como N)(*)	mg/kg	0.5	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Nitrógeno Kjeldahl	mg/kg	12.5	966.0	3742.1	1327.8	609.2	133.3	227.5
Nitrógeno Total	mg/kg	20	966	3743	1329	610	133	228
Plomo	mg/kg	0.5	15.1	6.5	7.4	10.4	7.0	2.8
Selenio	mg/kg	0.01	0.06	0.03	0.02	0.05	0.03	0.08
Sulfato(*)	mg/kg	30	6195	698	5789	390	2350	462

5.2 Aspectos Biológicos

5.2.1 Censo de avifauna

Según la revisión de los censos de avifauna realizados desde el año 2009, en el área de estudio se han identificado 59 especies de aves pertenecientes a 29 familias distintas; de éstas para la temporada seca 20 especies fueron registradas en el área de estudio, representadas por 14 familias, mientras que en la temporada húmeda, fueron registradas 21 especies, representadas por 11 familias. De ellas 2 se encuentran en alguna categoría de conservación (Tabla 11).

Considerando que el territorio nacional presenta un total de 462 especies de aves (Martínez & González 2005; Jaramillo 2005), en la temporada seca un 4,32% de estas especies se encuentra representado en este humedal esta temporada y un 11,68 % de estas especies se encuentra representado en la temporada húmeda. En esta misma temporada se destaca la presencia de *Larus modestus,* especie catalogada como Vulnerable según la Ley de Caza y su Reglamento.

Tabla 11: Registro histórico de las especies de aves observadas en el humedal.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	nº de individuos campaña Seca 2017	n° de individuos campaña húmeda 2017
Threskiornithidae	*Theristicus melanopis*	Bandurria	LC	P		
Laridae	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana	-	-	8	15
Laridae	*Larosterna inca*	Gaviotín monja	-	V		
Laridae	*Larus modestus*	Gaviota garuma	-	V		20
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax bougainvillii*	Guanay	-	V		
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	-	-	6	
Pelecanoididae	*Pelecanoides garnotii*	Yunco	-	V		
Cathartidae	*Caracara Plancus*	Traro	-	-		
Scolopacidae	*Numenius phaeopus*	Zarapito	-	-		10
Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	-	-		2
Scolopacidae	*Gallinago paraguaiae*	Becacina	-	V		
Scolopacidae	*Himantopus melanurus*	Perrito	-	-		8
Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico	-	-		2
Ardeidae	*Casmerodius albus*	Garza grande	-	-	1	
Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza boyera	-	-		
Ardeidae	*Ardea cocoi*	Garza cuca	-	R		
Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo	-	-		
Charadridae	*Vanellus chilensis*	Queltehue	-	-		2
Charadridae	*Charadrius*	Chorlo nevado	-	-		

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	nº de individuos campaña Seca 2017	n° de individuos campaña húmeda 2017
	alexandrinus					
Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Pilpilén	-	-		5
Haematopodidae	*Hematopus ater*	Pilpilén negro	-	-		1
Emberizidae	*Agelaius thilius*	Trile	-	-	1	3
Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol	-	-	2	2
Spheniscidae	*Spheniscus humboldti*	Pingüino de Humboldt	VU	-		
Oceanitidae	*Oceanites gracilis*	Golondrina de mar chica	-	-		
Accipitridae	*Buteo polyosoma*	Aguilucho	-	-		
Accipitridae	*Circus cinereus*	Vari	-	-		
Cathartidae	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada	-	-	13	
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Jote de cabeza negra	-	-		
Tyrannidae	*Elaenia albiceps*	Fío-fío	-	-		
Tyrannidae	*Lessonia rufa*	Colegial	-	-	3	1
Tyrannidae	*Muscisaxicola maculirostris*	Dormilona chica	-	-		
Tyrannidae	*Anairete sparulus*	Cachudito	-	-		
Turnidae	*Tordus chiguanco*	Zorzal negro	-	-		
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán	-	-	2	
Furnariidae	*Phleocryptes melanops*	Trabajador	-	-	8	1
Furnariidae	*Cinclode soustaleti*	Churrete chico	-	-		
Furnariidae	*Pseudasthenes hunicola*	Canastero	-	-		
Furnariidae	*Geositta marítima*	Minero chico	-	-		
Furnariidae	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral	-	-	2	
Falconinae	*Falco sparverius*	Cernícalo	-	-		
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión	-	-	3	
Trochilidae	*Sephanoides sephanoides*	Picaflor	-	-	3	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	nº de individuos campaña Seca 2017	n° de individuos campaña húmeda 2017
Columbidae	*Columbina picui*	Tortolita cuyana	-	-		
Rynchopidae	*Rynchops niger*	Rayador	-	-		
Hirudinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina dorso negro	-	-		17
Hirudinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina bermeja	-	-	27	
Hirudinidae	*Tachycineta leucopyga*	Golondrina chilena	-	-	6	
Tharaupidae	*Sicalis luteola*	Chirigüe	-	-		
Tharaupidae	*Diuca diuca*	Diuca	-	-		
Strigidae	*Athene cunicularia*	Pequén	-	-		
Anatidae	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	-	R		3
Anatidae	*Anas cyanoptera*	Pato colorado	-	-	124	6
Anatidae	*Anas georgica*	Pato jergón grande	-	-	35	10
Anatidae	*Anas sibilatrix*	Pato Real	-	-	53	3
Rallidae	*Fulica rufifrons*	Tagua frente roja	-	-	1	11
Rallidae	*Fúlica armillata*	Tagua común	-	-	42	25
Rallidae	*Gallinula galeata pauxilla*	Taguita del norte	-	-	5	
Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala	-	-		1
			TOTAL		345	148

RCE: CR = En peligro crítico**; DD** = Datos insuficientes; **EN** = En Peligro; **EW**= Extinta en estado silvestre; **EX** = Extinta; **FP** = Fuera de Peligro; **IC** = Insuficientemente Conocida; **LC** = Preocupación menor **NT** = Casi amenazada; **R** = Rara; VU = Vulnerable. **LDC:** P = especie catalogada como en Peligro de Extinción; V = especie catalogada en estado de conservación Vulnerable; R = especie catalogada como Rara; I = especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida; F = especie catalogada como Fuera de Peligro.



Imagen 18: *Vanellus chilensis* observado en Estación 3, durante el monitoreo de la Temporada Húmeda.



Imagen 19: *Ardea alba* observado en la Estación 2, durante el monitoreo de la Temporada Seca.

5.2.2 Índice de Shannon-Wiener H´

Tabla 12: Índice de Shannon

Índice	Temporada	Puente	Chacra	Desembocadura
Shannon H'	Seca	1,591	1,018	1,779
	Húmeda	0,518	1,545	2,357

Los resultados del índice ecológico de Shannon-Wiener, en cuanto a la diversidad nos indican que; según los datos recogidos en las tres estaciones, para la temporada seca y húmeda el índice calculado para el sector de la desembocadura se obtuvo un valor de H= 1,77 y H= 2,35 siendo este ambiente con mayor riqueza y diversidad de especies en ambas temporadas del año 2017 (Imagen 20).

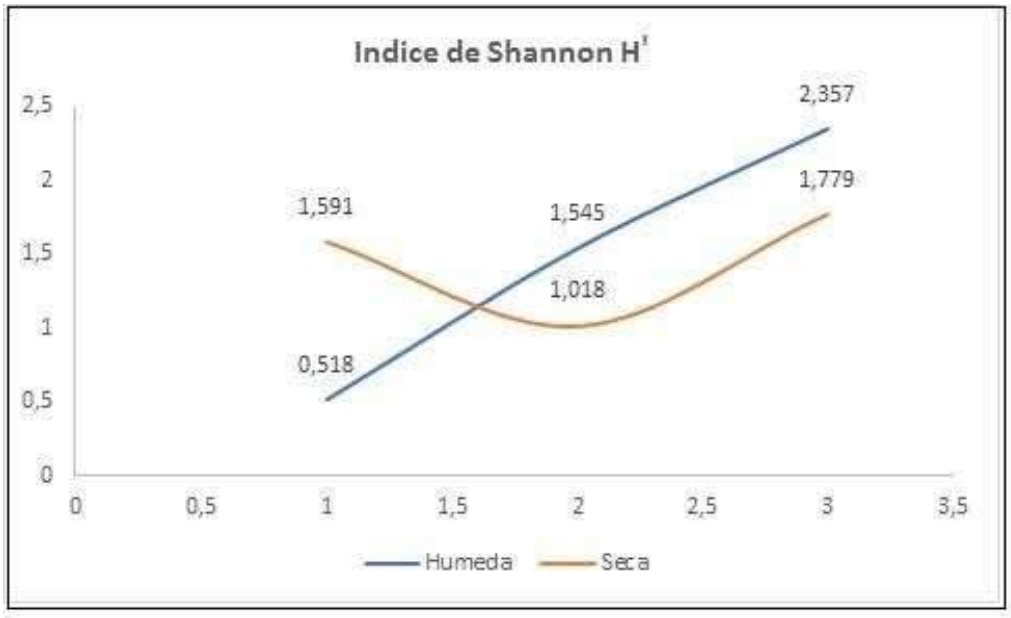


Imagen 20: Índice de Shannon-Wiener.

Además, el análisis de Bray-Curtis en cuanto a similitud entre estaciones muestreadas, nos indica en la temporada seca un 52% entre E1 (Puente) y E2 (Chacra), mientras que para E3 (desembocadura) es de 10% en relación a las otras estaciones. En la temporada húmeda la similitud entre las estaciones muestreadas nos indica un 9% entre E2 (Chacra) y E3 (Desembocadura), mientras que para E1 (Puente) es de 0,5% en relación a las otras estaciones (Imagen 21).

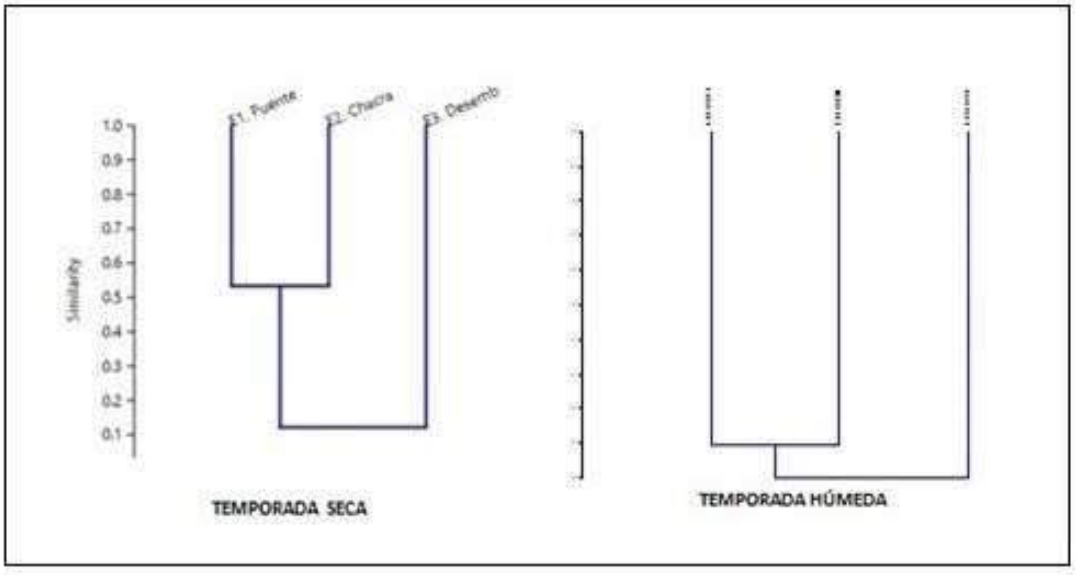


Imagen 21: Dendrograma de similitud Bray Curtis, para los tres puntos de muestreo en temporada seca y húmeda del 2017.

5.2.3 Composición Florística

Para las tres estaciones y en las dos temporadas de identifico un total de 19 especies. La temporada seca se registró 11 especies (Tabla 13) y la húmeda 19 (Tabla 14). Las familias con más representantes fue la Asteraceae con 5 especies, le siguió Poaceae con 3, Fabaceae y Chenopodiaceae con 2 especies cada una.

Tabla113: Listado florístico estación seca.

Familia	Especies	Nombre común	OF	HB
Dicotyledoneae				
Asteraceae	*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca	N	Ar
	Tessaria absinthioides (Hook. & Arn.) DC.	Brea	N	Ar
Chenopodiaceae	*Atriplex clivicola* I. M. Johnst.	Cachiyuyo	E	Ar
	Sarcocornia fruticosa (L.) A. J. Scott	Sosa	N	Hp
Fabaceae	*Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Chañar	N	A
	Melilotus albus Medik.	Trebol de color blanco	A	Hb
Monocotyledoneae				
Cyperaceae	*Schoenoplectus pungens* (Vahl) Palla	Totora	N	Hp
Juncaceae	*Juncus acutus* (L.)	Junco	N	Hp
Poaceae	*Cynodon dactylon* (L.)	Pasto bermuda	A	Hp
	Distichlis spicata (L.)	Pasto salado	N	Hp
Typhaceae	*Typha angustifolia* L.	Totora	N	Hp

Tabla 14: Listado florístico estación húmeda.

Familia	Especies	Nombre común	OF	HB
Dicotyledoneae				
Asteraceae	*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca	N	Ar
	Cotula coronopifolia L.	Boton de oro	A	Hp
	Crepis capillaris (L.) Wallr.	Falsa achicoria	A	Ha
	Sonchus tenerrimus L.	Ñilhue	A	Ha
	Tessaria absinthioides (Hook. & Arn.) DC.	Brea	N	Ar
Boraginaceae	*Heliotropium curassavicum* (L.)	Cama de sapo	N	Hp
Brassicaceae	*Rapistrum rugosum* (L.) All.	Falso yuyo	A	Ha
Chenopodiaceae	*Atriplex clivicola* I. M. Johnst.	Cachiyuyo	E	Ar

	Sarcocornia fruticosa (L.) A. J. Scott	Sosa	N	Hp
Fabaceae	*Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Chañar	N	A
	Melilotus albus Medik.	Trebol de color blanco	A	Hb
Malvaceae	*Malvella leprosa* (Ortega) Krapov.	Malva amarilla	N	Hp
Polygonaceae	*Rumex acetosella* L.	Vinagrillo	A	Hp
Monocotyledoneae				
Cyperaceae	*Schoenoplectus pungens* (Vahl) Palla	Totora	N	Hp
Juncaceae	*Juncus acutus* (L.)	Junco	N	Hp
Poaceae	*Cynodon dactylon* (L.)	Pasto bermuda	A	Hp
	Distichlis spicata (L.)	Pasto salado	N	Hp
	Polypogon monspeliensis (L.) Desf.		A	Ha
Typhaceae	*Typha angustifolia* L.	Totora	N	Hp

Sitios (1= puente, 2= chacra, 3= desembocadura), OF= origen fitogeográfico (A= adventicia, N= nativa, E= endémica), HB= habito biológico (A= arbóreo, Ar= arbustivo, Hp= hierba perenne, Ha= hierba anual, Hb= hierba bianual).

Para el habito o tipo biológico, en la temporada seca se registró 6 hierbas perennes (54,55%), 3 arbustivas (27,27%) y una hierba bianual y arbórea (9,09%), no registrando hierbas anuales para el área de estudio (Imagen 22). En cuanto a la temporada húmeda, las hierbas perennes dominan con 10 especies (52,63%), luego las hierbas anuales le siguen con 4 especies (21,05%), le sigue la arbustiva con 3 (15,79%), finalmente la hierba bianual y la arbórea con un representante cada uno (5,26%) (Imagen 23).

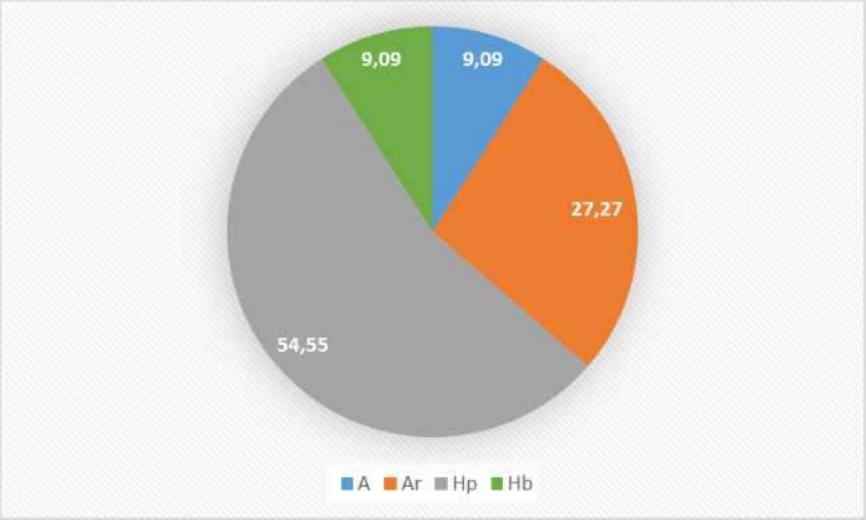


Imagen 22: Porcentajes (%) en cuanto al habito biológico, estación seca, (A= arbóreo, Ar= Arbustiva, Hp= hierba perenne, Ha= hierba anual, Hb= hierba bianual).

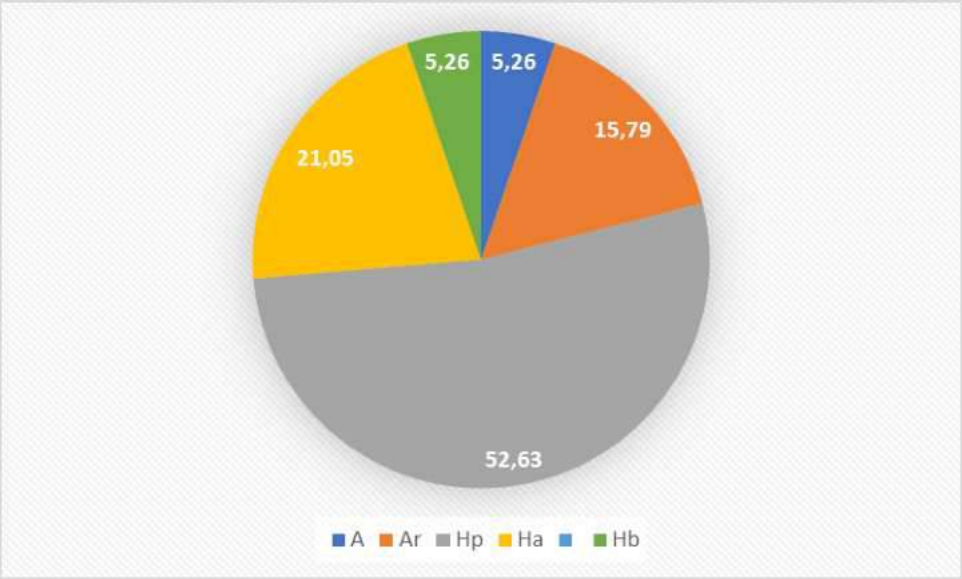


Imagen 23: Porcentajes (%) en cuanto al habito biológico, estación húmeda (A= arbóreo, Ar= Arbustiva, Hp= hierba perenne, Ha= hierba anual, Hb= hierba bianual).

En cuanto al origen fitogeográfico, en la estación seca se registró 8 nativas (72,73%), 2 adventicias (18,18%) y una endémica (9,09%) (Imagen 24). Para la estación húmeda la cantidad de especies nativas domino con 10 especies (52,63%), luego las especies adventicias 9 (42,11%) y solo una especie endémica (5,26*%) Atriplex clivicola* "Cachiyuyo" (Imagen 25).

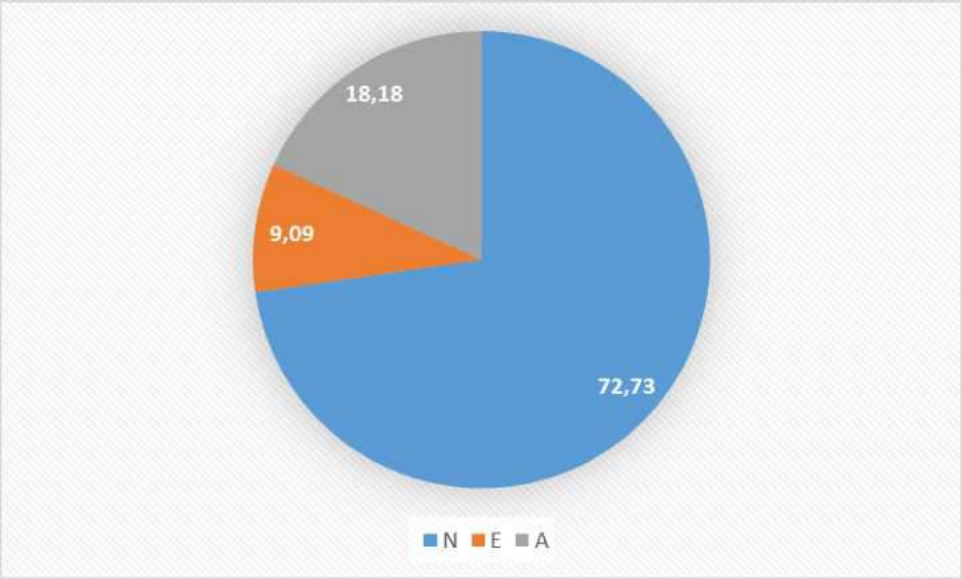


Imagen 24: Porcentajes (%) en cuanto al origen fitogeográfico, estación seca (A= adventicia, N= nativa, E= endémica).

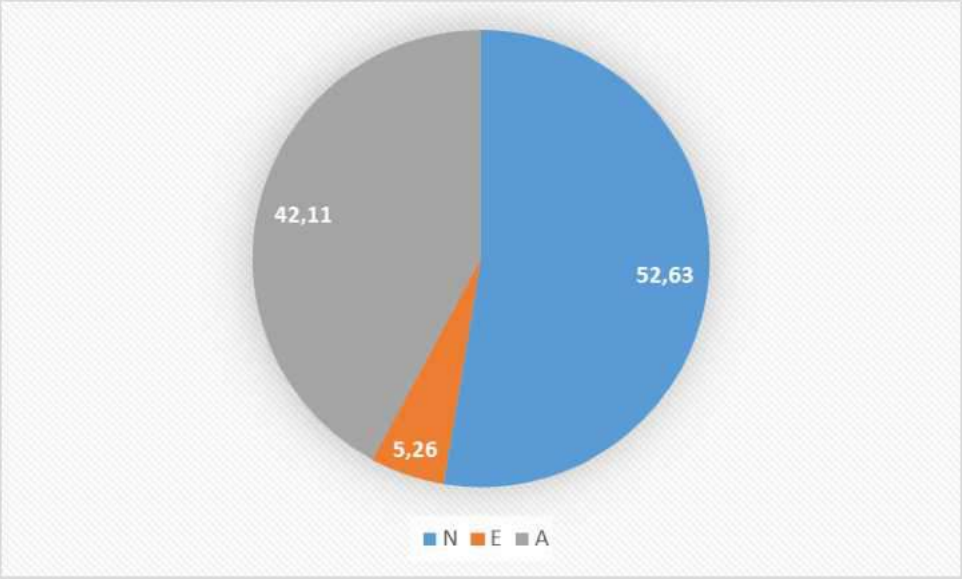


Imagen 25: Porcentajes (%) en cuanto al origen fitogeográfico, estación húmeda (A= adventicia, N= nativa, E= endémica)

- **Similitud de Jaccard**

En cuanto a la presencia y ausencia de especies en las estaciones de muestreo, los resultados se obtuvieron con el software Past, en cual se elabora un dendrograma que compara las especies presentes en los tres sitios y para ambas temporadas. Los sitios 1 y 2 presentan una similitud baja entre sí, ya que los valores son menores a 0,5. Mientras que para el sitio 3 su valor difiere totalmente de los otros 2 sitios, ya que se obtuvo un valor menor a 0,4 (Imagen 26).

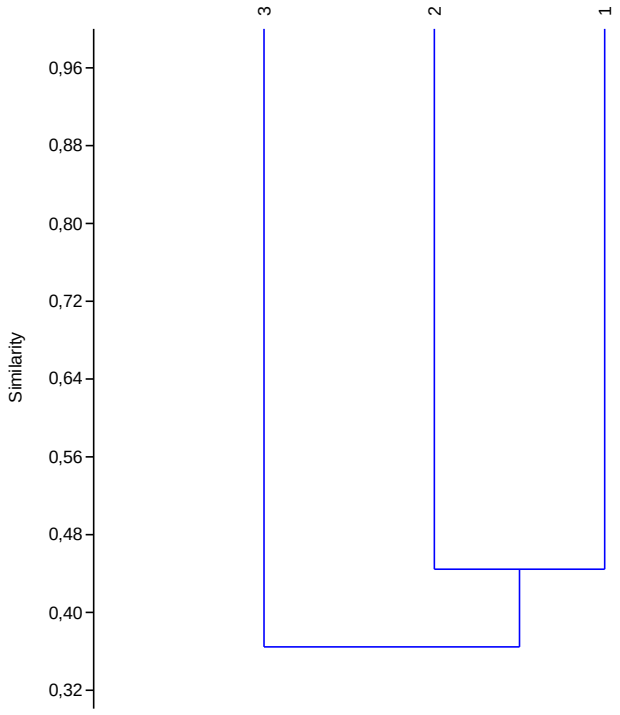


Imagen 26:Dendrograma de similitud de Jaccard para las tres estaciones de las dos temporadas.

- **Cobertura vegetal.**

Para las estaciones muestreadas en las distintas capas vegetales, la capa vegetal pequeña y mediana están presente en las tres estaciones de muestreo de las dos temporadas, existiendo cambios en los valores de cobertura, como se señala en las tablas 15 y 16. Para la estación 3 se incorpora la capa vegetacional alta para la temporada húmeda, la cual no estaba registrada en la temporada seca.

Tabla 15. Capas vegetales y porcentajes de cobertura vegetal, temporada seca.

Capa Vegetal	Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)
Flotante	--	--	--
Pequeña	75-100	50-75	75-100
Mediana	50-75	5-25	75-100
Alta	5-25	--	--
Muy alta	5-25	--	--

Tabla 16. Capas vegetales y porcentajes de cobertura vegetal, temporada húmeda.

Capa Vegetal	Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)
Flotante	-	-	-
Pequeña	5-25	5-25	75-100
Mediana	50-75	5-25	25-50
Alta	75-100	-	5-25
Muy Alta	5-25	-	-

- **Dominancia y codominancia de especies.**

Para la dominancia y codominancia de las especies, se establece mediante el porcentaje de cobertura, siendo el mayor para la especie dominante mientras que los valores menores serán para las especies codominantes. Para la estación 1 (Imagen 27) en la temporada seca (Tabla 17), la capa pequeña domino *T. absinthioides* (Imagen 28) *y S. fruticosa,* mientras que en la temporada húmeda (Tabla 18) la especie *D. spicata* se consideró dominante y *S. fruticosa* como codominante. Para la capa

vegetal mediana de la temporada seca *T. angustifolia* es dominante completamente, mientras que, para la temporada húmeda se registra a especies codominantes como *J. acutus* y *T. absinthioides*. Proceso similar ocurre en la capa alta donde *T. angustifolia* (Imagen 29) domina en la temporada seca y a la siguiente surge como codominante *A. clivicola.* Finalmente, en la capa muy alta *G. decorticans* domina sin especies acompañantes en su capa vegetal para ambas temporadas.



Imagen 27: Estación 1

Tabla 17. Dominancia y codominancia estación (1) Puente, temporada seca.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	--	--
Pequeña	*Atriplex clivicola*	5-25
	Juncus acutus	5-25
	Tessaria absinthioides	25-40
	Sarcocornia fruticosa	25-50
	Distichlis spicata	25-50
Mediana	*Typha angustifolia*	50-75
Alta	*Typha angustifolia*	5-25
Muy alta	*Geoffroea decorticans*	5-25

Tabla 18: Dominancia y codominancia estación (1) Puente, temporada húmeda.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Sarcocornia fruticosa*	5-10
	Distichlis spicata	10-15
Mediana	*Tessaria absinthioides*	30-40
	Juncus acutus	20-30
	Typha angustifolia	50-75
Alta	*Typha angustifolia*	75-100
	Atriplex clivicola	5-10
Muy Alta	*Geoffroea decorticans*	5-10



Imagen 28: *T. absinthioides* especie dominante estación del puente, temporada seca.



Imagen 29: *T. angustifolia* especie dominante estación del puente, temporada húmeda.

Para la estación 2 (Imagen 30), en la capa pequeña de la temporada seca, se registró a *T. absinthioides* como especie dominante y codominantes *D. spicata* y *A. clivicola,* por otra parte, en la temporada húmeda domino *D. spicata* y codominante *P. monspeliensis.* En la capa mediana domino T. angustifolia y codominantes *J. acutus* y *M. albus,* para la temporada húmeda *M. albus* fue dominante y codominante *J. acutus* y *T. absinthioides.* Para ambas temporadas en la capa alta la especie dominante fue *M. albus* (Imagen 31). (Tablas 19 y 20).



Imagen 30: Estación 2.

Tabla 19: Dominancia y codominancia estación (2) Chacra, temporada seca.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	--	--
Pequeña	*Tessaria absinthioides*	25-50
	Atriplex clivicola	5-25
	Distichlis spicata	5-25
Mediana	*Melilotus albus*	5-25
	Typha angustifolia	50-75
	Juncus acutus	5-25
Alta	*Melilotus albus*	5-25
Muy alta	--	--

Tabla 20: Dominancia y codominancia estación (2) Chacra, temporada húmeda.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Distichlis spicata*	10-20
	Polypogon monspeliensis	5-10
Mediana	*Juncus acutus*	5-10
	Tessaria absinthioides	10-15
	Melilotus albus	10-20
Alta	*Melilotus albus*	5-10
Muy Alta	-	-



Imagen 31: *M. albus* especie dominante sector la chacra.

Para la estación 3 de la temporada seca (Tabla 21) en la capa pequeña las especies dominantes fueron *T. absinthioides* y S. fruticosa y codominantes *M. albus* y *J. acutus*, para la temporada húmeda (Tabla 22) solo domino *D. spicata* (Imagen 33) y codominante *S. fruticosa*. Para la capa mediana en la temporada seca domino solo *T. angustifolia* sin especies codominantes y para la temporada húmeda solo domino *T. absinthioides* sin especies dominantes. La capa alta no se registró especies en la temporada seca, mientras que, para la temporada húmeda, solo domino *A. clivicola*.



Imagen 32: Estación 3.

Tabla 21: Dominancia y codominancia estación (3) Desembocadura, temporada seca.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	--	--
Pequeña	*Tessaria absinthioides*	50-75
	Sarcocornia fruticosa	50-75
	Melilotus albus	5-25
	Juncus acutus	5-25
Mediana	*Typha angustifolia*	75-100
Alta	--	--
Muy alta	--	--

Tabla 22: Dominancia y codominancia estación (3) Desembocadura, temporada húmeda.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Distichlis spicata*	75-80
	Sarcocornia fruticosa	30-40
Mediana	*Tessaria absinthioides*	60-70
Alta	*Atriplex clivicola*	5-10
Muy Alta	-	-



Imagen 33: *D. spicata* especie dominante sector de la desembocadura.

- **Métricas vegetacionales.**

Para ambas temporadas, el número de capas vegetales, la cantidad máxima fue de 4 para el sitio 1, le siguió la cantidad de 3 para el sitio 3 y la cantidad mínima fue de 2 para el sitio 2.

En el número de especies codominante se registran 4 especies para el sitio 1, 3 para el sitio 2 y 2 para el sitio 3. Siendo *T. absinthioides* una especie que incluso llega a ser dominante en la capa mediana del sitio 3.

En cuanto a la dominancia de especies invasivas, solo se registra como tal a *M. albus* la cual domina en las capas mediana y alta, del sitio 2 pero con una cobertura escasa.

Para él % de invasión (Tabla 23), se registra un total de 5 especies codominante para todos los sitios y para todas las capas y en base al origen fitogeográfico se determina si es invasiva o no, determinando que solo una especie es adventicia, *P. monspeliensis,* obteniendo un porcentaje final de un 40%.

Tabla 23: Porcentaje de especies codominantes.

Capas	Especies	OF	Invasiva
Flotante	-	-	-
Pequeña	*Sarcocornia fruticosa*	N	no
	Polypogon monspeliensis	A	si
Mediana	*Tessaria absinthioides*	N	no
	Juncus acutus	N	no
Alta	*Atriplex clivicola*	E	no
Muy alta	-	-	-
Total de especies codominantes			5
Porcentaje de invasión (%)			20

5.3 Análisis espacio temporal

5.3.1 Métricas de la comunidad vegetal

El área correspondiente al Humedal de la Desembocadura del río Copiapó para ambos años, representa un total de 425,355 hectáreas, con diferencias significativas en su distribución entre el intervalo anual de análisis. Para el año 2016, el modelo de clasificación supervisada evidenció que el área predominante está asociada a la unidad de Humedal con un 53% del área total, seguido por la unidad de Suelo con 45,07 % del total, y finalmente con un 4,58 % correspondiente a la unidad de Espejos de Agua. En el siguiente gráfico se distingue la proporcionalidad de las unidades analizadas para el año 2016 (Imagen 34).

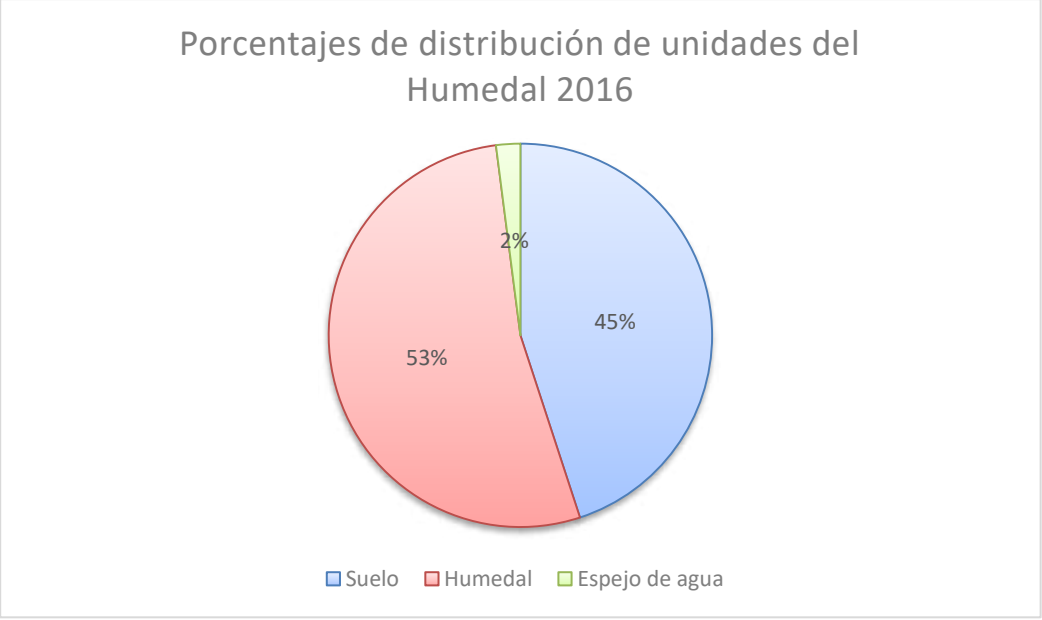


Imagen 34: Áreas de estudio.

Respecto a la evaluación correspondiente al año 2017, ésta se divide en dos temporadas: la primera es la temporada seca, que comprende los meses de enero a junio, y la segunda es la temporada húmeda, la cual analiza el período comprendido entre los meses de julio a diciembre. En la evaluación del humedal para la temporada seca del año 2017, se registraron los siguientes porcentajes de las unidades del humedal respecto a la superficie total; Espejo de agua con un 1%, Suelo 66% y Humedal 33%. Para la temporada húmeda, la superficie de las unidades del humedal varía significativamente en comparación a la temporada seca. En este período de análisis, la unidad de Humedal aumenta a un 48,31 % de su área, junto con la unidad de Espejos de agua, alcanzando un 4,58 %. En cambio, la unidad Suelo refleja una disminución de su superficie a un 47, 04 % (Gráfico 10).

La diferencia porcentual en las unidades del humedal para ambas temporadas, tienen relación con los acontecimientos hidrometeorológicos de precipitación intensa, los cuales generaron procesos de erosión por escorrentía superficial, disminuyendo y afectando la cobertura vegetal del humedal, para así, influir en el aumento del Espejo de agua en un 2,5 % en comparación a la superficie del año 2016, incidiendo también en el aumento de la superficie de la unidad Suelo en un 2%. Caso opuesto ocurrió con la unidad de Humedal, la cual registró una disminución en un 5% de su superficie respecto al año 2016.

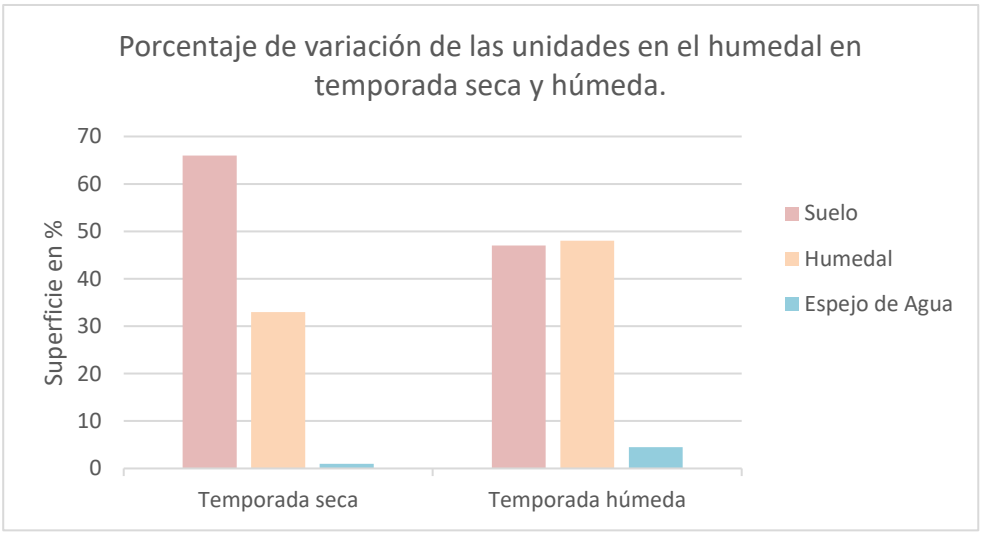


Gráfico 10: Gráfico distribución porcentual de las unidades del humedal, año 2017

En la siguiente tabla se muestran las superficies en hectáreas de las unidades del humedal, como también la variación porcentual entre ambos años de análisis.

Tabla 24: Variación porcentual de la superficie de las unidades del humedal entre los años 2016 y 2017.

Área	Año 2016 (hás)	Año 2017 (hás)	Porcentaje de Variación ((A2-A1)/A1)
Suelo	191,28	209,29	0,04
Humedal	225,40	214,94	-0.09
Espejo de agua	8,67	20,38	1,29

El porcentaje de variación que demuestra una diferencia negativa corresponde a la unidad de Humedal, debido en parte por dinámicas de erosividad por escorrentía superficial en suelos con baja cobertura vegetal, traduciéndose en áreas susceptibles a los agentes modeladores externos del relieve. Dicha unidad representa una variación negativa de 0,09 %. Respecto a la unidad de Espejo de agua, representa una variación positiva de 1,29 % respecto al año anterior, explicado en parte por los superávits de precipitaciones que se han ido registrando durante los últimos 3 años (2015, 2016 y 2017).

6. DISCUSIÓN

Debido a la cantidad de agua dispuesta en este monitoreo a lo largo del área de estudio correspondiente a un monitoreo en estación seca y estación húmeda, con temperaturas mayores y con ausencia de precipitaciones, es que el caudal en las tres estaciones muestreadas arrojan un caudal cero con agua superficial estancada. Situación esperable debido a la extracción para fines de riego en la zona, sumado a la mayor demanda de agua por especies macrofitas asociado al prematuro inicio de la época de crecimiento de la cobertura vegetacional y el aumento de la evaporación y evo-transpiracion por el incremento de las temperaturas, desde la vegetación y los suelos, ya que estos últimos son menos permeables (Elliot 2009), características típicas de zonas áridas y semiáridas, generando una menor disponibilidad hídrica en el sistema. Los caudales de la zona norte de Chile por lo general se presentan reducidos, situación que se agrava durante los periodos de sequía, en la cual los caudales se hacen prácticamente nulos (Salazar 2003), como lo registrado en este monitoreo.

Considerando el requisito para aguas de riego, según las Normas Chilenas Oficiales (NCh 1333), éstas deben tener un pH entre 5,5 y 9,0, por lo cual las aguas de las tres estaciones muestreadas son aptas para este uso (7,24 – 7,32– 8,35 estación seca y 7,66 - 6.92 – 6,67 estación húmeda). Los requisitos de pH para aguas destinadas a recreación y estética, según la Norma Chilena 1333, son 6,5 a 8,3 y en ningún caso menor de 5 o mayor de 9, de acuerdo a esta normativa las aguas de este río son aptas para ese uso. El requisito para la vida acuática, es de 6 a 9 unidades de pH, las aguas dulces presentan un pH entre 6,5 y 8,5, por lo tanto las aguas de este río no presentan problemas.

La conductividad eléctrica presenta valores en estación seca comprendidos entre 10470 µS/cm (Estación 2) a 21200µS/cm (Estación 3) y en estación húmeda entre 10470 µS/cm (Estación 2) a 21200µS/cm (Estación 3),, esto se puede deber aridez de los suelos, caracterizados por escasas precipitaciones y alta radiación solar, los iones tienden a concentrarse (Cade-Idepe 2004).

El Manganeso es uno de los elementos más abundante en la corteza terrestre, generalmente asociado a la presencia de Hierro. Se origina naturalmente en muchas fuentes de agua superficiales y subterráneas, sobre todo en condiciones aireadas u oxidantes. La fuente más importante de Manganeso está en el agua de consumo, aunque habitualmente la mayor exposición proviene de los alimentos.

Los resultados de las concentraciones de Manganeso en estación seca y húmeda superan la NCh 409 señalado 0,1 mg/l el límite máximo permitido en todas las estaciones de monitoreo

Según la OMS, el Manganeso es un elemento escencial para el ser humano y otros animales, por lo que tanto la falta como el exceso de este puede ocasionar efectos adversos en la salud de las personas (OMS 2016). Por otro lado la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) revela que el efecto más común que se observa en trabajadores expuestos a niveles altos de manganeso involucra al sistema nervioso. Estos efectos incluyen alteraciones del comportamiento y en movimientos lentos y sin coordinación. Cuando esta combinación de síntomas se torna grave, se le refiere como “manganismo”. En trabajadores expuestos a concentraciones más bajas de manganeso también se han observado otras alteraciones no tan graves del sistema nervioso, tales como lentitud de los movimientos de las manos. Por otro lado, La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) concluyó que la información científica existente es insuficiente para determinar si el exceso de manganeso puede producir cáncer (web 1)

En cuanto a los efectos en la vegetación, concentraciones inusualmente altas de Manganeso en el agua de regadío, pueden acumularse en el suelo y causar inflamación de la pared celular, abrasamiento y puntos marrones en las hojas. (web 2)

Los sulfatos están presentes de forma natural en muchos minerales, los cuales se utilizan comercialmente, sobre todo en la industria química. Se liberan al agua procedentes de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera. Sin embargo, en regiones cuyas aguas de consumo contienen concentraciones altas de sulfato, el agua de consumo puede ser la principal fuente de ingesta (OMS 2006).

Las concentraciones de sulfatos en este año de monitoreo 2017 fueron en promedio para temporada seca de 3276 mg/l en las tres estaciones, muy por debajo está el límite máximo establecido por la NCh 1333 (250 mg/l) mientras que en estación húmeda el promedio fue de 3016mg/l en las tres estaciones, al igual que la estación anterior muy por debajo está el límite máximo establecido por la NCh 1333 (250 mg/l). El sulfato presente en altas concentraciones a lo largo del río, contribuye a la salinidad de las aguas, este anión permanece mayormente disuelto debido a su gran estabilidad y resistencia a la reducción. El sulfato es un contaminante presente en aguas residuales de la industria minera y en drenajes ácidos de minas. En altas concentraciones podría generar problemas ambientales, como aumentar la producción de ácido sulfhídrico, un gas tóxico, en las etapas anaerobias del tratamiento de aguas (Hurtado Carrasco, C. at el 2012).

El sodio porcentual en estación seca se encuentra por sobre la NCh 1333 (35,0%) en las tres estaciones, con porcentajes promedio de 57,3%, siendo la estación 3 el porcentaje más alto (62,8%) en estación húmeda el Sodio porcentual se encuentra por sobre la NCh 1333 (35,0%) en las tres estaciones, con porcentajes promedio de 60.1%, siendo la estación 1 el porcentaje más alto (69,6%). Los cationes de sodio presentes en el agua pueden contribuir al deterioro de los suelos aledaños al río, estos cationes logran un intercambio iónico mucho más afín que los cationes de Mg^{+2} y Ca^{+2}, los cuales dan las características de porosidad al suelo, provocando disminuciones en la permeabilidad, interfiriendo con el drenaje necesario para mantener una salinidad normal, debido a que las sales se irán acumulando y además disminuye la aireación necesaria para el crecimiento de especies vegetales, pudiendo llegar a deteriorar irreversiblemente los suelos, la vegetación y la biodiversidad existente en el humedal.

Según la OMS, no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud debido a que no se pueden extraer conclusiones definitivas con respecto a la posible asociación entre la presencia de sodio en el agua de consumo y la hipertensión. Sin embargo, a concentraciones sobre los 250 mg/L el sabor del agua puede volverse inaceptable, este valor depende del anión asociado al sodio y la temperatura del agua (OMS 2006).

En cuanto a los efectos en la vegetación, los síntomas de toxicidad incluyen quemazones, encrespamiento de la hoja y muerte de tejidos (lo cual ocurre inicialmente en los bordes externos). A medida que la severidad de la toxicidad aumenta, progresa en los tejidos intervenales. (web 4)

En el caso de los cloruro presente en los cuerpos de agua superficial provienen principalmente de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales, escorrentía urbana con sal de deshielo, e intrusiones salinas. Los valores registrados, al igual que en temporadas pasadas superan la Norma.

El valor de referencia según la OMS es de 250 mg/L, sin embargo no está basado en algún posible daño a la salud humana, si no más bien a que sobre esos valores, la presencia de este ión confiere un sabor perceptible en el agua.

El cloruro es un micronutriente esencial y todos los cultivos requieren cloruro en pequeñas cantidades. Sin embargo, a menudo es asociado con daño de salinidad y toxicidad, altos niveles de cloruro en la solución de suelo, pueden generar toxicidad por cloruro en los cultivos (Libro Azul, 2002). Los niveles elevados de cloruro, pueden dar lugar directamente a toxicidad de la planta, o reducción de la calidad de la parte cosechada de la planta. Además, algunas plantas pueden tolerar bien el cloruro, pero no el aumento asociado en la salinidad del suelo. (Libro azul, 2002). Entre los síntomas más comunes de la toxicidad de cloruro en las plantas, se incluye la necrosis de los márgenes de las hojas, la que normalmente aparece primero en las hojas más viejas. Un exceso de estas quemaduras puede resultar en pérdida de las hojas. Sin embargo, podría ser difícil de diagnosticar la toxicidad de cloruro. A menudo es difícil distinguir si el síntoma de toxicidad se relaciona directamente con el cloruro o con otros elementos que se absorben, como el sodio u otras sales como el boro (web 5).

Las concentraciones de cloruro excesivas aumentan la velocidad de corrosión de los metales en contacto con el agua según su alcanidad, incrementando la concentración de metales en el agua (OMS 2006)

Las concentraciones de Boro en estación seca presentaron un promedio de 4,8 mg/l detectándose problemas para su uso como agua para riego, en todas estaciones debido a que la Norma Chilena

acepta como límite máximo 0,75 mg/l misma situación en temporada húmeda del presente año donde las concentraciones de boro presentaron un promedio de 7.13 mg/l detectándose problemas para su uso como agua para riego, en todas estaciones. Estos valores, en comparación con muestreos anteriores, continúan superando la Norma Chilena (informe anual de monitoreo Humedal rio Copiapó 2015 y 2016. El Boro es un elemento ampliamente distribuido en minerales de la corteza terrestre, por lo que puede ser liberado al aire, al agua o al suelo como consecuencia de la erosión natural de suelos y rocas. Las contribuciones antropológicas de este elemento se deben principalmente a plantas que manufacturan vidrio, plantas de energía que queman carbón, fundiciones de Cobre, uso de plaguicidas y de abonos agrícolas (web 6). El Boro puede entrar al cuerpo al consumir alimentos y tomar agua que lo contiene, al respirar polvo de boro en el aire o incluso cuando un área dañada de la piel entra en contacto con esta sustancia. La OMS establece un valor de referencia provicional de 0,05 mg/L de Boro presente en los cuerpos de aguas superficiales. El valor es provisional debido a la dificultad y costo económico que resulta una remoción efectiva de este metaloide en aguas que presentan altas concentracones de forma natural, es decir, condiciones semiáridas como el área donde se encuetra ubicado el humedal de Copiapó (OMS 2006)

En el caso del Litio es el elemento metálico más abundante y constituye alrededor del 8% de la corteza terrestre. Es frecuente la utilización de sales de Aluminio en el tratamiento del agua como coagulantes para reducir el color, la turbidez, y el contenido de materia orgánica y de microorganismos.

El sulfato contribuye a la salinidad de las aguas de regadío, en la cual la presencia de determinados iones puede inducir en la vegetación a desbalances nutricionales o deficiencias, causando una disminución en los rendimientos o daños a la planta. A modo de ejemplo, altos niveles de sulfato en el agua de riego, pueden inducir a deficiencias de Mg en la uva (Ehling, 1960), mientras que el corazón negro del apio en suelos salinos se debe a deficiencia de Ca causada por altos niveles de Sulfatos y bajo contenido de Ca (Geraldson, 1954).

En relación a los elementos químicos encontrados en los sedimentos, estos presentan valores heterogéneos en las tres estaciones de muestreo durante todo el año. Si bien en épocas de menor

caudal, las concentraciones de metales fueron mayores en los sedimentos, similar a lo sucedido en otros cuerpos de aguas, como el río Aconcagua (Cenma 2008). En el análisis de sedimentos arrojo que el Hierro, Aluminio, Cloruro y Nitrógeno total se encontraron con mayor concentración superando los 2000 mg/kg.

La consideración de número de especies, número de individuos y diversidad señala que la dotación de aves es variable, dependiendo de una serie de factores, tales como perturbaciones, condiciones climáticas, presencia humana, entre otros (Sielfeld et al. 2012). En consecuencia, al intensivo uso del agua del río Copiapó y la baja recuperación del caudal natural afectando el número de especies observadas. Caso especial es el de este año, donde el número de aves registrada en ambas temporadas se elevó respecto a años anteriores.

El análisis de similitud (dendrograma) entrega información que indica una diferencia entre los ensambles de aves de las tres estaciones muestreadas durante ambas temporadas, observando que el valor de similitud en la temporada seca otorga un valor de 10% para E3 (Desembocadura) en relación a las otras dos estaciones muestreadas. En el caso de similitud de la temporada húmeda de las tres estaciones muestreadas, se observa que el valor entre las Estaciones 2 (Chacra) y 3 (Desembocadura) es apenas de un 9%, mientras que la Estación 1 (Puente) con respecto a las otras dos es de un 0,5%. Las diferencias presentes pueden ser ocasionadas por conductas o necesidades propias de aves que dependen más que otras de masas de agua de mayor superficie, por lo que las similitudes disminuyen ya que en las zonas con más agua predominaban las aves acuáticas, mientras que en la E1 (Puente) predominan especies más terrestres, por lo que se marca una diferencia notoria entre las tres zonas con respecto a la avifauna presente (Brandolin, Martori & Ávalos, 2007). Por otra parte, también los resultados se pueden asociar a variables climáticas, las cuales pueden influir en la abundancia y riqueza de avifauna en una misma área. Por ejemplo, el muestreo realizado para el 2015, se ha visto influenciado por el fenómeno climático “El Niño”, provocando que la isoterma suba generando precipitaciones altas ocasionando el aluvión, fenómeno natural producto de las intensas lluvias. Este acontecimiento permitió que el curso del río Copiapó pudiera llegar hasta el mar, situación vista por última vez en el año 1997. (Godoy, *op*. Cit.), además de ser un factor que ha

influenciado el aumento de las especies de aves observadas en esta estación, ya que en épocas más lluviosas se relaciona con un aumento en la disponibilidad de alimento (Canevari et al. 1991).

En comparación con los estudios realizados en temporadas pasadas, existe diferencia en cuanto al porcentaje de la cobertura vegetal (Tabla 14). La coloración en verde muestra los valores estimados en el presente informe, siendo la capa vegetal pequeña la que presenta cambios, sobre todo para el sitio 3 (desembocadura) el cual no presentaba valores de cobertura, esto se debe a que la especie *D. spicata* la cual es dominante en esta capa, se comporta como una especie invasiva creciendo en sitios salinos, también se vería favorecida por la introducción de ganado, ya que se le considera una especie forrajera y junto a esto es una especie que tolera de buena forma la radiación solar (Pelliza *et al*. 2005).

En cuanto a la capa vegetal mediana en el sitio 3 existe una baja en cuanto a cobertura, esto se podría deber a que *T. angustifolia* especie dominante para esta capa, termino su ciclo de vida o que fue simplemente fue cortada para otros usos.

La especie *T. angustifolia* según Urrutia *et al*. 2017 es una especie cosmopolita invasora, esto se debe a que genera compuestos alelopáticos lo cual inhibe el crecimiento en otras plantas, disminuyendo la diversidad de especies de una determinada zona.

Las diferencias en cuanto a valores de cobertura se podrían deber al término del ciclo de vida de especies dominantes *T. absinthioides* o por factores externos, como es el caso de introducción de ganado.

Tabla 25. Valores en porcentajes % de los sitios muestreados en temporadas anteriores y la actual.

Capa Vegetal	S1 (2016)	S1 (2017)	S1 (2017)	S2 (2016)	S2 (2017)	S2 (2017)	S3 (2016)	S3 (2017)	S3 (2017)
Flotante	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pequeña	-	-	5-25	-	-	5-25	-	-	75-100
Mediana	50-75	50-75	75-100	0-25	0-25	5-25	75-100	75-100	25-50
Alta	0-25	0-25	25-50	-	-	-	-	-	5-25
Muy Alta	0-25	0-25	5-25	-	-	-	-	-	-

La variación de la superficie de las unidades del humedal entre las dos temporadas de análisis es significativa. Se registra un menor porcentaje en las superficies de la unidad Humedal y Espejo de agua para la temporada seca, mientras que en la temporada húmeda las mismas unidades reflejan un aumento, a diferencia de la unidad Suelo la cual disminuye su porcentaje de superficie durante la última temporada. De acuerdo al análisis de la imagen satelital correspondiente a la temporada húmeda del año 2017 y en comparación a los datos observados para el año 2016, se evidencia un incremento en las superficies correspondientes a las unidades de Suelo y Espejos de agua; de la primera unidad se asocia que producto de los procesos relacionados a agentes externos modeladores del relieve, en este caso las precipitaciones intensas y la baja densidad vegetacional, el suelo se erosiona y pierde calidad respecto a la capacidad de infiltración de agua, ocasionando el aumento de áreas sin cubierta vegetal. Así mismo, el aumento de dichas precipitaciones anuales durante el transcurso de los últimos tres años, sumado a las características ribereñas y marinas del humedal, incrementa el nivel superior de la capa freática, traduciéndose en la suma de un 11,71% a la superficie de los espejos de agua al año 2017.

7. CONCLUSIONES

En el monitoreo de variables hidrológicas en las tres estaciones muestreadas presentan ausencia de caudal a pesar del volumen de agua observada en el área de estudio en ambas campañas realizadas en el año 2017 correspondiente a campaña seca y campaña húmeda

De los valores comparados con la NCh1333, se observan valores superiores a lo establecido en la normativa vigentes en las tres estaciones, dentro de estos parámetros se encuentran: Sulfato, Manganeso, Cloruros, Boro, Litio cítrico y Sodio porcentual en ambas campañas

Según la revisión de los censos de avifauna realizados desde el año 2009, en el área de estudio se han identificado 57 especies de aves pertenecientes a 28 familias distintas; de estas 6 nuevas especies fueron registradas en la temporada seca y 22 especies fueron registradas en la temporada húmeda en el área de estudio del presente año, para las especies en categoría de conservación en la temporada seca no se registraron especies en alguna categoría, sin embargo en la temporada húmeda dos especies fueron registradas, destacando para esta temporada la presencia de *Larus modestus,* especie catalogada como Vulnerable según La Ley de Caza y su Reglamento.

Los resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener, indican que, según los datos recogidos en las tres estaciones en ambas temporadas, el índice calculado para el sector de la desembocadura se obtuvo un valor de H´= 1,77 y H´= 2,35 siendo este ambiente con mayor riqueza en diversidad de especies.

En cuanto a la composición florística, no se registran presencia de plantas acuáticas, solo se registraron monocotiledóneas y dicotiledóneas.

El tipo biológico dominante es el herbáceo perenne y anual, esto se debe a que la condición del humedal le favorece para el desarrollo, además mucha de estas especies se verían beneficiadas por la presencia de ganado y por la salinidad de los suelos, como es el caso de *T. absinthioides* y *D. spicata.*

En cuanto al origen fitogeográfico un 47,37% corresponde a especies introducidas, esto se podría deber a la introducción de ganado en el área de estudio, se observan en terreno caballos y burros lo cual propagarían distintas especies como especies de la familia Poaceae (*D. spicata).*

Para la similitud de Jaccard, la diferencia en cuanto al sitio 3 (desembocadura) en comparación con los otros 2 sitios, se debe a la cercanía del mar, lo cual se manifiesta con una cantidad de especies menor pero más tolerantes a la salinidad.

La cobertura y dominancia de las distintas capas por parte de las especies responden al comportamiento colonizador que tienen estas, como es el caso *T. angustifolia*, *D. spicata* y *T. absinthioides* la cual dominan en las capas baja, media y alta.

De acuerdo al análisis espacio temporal de las imágenes correspondientes al satélite LANDSAT 8 OLI, se logra asociar que las variaciones porcentuales de las unidades Humedal, Espejos de agua y Suelo entre los años 2016 y 2017, se deben a diversos procesos de carácter hidrometeorológico propiciados por el fenómeno climático de carácter cálido denominado El Niño Oscilación Sur. De acuerdo a los análisis realizados para el año 2017, se observa que la unidad de Humedal predomina paisajísticamente por sobre las demás. Pero en comparación a su superficie del año anterior, esta unidad representa un -0,09 % en su porcentaje de variación, lo cual se explica por las precipitaciones intensas en cortos período de tiempo durante el primer semestre, dando origen a procesos de erosión en la cubierta vegetal presente en el área de estudio. Respecto a las unidades de Espejo de agua y Suelo, la primera representa la mayor variación con un 1,29 % producto de la saturación del suelo por agua, y la segunda con un 0,04 %, por pérdida de cobertura vegetal a raíz de los procesos de erosión, ocasionando mayor superficie de suelo desnudo.

Respecto al análisis entre las temporadas seca y húmeda del humedal para el año 2017, se establece que durante la temporada seca es donde más se resiente la superficie de las unidades Humedal y Espejo de agua, ya que registran sólo un 33% y 1% respectivamente de superficie del total del humedal. Pero ya en la temporada húmeda se registran un aumento para las mismas unidades; la unidad Humedal alcanza un 48% y Espejo de agua un 4,5%. Lo contrario sucede con la unidad Suelo,

la cual registra en temporada seca un 66% de superficie, para disminuir a un 47% durante la temporada húmeda.

Se debe tener en cuenta que este humedal se encuentra inserto dentro de una zona árida como es el Desierto de Atacama, por lo que sus atributos de concentración, alimentación y nidificación de aves, sumado a una alta diversidad, deben ser sobrevalorados y tomados en cuenta para su conservación como un ecosistema relevante para el país y la región de Atacama.

En base a los resultados obtenidos y de acuerdo a las condiciones señaladas en el documento "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" (CONAMA-CEA, 2006), donde menciona que la estructura física de estos ecosistemas estuarinos, ya sea la barrera terminal del humedal, la vegetación y el caudal son elementos determinantes dentro de estos sistemas, los cuales en orden de importancia deben ser comparados con los parámetros químicos y los biológicos particularmente la diversidad biológica, cabe señalar que en este monitoreo la ausencia de caudal es determinada mediante la velocidad del agua lo que no significa que existe una cantidad de agua insuficiente para el desarrollo de variables biológicas, principalmente para la vegetación evidenciando con los resultados que no presenta un deterioro físico con respecto a temporadas anteriores.

En base a los resultados del actual monitoreo se puede concluir que si bien la recuperación a la fecha ha sido bastante satisfactoria comparada desde el 2014 con la metodología utilizada por fundación Chile, se ha evidenciado caulitativamente una evolución favorable en materia física y biológica, si consideramos que a la fecha el humedal ha estado expuesto a eventos hidrometereologicos, los cuales han modificado la estructura morfológica la que conllevan cambios en la diversidad biológica del sector estudiado

Estas perturbaciones han generado considerables impactos ecológicos y biológicos, tales como pérdida de hábitat para algunas especies y ganancia de hábitat para otras, lo que hace al humedal un sistema estable

Se observan aumentos de capas vegetaciones y pocas especies co-dominantes, junto a la colonización de especies que requieren menor humedad sobre los diferentes biotopos acuáticos

El estado de salud del humedal el año 2014, en general poseía una condición Regular (B) situación que se mantiene hasta la fecha.



Imagen 35: Distribución de los parámetros evaluados

8. BIBLIOGRAFIAS Y FUENTES

Arochas Alejandra Fundación Chile. 2009. El agua del futuro herramientas para el manejo de Recursos Hídricos, introducción Método EMA Zonas estuarinas

Brandolin, P., Martori, R., & Ávalos, M. (2007). Variaciones temporales de los ensambles de aves de la Reserva Natural de Fauna Laguna La Felipa (Córdoba, Argentina). *El hornero*, *22*(1), 1-8.

Canevari M, Canevari P, Carrizo GR, Harris G, Rodríguez Mata J y Straneck RJ (1991). Nueva guía de las aves argentinas. Fundación Acindar, Buenos Aires.

CONAMA. 2005. Estrategia Nacional para la conservación y uso racional de los humedales. Chile. 30 pp.

CONAF. 2010. Convenio de eficiencia institucional 2010. "Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Gerencia de áreas silvestres protegidas. Departamento de conservación de la diversidad biológica. 52 pp

CONAMA-CEA, 2006. Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Santiago. 114 pp.

CONAF. 2010. Convenio de eficiencia institucional 2010. "Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Gerencia de áreas silvestres protegidas. Departamento de conservación de la diversidad biológica. 52 pp

Demangel D. 2011. Clasificación de humedales en la cuenca del rio Copiapó para la conservación de la fauna vertebrada, según su valor ambiental y la presión antropica.. Memoria de Título Universidad de Chile, Santiago, Chile

Figueroa R, M. L Suarez, A. Andreu, V. H. Ruiz & M. R. Vidal. 2009. Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile central. Gayana 73(1)

Gaymer, C., U. Rojas, F. Squeo, G. Luna-Jorquera, A. Cortés, G. Arancio, C. Dumont, M.Cortéz, D. Hiriart y D. López. 2008. AMCP-MU Isla Grande de Atacama: Flora y Fauna Marina y Terrestre, 12: 223 – 249, *In*: Squeo F., G. Arancio y J. Gutiérrez (Eds), Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 456 pp.

Hurtado Carrasco, C. (2012-06).Desarrollo de una tecnología para disminuir la concentración de sulfato en drenajes ácidos de minas y aguas contaminadas usando un consorcio microbiano reductor de sulfato. Disponible en http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/113424

Innis, S.A., R.J. Naiman, y S.R. Elliott, 2000. Indicators and assessment methods for measuring the ecological integrity of semi-aquatic terrestrial environments. Hydrobiologia 422/423: 111-131

Kusler, J.A, W.J Mitsch y J.S. Larson 1994. Humedales. Investigación y Ciencia 210:6-1

Lefeuvre JC, Laffaaille P, Feunteun E, Bouchard V, Radureau A. 2003. Bioliversity in salt marshes: from patrimonial value to ecosystem functioning. The case study of the Mont- Saint-Michel bay. C.R.Biol.326 (Suppl 1: S125-S131)

Millas, I. G. LA INDUSTRIA DEL LITIO EN CHILE.

MMA - Centro de Ecología Aplicada. 2011. Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago. Chile.164 pp.

Myers, N. 1990. Global biodiversity II: losess. pp.: 110-142; en: Meffe, G.K. y C.R. Carroll, eds. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.

Morzaria H.N.,& G.D. Danemann. 2008. Bahía de los Ángeles: Recursos naturales y comunidad. *Línea base 2007*. Capítulo 9; Humedales**.** Pronatura Noreste AC. México

Orians, G**.** 1994. Global biodiversity I: patterns and proceses. pp.: 78-109; En: Meffe, G.K. y C.R. Carroll, eds. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.

Pelliza A, L Borrelli & G Bonvissuto (2005). El pasto salado (Distichlis spp.) en la Patagonia: una forrajera adaptada a la aridez y a la salinidad. Revista científica agropecuaria 9(2): 119-131.

RAMSAR. 2006. Manual de la Convención de RAMSAR: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. 124 pp

Torres-Mura, J.C. 2002. Humedales, una oportunidad para Chile. Comité Nacional de Humedales, Santiago, 42pp (+CD ROM).

Urrutia J, P Sánchez, A Pauchard & E Hauenstein (2017). Flora acuática y palustre introducida en Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 92 pp.

World Conservation and Monitoring Centre**.** 1992. Global Biodiversity: State of the Earth's Living Resources. Chapman y Hall, London

Web 1: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts151.html [2]

Web 2: http://www.lenntech.es/periodica/elementos/mn.htm

Web 3: http://www.lenntech.es/sodio-y-agua.htm

Web4: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 5: http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride [5]

Web 6: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs26.html

Web 7: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 8: http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/uno.pdf

Web 9: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 10: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 11: Consultora on line estrucplan (Argentina): http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1800

web 12 http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride [5]

Web 13 http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

AUTORIZA COMO ENTIDAD TÉCNICA DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL A S.G.S. CHILE LIMITADA SOCIEDAD DE CONTROL, SUCURSAL SGS ANTOFAGASTA Y SUCURSAL SANTIAGO, EN LOS ALCANCES QUE INDICA.

RESOLUCIÓN EXENTA N° 303

Santiago, 08 ABR 2016

VISTOS:

Lo dispuesto en el Decreto con Fuerza de Ley N° 1/19.653, de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N° 18.575, Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado; en la Ley N° 19.880, que establece las Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado; en la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, fijada en el artículo segundo de la Ley N° 20.417, de 2010, que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente; en el Decreto Supremo N° 76, del 10 de octubre 2014, del Ministerio del Medio Ambiente, que nombra a don Cristian Franz Thorud en el cargo de Superintendente de Medio Ambiente; en el Decreto Supremo N° 38, de 15 de mayo de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental de la Superintendencia del Medio Ambiente"; en la Resolución Exenta N° 332, de 20 de abril de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que fija la Organización Interna de la Superintendencia del Medio Ambiente; en la Resolución Exenta N° 906, de 29 de septiembre de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que modifica la Resolución Exenta N°332, de 2015; en la Resolución exenta N°411, de 20 de mayo de 2015, que establece la organización interna funcional de la División de Fiscalización; en la Resolución N° 37, de 15 de enero de 2013, de la Superintendencia de Medio Ambiente que "Dicta e instruye normas de carácter general sobre entidades de inspección ambiental y validez de reportes; en la Resolución Exenta N°1194, de 18 de diciembre de 2015, que "Dicta instrucción de carácter general para la operatividad de las entidades técnicas de fiscalización ambiental"; y en la Resolución Nº 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República.

CONSIDERANDO:

1º. La letra c) del artículo 3° de la Ley Orgánica de la Superintendencia de Medio Ambiente que, faculta a la Superintendencia para contratar labores de inspección, verificación, mediciones y análisis del cumplimiento de las normas,

condiciones y medidas de las Resoluciones de Calificación Ambiental, Planes de Prevención y, o de Descontaminación Ambiental, de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de Emisión y de los Planes de Manejo, a terceros idóneos debidamente certificados.

2º. La citada letra c) del artículo 3° de la Ley Orgánica de la Superintendencia de Medio Ambiente, además, prescribió que los requisitos y procedimientos para la certificación, autorización y control de las entidades técnicas de fiscalización ambiental serán establecidos en el reglamento, el que se encuentra contenido en el Decreto Supremo N°38, de 15 de octubre de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que "Aprueba reglamento de entidades técnicas de fiscalización ambiental de la Superintendencia del Medio Ambiente".

3º. El artículo 1° transitorio del reglamento de entidades técnicas de fiscalización ambiental de la Superintendencia del Medio Ambiente, que establece un régimen de autorización provisorio para las entidades acreditadas o autorizadas por un organismo de la administración del Estado que lleven a cabo actividades de muestreo, medición y análisis y para aquellas que cuenten con una acreditación vigente en el Sistema Nacional de Acreditación administrado por el Instituto Nacional de Normalización.

4º. Que, la empresa **S.G.S. CHILE LIMITADA SOCIEDAD DE CONTROL** solicitó a la Superintendencia del Medio Ambiente ser autorizada como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental, respecto de la sucursal SGS Antofagasta, ubicada en Avenida Pedro Aguirre Cerda N°7367, comuna y región de Antofagasta y respecto de la sucursal SGS Santiago, ubicada en calle Puerto Madero N°130, comuna de Pudahuel, Región Metropolitana de Santiago.

5º. Que, mediante resolución exenta N°1086, de 2015, se requirió información a S.G.S. Chile Limitada Sociedad de Control, por las razones expuestas en el mismo acto administrativo.

6º. Que, ante el requerimiento arriba indicado, la empresa dio respuesta mediante carta de 30 de noviembre de 2015, informando que con fecha 28 de septiembre de 2015, había adquirido el 100% de las acciones de SIGA SpA., quien a su vez es dueña del 70% de las acciones de SIGA Ingeniería y Consultoría S.A., adjuntando información de respaldo.

7º. Que, mediante carta de fecha 19 de enero de 2016, S.G.S. Chile Limitada Sociedad de Control se dirigió a esta Superintendencia indicando la inexistencia de la incompatibilidad del artículo 16 letra a) del Decreto Supremo N°38, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, entre otras materias.

8º. Que por resolución exenta N°53, de 22 de enero de 2016, se requirió nuevamente información a S.G.S. Chile Limitada Sociedad de Control, el que fue contestado mediante carta, recibida en esta Superintendencia, con fecha 5 de febrero de 2016.

Junto con la documentación remitida en la carta, recepcionada el 5 de febrero de este año, se acompañó copia simple de un pacto de accionistas, de 22 de enero de 2016, suscrito entre Inversiones Siga SpA, Inversiones New Siga SpA y Siga Ingeniería y Consultoría S.A., en el cual el accionista mayoritario, el minoritario y la propia sociedad, respectivamente, acordaron establecer la prohibición de que éstas puedan realizar actividades de consultoría para la elaboración de declaraciones de impacto ambiental (DIA) y de estudios de impacto ambiental (EIA).

9º. Sin perjuicio de lo anterior, de lo expresado en el punto 1.6 del aludido pacto de accionistas se desprende que Siga Ingeniería y Consultoría S.A., sociedad controlada por S.G.S. Chile Limitada Sociedad de Control, actualmente se encuentra desarrollando consultorías para la elaboración de DIA y EIA.

10º. Que, por carta de fecha 29 de marzo de 2016, S.G.S. Chile Limitada Sociedad de Control acompañó copia simple de "Sesión extraordinaria de directorio de Siga Ingeniería y Consultoría S.A.", de fecha 9 de marzo del corriente, en cuya cláusula segunda se señala que, a esa fecha, existen siete contratos de consultoría para la elaboración de declaraciones o estudios de impacto ambiental, de acuerdo al siguiente desglose: uno con la Municipalidad de Cerrillos; dos con CODELCO División Chuquicamata; y cuatro con el Ministerio de Obras Públicas.

En la misma cláusula segunda, se da cuenta del acuerdo del directorio de Siga Ingeniería y Consultoría S.A. en orden a poner término, liquidar o ceder los derechos y obligaciones derivados de esos contratos.

11º. Que, mediante los informes finales de evaluación de los antecedentes presentados por S.G.S. CHILE LIMITADA SOCIEDAD DE CONTROL, para las sucursales SGS Antofagasta y SGS Santiago, de fecha 5 de abril 2016, el jefe de la División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente recomendó su autorización como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental, en los alcances aprobados. Tales informes fueron remitidos a la Fiscalía por memorando electrónico N°5.995, de 6 de abril de 2016.

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE FISCALIA

RESUELVO:

1. AUTORÍZASE, de manera provisoria, por un período de dos años, contados desde la notificación de esta resolución, a **S.G.S. CHILE LIMITADA SOCIEDAD DE CONTROL** como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental, respecto de las siguientes sucursales:

N° DE SOLICITUD	20032	**RUT**	80.914.400-3
NOMBRE SUCURSAL	SGS Antofagasta		
DIRECCIÓN SUCURSAL	Avenida Pedro Aguirre Cerda N°7367, comuna y región de Antofagasta		

N° DE SOLICITUD	20035	RUT	80.914.400-3
NOMBRE SUCURSAL	SGS Santiago		
DIRECCIÓN SUCURSAL	Puerto Madero N°130, comuna de Pudahuel, Región Metropolitana de Santiago		

2. PREVIÉNESE que la presente autorización se otorga solo para cada alcance aprobado e identificado en los informes finales de evaluación de las sucursales indicadas en el punto primero resolutivo de este acto.

3. CONDICIÓNASE la presente autorización a que, a más tardar, el 26 de abril de 2016, **S.G.S. CHILE LIMITADA SOCIEDAD DE CONTROL** acredite que ni por sí, ni a través de Siga Ingeniería y Consultoría S.A., ni de ninguna otra persona jurídica relacionada mantiene contratos de consultoría para la elaboración de declaraciones o estudios de impacto ambiental. En específico, la solicitante deberá acreditar que ninguno de los siete contratos indicados en el punto décimo considerativo están siendo ejecutados, a esa fecha, por Siga Ingeniería y Consultoría S.A.

En caso que ello no se acredite, dentro del plazo establecido precedentemente, esta resolución será revocada, de conformidad a lo previsto en el artículo 61 de la Ley N°19.880.

4. ADVIÉRTESE que el artículo 3 letra c) de la ley orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente establece una incompatibilidad absoluta entre el ejercicio de labores de fiscalización y las de consultoría para la elaboración de declaraciones o estudios de impacto ambiental.

5. DENIÉGASE la autorización para actuar como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental a **S.G.S. CHILE LIMITADA SOCIEDAD DE CONTROL**, respecto de todos los alcances rechazados en los informes finales de evaluación de los antecedentes de las sucursales indicadas anteriormente, contenidos en el memorando electrónico N°5.995de 2016, del jefe de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente.

6. INDÍCASE que la interesada tendrá un plazo de cinco días hábiles para interponer recurso de reposición, ante la autoridad que suscribe, conforme lo previsto en el artículo 59 de la Ley N° 19.880, en relación a la decisión de denegar la autorización señalada en el punto tercero resolutivo.

7. PUBLÍQUENSE en el Registro Nacional de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, en la página web http://entidadestecnicas.sma.gob.cl/, la presente resolución, los alcances específicos autorizados, el estado y vigencia de la autorización de la Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental y los demás antecedentes que correspondan, conforme lo dispuesto en el artículo 14 del Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental de la Superintendencia del Medio Ambiente.

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE FISCALIA

8. NOTIFÍQUESE a la interesada esta resolución junto con los respectivos informes finales de evaluación, que forman parte integrante de la misma, conforme dispone el artículo 46 de la Ley N° 19.880.

ANÓTESE, COMUNÍQUESE, CÚMPLASE Y ARCHÍVESE.

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE
SUPERINTENDENTE
GOBIERNO DE CHILE

CRISTIAN FRANZ THORUD
SUPERINTENDENTE DEL MEDIO AMBIENTE

ADJ.: 2 CD que contienen Informes Finales de Evaluación para la sucursal SGS Antofagasta y de SGS Santiago, respectivamente.

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE
FISCALIA

DHE/RVC/MVG/MVS/DIS

Notifíquese a:
S.G.S. Chile Limitada Sociedad de Control. Puerto Madero N°130, comuna de Pudahuel, Región Metropolitana de Santiago.

Distribución:
- Fiscalía
- División de Fiscalización
- División de Sanción y Cumplimiento
- Sección Autorización y Seguimiento a Terceros
- Oficina de Partes y Archivos

Informe de Análisis: ES17-71124

SISTEMA NACIONAL DE ACREDITACION INN - CHILE

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

"Acreditación LE 117, LE 118, LE 119 y LE 057 de Santiago " / "LE 631 y LE 632 de Antofagasta / LE 717 y LE 718 de Puerto Varas

Análisis solicitado por: FLAVIO OLIVARES INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO E.I.R.L.
PROY AGUAS SEDIM
Añañuca N° 799. Vallenar

Atención a:	Daniella Risi	**Fecha Muestreo:**	28-12-2017 11:12
Nro de Muestras:	1	**Fecha Ingreso:**	29-12-2017 09:53
Material / Producto:	AGUA SUPERFICIAL	**Fecha Inicio:**	29-12-2017 10:06
		Fecha termino	10-01-2018 16:27

Preservante: Tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.

Muestreado por: Muestras proporcionadas por el Cliente, quien se responsabiliza de la identificación, preservación, procedencia, tipo y tiempo de envase.

Notas: "Manganeso." corresponde a metodología SM 3111 B Ed.22,2012

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
Litio Citrico	SM 3111B Ed.22, 2012
Cálculos	SM 2340B, 3111B, 3111D Ed.22, 2012
Cálculos	SM 3111B, 3111D Ed.22, 2012
Conductividad	SM 2510 B Ed.22, 2012
Sólidos Totales Disueltos	SM 2540 C Ed.22, 2012
Metales A-Ac	SM 3111 B Ed.22, 2012
Metales N-Ac	SM 3111 D Ed.22, 2012
Mercurio	SM 3112 B Ed.22, 2012
Arsénico/Selenio	SM 3114 B Ed.22, 2012
Boro	SM 4500-B C Ed.22, 2012
Cloruro	SM 4500-Cl B Ed.22, 2012
Nitrógeno Orgánico	SM 4500-Norg B, 4500-NH3 BD Ed.22, 2012
pH	SM 4500-H B Ed.22, 2012
Fósforo	SM 4500-P C Ed.22, 2012
Fosfato (como P)	SM 4500-P C Ed.22, 2012
Sulfato	SM 4500-SO4 C Ed.22, 2012
Amoniaco	SM 4500-NH3 BD Ed.22, 2012
Fluoruro	SM 4500-F BC Ed.22, 2012
Cloro (Laboratorio) Equipo Pocket	SM 4500-Cl G Ed.22, 2012
DBO5 a 20°C	SM 5210 B Ed.22, 2012
DQO	SM 5220 D Ed.22, 2012
Aceite y Grasa	SM 5520 B Ed.22, 2012
Hidrocarburos Totales	SM 5520 F Ed.22, 2012, NCh 2313-7
Detergente (SAAM)	SM 5540 BC Ed.22, 2012
Cianuro	SM 4500-CN CF Ed.22, 2012
Nitrato	ME-16-2007 Manual SISS 2007
Nitrito	ME-17-2007 Manual SISS 2007
Lindano, Metoxicloro, DDT-DDD-DDE	ME-20-2007 Manual SISS 2007
2,4 D y Pentaclorofenol	ME-21-2007 Manual SISS 2007
Trihalometanos (***)	ME-22-2007 Manual SISS 2007

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

Informe de Análisis: ES17-71124

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
Monocloramina	ME-23-2007 Manual SISS 2007
Metales	Cu ME-04-2007, Cr ME-05-2007, Fe ME-07-2007, Mn ME-08-2007, Mg ME-09-2007, Zn ME- 11-2007, Cd ME-13-2007, Pb ME-18-2007 Manual SISS 2007
Coliformes Totales	NCh 1620/1.Of84. NMP
Coliformes Fecales	SM 9221 E Ed.22, 2012

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. **Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.**

t (56-2) 289 89561 **f** (56-2) 89 89587 **t** (56-55) 23 4098 **f** (56-55) 23 4596 **t** (65) 32 1800 **f** (65) 32 1801 www.sgs.com

E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Informe de Análisis: ES17-71124

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA E2
2,4 D	ug/l	7	<7
Aceites y Grasas	mg/l	10	<10
Aluminio	mg/l	0.5	<0.5
Amonio	mg/l	0.03	<0.03
Arsénico	mg/l	0.001	0.012
Bario	mg/l	0.1	0.3
Berilio	mg/l	0.01	<0.01
Boro	mg/l	0.5	8.0
Bromodiclorometano	mg/l	0.005	<0.005
Cadmio	mg/l	0.01	<0.01
Cianuro	mg/l	0.02	<0.02
Cinc	mg/l	0.01	<0.01
Cloro Libre Residual (Equipo)	mg/l	0.1	0.2
Cloruro	mg/l	5	1954
Cobalto	mg/l	0.05	<0.05
Cobre	mg/l	0.01	0.02
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	>1600
Coliformes Totales	NMP/100 mL	1.8	>1600
Conductividad a 25 °C	uS/cm	1	9640
Cromo	mg/l	0.05	<0.05
DBO5 a 20°C	mg/l	2	10
DDT-DDD-DDE	ug/l	0.1	<0.1
Detergente (SAAM)	mg/l	0.1	<0.1
Dibromoclorometano	mg/l	0.005	<0.005
DQO	mg/l	2	30
Fluoruro	mg/l	0.5	<0.5
Fosfato (como P)	mg/l	0.6	<0.6
Fósforo	mg/l	0.2	<0.2
Hidrocarburos Totales	mg/l	5	<5
Hierro	mg/l	0.01	0.41
Lindano	ug/l	0.1	<0.1
Litio	mg/l	0.01	0.24
Litio Cítrico	mg/l	0.01	0.24
Manganeso	mg/l	0.01	5.30
Manganeso.	mg/l	0.01	5.09
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005
Metoxicloro	ug/l	0.2	<0.2
Molibdeno	mg/l	0.1	<0.1
Monocloramina	mg/l	0.1	<0.1
Niquel	mg/l	0.05	<0.05
Nitrato	mg/l	0.5	3.1
Nitrito	mg/l	0.02	<0.02
Nitrógeno Organico	mg/l	0.1	<0.1
Pentaclorofenol	ug/l	1	<1
pH 25°C Laboratorio	UpH	0.1	7.5
Plata	mg/l	0.01	0.04
Plomo	mg/l	0.05	<0.05

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 289 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com

E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Informe de Análisis: ES17-71124

			E2
Potasio	**mg/l**	**0.01**	4.83
Razón Adsorción Sodio			13.6
Selenio	**mg/l**	**0.001**	<0.001
Sodio Porcentual	**%**		55.7
Sólidos Totales Disueltos	**mg/l**	**5**	8196
Sulfato	**mg/l**	**10**	2770
Tetracloroeteno	**mg/l**	**0.005**	<0.005
Tribromometano	**mg/l**	**0.005**	<0.005
Triclorometano	**mg/l**	**0.005**	<0.005
Trihalometanos		**0.2**	<0.2
Vanadio	**mg/l**	**0.1**	<0.1

FECHAS EJECUCION ANALISIS CRITICOS

Analisis	Fecha Inicio	Fecha Termino
2,4 D	29-12-2017 11:10	04-01-2018 13:11
Amonio	01-01-2018 14:57	04-01-2018 15:56
Bromodiclorometano	29-12-2017 10:56	05-01-2018 17:14
Cloro Libre Residual (Equipo)	31-12-2017 18:47	05-01-2018 10:37
Coliformes Fecales	29-12-2017 10:06	04-01-2018 18:11
Coliformes Totales	29-12-2017 10:06	04-01-2018 18:11
DBO5 a 20°C	29-12-2017 10:06	03-01-2018 10:07
DDT-DDD-DDE	29-12-2017 11:01	03-01-2018 16:23
Detergente (SAAM)	29-12-2017 11:06	04-01-2018 14:58
Dibromoclorometano	29-12-2017 10:56	05-01-2018 17:14
Fosfato (como P)	29-12-2017 10:21	04-01-2018 15:59
Lindano	29-12-2017 11:01	03-01-2018 16:23
Metoxicloro	29-12-2017 11:01	03-01-2018 16:23
Monocloramina	29-12-2017 10:06	04-01-2018 19:58
Nitrato	29-12-2017 11:10	04-01-2018 16:19
Nitrito	29-12-2017 10:31	03-01-2018 09:11
Pentaclorofenol	29-12-2017 11:10	04-01-2018 13:11
pH 25°C Laboratorio	29-12-2017 10:39	05-01-2018 12:14
Sólidos Totales Disueltos	01-01-2018 15:57	06-01-2018 13:04
Tetracloroeteno	29-12-2017 10:56	05-01-2018 17:14
Tribromometano	29-12-2017 10:56	05-01-2018 17:14
Triclorometano	29-12-2017 10:56	05-01-2018 17:14
Trihalometanos	29-12-2017 10:56	05-01-2018 17:14

LD (límite de detección) . Para parámetros cromatográficos valor informado como LD corresponde a Limite de Cuantificación

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)

(***) Suma de razones entre las concentraciones medidas de cada uno y sus respectivos limites máximos

Santiago 18 de enero de 2018

Johanna Marlene Irribarra Fuentes
Jefe Laboratorio

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 289 89561 **f** (56-2) 89 89587 **t** (56-55) 23 4098 **f** (56-55) 23 4596 **t** (65) 32 1800 **f** (65) 32 1801 www.sgs.com

E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Informe de Análisis: ES17-71125

SISTEMA NACIONAL DE ACREDITACION INN - CHILE

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

"Acreditación LE 117, LE 118, LE 119 y LE 057 de Santiago " / "LE 631 y LE 632 de Antofagasta / LE 717 y LE 718 de Puerto Varas

Análisis solicitado por: FLAVIO OLIVARES INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO E.I.R.L.
PROY AGUAS SEDIM
Añañuca N° 799. Vallenar

Atención a:	Daniella Risi	**Fecha Muestreo:**	28-12-2017 10:02
Nro de Muestras:	1	**Fecha Ingreso:**	29-12-2017 09:41
Material / Producto:	AGUA SUPERFICIAL	**Fecha Inicio:**	29-12-2017 09:49
Lugar de Muestreo:	Humedal Rio Copiapo	**Fecha termino**	07-01-2018 21:58

Preservante: Tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.

Muestreado por: Muestras proporcionadas por el Cliente, quien se responsabiliza de la identificación, preservación, procedencia, tipo y tiempo de envase.

Notas: "Manganeso." corresponde a metodología SM 3111 B Ed.22,2012

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
Litio Citrico	SM 3111B Ed.22, 2012
Cálculos	SM 2340B, 3111B, 3111D Ed.22, 2012
Cálculos	SM 3111B, 3111D Ed.22, 2012
Conductividad	SM 2510 B Ed.22, 2012
Sólidos Totales Disueltos	SM 2540 C Ed.22, 2012
Metales A-Ac	SM 3111 B Ed.22, 2012
Metales N-Ac	SM 3111 D Ed.22, 2012
Mercurio	SM 3112 B Ed.22, 2012
Arsénico/Selenio	SM 3114 B Ed.22, 2012
Boro	SM 4500-B C Ed.22, 2012
Cloruro	SM 4500-Cl B Ed.22, 2012
Nitrógeno Orgánico	SM 4500-Norg B, 4500-NH3 BD Ed.22, 2012
pH	SM 4500-H B Ed.22, 2012
Fósforo	SM 4500-P C Ed.22, 2012
Fosfato (como P)	SM 4500-P C Ed.22, 2012
Sulfato	SM 4500-SO4 C Ed.22, 2012
Amoniaco	SM 4500-NH3 BD Ed.22, 2012
Fluoruro	SM 4500-F BC Ed.22, 2012
Cloro (Laboratorio) Equipo Pocket	SM 4500-Cl G Ed.22, 2012
DBO5 a 20°C	SM 5210 B Ed.22, 2012
DQO	SM 5220 D Ed.22, 2012
Aceite y Grasa	SM 5520 B Ed.22, 2012
Hidrocarburos Totales	SM 5520 F Ed.22, 2012, NCh 2313-7
Detergente (SAAM)	SM 5540 BC Ed.22, 2012
Cianuro	SM 4500-CN CF Ed.22, 2012
Nitrato	ME-16-2007 Manual SISS 2007
Nitrito	ME-17-2007 Manual SISS 2007
Lindano, Metoxicloro, DDT-DDD-DDE	ME-20-2007 Manual SISS 2007
2,4 D y Pentaclorofenol	ME-21-2007 Manual SISS 2007
Trihalometanos (***)	ME-22-2007 Manual SISS 2007

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

Informe de Análisis: ES17-71125

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
Monocloramina	ME-23-2007 Manual SISS 2007
Metales	Cu ME-04-2007, Cr ME-05-2007, Fe ME-07-2007, Mn ME-08-2007, Mg ME-09-2007, Zn ME- 11-2007, Cd ME-13-2007, Pb ME-18-2007 Manual SISS 2007
Coliformes Totales	NCh 1620/1.Of84. NMP
Coliformes Fecales	SM 9221 E Ed.22, 2012

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. **Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.**

t (56-2) 289 89561 **f** (56-2) 89 89587 **t** (56-55) 23 4098 **f** (56-55) 23 4596 **t** (65) 32 1800 **f** (65) 32 1801 www.sgs.com

E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Informe de Análisis: ES17-71125

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA E3
2,4 D	ug/l	7	<7
Aceites y Grasas	mg/l	10	<10
Aluminio	mg/l	0.5	<0.5
Amonio	mg/l	0.03	<0.03
Arsénico	mg/l	0.001	0.006
Bario	mg/l	0.1	<0.1
Berilio	mg/l	0.01	<0.01
Boro	mg/l	0.5	6.4
Bromodiclorometano	mg/l	0.005	<0.005
Cadmio	mg/l	0.01	<0.01
Cianuro	mg/l	0.02	<0.02
Cinc	mg/l	0.01	<0.01
Cloro Libre Residual (Equipo)	mg/l	0.1	0.7
Cloruro	mg/l	5	2138
Cobalto	mg/l	0.05	<0.05
Cobre	mg/l	0.01	0.03
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	49.0
Coliformes Totales	NMP/100 mL	1.8	220.0
Conductividad a 25 °C	uS/cm	1	15310
Cromo	mg/l	0.05	<0.05
DBO5 a 20°C	mg/l	2	10
DDT-DDD-DDE	ug/l	0.1	<0.1
Detergente (SAAM)	mg/l	0.1	<0.1
Dibromoclorometano	mg/l	0.005	<0.005
DQO	mg/l	2	33
Fluoruro	mg/l	0.5	0.5
Fosfato (como P)	mg/l	0.6	<0.6
Fósforo	mg/l	0.2	<0.2
Hidrocarburos Totales	mg/l	5	<5
Hierro	mg/l	0.01	0.20
Lindano	ug/l	0.1	<0.1
Litio	mg/l	0.01	0.22
Litio Cítrico	mg/l	0.01	0.22
Manganeso	mg/l	0.01	0.90
Manganeso.	mg/l	0.01	0.93
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005
Metoxicloro	ug/l	0.2	<0.2
Molibdeno	mg/l	0.1	<0.1
Monocloramina	mg/l	0.1	<0.1
Niquel	mg/l	0.05	<0.05
Nitrato	mg/l	0.5	1.5
Nitrito	mg/l	0.02	<0.02
Nitrógeno Organico	mg/l	0.1	<0.1
Pentaclorofenol	ug/l	1	<1
pH 25°C Laboratorio	UpH	0.1	7.7
Plata	mg/l	0.01	0.04
Plomo	mg/l	0.05	<0.05

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

Informe de Análisis: ES17-71125

			E3
Potasio	**mg/l**	**0.01**	27.96
Razón Adsorción Sodio			13.1
Selenio	**mg/l**	**0.001**	<0.001
Sodio	**mg/l**	**0.01**	1571.33
Sodio Porcentual	**%**		55.1
Sólidos Totales Disueltos	**mg/l**	**5**	8940
Sulfato	**mg/l**	**10**	3663
Tetracloroeteno	**mg/l**	**0.005**	<0.005
Tribromometano	**mg/l**	**0.005**	<0.005
Triclorometano	**mg/l**	**0.005**	<0.005
Trihalometanos		**0.2**	<0.2
Vanadio	**mg/l**	**0.1**	<0.1

FECHAS EJECUCION ANALISIS CRITICOS

Analisis	Fecha Inicio	Fecha Termino
2,4 D	29-12-2017 10:02	04-01-2018 13:12
Amonio	01-01-2018 14:57	04-01-2018 15:56
Bromodiclorometano	29-12-2017 09:56	05-01-2018 17:14
Cloro Libre Residual (Equipo)	29-12-2017 09:49	05-01-2018 10:38
Coliformes Fecales	29-12-2017 09:49	04-01-2018 17:59
Coliformes Totales	29-12-2017 09:49	04-01-2018 17:57
DBO5 a 20°C	29-12-2017 09:51	03-01-2018 09:52
DDT-DDD-DDE	29-12-2017 10:00	03-01-2018 16:23
Detergente (SAAM)	29-12-2017 09:59	04-01-2018 14:58
Dibromoclorometano	29-12-2017 09:56	05-01-2018 17:14
Fosfato (como P)	29-12-2017 10:00	04-01-2018 15:59
Lindano	29-12-2017 10:00	03-01-2018 16:23
Metoxicloro	29-12-2017 10:00	03-01-2018 16:23
Monocloramina	29-12-2017 09:50	04-01-2018 19:58
Nitrato	29-12-2017 09:58	04-01-2018 16:19
Nitrito	29-12-2017 09:53	03-01-2018 09:11
Pentaclorofenol	29-12-2017 10:02	04-01-2018 13:12
pH 25°C Laboratorio	29-12-2017 09:49	04-01-2018 19:16
Sólidos Totales Disueltos	01-01-2018 15:57	06-01-2018 13:04
Tetracloroeteno	29-12-2017 09:56	05-01-2018 17:14
Tribromometano	29-12-2017 09:56	05-01-2018 17:14
Triclorometano	29-12-2017 09:56	05-01-2018 17:14
Trihalometanos	29-12-2017 09:56	05-01-2018 17:14

LD (límite de detección) . Para parámetros cromatográficos valor informado como LD corresponde a Limite de Cuantificación

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)

(***) Suma de razones entre las concentraciones medidas de cada uno y sus respectivos limites máximos

Santiago 18 de enero de 2018

Johanna Marlene Irribarra Fuentes
Jefe Laboratorio

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

Informe de Análisis: ES18-77623

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

Acreditado por INN, Acreditaciones LE 117, LE118, LE119, LE 1314, LE 1315, LE 1377, LE 057, LE 1006 de Santiago \ LE 631 y LE 632 de Antofagasta \ LE 717 y LE 718 de Puerto Varas

Análisis solicitado por:	FLAVIO OLIVARES INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO E.I.R.L. OL-800064 Añañuca N° 799. Vallenar

Atención a:	Daniella Risi	**Fecha Muestreo:**	20-12-2018 10:08
Nro de Muestras:	3	**Fecha Ingreso:**	21-12-2018 14:12
Material / Producto:	SEDIMENTOS	**Fecha Inicio:**	24-12-2018 09:16
Lugar de Muestreo:	Humedal Rio Copiapo	**Fecha término**	02-01-2019 18:07

Muestreado por: Muestras proporcionadas por el Cliente, quien se responsabiliza de la identificación, preservación, procedencia, tipo y tiempo de envase.

Notas:

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
Humedad	I-ENV-LAB-102 basado en método de Análisis de Suelos INIA 2006
Metales	I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050, SM 3111B Ed.22, 2012
Metales	I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050, SM 3111D Ed.22, 2012
Selenio/Arsénico/Antimonio	I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050, SM 3114B Ed.22, 2012
Cloruro	I-ENV-LAB-242 basado en INIA 9.1 (2006), SM 4500-Cl B Ed.22, 2012
Nitrógeno Kjeldahl	I-ENV-LAB-258 basado en método de Análisis de Suelos INIA, SM 4500-Norg B, 4500-NH3 D, Ed.22, 2012
Nitrito	I-ENVI-LAB-214 basado INIA 9.1 (2006), SM 4500-NO2 B Ed.22, 2012
Nitrato	I-ENVI-LAB-230 basado INIA 9.1 (2006), SM 4500-NO3 B Ed.22, 2012
Nitrógeno Total	I-ENVI-LAB-258 basado en SM 4500-NO2B, 4500-NO3B, 4500-Norg Ed.22, 2012
Fósforo	I-ENV-LAB-235 basado en SM 4500-P C Ed.22, 2012
Sulfatos	I-ENV-LAB-223 basado INIA 9.1 (2006), SM 4500-SO4 C Ed.22, 2012
Cianuro Total	Basado en NCh 2313/14.Of97

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".
"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

Informe de Análisis: ES18-77623

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA E-1	E-2	E-3
Aluminio	mg/kg	5	4917	11181	5140
Arsénico	mg/kg	0.01	7.16	10.26	5.87
Cadmio	mg/kg	0.1	0.2	0.2	<0.1
Cianuro Total(*)	mg/kg	10	<10	<10	<10
Cinc	mg/kg	5	21	53	36
Cloruro(*)	mg/kg	10	12656	10043	363
Cobre	mg/kg	3.5	22.7	50.2	14.4
Fósforo Total	mg/kg	30	115	195	74
Hierro	mg/kg	5	9517	13146	20923
Humedad	%	0.1	32.4	48.5	21.7
Manganeso	mg/kg	2	546	1674	256
Molibdeno	mg/kg	5	<5	<5	<5
Niquel	mg/kg	1.5	4.9	18.2	7.1
Nitrato(*)	mg/kg	10	27	41	<10
Nitratos (como N)(*)	mg/kg	10	<10	<10	<10
Nitrito(*)	mg/kg	0.5	<0.50	<0.50	<0.50
Nitritos (como N)(*)	mg/kg	0.5	<0.50	<0.50	<0.50
Nitrógeno Kjeldahl	mg/kg	12.5	828.5	951.8	148.3
Nitrógeno Total	mg/kg	20	835	961	150
Plomo	mg/kg	0.5	3.4	9.9	8.4
Selenio	mg/kg	0.01	0.07	0.04	0.02
Sulfato(*)	mg/kg	30	4630	7892	325

FECHAS EJECUCIÓN ANÁLISIS

Análisis	Fechas
Aluminio	31-12-2018 14:06
Arsénico	31-12-2018 14:05
Cadmio	31-12-2018 14:08
Cianuro Total	27-12-2018 09:34
Cinc	31-12-2018 14:08
Cloruro	28-12-2018 16:09
Cobre	31-12-2018 14:08
Fósforo Total	28-12-2018 16:43
Hierro	31-12-2018 14:08
Humedad	28-12-2018 13:45
Manganeso	31-12-2018 14:08
Molibdeno	31-12-2018 14:06
Niquel	31-12-2018 14:08
Nitrato	24-12-2018 09:16
Nitratos (como N)	24-12-2018 09:16
Nitrito	24-12-2018 09:17
Nitritos (como N)	24-12-2018 09:17
Nitrógeno Kjeldahl	28-12-2018 17:46
Nitrógeno Total	29-12-2018 14:31
Plomo	31-12-2018 14:08
Selenio	31-12-2018 14:05
Sulfato	29-12-2018 10:47

"Determinación de metales y/o elementos realizados en base seca"

LD (límite de detección)

(*) Parámetros no Acreditados

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)

Santiago 04 de enero de 2019

Johanna Marlene Irribarra Fuentes
Jefe Laboratorio

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

Informe de Análisis: ES18-77626

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.
Acreditado por INN, Acreditaciones LE 117, LE118, LE119, LE 1314, LE 1315, LE 1377, LE 057, LE 1006 de Santiago \ LE 631 y LE 632 de Antofagasta \ LE 717 y LE 718 de Puerto Varas

Análisis solicitado por:	FLAVIO OLIVARES INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO E.I.R.L. OL-800064 Añañuca N° 799. Vallenar

Atención a:	Daniella Risi	**Fecha Muestreo:**	20-12-2018 10:08
Nro de Muestras:	3	**Fecha Ingreso:**	21-12-2018 09:33
Material / Producto:	AGUA SUPERFICIAL	**Fecha Inicio:**	21-12-2018 09:45
Lugar de Muestreo:	Humedal Rio Copiapo	**Fecha término**	04-01-2019 13:51

Muestreado por: Muestras proporcionadas por el Cliente, quien se responsabiliza de la identificación, preservación, procedencia, tipo y tiempo de envase.

Notas:

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
Litio Citrico	SM 3111B Ed.22, 2012
Cálculos	SM 2340B, 3111B, 3111D Ed.22, 2012
Cálculos	SM 3111B, 3111D Ed.22, 2012
Conductividad	SM 2510 B Ed.22, 2012
Sólidos Totales Disueltos	SM 2540 C Ed.22, 2012
Metales A-Ac	SM 3111 B Ed.22, 2012
Metales N-Ac	SM 3111 D Ed.22, 2012
Mercurio	SM 3112 B Ed.22, 2012
Arsénico/Selenio	SM 3114 B Ed.22, 2012
Boro	SM 4500-B C Ed.22, 2012
Cloruro	SM 4500-Cl B Ed.22, 2012
Nitrógeno Orgánico	SM 4500-Norg B, 4500-NH3 BD Ed.22, 2012
pH	SM 4500-H B Ed.22, 2012
Fósforo	SM 4500-P C Ed.22, 2012
Fosfato (como P)	SM 4500-P C Ed.22, 2012
Sulfato	SM 4500-SO4 C Ed.22, 2012
Amoniaco	SM 4500-NH3 BD Ed.22, 2012
Fluoruro	SM 4500-F BC Ed.22, 2012
Cloro (Laboratorio) Equipo Pocket	SM 4500-Cl G Ed.22, 2012
DBO5 a 20°C	SM 5210 B Ed.22, 2012
DQO	SM 5220 D Ed.22, 2012
Aceite y Grasa	SM 5520 B Ed.22, 2012
Hidrocarburos Totales	SM 5520 F Ed.22, 2012, NCh 2313-7
Detergente (SAAM)	SM 5540 BC Ed.22, 2012
Cianuro	SM 4500-CN CF Ed.22, 2012

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

Informe de Análisis: ES18-77626

RESULTADOS DE ANALISIS

ANÁLISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA E-1	E-2	E-3
Aceites y Grasas	mg/l	10	<10	<10	<10
Aluminio	mg/l	0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Amonio	mg/l	0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Arsénico	mg/l	0.001	0.002	0.004	0.007
Bario	mg/l	0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Berilio	mg/l	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Boro	mg/l	0.5	9.2	7.0	8.2
Cadmio	mg/l	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cianuro	mg/l	0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Cinc	mg/l	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cloro Libre Residual (Equipo)	mg/l	0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Cloruro	mg/l	5	1820	1191	1983
Cobalto	mg/l	0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cobre	mg/l	0.01	0.03	0.02	0.03
Conductividad a 25 °C	uS/cm	1	8540	6660	7960
Cromo	mg/l	0.05	<0.05	<0.05	<0.05
DBO5 a 20°C	mg/l	2	7	8	7
Detergente (SAAM)	mg/l	0.1	<0.1	<0.1	<0.1
DQO	mg/l	2	20	21	21
Fluoruro	mg/l	0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Fosfato (como P)	mg/l	0.6	<0.6	<0.6	<0.6
Fósforo	mg/l	0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Hidrocarburos Totales	mg/l	5	<5	<5	<5
Hierro	mg/l	0.01	<0.01	0.08	0.04
Litio	mg/l	0.01	0.44	0.43	0.45
Litio Cítrico	mg/l	0.01	0.44	0.43	0.45
Manganeso.	mg/l	0.01	0.06	0.10	0.03
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Molibdeno	mg/l	0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Niquel	mg/l	0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Nitrógeno Organico	mg/l	0.1	<0.1	<0.1	<0.1
pH 25°C Laboratorio	UpH	0.1	7.6	7.6	8.8
Plata	mg/l	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Plomo	mg/l	0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Potasio	mg/l	0.01	17.80	23.91	33.81
Razón Adsorción Sodio			9.9	7.0	11.4
Selenio	mg/l	0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Sodio	mg/l	0.01	1322	895.4	1485
Sodio Porcentual	%		45.9	38.5	49.7
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	5	6645	5915	7560
Sulfato	mg/l	10	2338	1799	3322
T° de medición PH	°C		20.6	20.5	25.6
Vanadio	mg/l	0.1	<0.1	<0.1	<0.1

FECHAS EJECUCIÓN ANÁLISIS CRÍTICOS

Análisis	Fecha Inicio	Fecha Término
Amonio	23-12-2018 16:26	28-12-2018 16:56
Cloro Libre Residual (Equipo)	21-12-2018 10:00	28-12-2018 18:06
DBO5 a 20°C	21-12-2018 09:50	26-12-2018 09:51
Detergente (SAAM)	21-12-2018 10:00	28-12-2018 16:43
Fosfato (como P)	21-12-2018 09:53	27-12-2018 17:03
pH 25°C Laboratorio	21-12-2018 09:45	02-01-2019 16:03
Sólidos Totales Disueltos	22-12-2018 15:16	29-12-2018 14:21
T° de medición PH	21-12-2018 09:45	02-01-2019 16:03

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 289 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com

E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Informe de Análisis: ES18-77626

FECHAS EJECUCIÓN ANÁLISIS

Análisis	Fechas
Aceites y Grasas	28-12-2018 15:48
Aluminio	26-12-2018 12:03
Amonio	23-12-2018 16:26
Arsénico	27-12-2018 11:12
Bario	26-12-2018 12:03
Berilio	26-12-2018 12:03
Boro	22-12-2018 07:22
Cadmio	26-12-2018 10:11
Cianuro	22-12-2018 10:46
Cinc	26-12-2018 10:11
Cloro Libre Residual (Equipo)	21-12-2018 10:00
Cloruro	21-12-2018 10:07
Cobalto	26-12-2018 10:11
Cobre	26-12-2018 10:11
Conductividad a 25 °C	22-12-2018 01:27
Cromo	26-12-2018 10:11
DBO5 a 20°C	21-12-2018 09:50
Detergente (SAAM)	21-12-2018 10:00
DQO	21-12-2018 09:50
Fluoruro	27-12-2018 09:59
Fosfato (como P)	21-12-2018 09:53
Fósforo	27-12-2018 16:50
Hidrocarburos Totales	28-12-2018 15:48
Hierro	26-12-2018 10:11
Litio	26-12-2018 10:11
Litio Cítrico	29-12-2018 17:20
Manganeso.	26-12-2018 10:11
Mercurio	28-12-2018 11:36
Molibdeno	26-12-2018 12:03
Niquel	26-12-2018 10:11
Nitrógeno Organico	29-12-2018 14:31
pH 25°C Laboratorio	21-12-2018 09:45
Plata	26-12-2018 10:11
Plomo	26-12-2018 10:11
Potasio	26-12-2018 10:11
Razón Adsorción Sodio	31-12-2018 15:03
Selenio	27-12-2018 11:12
Sodio	26-12-2018 10:11
Sodio Porcentual	31-12-2018 15:02
Sólidos Totales Disueltos	22-12-2018 15:16
Sulfato	28-12-2018 15:48
T° de medición PH	21-12-2018 09:45
Vanadio	26-12-2018 12:03

LD (límite de detección)

(*) Parámetros no Acreditados

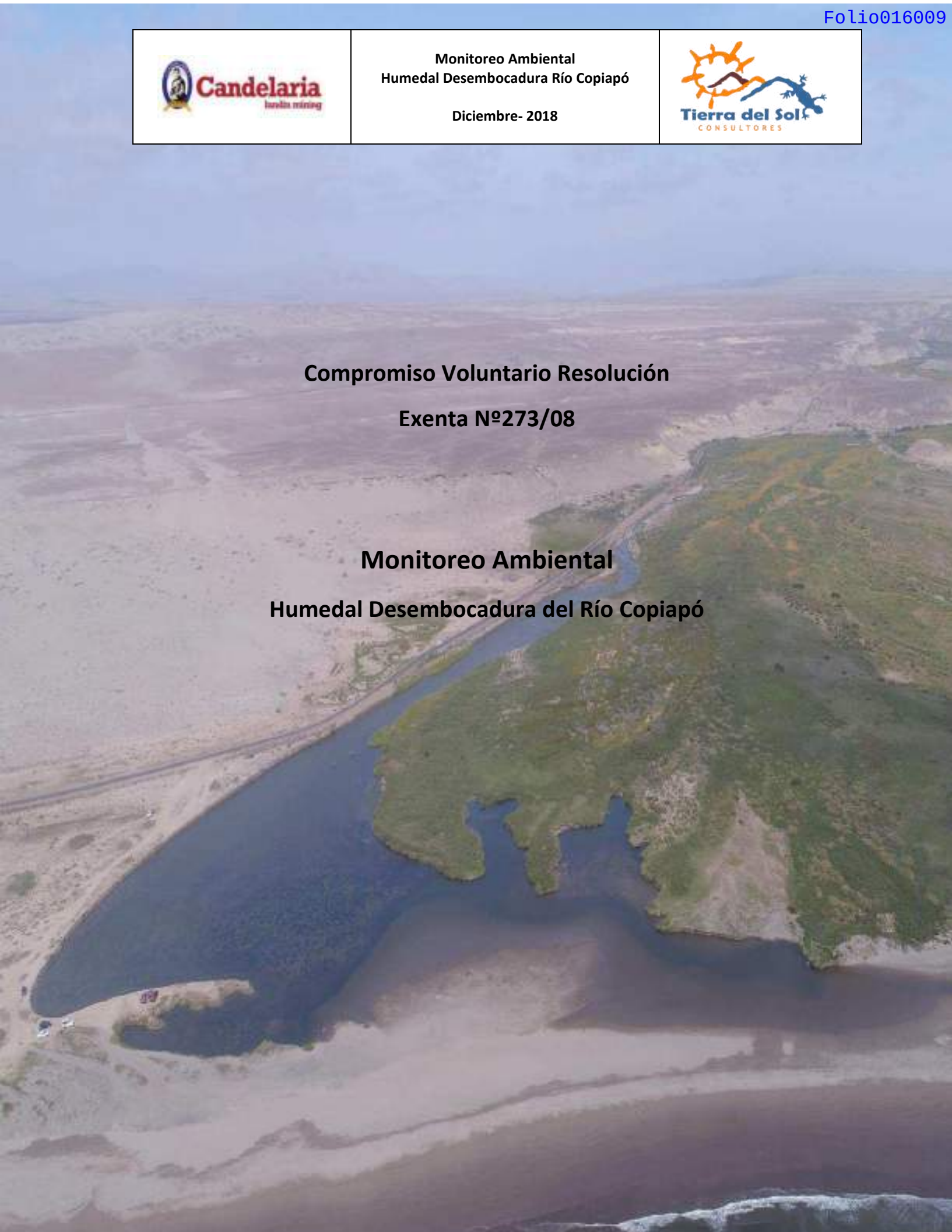
Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)

Johanna Marlene Irribarra Fuentes
Jefe Laboratorio

Santiago 08 de enero de 2019

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"



Compromiso Voluntario Resolución

Exenta Nº273/08

Monitoreo Ambiental

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Informe Anual 2018

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Diciembre 2018

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE CONTENIDOS....3
INDICE DE TABLAS....4
INDICE DE IMÁGENES....5
1. RESUMEN....7
2. INTRODUCCION....9
3. OBJETIVOS....11
3.1 Objetivo General....11
3.2 Objetivos Específicos....11
4. METODOLOGIA....13
4.1 Determinación y caracterización del área de estudio....13
4.2 Determinación del área de influencia y buffer....18
4.3 Medición de parámetros físico-químicos....19
4.3.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo)....19
4.3.2 Medición de parámetros *in situ*....20
4.3.3 Métricas químicas y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento)....22
4.4 Aspectos biológicos....25
4.4.1 Censos de Avifauna....25
4.4.2 El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989)....26
4.4.3 Métricas de flora....27
4.5 Análisis espacio- temporal....28
5. RESULTADOS....30
5.1 Resultados de la medición de parámetros físico- químicos- microbiológicos....30
5.1.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo)....30
5.1.2 Muestreo in situ de agua....30
5.1.3 Muestras de aguas según Nch1333....33
5.1.4 Muestras de aguas según NCh 409....39
La estación con valores más elevados de parámetros microbiológicos es la Estación 2 en ambas campañas con 1600 NMP, el límite de detección mediante laboratorio es 1.8....40
5.1.5 Sedimentos....42
5.2 Aspectos Biológicos....30
5.2.1 Censo de avifauna....43
5.2.2 Índice de Shannon-Wiener H´....47
5.2.3 Composición Florística....49
5.3 Análisis espacio temporal....64
5.3.1 Métricas de la comunidad vegetal....64
6. DISCUSIÓN....68
7. CONCLUSIONES....76

8. BIBLIOGRAFIAS Y FUENTES 80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas ubicación de puntos de muestreo (huso UTM-19 S) 16
Tabla 2. Caracterización de las distintas capas vegetales. bertura. 28
Tabla 3. Caracterización de las distintas capas vegetales. 28
Tabla 4: Valores de los parámetros medidos en agua río Copiapó 30
Tabla 5: Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333. 33
Tabla 6: Manganeso presentes en el Río Copiapó 40
Tabla 7: Nitritos y Nitratos presentes en el río Copiapó y su comparación con la normativa vigente .. 40
Tabla 8: Parámetros microbiológicos 40
Tabla 9: Plaguicidas 41
Tabla 10: Productos secundarios de la desinfección 41
Tabla 11: Sedimentos 42
Tabla 12: Registro histórico de las especies de aves observadas en el humedal. 43
Tabla 13: Índice de Shannon 47
Tabla 14. Listado florístico, temporada húmeda 49
Tabla 15. Listado florístico, temporada seca 50
Tabla 16. Cobertura vegetal temporada húmeda. 52
Tabla 17. Cobertura vegetal temporada seca. 53
Tabla 18. Dominancia y codominancia, estación 1, temporada húmeda. 54
Tabla 19. Dominancia y codominancia, estación 1, temporada seca. 55
Tabla 20. Dominancia y codominancia, estación 2, temporada húmeda. 57
Tabla 21. Dominancia y codominancia, estación 2, temporada seca. 58
Tabla 22. Dominancia y codominancia, estación 3, temporada húmeda. 60
Tabla 23. Dominancia y codominancia, estación 3, temporada seca. 61
Tabla 24. Porcentaje de invasión, temporada húmeda. 63
Tabla 25. Porcentaje de invasión, temporada seca. 63
Tabla 26: Variación porcentual de la superficie de las unidades del humedal entre los años 2017 y 2018 67
Tabla 27. Valores en porcentajes % de los sitios muestreados en temporadas anteriores y la actual. 74

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Vista aérea parte del área de estudio 14
Imagen 2: Vista aérea parte del área de estudio sector chacra 15
Imagen 3: Sectores de evaluación dentro del humedal. Fuente: Googlearth 16
Imagen 4: Sector 1 de monitoreo (puente) estación seca y estación húmeda 17
Imagen 5: Sector 2 de monitoreo (chacra) estación seca y estación húmeda 17
Imagen 6: Sector 3 estación de monitores (desembocadura) estación seca y estación húmeda 18
Imagen 7: Medición de caudal en las tres estaciones de muestreo 20
Imagen 8: Toma de parámetros *in situ* estación 1 (puente) 21
Imagen 9: Toma de parámetros *in situ* estación 2 (chacra) 21
Imagen 10: Toma de parámetros estación 3 (desembocadura) 22
Imagen 11: Toma de muestra de agua superficial Estación 1. 23
Imagen 12: Toma de muestra de agua superficial Estación 2. 23
Imagen 13: Toma de muestra de agua Estación 3. 24
Imagen 14: Toma de muestra de sedimentos 24
Imagen 15: Monitoreo de avifauna temporada seca y húmeda 2017 26
Imagen 16: Monitoreo de flora campaña seca y húmeda 2017 ..... **Error! Bookmark not defined.**
Imagen 17: Área de interpretación visual 29
Imagen 18: *Vanellus chilensis* observado en Estación 3, durante el monitoreo de la Temporada Húmeda. 46
Imagen 19: *Ardea alba* observado en la Estación 2, durante el monitoreo de la Temporada Seca. 47
Imagen 20: Índice de Shannon-Wiener. 48
Imagen 21: Dendrograma de similitud Bray Curtis, para los tres puntos de muestreo en temporada seca y húmeda del 2017. 48
Imagen 22: Porcentajes (%) en cuanto al habito biológico, estación seca, (A= arbóreo, Ar= Arbustiva, Hp= hierba perenne, Ha= hierba anual, Hb= hierba bianual). ..... **Error! Bookmark not defined.**
Imagen 23: Porcentajes (%) en cuanto al habito biológico, estación húmeda (A= arbóreo, Ar= Arbustiva, Hp= hierba perenne, Ha= hierba anual, Hb= hierba bianual). ..... **Error! Bookmark not defined.**
Imagen 24: Porcentajes (%) en cuanto al origen fitogeográfico, estación seca (A= adventicia, N= nativa, E= endémica). ..... **Error! Bookmark not defined.**
Imagen 25: Porcentajes (%) en cuanto al origen fitogeográfico, estación húmeda (A= adventicia, N= nativa, E= endémica). ..... **Error! Bookmark not defined.**
Imagen 26:Dendrograma de similitud de Jaccard para las tres estaciones de las dos temporadas. ..... **Error! Bookmark not defined.**
Imagen 27: Estación1 54

Imagen 28: *T. absinthioides* especie dominante estación del puente, temporada seca. 56
Imagen 29: *T. angustifolia* especie dominante estación del puente, temporada húmeda. 56
Imagen 30: Estación 2. 57
Imagen 31: *M. albus* especie dominante sector la chacra. 59
Imagen 32: Estación 3. 60
Imagen 33: *D. spicata* especie dominante sector de la desembocadura..... 62
Imagen 34: Áreas de estudio.....**Error! Bookmark not defined.**

1. RESUMEN

Se presentan los resultados del monitoreo del compromiso ambiental voluntario suscrito por Minera Candelaria asociado a la resolución exenta Nº 273/08, del 01 de Septiembre de 2008 de la COREMA Región de Atacama, la cual aprobó la declaración de impacto ambiental del proyecto "Acueducto Chamonate- Candelaria"

El monitoreo ambiental del humedal del Rio Copiapó, tiene como finalidad la obtención del estado de salud del humedal actual y a través del tiempo. Para ello desde el año 2009 se han realizado dos campañas anuales, una en periodo seco y otra en periodo húmedo.

Desde el año 2015 la metodología ha sido adaptada y/o modificada por el equipo de profesionales de Tierra del Sol Consultores, debido a la inexistencia de imágenes satelitales actualizadas posterior al aluvión del 25 de marzo del 2015 que permitieran el análisis espacial de las actuales condiciones del área de estudio y obtener las métricas que señala la metodología. La campaña seca del año 2018 fue realizada los días 9 y 10 de abril mientras la campaña humeda se realizó los días 19 y 20 de diciembre 2018, la cual fue desarrollada por 5 profesionales de las Ciencias Ambientales en las distintas unidades de muestreo previamente establecidas.

Los resultados del análisis en relación con los parámetros muestreados para aguas de distintos usos (riego, actividades recreativas, etc.) estos presentan valores superiores a los límites máximos establecidos por la Norma Chilena NCh1333, Sodio porcentual, Boro, Sulfato, Manganeso, Cloruros, Litio cítrico, y Sodio porcentual en ambas campañas (seca y húmeda).

Respecto a las variables biológicas durante la temporada seca y húmeda del año 2018, el índice de diversidad de Shannon-Wiener muestra, que, para el grupo de las aves, un índice; 2,001 y 2,192 en la Desembocadura, considerándose el lugar con más diversidad en el presente año. Además de un índice de similitud de hábitat del 0,12% entre Puente y Chacra en la temporada seca, mientras que para la temporada húmeda el índice de similitud fue un 0,2% entre la Chacra y Puente. Por otro lado, se mostró un 0,5% de similitud para la Desembocadura en relación a las otras estaciones, durante la temporada húmeda y seca.

Para el monitoreo de la flora presente en el área, en las temporadas húmeda y seca se identificó un total de 35 especies, siendo las familias Asteraceae y Poaceae las que más aportaron en cuanto a número de especies con 6 representantes. El tipo biológico dominante para ambas temporadas fue el herbáceo perenne, mayoritariamente se registró especies nativas, existiendo un aumento en cuanto a especies endémicas en la temporada seca. En cuanto a la cobertura por capa vegetal, no se registró en ambas temporadas especies en la capa flotante. La capa alta registró presencia en la estación 2 en la temporada seca la cual no se había observado en la temporada anterior. Las especies que más aportaron a este cambio fueron *D. spicata* y *T. absinthioides.*

Para este informe correspondiente al periodo anual 2018, a través de métricas físicas, químicas y biológicas se puede inferir que el sistema se encontraría estable, a pesar de no cumplir con una de las tres condiciones señaladas en el documento "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" (CONAMA-CEA, 2006), donde menciona que la estructura física de estos ecosistemas estuarinos, ya sea la barrera terminal del humedal, la vegetación y el caudal son elementos determinantes dentro de estos sistemas, los cuales en orden de importancia deben ser comparados con los parámetros químicos y los biológicos particularmente la diversidad biológica. En esta oportunidad tanto el componente de vegetación como el componente avifauna se encuentran dentro de una condición ecológica estable, mientras el componente de hidrología no presenta velocidad por lo tanto hay ausencia de caudales superficiales.

2. INTRODUCCION

Los humedales son ecosistemas complejos que actúan como interfase entre los hábitats terrestres y los acuáticos (Lefeuvre et al. 2003) considerados riqueza biológica del planeta, destacándose por su gran productividad y biodiversidad (Kusler et al. 1994; Innis et al. 2000), los cuales otorgan variadas funciones como la contribución en los ciclos de vida de plantas y animales, hábitat, alimento, sitios de nidificación y refugio para numerosas especies de animales (insectos, peces, batracios, crustáceos, aves, etc.) (Perotti et al. 2005; Correa-Araneda et al. 2011).

En Chile, desde el extremo norte hasta la cuidad de Santiago, donde existen zonas áridas o semiáridas los humedales son escasos, a diferencia de lo que ocurre a sur del país donde son cada vez más frecuentes (MMA - Centro de Ecología Aplicada, 2011). Los humedales costeros al sur del río Copiapó, están bajo la influencia de la zona mediterránea de Chile Central, una de las 18 zonas "Hot Spots" importantes por su biodiversidad en el mundo (Myers 1990, WCMC 1992, Orians 1994).

Los humedales son uno de los ecosistemas naturales más amenazados del planeta, las causas son muchas pero dentro de las más reconocidas es la acción humana asociada al crecimiento urbano que los estrangula transformándolos en canales o pozas temporales receptoras principalmente de basura, sumado al calentamiento global con cambios climáticos que han llevado a la disminución del área, estructura, hidrología y perdida de sus funciones biológicas y ecológicas (Boavida 1999, Figueroa et al., 2009; Mitsch 1994;Morzaria & Danemann 2008)

El 27 de diciembre de 2005, el consejo directivo de CONAMA aprueba la Estrategia Nacional para la Conservación y uso Racional de los Humedales en Chile, la que tiene como objetivo principal promover la conservación de los humedales prioritarios de Chile. Documento que ha servido para avanzar a nivel país en la protección coordinada y eficiente de los humedales prioritarios, resaltando sus funciones y beneficios frente al desarrollo sustentable de los humedales (CONAF, 2010; CONAMA, 2005).

Como parte del compromiso voluntario suscrito por la Empresa Minera Candelaria asociado a la Resolución Exenta Nº 273/08, del 01 de Septiembre de 2008 de la COREMA Región de Atacama, la cual

aprobó la declaración de impacto ambiental del proyecto “Acueducto Chamonate- Candelaria”. En el presente informe se entregan los resultados de un programa de monitoreo ambiental del humedal del Río Copiapó. Se exponen las actividades efectuadas durante las campañas en terreno donde se obtiene como resultado final la aproximación del estado de salud del humedal mediante componentes de paisaje, hidrológico y bióticos.

El humedal de la desembocadura del Rio Copiapó forma parte del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama, (Gaymer et al., 2008)

Según criterios internacionales de clasificación de humedales en base a la hidro-geomorfología la desembocadura del río Copiapó corresponde a un humedal del tipo estuarino, donde el agua de la desembocadura del río llega a un ecosistema oceánico, generando mezclas de agua dulces y salada intercambiando a su vez salinidad, nutrientes, sedimentos y numerosos organismos. Según ecotipos de humedal, el humedal del rio Copiapó sería un humedal de tipo costero con intrusión salina, localizado en bahías, y desembocaduras de ríos y esteros, que se alimenta tanto de aguas marinas como continentales (CONAMA-CEA, 2006).

Según resultados de estudios realizados anteriormente en el sector, más criterios de hidro-geomorfología, el humedal es clasificado en dos subtipos de humedal; estuario no salino persistente correspondiente a la zona del sector puente Puerto viejo y estuario estacional en el sector medio y desembocadura (Fundación Chile 2009).

Los monitoreos correspondientes a las temporadas seca y húmeda 2018, fueron realizados bajo los estándares de la metodología presentada por Fundación Chile, aprobada por la Autoridad en el año 2009. Las actividades fueron realizadas por Tierra del Sol Consultores, por profesionales relacionados a las Ciencias Ambientales: Flavio Olivares, Dorca Marchant, Daniella Risi, Eduardo Rubilar, Jorge Parra y Sebastián Álvarez.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Implementación del programa anual de monitoreo del Humedal del Río Copiapó correspondiente al año 2018, dando cuenta de la variación del estado de salud del ecosistema en el tiempo, de acuerdo a los estándares de la metodología presentada por Fundación Chile aprobada por la Autoridad en el año 2009, en el cual se estableció realizar dos campañas anuales, una en periodo seco y otra en periodo húmedo.

3.2 Objetivos Específicos

Realizar levantamiento de información de aspectos espaciales, hidrológicos y físico-químicos del humedal incluyendo, previo a la determinación y justificación del área de estudio y área de influencia:

3.2.1 Aspectos Físico-Químicos-microbiológicos

1. Realizar un seguimiento de los parámetros *in situ* de calidad de agua (temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos) y caudales.
2. Determinación de la concentración de los elementos contaminantes (metales pesados, contaminación orgánica y otros aspectos señalados en la NCh Nº1333 “Requisitos de calidad de agua para diferentes usos”).
3. Determinación de la calidad de aguas respecto a las normas de riego vigentes en Chile según lo señalado en la NCh Nº409/1.

3.2.2 Aspectos Biológicos

1. Realizar censos de avifauna asociada al humedal para estimar la comunidad presente.
2. Estimar la diversidad de las especies registradas, con el índice ecológico de Shannon según la potencia de los muestreos.
3. Evaluación de métricas de la comunidad vegetal presentes en el área de evaluación: Nº de capas presentes; especies codominantes; porcentaje de invasión; intercepción horizontal y estructura biótica vertical

3.2.3 Atributos Espaciales

1. Clasificación de las unidades espaciales que componen el humedal.

4. METODOLOGIA

4.1 Determinación y caracterización del área de estudio

El humedal se encuentra ubicado geográficamente en las siguientes coordenadas: huso UTM-19 S, 308482 (UTM X mínima), 310161 (UTM X máxima), 6980098 (UTM Y mínima) y 6976586 (UTM Y máxima) (Imagen 1).

Se aplicó la metodología USEPA (CRAM) modificada por fundación Chile en el macro del proyecto SAG "Desarrollo de un Sistema de Evaluación Rápida de Humedales", además se utilizaron métodos y mecanismos existentes en la literatura con el fin de obtener una mejor referencia en cuanto a evaluación y monitoreo del humedal; entre estos se pueden mencionar:

- Método de evaluación integrada ecológica para la mitigación de humedales (Fafer Langendoen NatureServe, 2006)
- Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica (CONAMA 2006)
- Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales (2006)
- El agua del futuro, Herramientas para el manejo de Recursos Hídricos; introducción Método EMA zonas Estuarinas (Fundación Chile, 2009).

Adicionalmente, se incorporó la recopilación de antecedentes de métodos y mecanismos utilizados en campañas de monitoreo y evaluación efectuados en este humedal en años anteriores en la evaluación y seguimiento del estado de salud actual del humedal.



Imagen 1: Vista aérea parte del área de estudio (diciembre 2018)



Imagen 2: Vista aérea parte del área de estudio sector chacra (diciembre 2018)

Las áreas de evaluación son porciones representativas del humedal que serán evaluadas durante el trabajo en terreno (Imagen 3, 4, 5 y 6)

- Sector 1: Del Puente a la Chacra
- Sector 2: Chacra a la parte media del humedal donde se ubica la laguna
- Sector 3: Desde la laguna a la Desembocadura



Imagen 3: Sectores de evaluación dentro del humedal. Fuente: Googlearth

Tabla 1: Coordenadas ubicación de puntos de muestreo (huso UTM-19 S)

ESTACION	X	Y
Puente	310781	6975757
Chacra	309828	6977017
Desembocadura	308971	6977324



Imagen 4: Sector 1 de monitoreo (puente) estación seca y estación húmeda



Imagen 5: Sector 2 de monitoreo (chacra) estación seca y estación húmeda



Imagen 6: Sector 3 estación de monitores (desembocadura) estación seca y estación húmeda

4.2 Determinación del área de influencia y buffer

Los atributos del buffer y paisaje guardan relación con la conectividad y el porcentaje del área de evaluación, ancho promedio y condición del buffer, estableciendo el buffer como el área de influencia en la cual está el área de evaluación, en este caso esta área es el objeto de estudio o humedal.

Según las características del sector, sumado a la metodología de años anteriores se determinará como buffer un aproximado de 250 m alrededor del objeto de estudio, estimando el porcentaje total del perímetro del buffer que se encuentra con usos de suelo que cumplen con características de buffer (praderas naturales, senderos y rutas de turismo, tranques, etc.). Se asume que la función del buffer no se incrementa significativamente sobre los 250 m.

- **Campaña de terreno**

Una vez determinadas las áreas de evaluación se realizó una inspección visual del humedal con el fin de determinar el primer diagnóstico del estado de salud, la campaña en terreno fue realizada por cinco profesionales de las Ciencias Ambientales, los días 9 y 10 de abril correspondiente a la fase seca del ciclo hidrológico anual 2018 y los días 19 y 20 de diciembre correspondiente a la fase húmeda del ciclo hidrológico del mismo año.

4.3 Medición de parámetros físico-químicos

4.3.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo)

El caudal es el principal factor que regula el comportamiento de los ecosistemas acuáticos en los ríos. La reducción del caudal por debajo de los valores históricos mínimos registrados instantáneamente y alteración del patrón temporal durante el ciclo hidrológico, modifican en forma importante la estructura y funcionamiento de los humedales.
La medición de caudales se realizó en cada una de las áreas de evaluación: Puente (Estación 1), Chacra (Estación 2) y Desembocadura del río (Estación 3).

Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \times S$$

Donde:

• Q es el caudal (m^3/s)

• V es la velocidad (m/s)

• S es la sección del cauce (m^2) (profundidad media x ancho de la sección)

La velocidad se midió *in situ*, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Global Water, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/s) (Imagen 7,8 y 9).



Imagen 7: Medición de caudal en las estaciones de muestreo

4.3.2 Medición de parámetros *in situ*

Se midieron parámetros *in situ* en cada estación de parámetros tales como: pH, Oxígeno disuelto, Conductividad, Nitrito, Nitratos, Amonio, obtenidos con equipo multiparámetro de ión selectivo.

- pH
- Oxígeno Disuelto
- Conductividad
- Salinidad
- Potencial de Oxido-Reducción
- Temperatura



Imagen 8: Toma de parámetros *in situ* estación 1 (puente) temporada húmeda 208



Imagen 9: Toma de parámetros *in situ* estación 2 (chacra) temporada húmeda 2018



Imagen 10: Toma de parámetros estación 3 (desembocadura) temporada Seca 2018

4.3.3 Métricas químicas y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento)

Dentro de las variables hidrológicas de las tres estaciones de monitoreo se midieron los parámetros físico-químico del agua, según lo establecido en la Norma Chilena NCh1333 Of. 1978 y Norma Chilena 409/1 Of. 2005

Se recolectaron en cada uno de las estaciones, tres muestras de agua superficial (Imagen 11,12 y 13) y tres muestras de sedimento (Imagen 14) para el análisis en un laboratorio certificado en la temporada de evaluación (temporada seca y temporada de crecimiento tardío) con objeto de comparar con los valores del puntaje final del sistema y poder establecer el grado de correlación existente entre el estado de salud del humedal con las variables evaluadas.



Imagen 11: Toma de muestra de agua superficial Estación 1.



Imagen 12: Toma de muestra de agua superficial Estación 2.



Imagen 13: Toma de muestra de agua Estación 3



Imagen 14: Toma de muestra de sedimentos

Para las muestras de agua se analizaron los parámetros ya mencionados presentes en la NCh 1333/78 (Calidad de agua para diferentes usos) y aquellos adicionales contemplados NCh 409/2005 (Calidad de agua potable).

Los valores obtenidos fueron comparados con los valores establecidos en la normativa vigente para calidad de las aguas, siguiendo los límites máximos establecidos (NCh1333 y NCh409/1

4.4 Aspectos biológicos

4.4.1 Censos de Avifauna

Para el estudio de avifauna se consideraron tres estaciones de observación; Estación 1 (Puente), Estación 2 (Chacra) y Estación 3 (Desembocadura). Para esta observación se utilizó el método de tipo mixto, en donde se utilizó (a) conteo por puntos fijos y (b) los recorridos pedestres en forma de transectos. Los puntos fijos de conteo consisten básicamente en establecer una serie de puntos en donde puede monitorearse los individuos y especies observadas y/o escuchadas en un tiempo determinado. La distancia aproximada entre cada punto es de 300 metros. El tiempo mínimo dedicado a cada uno de los puntos de conteo fue de 15 minutos, tiempo suficiente para tener una muestra significativa de las especies presentes en el área de muestreo (Ralph et al. 1996).

Por otra parte, el método de recorrido en transectos consistió básicamente en establecer una línea imaginaria de recorrido en diferentes direcciones según lo permitiera el terreno. A esto se aplicó otra variante del método de transecto que fue incluir el recorrido de transectos en franja, el cual es el establecimiento de una franja imaginaria a ambos lados de la línea del transecto (generalmente 25 m a cada lado) y así se toma en consideración todos aquellos individuos observados y/o escuchados durante el recorrido del transecto que queden dentro de la franja imaginaria y además abarcar el mayor área vegetacional (Ralph et al. 1996).Los registros se realizaron con binoculares 12x50 marca Leupold modelo Olympic. Las descripciones de aves siguieron las descripciones de Araya & Millie (2005) y Jaramillo (2005).



Imagen 15: Monitoreo de avifauna 2018

4.4.2 El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989)

Mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar proveniente de una comunidad de la que se conoce el número total de especies S. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y H' será máxima cuando todas las especies S estén presentes:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:

H': diversidad específica

P: ni/N

ni: número de individuos de cada especie.

N: número total de individuos.

4.4.3 Métricas de flora

Se determinó todas las especies vasculares presente en los puntos de muestreo: (1) Puente, (2) Chacra y (3) Desembocadura**.** La identificación de las especies se realizó con base en experiencias de campo, aquellas especies que no fueron identificadas en terreno, fueron colectadas y fotografiadas con una cámara Canon SX60, para ser trabajadas en gabinete con apoyo de literatura pertinente. Para la composición florística se confeccionó un listado florístico, el orden de las especies se organizó según categoría sistemática Pteridophyta (helechos), Gymnospermae, Angiospermae (Dicotyledoneae) y Angiospermae (Monocotyledoneae) y en orden alfabético las especies y familias.

Para la presencia y ausencia de especies se utilizó el índice de similitud de Jaccard (coeficiente de similitud I_j) el cual expresa el grado de similitud entre un sitio y otro, el rango de valores es de 0 a 1, si tiende a 0 no hay similitud entre los sitios, por el contrario si el valor tiende a 1, significara que existe similitud entre los sitios, el índice se expresa con la siguiente formula:

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

a= número de especies en el sitio A.

b= número de especies en el sitio B.

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas

Basado en la metodología propuesta por Fundación Chile, en la guía de campo de estuarios “Evaluación y Monitoreo Ambiental (EMA)”, se determinó los siguientes puntos:

- Cobertura de cada capa vegetal.
- Dominancia y codominancia de especies en cada capa vegetal.
- Métricas de la comunidad vegetal.

El método utilizado fue la observación *in situ* desde los bordes del humedal, el valor en cuanto a cobertura se utilizó lo establecido por Braun-Blanquet (1932) (Tabla 2)

Tabla 2. Caracterización de las distintas capas vegetales.

Porcentaje de cobertura (%)	Clasificación
75-100	Muy abundante
50-75	Abundante
25-50	Escasa
5-25	Muy escasa

Para la clasificación de las capas vegetales se considera la altura como factor determinante (Tabla 3).

Tabla 3. Caracterización de las distintas capas vegetales.

Capa Vegetal	Alturas	Características
Flotante	En la superficie de agua	Colchones fijos o móviles sobre el agua
Pequeña	<30 cm	Nunca supera los 30 cm
Mediana	30 a 75 cm	Vegetación emergente
Alta	75 a 150 cm	Arbustos
Muy Alta	>150 cm	Árboles y arbustos

4.5 Análisis espacio- temporal.

Mediante la utilización de información geoespacial obtenida a partir del satélite LANDSAT 8 OLI, se procedió a realizar una clasificación de las unidades que componen al humedal, estableciendo para ellos las siguientes unidades: Humedal, Espejos de agua y Suelo. Las imágenes satelitales corresponden a los años 2017 (LC08L1TP00107920170617T1) y 2018 (LC08L1TP00107920181111T1). Para dicha clasificación, en primer lugar se realizó una corrección atmosférica de las imágenes (radiancia y reflectancia) en el software ArcGis 10.3, para luego generar un análisis de clasificación supervisada en

software ERDAS IMAGINE 2014, la cual fue sometida a un pre proceso de identificación visual de los cambios espectrales en ambas imágenes, logrando generar un archivo de firma espectral con las tres unidades descritas anteriormente (Área de Humedal, Suelo y Espejos de agua) para así determinar los parámetros de su posterior clasificación. El área de estudio se delimitó de acuerdo a interpretación visual, abarcando de esta manera la zona de interés correspondiente al Humedal de la Desembocadura del río Copiapó, junto con las tres estaciones de muestreo: Puente, Chacra y Desembocadura, considerando además un área de expansión hacia el norte de la estación de muestreo denominado Desembocadura (Imagen 16).



Imagen 16: Area de interpretación visual

5. RESULTADOS

5.1 Resultados de la medición de parámetros físico- químicos- microbiológicos

5.1.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo)

En las tres estaciones monitoreadas se observó ausencia de caudal, debido a ser agua estancada con velocidad cero en ambas campañas (seca y húmeda 2018)

5.1.2 Muestreo in situ de agua

A partir del muestreo realizado en 3 puntos *in situ* en cada temporada se obtuvieron los siguientes valores Tabla 4:

Tabla 4: Valores de los parámetros medidos en agua río Copiapó

Parámetros	Unidad	Estación 1 temporada seca	Estación 1 temporada húmeda	Estación 2 temporada seca	Estación 2 temporada húmeda	Estación 3 temporada seca	Estación 3 temporada húmeda
pH	---	7.9	7,6	7.9	7,6	8.1	8,8
Temperatura	°C	22.9	16,95	22.7	20,5	22.4	21,43
Conductividad	Us/cm	5290	8540	5400	6660	5320	7960
Salinidad	PSU	11.06	10,94	11.47	8,59	12.08	11,41
OD	%	3.7	2,2	4.1	4,0	4.4	4,1
DO	PPM	8.82	0,20	8.20	8,3	8.15	8,0
Sólidos Totales Disueltos	PPM	4710	6645	4804	5915	4737	7560
Presión	PSI	14711	14665	14605	14696	14542	14699
Potencial Oxido-Reducción	mV	-62.1	-144	-62.5	-32,5	-65.4	-122.8

Para las estaciones 1, 2 y 3, el pH fue aumentando según se acercaba a la Estación 3. La temperatura que presentó los valores más bajos en esta estación (22.4°C) y el más alto en la Estación 1 (22.9°C).

La salinidad, presentó los mayores valores en la Estación 3 (12.08 PSU). El porcentaje de Oxígeno disuelto fue menor en la estación 3 (4.4%), seguido de la estación 2 (4.1%). El Oxígeno Disuelto presentó los valores más altos en la Estación 1 (8.82 PPM) seguido de la Estación 2 (8.20 PPM).
En relación a los Sólidos Totales Disueltos (TDS), la Estación 2 presentó los valores más altos (4804 PPM), a diferencia de la Estación 1 que presenta los más bajos (4710 PPM). La presión registrada tuvo un promedio de 14.619 PSI. Los valores del potencial Redox se presentaron de forma homogénea en la zona de estudio. La Estación 1 presento el mínimo (-62,1 mV), mientras que el mayor valor se registró en la Estación 3 (-65,4mV).

Para las estaciones 1, 2 y 3, el pH fue aumentando según se acercaba a la Estación 3. La temperatura que presentó los valores más bajos en la estación 1 (16.95°C) y el más alto en la Estación 3 (21.43°C). La salinidad, presentó los mayores valores en la Estación 3 (11.41 PSU). El porcentaje de Oxígeno disuelto fue menor en la estación 1 (2.2%), seguido de la estación 2 (4.0%). El Oxígeno Disuelto presentó los valores más altos en la Estación 2 (8.30 PPM). En relación a los Sólidos Totales Disueltos (TDS), la Estación 3 presentó los valores más altos (7560 PPM), a diferencia de la Estación 2 que presenta los más bajos (5915 PPM). La presión registrada tuvo un promedio de 14.686 PSI. Los valores del potencial Redox se presentaron de forma variada en la zona de estudio. La Estación 2 presento el mínimo (-32,5 mV), mientras que el mayor valor se registró en la Estación 1 (-144mV).

La conductividad (25°C), en temporada seca registró los valores más altos en la Estación 2 (5400µs/mg) mientras en temporada húmeda los valores más altos también se encontraron en la Estación 1 (8540 µs/mg) (Gráfico 1)

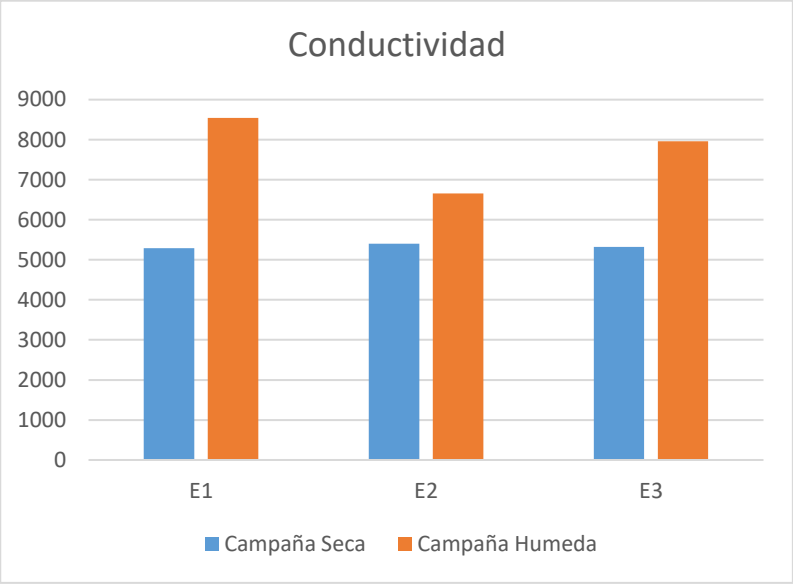


Gráfico 1: Valores de Conductividad medidos a 25°C en campaña seca y húmeda

Los valores para los Sólidos Totales Disueltos en campaña seca presentaron valores mínimos en la estación 3 (28507mg/l) y máximos en la estación 1 (9254 mg/l). Mientras en la campaña húmeda los valores para los Sólidos Totales Disueltos presentaron valores mínimos en la estación 2 (5515mg/l) y máximos en la estación 3 (7560 mg/l) (Gráfico 2).

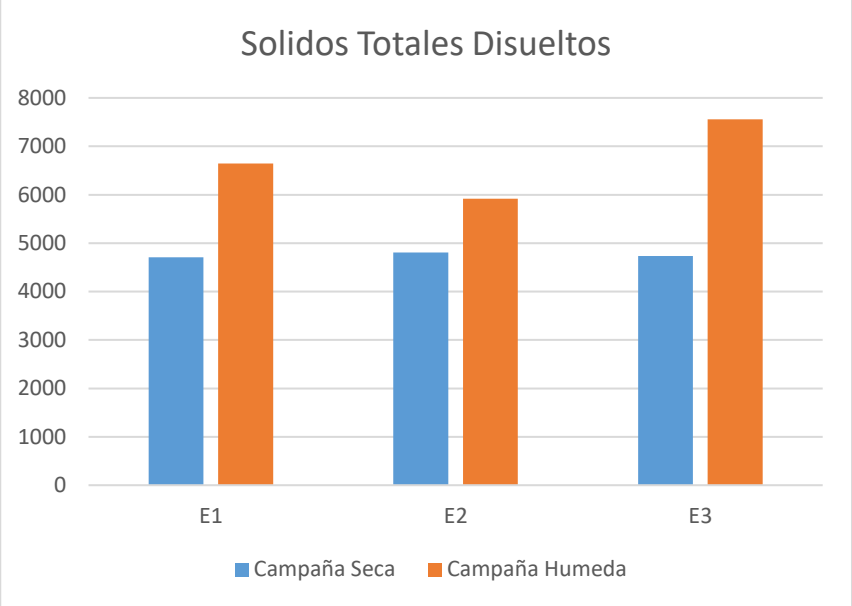


Gráfico 2: Valores de Sólidos Totales Disueltos presentes en la estación de muestreos

5.1.3 Muestras de aguas según Nch1333

En la tabla 5 se muestra la comparación de los valores obtenidos en los puntos de muestreos, junto con la Norma Chilena 1333: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos en las dos campañas realizadas (Seca y húmeda).

Tabla 5: Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333.

Análisis	Unidad	Estación 1 Campaña seca	Estación 1 Campaña húmeda	Estación 2 Campaña seca	Estación 2 Campaña húmeda	Estación 3 Campaña seca	Estación 3 Campaña húmeda	LD	NCh 1333
Aluminio	mg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0,5	5,00
Arsénico	mg/l	0.003	0,002	0.003	0,004	0.004	0,007	0.001	0,10
Boro	mg/l	3.0	9,2	3.1	7,0	4.4	8,2	0.01	0,75
Cadmio	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0,010

Análisis	Unidad	Estación 1 Campaña seca	Estación 1 Campaña húmeda	Estación 2 Campaña seca	Estación 2 Campaña húmeda	Estación 3 Campaña seca	Estación 3 Campaña húmeda	LD	NCh 1333
Cianuro	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	0,20
Cinc	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	2,00
Cloruro	mg/l	810	1820	815	1191	846	1983	0.02	200,00
Cobalto	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0,050
Cobre	mg/l	<0.01	0,03	<0.01	0,02	<0.01	0,03	0.01	0,20
Cromo	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0,10
Fluoruro	mg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	1,00
Hierro	mg/l	0.07	<0.01	0.35	0,08	0.17	0,04	0.01	5,00
Litio	mg/l	0.13	0,44	0.13	0,43	0.13	0,45	0.01	2,50
Litio cítrico	mg/l	0.13	0,44	0.13	0,43	0.13	0,45	0.01	0,075
Manganeso	mg/l	<0.01	0,06	0.09	0,10	0.03	0,03	0.01	0,20
Mercurio	mg/l	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0005	0,001
Molibdeno	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.005	0,010
Níquel	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0,20
Plata	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0,20
Plomo	mg/l	<0.05	<0.05	4.31	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	5,00
Selenio	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0,020
Sodio porcentual	%	46.1	45,9	43.7	38,5	46.4	49,7		35,00
Sulfato	mg/l	1663	2338	1729	1799	1660	3322	10	250,00
Vanadio	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0,10

De los valores entregados, se observan valores superiores a lo establecido en la normativa vigentes en las tres estaciones. Dentro de estos parámetros se encuentran: Sulfato, Manganeso, Cloruros, Boro, Litio cítrico, y Sodio porcentual, en ambas temporadas.

En la temporada seca los Cloruros presentan valores máximos en la Estacion 3 (846mg/l) y mínimos en la Estación 1 (810 mg/l). Todos los valores presentes en las estaciones, superan lo señalado en la NCh 1333 (200 mg/l), mientras en la campaña humeda los Cloruros presentan valores máximos en la Estacion 3 (1983mg/l) y mínimos en la Estación 2 (1191 mg/l). Todos los valores presentes en las estaciones, superan lo señalado en la NCh 1333 (200 mg/l) (Gráfico 3)

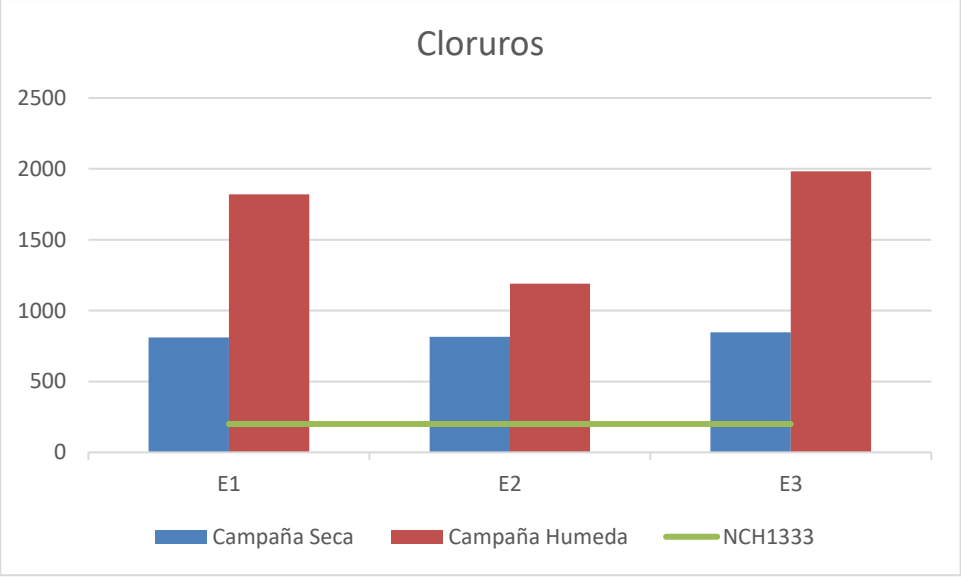


Gráfico 3: Valores de Cloruro presente en el río Copiapó

En campaña seca el Sulfato presenta valores superiores a lo establecido en la NCh (límite máximo permitido 250 mg/l). La Estación 2 presenta los mayores valores (1729 mg/l), la sigue la Estación 1 (1663 mg/l) y la Estación 3 (1660mg/l)

En campaña humeda el Sulfato presenta valores superiores a lo establecido en la NCh (límite máximo permitido 250 mg/l). La Estación 3 presenta los mayores valores (3322 mg/l), la sigue la Estación 1 (2338 mg/l) y la Estación 2 (1799 mg/l) (Gráfico 4)

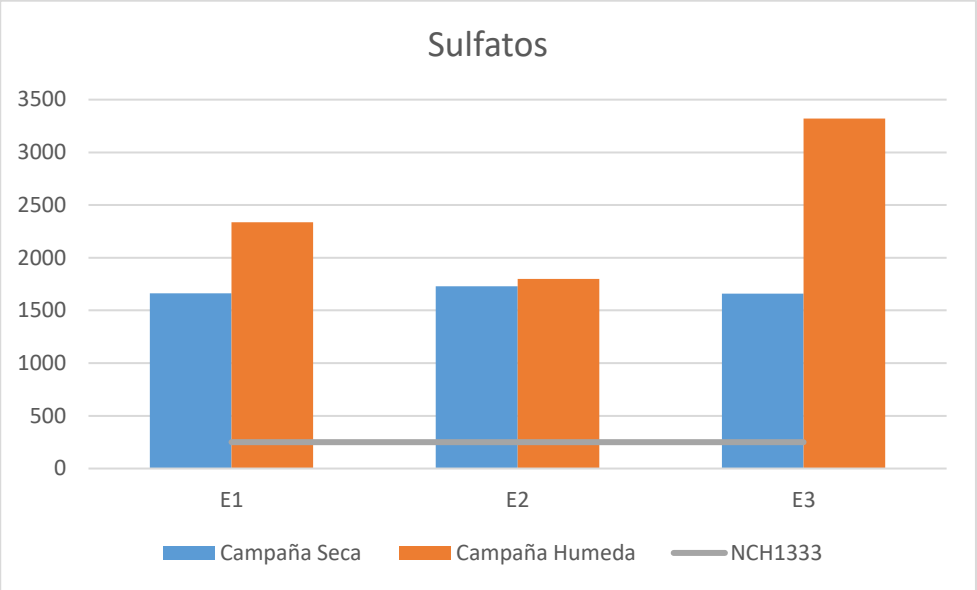


Gráfico 4: Valores de Sulfato presentes en las aguas del río Copiapó

Los valores de Boro superan los límites establecidos (0,75 mg/l) en todas las estaciones promediando un 3,5 mg/l en campaña seca y un 8,1 mg/l en campaña húmeda (Gráfico 5)

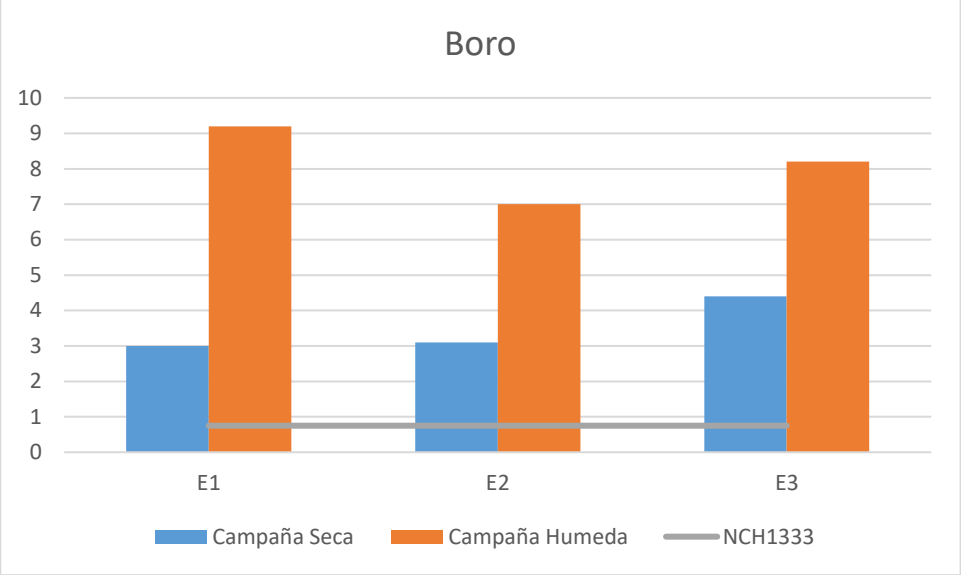


Gráfico 5: Valores de Boro en aguas del río Copiapó

Para el Litio (Cítrico) en la campaña seca, se presentan valores en promedio de 0,13 mg/l, el cual supera los máximos establecidos en la normativa vigente (0,075 mg/l). El Litio (cítrico) se mantiene medida que se aproxima a la desembocadura (estación 3), en la campaña húmeda el Litio (Cítrico), se presentan valores en promedio de 0,44 mg/l, el cual supera los máximos establecidos en la normativa vigente (0,075 mg/l). El Litio (cítrico) presenta la menor concentración en la Estación 2 (0,43 mg/l) y la mayor concentración en la Estación en 3 (0,45 mg/l) (Gráfico 6).

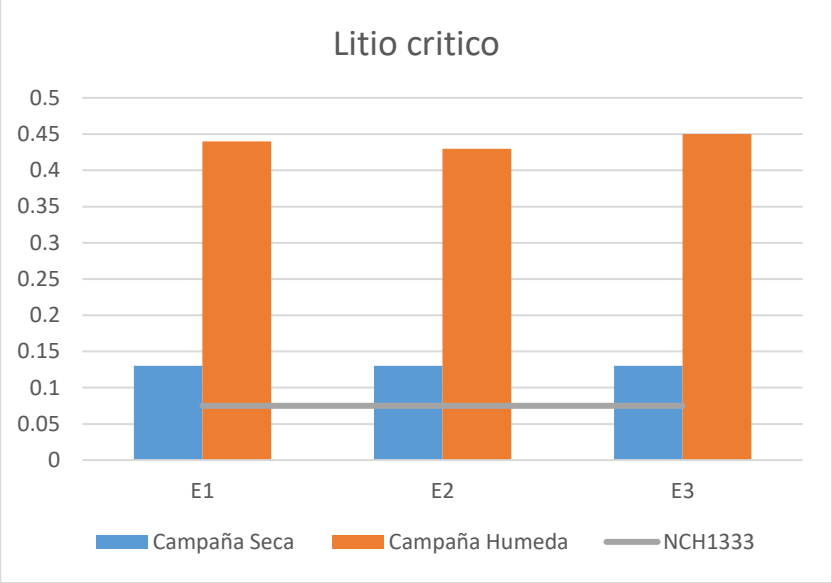


Gráfico 6: Valores de Litio (Cítrico) presente en el río Copiapó

En campaña seca el Sodio porcentual nos señala una pequeña diferencia entre los puntos, encontrándose en mayor cantidad en la Estación 3 (46,4%), seguida de la Estación 1 (46,1 %) y con menor concentración en la Estación 2 (43,7%).Todos los valores se encuentran en forma superior a los máximos permitidos en la NCh 1333, en campaña húmeda el Sodio porcentual señala una pequeña diferencia entre los puntos, encontrándose en mayor cantidad en la Estación 3 (49,7%), seguida de la Estación 1 (45,9 %) y con menor concentración en la Estación 2 (38,5%).Todos los valores se encuentran en forma superior a los máximos permitidos en la NCh 1333 (Gráfico 7)

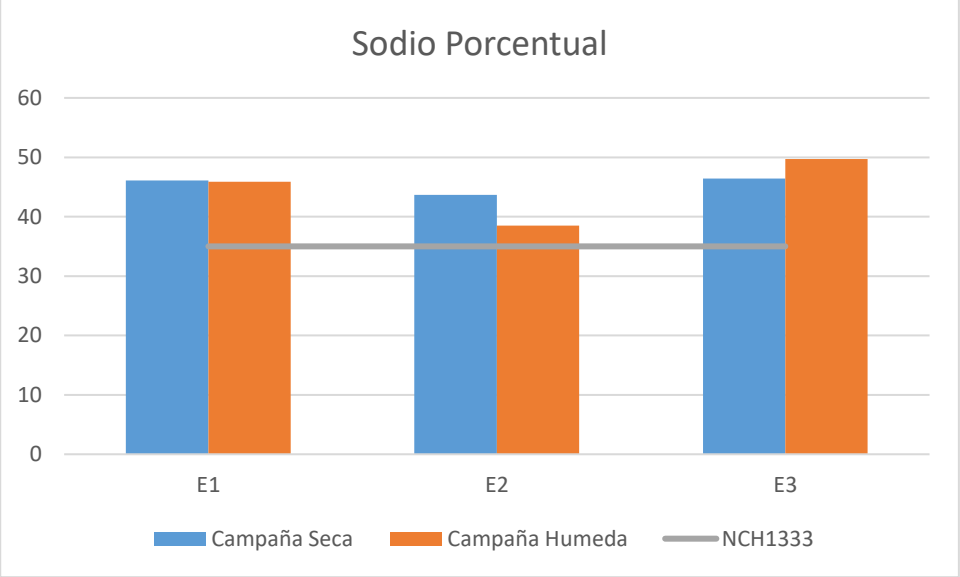


Gráfico 7: Valores de Sodio Porcentual presente en el río Copiapó

5.1.4 Muestras de aguas según NCh 409

El análisis de las muestras provenientes del curso principal, fueron comparados con la NCh 409/1 of. 2005, la cual establece los requisitos de calidad de agua potable en todo el territorio nacional.

En campaña seca, los resultados de las concentraciones de manganeso nos señalan una disminución con respecto al año 2017, donde la estación de muestreo que mostro el nivel más alto fue la estación 2 con 0,06 mg/l, muy por debajo de 0,1 mg/l (NCh 409), mientras en temporada húmeda los resultados de las concentraciones de manganeso presentan valores similares a la estación seca, observando los niveles más altos en la Estación 2 (0,07 mg/l).

Tabla 6: Manganeso presentes en el Río Copiapó

Elementos o sustancias	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409
Manganeso	mg/l	<0.01	0,05	0.06	0,07	0.04	0,02	0.01	0.1mg/l

En la campaña seca el análisis de los Nitratos y Nitritos, nos señala valores mayores en la estación 1 y 3 para los Nitratos (1.5 mg/l) y homogéneos para Nitritos (<0,02 mg/l). Los valores en ambos parámetros, se encuentran por debajo de la normativa vigente mientras en estación húmeda el análisis de los Nitratos y Nitritos, obtenidos en las estaciones de muestreo, señala valores mayores en la Estación 2 para los Nitratos (3.6 mg/l) e iguales para Nitritos (<0,02 mg/l). Los valores en ambos parámetros, se encuentran por debajo de la normativa vigente (Tabla 7).

Tabla 7: Nitritos y Nitratos presentes en el río Copiapó y su comparación con la normativa vigente

Elementos o sustancias	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409
Nitrato (NO^-_3)	mg/l	1.5	0,9	1.1	3,6	1.5	3,8	0.5	50
Nitrito (NO^-_2)	mg/l	<0,02	<0.02	<0,02	<0.02	<0,02	<0.02	0.02	3

La estación con valores más elevados de parámetros microbiológicos es la Estación 1 en la estación seca con 350 NMP, el límite de detección mediante laboratorio es 1.8

Tabla 8: Parámetros microbiológicos

Plaguicidas	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	LD
Coliformes totales	NMP/100mL	350	>1600	130	>1600	23	33,0	1.8
Coliformes fecales	NMP/100mL	350	>1600	130	110,0	23	13,0	1.8

Los valores obtenidos en los plaguicidas presentan valores inferiores a lo establecido, evidenciándose una homogeneidad en las estaciones muestreadas (Tabla 9).

Tabla 9: Plaguicidas

Plaguicidas	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409
2,4 – D	µg/l	<7	<7	<7	<7	<7	<7	7	30
DDT + DDD + DDE	µg/l	<0,1	<0.1	<0,1	<0.1	<0,1	<0.1	0,1	2
Lindano	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	2
Metoxicloro	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	20
Pentaclorofenol	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	9

Los productos secundarios de la desinfección en ambas campañas se presentan en forma homogénea en cada una de las estaciones monitoreadas, señalando valores por debajo de los límites máximos establecidos en la normativa vigente (Tabla 10).

Tabla 10: Productos secundarios de la desinfección

Producto	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409
Bromodiclorometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,06
Dibromoclorometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,1
Monocloramina	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.1	3
Tribromometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,1
Triclorometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,2
Trihalometanos	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0.2	1*

*Suma de las razones entre la concentración medida de cada uno y su respectivo límite máximo.

5.1.5 Sedimentos

El análisis de los sedimentos en campaña seca, se observa un amplio rango de valores de metales, los cuales oscilan entre 0,01mg/kg y 24114 mg/kg. Para el caso de hierro, aluminio y sulfatos, cuyos valores superan los 2000 mg/kg. Las estaciones de muestreo en que se evidencia una mayor cantidad de metales en los sedimentos, corresponden a la estación 3.

El análisis de los sedimentos en campaña húmeda, se observa un amplio rango de valores de metales, los cuales oscilan entre 0,01mg/kg y 20923 mg/kg.

Tabla 11: Sedimentos

Análisis	Unidad	LD	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda
Aluminio	mg/kg	5	8931	4917	8044	11181	8812	5140
Arsénico	mg/kg	0.01	7.88	7,16	7.38	10,26	80.6	5,87
Cadmio	mg/kg	0.1	<0.1	0,2	<0.1	0,2	<0.1	<0.1
Cianuro Total	mg/kg	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cinc	mg/kg	5	48	21	39	53	50	36
Cloruro(*)	mg/kg	10	209	12656	153	10043	201	363
Cobre	mg/kg	3.5	18.3	22,7	19.8	50,2	18.5	14,4
Fósforo Total	mg/kg	30	47	115	180	195	95	74
Hierro	mg/kg	5	20370	9517	11463	13146	24114	20923
Manganeso	mg/kg	2	255	546	230	1674	288	256
Molibdeno	mg/kg	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Níquel	mg/kg	1.5	9.8	4,9	6.1	18,2	10.3	7,1
Nitratos (como N)(*)	mg/kg	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Nitritos (como N)(*)	mg/kg	0.5	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Nitrógeno Kjeldahl	mg/kg	12.5	72.8	828,5	304.5	951,8	258.5	148,3
Nitrógeno Total	mg/kg	20	74	835	305	961	259	150
Plomo	mg/kg	0.5	8.5	3,4	5.4	9,9	11.1	8,4
Selenio	mg/kg	0.01	0.02	0,07	0.03	0,04	0.04	0,02
Sulfato(*)	mg/kg	30	2227	4630	391	7892	932	325

5.2 Aspectos Biológicos

5.2.1 Censo de avifauna

Según la revisión de los censos de avifauna realizados desde el año 2009, en el área de estudio se han identificado 62 especies de aves pertenecientes a 29 familias distintas; de éstas para la temporada seca 23 especies fueron registradas en el área de estudio, representadas por 14 familias, mientras que, en la temporada húmeda, fueron registradas 25 especies, representadas por 14 familias. De ellas una se encuentran en alguna categoría de conservación (Tabla 11).

Considerando que el territorio nacional presenta un total de 462 especies de aves (Martínez & González 2005; Jaramillo 2005), en la temporada seca un 4,97% de estas especies se encuentra representado en este humedal esta temporada y un 5,4 % de estas especies se encuentra representado en la temporada húmeda.

Es en la temporada seca que se destaca la presencia de *Coscoroba coscoroba,* especie catalogada como En Peligro según la Ley de Caza y su Reglamento.

Tabla 12: Registro histórico de las especies de aves observadas en el humedal.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	nº de individuos campaña Seca 2018	n° de individuos campaña húmeda 2018
Threskiornithidae	*Theristicus melanopis*	Bandurria	LC	P		
Laridae	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana	-	-	18	16
Laridae	*Larosterna inca*	Gaviotín monja	-	V		
Laridae	*Larus modestus*	Gaviota garuma	-	V		9
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax bougainvillii*	Guanay	-	V		
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	-	-	4	
Pelecanoididae	*Pelecanoides garnotii*	Yunco	-	V		

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	nº de individuos campaña Seca 2018	n° de individuos campaña húmeda 2018
Cathartidae	*Caracara Plancus*	Traro	-	-		1
Scolopacidae	*Numenius phaeopus*	Zarapito	-	-	3	4
Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	-	-		
Scolopacidae	*Gallinago paraguaiae*	Becacina	-	V		
Scolopacidae	*Himantopus melanurus*	Perrito	-	-		
Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico	-	-		
Ardeidae	*Casmerodius albus*	Garza grande	-	-		1
Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza boyera	-	-		
Ardeidae	*Ardea cocoi*	Garza cuca	-	R		
Ardeidae	*Egretta thula*	Garza chica			1	
Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo	-	-		
Charadridae	*Vanellus chilensis*	Queltehue	-	-	4	2
Charadridae	*Charadrius alexandrinus*	Chorlo nevado	-	-		
Charadridae	*Charadrius collaris*	Chorlo de collar	-		2	
Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Pilpilén	-	-		
Haematopodidae	*Hematopus ater*	Pilpilén negro	-	-		
Emberizidae	*Agelaius thilius*	Trile	-	-		1
Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol	-	-	2	7
Spheniscidae	*Spheniscus humboldti*	Pingüino de Humboldt	VU	-		
Oceanitidae	*Oceanites gracilis*	Golondrina de mar chica	-	-		
Accipitridae	*Buteo polyosoma*	Aguilucho	-	-		
Accipitridae	*Circus cinereus*	Vari	-	-		
Cathartidae	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada	-	-	7	5
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Jote de cabeza negra	-	-		
Tyrannidae	*Elaenia albiceps*	Fío-fío	-	-		
Tyrannidae	*Lessonia rufa*	Colegial	-	-	6	5

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	nº de individuos campaña Seca 2018	n° de individuos campaña húmeda 2018
Tyrannidae	*Muscisaxicola maculirostris*	Dormilona chica	-	-		
Tyrannidae	*Anairete sparulus*	Cachudito	-	-	2	3
Turnidae	*Tordus chiguanco*	Zorzal negro	-	-		
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán	-	-	1	2
Furnariidae	*Phleocryptes melanops*	Trabajador	-	-		1
Furnariidae	*Cinclode soustaleti*	Churrete chico	-	-	1	
Furnariidae	*Pseudasthenes hunicola*	Canastero	-	-		
Furnariidae	*Geositta marítima*	Minero chico	-	-		
Furnariidae	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral	-	-	1	4
Falconinae	*Falco sparverius*	Cernícalo	-	-	1	1
Falconidae	*Milvago chimango*	Tiuque			1	
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión	-	-		
Trochilidae	*Sephanoides sephanoides*	Picaflor	-	-		
Columbidae	*Columbina picui*	Tortolita cuyana	-	-		
Rynchopidae	*Rynchops niger*	Rayador	-	-		
Hirudinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina dorso negro	-	-	17	16
Hirudinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina bermeja	-	-		
Hirudinidae	*Tachycineta leucopyga*	Golondrina chilena	-	-		
Tharaupidae	*Sicalis luteola*	Chirigüe	-	-		
Tharaupidae	*Diuca diuca*	Diuca	-	-		3
Strigidae	*Athene cunicularia*	Pequén	-	-		
Anatidae	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	-	R		2
Anatidae	*Anas cyanoptera*	Pato colorado	-	-	5	6
Anatidae	*Anas georgica*	Pato jergón grande	-	-	26	15

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	nº de individuos campaña Seca 2018	n° de individuos campaña húmeda 2018
Anatidae	*Anas sibilatrix*	Pato Real	-	-	6	12
Anatidae	*Coscoroba coscoroba*	Cisne Coscoroba	-	EN	3	
Rallidae	*Fulica rufifrons*	Tagua frente roja	-	-	15	20
Rallidae	*Fúlica armillata*	Tagua común	-	-	23	21
Rallidae	*Gallinula galeata pauxilla*	Taguita del norte	-	-		
Rallidae	*Pardirallus sanguinolentus*	Piden			1	2
Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala	-	-		1
			TOTAL		148	160

RCE: CR = **En peligro crítico**; DD = **Datos insuficientes;** EN = **En Peligro;** EW= **Extinta en estado silvestre;** EX = **Extinta;** FP = **Fuera de Peligro;** IC = **Insuficientemente Conocida;** LC = **Preocupación menor** NT = **Casi amenazada;** R = **Rara; VU = Vulnerable.** LDC: **P = especie catalogada como en Peligro de Extinción; V = especie catalogada en estado de conservación Vulnerable; R = especie catalogada como Rara; I = especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida; F = especie catalogada como Fuera de Peligro.**



Imagen 17: *Coscoroba coscoroba* observado en Estación 3, durante el monitoreo de la Temporada Seca.



Imagen 18: *Podiceps major*, durante el monitoreo de la Temporada Húmeda

5.2.2 Índice de Shannon-Wiener H´

Tabla 13: Índice de Shannon

Índice	Temporada	Puente	Chacra	Desembocadura
Shannon H'	Seca	1,409	1,794	2,001
	Húmeda	1,685	2,068	2,192

Los resultados del índice ecológico de Shannon-Wiener, en cuanto a la diversidad nos indican que; según los datos recogidos en las tres estaciones, para la temporada seca y húmeda el índice calculado para el sector de la desembocadura se obtuvo un valor de H= 2,001 y H= 2,192 siendo este ambiente con mayor riqueza y diversidad de especies en ambas temporadas del año 2018 (Imagen 19).

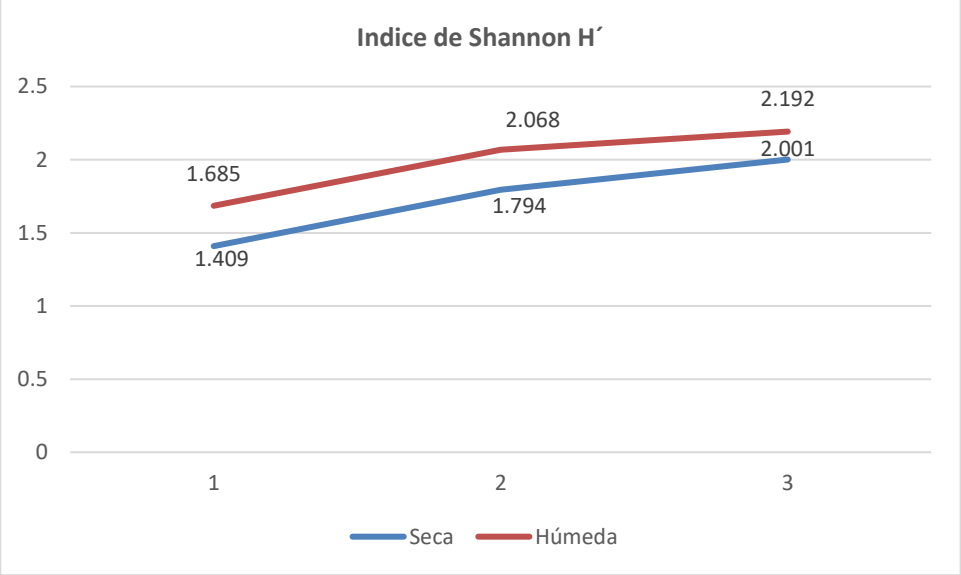


Imagen 19: Índice de Shannon-Wiener.

Además, el análisis de Bray-Curtis en cuanto a similitud entre estaciones muestreadas, nos indica en la temporada seca un 0,12% entre E1 (Puente) y E2 (Chacra), mientras que para E3 (desembocadura) es de 0,5% en relación a las otras estaciones. En la temporada húmeda la similitud entre las estaciones muestreadas nos indica un 0,2% entre E2 (Chacra) y E1 (Puente), mientras que para E3 (Desembocadura) es de 0,5% en relación a las otras estaciones (Imagen 20).

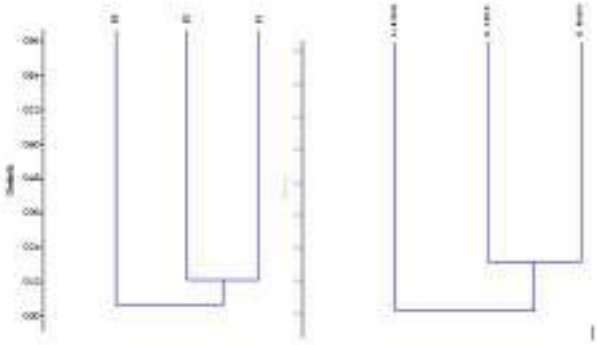


Imagen 20: Dendrograma de similitud Bray Curtis, para los tres puntos de muestreo en temporada seca y húmeda del 2018.

5.2.3 Composición Florística

Para las tres estaciones y en las dos temporadas de identifico un total de 35 especies. La temporada seca se registró 20 especies (Tabla 14) y la húmeda 35 (Tabla 15). Las familias con más representantes fueron las Asteraceae y Poaceae con 6 especies y le siguió Chenopodiaceae con 4 especies.

Tabla 14. Listado florístico, temporada húmeda

Familia	Especies	Nombre común	OF	HB
Dicotyledoneae				
Asteraceae	*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca	N	Ar
	Cotula coronopifolia L.	Boton de oro	A	Hp
	Crepis capillaris (L.) Wallr.	Falsa achicoria	A	Ha
	Sonchus tenerrimus L.	Ñilhue	A	Ha
	Tessaria absinthioides (Hook. & Arn.) DC.	Brea	N	Ar
Boraginaceae	*Heliotropium curassavicum* (L.)	Cama de sapo	N	Hp
Brassicaceae	*Rapistrum rugosum* (L.) All.	Falso yuyo	A	Ha
Chenopodiaceae	*Atriplex clivicola* I. M. Johnst.	Cachiyuyo	E	Ar
	Sarcocornia fruticosa (L.) A. J. Scott	Sosa	N	Hp
Fabaceae	*Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Chañar	N	A
	Melilotus albus Medik.	Trebol de color blanco	A	Hb
Lamiaceae	*Mentha aquatica* L.	Menta	A	Hp
Malvaceae	*Malvella leprosa* (Ortega) Krapov.	Malva amarilla	N	Hp
Polygonaceae	*Rumex acetosella* L.	Vinagrillo	A	Hp
Monocotyledoneae				
Cyperaceae	*Schoenoplectus pungens* (Vahl) Palla	Totora	N	Hp
Juncaceae	*Juncus acutus* (L.)	Junco	N	Hp
Poaceae	*Cynodon dactylon* (L.)	Pasto bermuda	A	Hp
	Distichlis spicata (L.)	Pasto salado	N	Hp
	Polypogon monspeliensis (L.) Desf.		A	Ha
Typhaceae	*Typha angustifolia* L.	Totora	N	Hp

Tabla 15. Listado florístico, temporada seca.

Familia	Especies	Nombre común	OF	HB
Dicotyledoneae				
Apiaceae	*Hydrocotyle* sp	Sombrerito de agua	SI	Hp
	Apium sp	Apio silvestre	SI	Hp
Asteraceae	*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca	N	Ar
	Cotula coronopifolia L.	Botón de oro	A	Hp
	Crepis capillaris (L.) Wallr.	Falsa achicoria	A	Ha
	Pseudognaphalium gayanum (J. Remy) Anderb.	Vira-vira	E	Hp
	Sonchus tenerrimus L.	Ñilhue	A	Ha
	Tessaria absinthioides (Hook. & Arn.) DC.	Brea	N	Ar
Boraginaceae	*Heliotropium curassavicum* (L.)	Cama de sapo	N	Hp
Brassicaceae	*Nasturtium officinale* W.T. Aiton	Berro común	A	Hp
	Rapistrum rugosum (L.) All.	Falso yuyo	A	Ha
Chenopodiaceae	*Atriplex clivicola* I. M. Johnst.	Cachiyuyo	E	Ar
	Atriplex deserticola Phil	Cachiyuyo	N	Ar
	Sarcocornia fruticosa (L.) A. J. Scott	Sosa	N	Hp
	Suaeda foliosa Moq.	Sosa	N	Ar
Convolvulaceae	*Cressa truxillensis* kunth	-	N	Hp
Fabaceae	*Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Chañar	N	A
	Melilotus albus Medik.	Trébol de color blanco	A	Hb
Frankeniaceae	*Frankenia chilensis* C. Presl	hierba del salitre	N	Ar
Lamiaceae	*Mentha aquatica* L.	Menta	A	Hp
Malvaceae	*Malvella leprosa* (Ortega) Krapov.	Malva amarilla	N	Hp
Mimosaceae	*Prosopis chilensis* (molina) Stuntz	Algarrobo	N	A
Polygonaceae	*Rumex acetosella* L.	Vinagrillo	A	Hp
Solanaceae	*Nolana albescens* (Phil.) I.M. Johnst.	Hierba sosa	E	Ar
	Nolana divaricata (Lindl.) I.M. Johnst.	Hierba sosa	E	Ar
Monocotyledoneae				
Cyperaceae	*Schoenoplectus pungens* (Vahl) Palla	Junquillo	N	Hp
Juncaceae	*Juncus bufonius* L.	Junco de sapo	N	Ha
	Juncus acutus (L.)	Junco	N	Hp
Poaceae	*Arundo donax* L.	Caña	A	Ha
	Cynodon dactylon (L.)	Pasto bermuda	A	Hp
	Distichlis spicata (L.)	Pasto salado	N	Hp
	Polypogon monspeliensis (L.) Desf.	-	A	Ha
	Setaria sp	Cola de zorro	SI	Ha
	Setaria sp1	Cola de zorro	SI	Ha

Familia	Especies	Nombre común	OF	HB
Typhaceae	*Typha angustifolia* L.	Totora	N	Hp

Para el habito o tipo biológico, en la temporada húmeda se registró 11 hierbas perennes (Hp) (55%), 4 hierbas anuales (Ha) (20%), 3 arbustivas (Ar) (15%) y 1 arbórea (A) y 1 hierba bienal (Hb) (bianual) (5%) cada una. En cuanto a la temporada seca, las hierbas perennes siguen dominando con 16 especies (46%), 8 arbustivas y 8 hierbas anuales (23%) cada una, arbórea con 2 especies (6%) y 1 hierba bienal (3%) (Imagen 21).

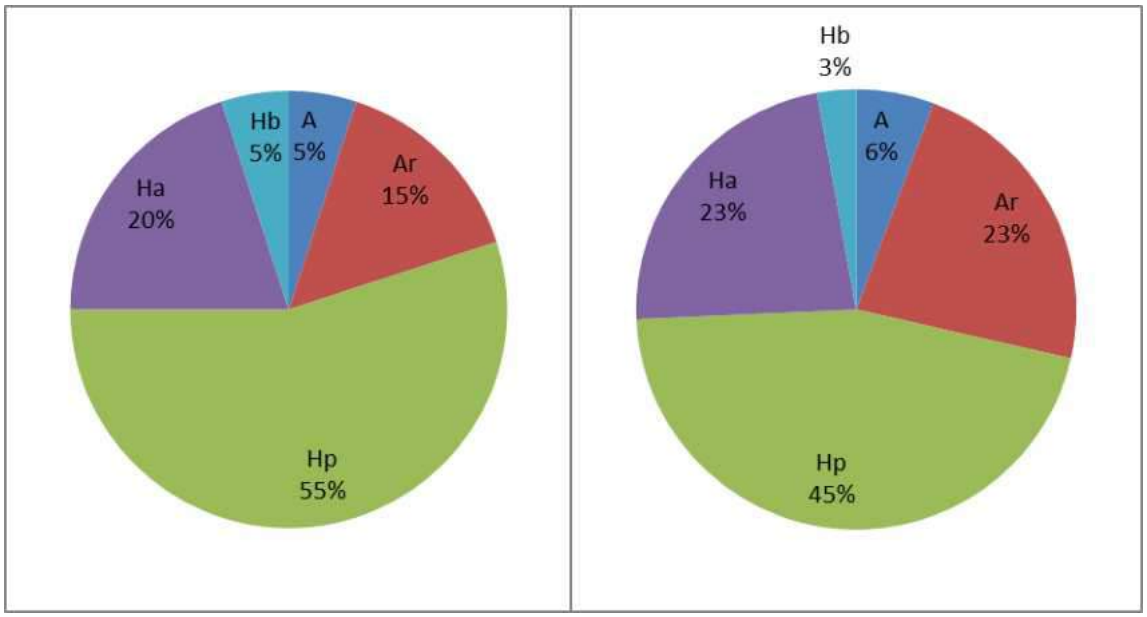


Imagen 21: Tipo biológico, izquierda correspondiente a la temporada húmeda, derecha a la temporada seca.

En cuanto al origen fitogeográfico, en la temporada húmeda se registró 10 nativas (N) (50%), 9 adventicias (A) (45%) y una endémica (E) (5%). Para la temporada seca la cantidad de especies nativas domino con 16 especies (46%), luego las especies adventicias 11 (31%), endémicas con 4 (12%), y especies sin identificar (SI), solo a nivel de genero 4 (11%) (Imagen 22).

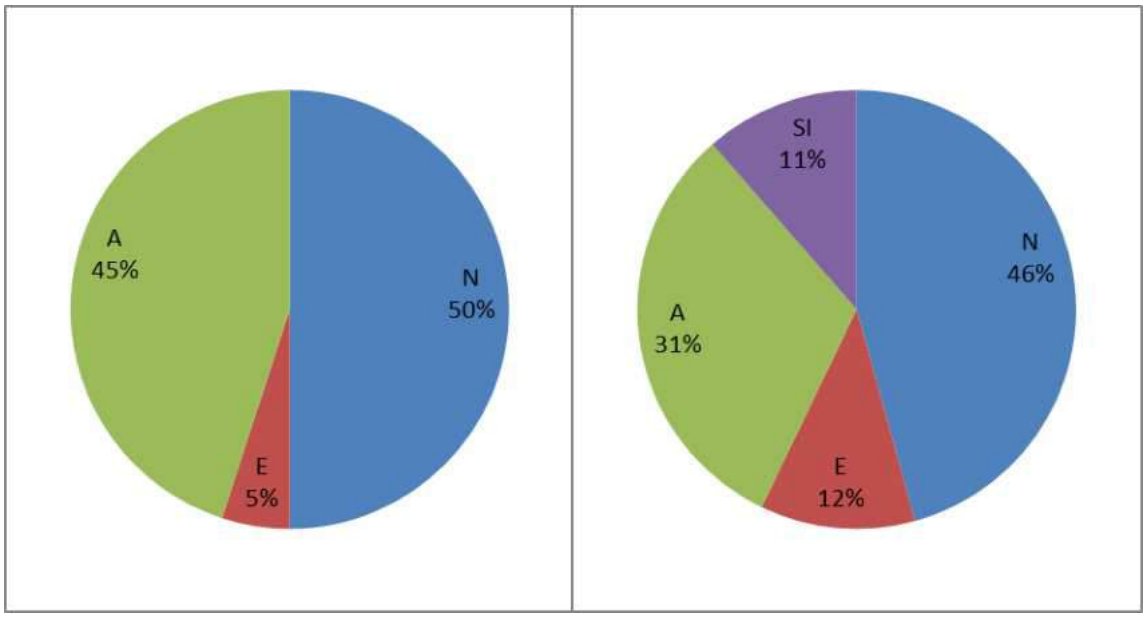


Imagen 22: Origen fitogeográfico, izquierda correspondiente a la temporada húmeda, derecha a la temporada seca.

- **Cobertura vegetal.**

Para las estaciones muestreadas en las distintas capas vegetales, la capa vegetal pequeña y mediana están presente en las tres estaciones de muestreo de las dos temporadas, existiendo cambios en cuanto al registro de la cobertura en la estación 2 en la capa vegetal alta, en la temporada seca (Tabla 16 y 17).

Tabla 16. Cobertura vegetal temporada húmeda.

Capa Vegetal	Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)
Flotante	-	-	-
Pequeña	5-25	5-25	75-100
Mediana	50-75	25-50	25-50
Alta	75-100	-	5-25
Muy Alta	5-25	-	-
N° de capas	4	2	3

Capa Vegetal	Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)
Puntaje	**A**	**B**	**B**

Tabla 17. Cobertura vegetal temporada seca.

Capa Vegetal	Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)
Flotante	-	-	-
Pequeña	5-25	5-25	75-100
Mediana	50-75	25-50	25-50
Alta	75-100	25-50	5-25
Muy Alta	5-25	-	-
N° de capas	4	3	3
Puntaje	**A**	**B**	**B**

- **Dominancia y codominancia de especies.**

Para la dominancia y codominancia de las especies, se establece mediante el porcentaje de cobertura, siendo el mayor para la especie dominante mientras que los valores menores serán para las especies codominantes. Para la estación 1, en la temporada húmeda (Tabla 18), registrando 4 especies dominantes y codominantes, en cuanto al porcentaje de cobertura se destaca la dominancia de *T. angustifolia* en las capas media y alta. En la temporada seca (Tabla 19), se registró 4 especies dominantes y 6 codominantes, para la dominancia en cuanto al porcentaje de cobertura se destaca a *T. angustifolia* en las capas mediana y alta, la especie *D. spicata* dominó en la capa pequeña.

.



Imagen 23: Estación 1

Tabla 18. Dominancia y codominancia, estación 1, temporada húmeda.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Sarcocornia fruticosa*	5-10
	Distichlis spicata	10-25
Mediana	*Tessaria absinthioides*	30-55
	Juncus acutus	20-30
	Typha angustifolia	50-75
Alta	*Typha angustifolia*	75-100
	Atriplex clivicola	5-10
Muy Alta	*Geoffroea decorticans*	5-10

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
N° de especies dominantes		4
N° de especies codominantes		4
Puntaje especies dominantes		A
Puntaje especies codominantes		B

Tabla 19. Dominancia y codominancia, estación 1, temporada seca.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Sarcocornia fruticosa*	5-10
	Distichlis spicata	50-75
Mediana	*Tessaria absinthioides*	30-55
	Juncus acutus	20-30
	Typha angustifolia	50-75
Alta	*Typha angustifolia*	75-100
	Atriplex clivicola	5-10
	Baccharis salicifolia	5-10
Muy Alta	*Geoffroea decorticans*	5-10
	Prosopis chilensis	< 5
N° de especies dominantes		4
N° de especies codominantes		6
Puntaje especies dominantes		A
Puntaje especies codominantes		A



Imagen 24: *D. spicata* especie dominante estación E3, temporada seca.



Imagen 25: especie dominante estación del puente, temporada húmeda.

Para la estación 2 de la temporada húmeda, (Tabla 20) se registró 3 especies dominantes y 4 codominantes, la especie *T. absinthioides* dominó en cuanto al porcentaje de cobertura en la capa mediana. En la temporada seca (Tabla 21) se registró la misma cantidad de especies dominantes y codominantes, lo mismo en cuanto a la dominancia al porcentaje de cobertura, no registrando cambios.



Imagen 26: Estación 2

Tabla 20. Dominancia y codominancia, estación 2, temporada húmeda.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Distichlis spicata*	15-20
	Polypogon monspeliensis	5-10

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Mediana	*Juncus acutus*	5-10
	Tessaria absinthioides	20-35
	Melilotus albus	10-20
Alta	*Melilotus albus*	5-10
	Typha angustifolia	10-15
Muy Alta	-	-
N° de especies dominantes		3
N° de especies codominantes		4
Puntaje especies dominantes		A
Puntaje especies codominantes		B

Tabla 21. Dominancia y codominancia, estación 2, temporada seca.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Distichlis spicata*	15-20
	Polypogon monspeliensis	5-10
Mediana	*Juncus acutus*	5-10
	Tessaria absinthioides	20-35
	Melilotus albus	10-20
Alta	*Melilotus albus*	5-10
	Typha angustifolia	10-15
Muy Alta	-	-
N° de especies dominantes		3
N° de especies codominantes		4
Puntaje especies dominantes		A
Puntaje especies codominantes		B



Imagen 27: *T. absinthioides* especie dominante sector la chacra.

Para la estación 3 de la temporada húmeda, el número de especies dominantes fue de 3 y solo 1 codominate (Tabla 22) las especies *D. spicata* y *T. absinthioides* dominaron en cuanto al porcentaje de cobertura en las capas pequeña y mediana respectivamente. Para la temporada seca el número de especies dominante se mantiene, pero para el número de especies codominate se registró 2 especies (Tabla 23), en cuanto a las especies dominantes y las capas se mantienen las mismas que la temporada húmeda, no registrando cambios en los porcentajes de cobertura.



Imagen 28: Estación 3.

Tabla 22. Dominancia y codominancia, estación 3, temporada húmeda.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Distichlis spicata*	75-80
	Sarcocornia fruticosa	30-40
Mediana	*Tessaria absinthioides*	60-70
Alta	*Atriplex clivicola*	5-10
Muy Alta	-	-
N° de especies dominantes		3
N° de especies codominantes		1
Puntaje especies dominantes		A
Puntaje especies codominantes		D

Tabla 23. Dominancia y codominancia, estación 3, temporada seca.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Distichlis spicata*	75-80
	Sarcocornia fruticosa	30-40
Mediana	*Tessaria absinthioides*	60-70
Alta	*Atriplex clivicola*	5-10
	Typha angustifolia	5-25
Muy Alta	-	-
N° de especies dominantes		3
N° de especies codominantes		2
Puntaje especies dominantes		B
Puntaje especies codominantes		C



Imagen 29: *D. spicata* especie dominante sector de la desembocadura.

- **Métricas vegetacionales.**

Para él % de invasión en la temporada húmeda (Tabla 24), se registra un total de 5 especies codominante para todos los sitios y para todas las capas y en base al origen fitogeográfico se determina si es invasiva o no, determinando que solo una especie es adventicia, *P. monspeliensis,* obteniendo un porcentaje final de un 20%. Para la temporada seca (Tabla 25), no se registró cambios en cuanto a la especie invasiva y a su porcentaje.

Tabla 24. Porcentaje de invasión, temporada húmeda.

Capas	Especies	OF	Invasiva
Flotante	-	-	-
Pequeña	*Sarcocornia fruticosa*	N	no
	Polypogon monspeliensis	A	si
Mediana	*Tessaria absinthioides*	N	no
	Juncus acutus	N	no
Alta	*Atriplex clivicola*	E	no
Muy alta	-	-	-
Total de especies codominantes			5
Porcentaje de invasión (%)			20
Puntaje			B

Tabla 25. Porcentaje de invasión, temporada seca.

Capas	Especies	OF	Invasiva
Flotante	-	-	-
Pequeña	*Sarcocornia fruticosa*	N	no
	Polypogon monspeliensis	A	si
Mediana	*Tessaria absinthioides*	N	no
	Juncus acutus	N	no
Alta	*Atriplex clivicola*	E	no
Muy alta	-	-	-
Total de especies codominantes			5
Porcentaje de invasión (%)			20
Puntaje			B

5.3 Análisis espacio temporal

5.3.1 Métricas de la comunidad vegetal

El área correspondiente al Humedal de la Desembocadura del río Copiapó para ambos años, representa un total de 425,355 hectáreas, con diferencias significativas en su distribución entre el intervalo anual de análisis. Para el año 2017, el modelo de clasificación supervisada evidenció que el área predominante entre las unidades analizadas respecto a la evaluación correspondiente a este periodo de tiempo, ésta se divide en dos temporadas: la primera es la temporada seca, que comprende los meses de enero a junio, y la segunda es la temporada húmeda, la cual analiza el período comprendido entre los meses de julio a diciembre. En la evaluación del humedal para la temporada seca del año 2017, se registraron los siguientes porcentajes de las unidades del humedal respecto a la superficie total; Espejo de agua con un 1%, Suelo 66% y Humedal 33%. Para la temporada húmeda, la superficie de las unidades del humedal varía significativamente en comparación a la temporada seca. En este período de análisis, la unidad de Humedal aumenta a un 48,31 % de su área, junto con la unidad de Espejos de agua, alcanzando un 4,58 %. En cambio, la unidad Suelo refleja una disminución de su superficie a un 47, 04 % (Gráfico **8**).

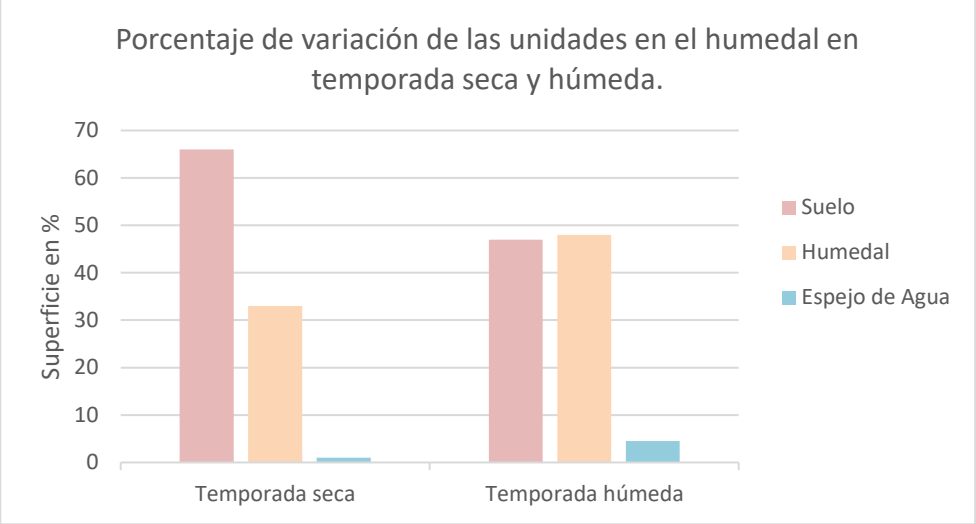


Gráfico 8: Gráfico distribución porcentual de las unidades del humedal, año 2017

La diferencia porcentual en las unidades del humedal para ambas temporadas, tienen relación con los acontecimientos hidrometeorológicos de precipitación intensa, los cuales generaron procesos de erosión por escorrentía superficial, afectando la cobertura vegetal del humedal, para así, influir en el aumento del Espejo de agua, incidiendo también en la disminución de la superficie de la unidad Suelo, experimentando una disminución de 18,96% de su superficie de la temporada seca, caso opuesto ocurrió con la unidad de Humedal, la cual registró un aumento en un 15,31% de su superficie entre la temporada seca a húmeda en el año 2017.

En comparación con el periodo analizado durante el año 2018. En la evaluación del humedal para la temporada seca del año 2018, se registraron los siguientes porcentajes de las unidades del humedal respecto a la superficie total; Espejo de agua un 2,03%, Suelo 50,92% y Humedal 47,05%. Para la temporada húmeda, la superficie de las unidades del humedal varía significativamente en comparación a la temporada seca. En este período de análisis, la unidad de Humedal se reduce a 45% su área, se mantiene con un 2% la unidad Espejos de agua. En cambio, la unidad Suelo refleja un aumento de su superficie a un 53% (Gráfico **8**). Esto se debe en gran medida a las condiciones climáticas que han predominado durante este periodo, existiendo una baja plusvalía de precipitaciones durante el periodo

invernal con nulas precipitaciones en el área de influencia analizada, por lo tanto, el aporte hídrico a la cuenca ha sido bajo durante el año 2018, a diferencia del año 2017 lo que influye directamente en las condiciones naturales del humedal y la variabilidad de las unidades que lo componen.

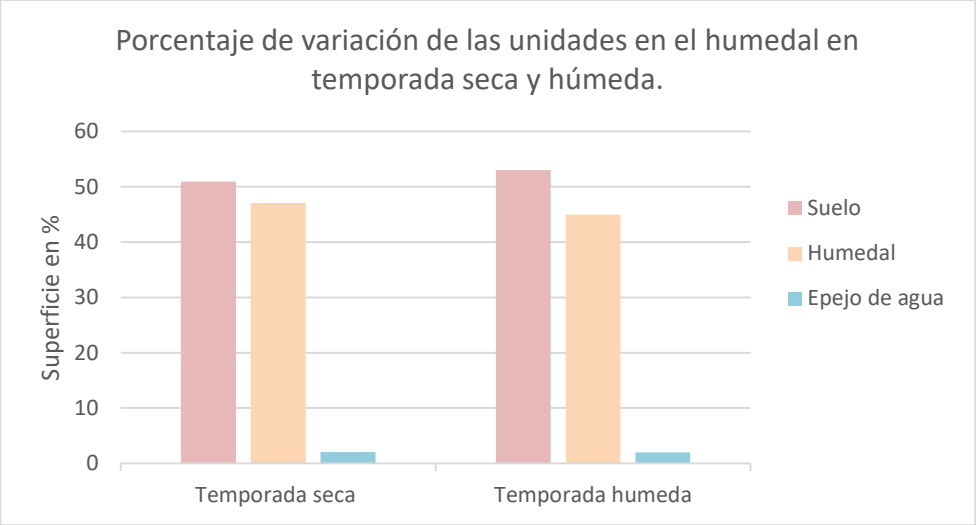


Gráfico 9: Gráfico distribución porcentual de las unidades del humedal, año 2018

La diferencia porcentual anuales en las unidades del humedal entre el año 2017 al 2018, tienen relación con los acontecimientos hidrometeorológicos dado a las condiciones de transición entre un periodo con altas precipitación, a un periodo con una reducción considerable de precipitaciones para el año 2018, lo que se manifestó en el cambio de superficie de las unidades.

En la siguiente tabla se muestran las superficies en hectáreas de las unidades del humedal, como también la variación porcentual entre ambos años de análisis.

Tabla 26: Variación porcentual de la superficie de las unidades del humedal entre los años 2017 y 2018.

Área	Año 2017 (ha)	Año 2018 (ha)	Porcentaje de Variación ((A2-A1)/A1)
Suelo	209,29	235,64	0,13
Humedal	214,94	200,07	-0,07
Espejo de agua	20,38	8,89	-0,56

El porcentaje de variación que demuestra una diferencia negativa corresponde a la unidad de Humedal, debido en parte por dinámicas de erosividad por escorrentía superficial en suelos con baja cobertura vegetal, traduciéndose en áreas susceptibles a los agentes modeladores externos del relieve. Dicha unidad representa una variación negativa de 0,07 %. De igual manera la unidad de Espejo de agua, representa una variación negativa de 0,56 % respecto al año anterior, explicado en parte por la transición de una época de superávits de precipitaciones que se registró durante los años (2015, 2016 y 2017) hacia un periodo de sequía con bajas a nulas precipitaciones en el año 2018, lo que ha afectado la dinámica fluvial y escorrentía de los cuerpos de agua de la cuenca, sumado a la cobertura vegetacional del humedal. La unidad Suelo presenta un aumento de 0,13 %.

6. DISCUSIÓN

Debido a la cantidad de agua dispuesta en este monitoreo a lo largo del área de estudio correspondiente a un monitoreo en estación seca y estación húmeda, con temperaturas mayores y con ausencia de precipitaciones, es que el caudal en las tres estaciones muestreadas arroja un caudal cero con agua superficial estancada. Situación esperable debido a la extracción para fines de riego en la zona, sumado a la mayor demanda de agua por especies macrofitas asociado al prematuro inicio de la época de crecimiento de la cobertura vegetacional y el aumento de la evaporación y evo-transpiracion por el incremento de las temperaturas, desde la vegetación y los suelos, ya que estos últimos son menos permeables (Elliot 2009), características típicas de zonas áridas y semiáridas, generando una menor disponibilidad hídrica en el sistema. Los caudales de la zona norte de Chile por lo general se presentan reducidos, situación que se agrava durante los periodos de sequía, en la cual los caudales se hacen prácticamente nulos (Salazar 2003), como lo registrado en este monitoreo.

Considerando el requisito para aguas de riego, según las Normas Chilenas Oficiales (NCh 1333), éstas deben tener un pH entre 5,5 y 9,0, por lo cual las aguas de las tres estaciones muestreadas son aptas para este uso (7,9 – 7,9– 8,1 estación seca y 7,6 – 7,6 – 8,8 estación húmeda). Los requisitos de pH para aguas destinadas a recreación y estética, según la Norma Chilena 1333, son 6,5 a 8,3 y en ningún caso menor de 5 o mayor de 9, de acuerdo a esta normativa las aguas de este río son aptas para ese uso. El requisito para la vida acuática, es de 6 a 9 unidades de pH, las aguas dulces presentan un pH entre 6,5 y 8,5, por lo tanto las aguas de este río no presentan problemas.

La conductividad (25°C), en temporada seca registró los valores más altos en la Estación 2 (5400µs/mg) mientras en temporada húmeda los valores más altos también se encontraron en la Estación 1 (8540 µs/mg), esto se puede deber aridez de los suelos, caracterizados por escasas precipitaciones y alta radiación solar, los iones tienden a concentrarse (Cade-Idepe 2004).

El Manganeso es uno de los elementos más abundante en la corteza terrestre, generalmente asociado a la presencia de Hierro. Se origina naturalmente en muchas fuentes de agua superficiales y subterráneas, sobre todo en condiciones aireadas u oxidantes. La fuente más importante de Manganeso está en el agua de consumo, aunque habitualmente la mayor exposición proviene de los alimentos.

Los resultados de las concentraciones de Manganeso en estación seca y húmeda mostraron una disminución considerable con respecto a los monitoreos del 2017, donde ya no superan la NCh 409 señalado 0,1 mg/l el límite máximo permitido en todas las estaciones de monitoreo

Según la OMS, el Manganeso es un elemento escencial para el ser humano y otros animales, por lo que tanto la falta como el exceso de este puede ocasionar efectos adversos en la salud de las personas (OMS 2016). Por otro lado la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) revela que el efecto más común que se observa en trabajadores expuestos a niveles altos de manganeso involucra al sistema nervioso. Estos efectos incluyen alteraciones del comportamiento y en movimientos lentos y sin coordinación. Cuando esta combinación de síntomas se torna grave, se le refiere como “manganismo”. En trabajadores expuestos a concentraciones más bajas de manganeso también se han observado otras alteraciones no tan graves del sistema nervioso, tales como lentitud de los movimientos de las manos. Por otro lado, La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) concluyó que la información científica existente es insuficiente para determinar si el exceso de manganeso puede producir cáncer (web 1)

Los sulfatos están presentes de forma natural en muchos minerales, los cuales se utilizan comercialmente, sobre todo en la industria química. Se liberan al agua procedentes de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera. Sin embargo, en regiones cuyas aguas de consumo contienen concentraciones altas de sulfato, el agua de consumo puede ser la principal fuente de ingesta (OMS 2006).

Las concentraciones de sulfatos en este año de monitoreo 2018 fueron en promedio para temporada seca de 1684 mg/l en las tres estaciones, muy por debajo está el límite máximo establecido por la

NCh 1333 (250 mg/l) mientras que en estación húmeda el promedio fue de 2486 mg/l en las tres estaciones, al igual que la estación anterior muy por debajo está el límite máximo establecido por la NCh 1333 (250 mg/l). El sulfato presente en altas concentraciones a lo largo del río, contribuye a la salinidad de las aguas, este anión permanece mayormente disuelto debido a su gran estabilidad y resistencia a la reducción. El sulfato es un contaminante presente en aguas residuales de la industria minera y en drenajes ácidos de minas. En altas concentraciones podría generar problemas ambientales, como aumentar la producción de ácido sulfhídrico, un gas tóxico, en las etapas anaerobias del tratamiento de aguas (Hurtado Carrasco, C. at el 2012).

El sodio porcentual en estación seca se encuentra por sobre la NCh 1333 (35,0%) en las tres estaciones, con porcentajes promedio de 45,4%, siendo la estación 3 el porcentaje más alto (46,4%) en estación húmeda el Sodio porcentual se encuentra por sobre la NCh 1333 (35,0%) en las tres estaciones, con porcentajes promedio de 44.7%, siendo la estación 3 el porcentaje más alto (49,7%). Los cationes de sodio presentes en el agua pueden contribuir al deterioro de los suelos aledaños al río, estos cationes logran un intercambio iónico mucho más afín que los cationes de Mg^{+2} y Ca^{+2}, los cuales dan las características de porosidad al suelo, provocando disminuciones en la permeabilidad, interfiriendo con el drenaje necesario para mantener una salinidad normal, debido a que las sales se irán acumulando y además disminuye la aireación necesaria para el crecimiento de especies vegetales, pudiendo llegar a deteriorar irreversiblemente los suelos, la vegetación y la biodiversidad existente en el humedal.

Según la OMS, no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud debido a que no se pueden extraer conclusiones definitivas con respecto a la posible asociación entre la presencia de sodio en el agua de consumo y la hipertensión. Sin embargo, a concentraciones sobre los 250 mg/L el sabor del agua puede volverse inaceptable, este valor depende del anión asociado al sodio y la temperatura del agua (OMS 2006).

En cuanto a los efectos en la vegetación, los síntomas de toxicidad incluyen quemazones, encrespamiento de la hoja y muerte de tejidos (lo cual ocurre inicialmente en los bordes externos). A medida que la severidad de la toxicidad aumenta, progresa en los tejidos intervenales. (web 4)

En el caso de los cloruro presente en los cuerpos de agua superficial provienen principalmente de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales, escorrentía urbana con sal de deshielo, e intrusiones salinas. Los valores registrados, al igual que en temporadas pasadas superan la Norma.

El valor de referencia según la OMS es de 250 mg/L, sin embargo no está basado en algún posible daño a la salud humana, si no más bien a que sobre esos valores, la presencia de este ión confiere un sabor perceptible en el agua.

El cloruro es un micronutriente esencial y todos los cultivos requieren cloruro en pequeñas cantidades. Sin embargo, a menudo es asociado con daño de salinidad y toxicidad, altos niveles de cloruro en la solución de suelo, pueden generar toxicidad por cloruro en los cultivos (Libro Azul, 2002). Los niveles elevados de cloruro, pueden dar lugar directamente a toxicidad de la planta, o reducción de la calidad de la parte cosechada de la planta. Además, algunas plantas pueden tolerar bien el cloruro, pero no el aumento asociado en la salinidad del suelo. (Libro azul, 2002). Entre los síntomas más comunes de la toxicidad de cloruro en las plantas, se incluye la necrosis de los márgenes de las hojas, la que normalmente aparece primero en las hojas más viejas. Un exceso de estas quemaduras puede resultar en pérdida de las hojas. Sin embargo, podría ser difícil de diagnosticar la toxicidad de cloruro. A menudo es difícil distinguir si el síntoma de toxicidad se relaciona directamente con el cloruro o con otros elementos que se absorben, como el sodio u otras sales como el boro (web 5).

Las concentraciones de cloruro excesivas aumentan la velocidad de corrosión de los metales en contacto con el agua según su alcanidad, incrementando la concentración de metales en el agua (OMS 2006).

Las concentraciones de Boro en estación seca presentaron un promedio de 3,5 mg/l detectándose problemas para su uso como agua para riego, en todas estaciones debido a que la Norma Chilena acepta como límite máximo 0,75 mg/l misma situación en temporada húmeda del presente año donde las concentraciones de boro presentaron un promedio de 8.13 mg/l detectándose problemas para su uso como agua para riego, en todas estaciones. Estos valores, en comparación con muestreos anteriores, continúan superando la Norma Chilena (informe anual de monitoreo Humedal rio Copiapó 2015, 2016 y 2017). El Boro es un elemento ampliamente distribuido en minerales de la corteza terrestre, por lo que puede ser liberado al aire, al agua o al suelo como consecuencia de la erosión natural de suelos y rocas. Las contribuciones antropológicas de este elemento se deben principalmente a plantas que manufacturan vidrio, plantas de energía que queman carbón, fundiciones de Cobre, uso de plaguicidas y de abonos agrícolas (web 6). El Boro puede entrar al cuerpo al consumir alimentos y tomar agua que lo contiene, al respirar polvo de boro en el aire o incluso cuando un área dañada de la piel entra en contacto con esta sustancia. La OMS establece un valor de referencia provicional de 0,05 mg/L de Boro presente en los cuerpos de aguas superficiales. El valor es provisional debido a la dificultad y costo económico que resulta una remoción efectiva de este metaloide en aguas que presentan altas concentracones de forma natural, es decir, condiciones semiáridas como el área donde se encuetra ubicado el humedal de Copiapó (OMS 2006)

En el caso del Litio es el elemento metálico más abundante y constituye alrededor del 8% de la corteza terrestre. Es frecuente la utilización de sales de Aluminio en el tratamiento del agua como coagulantes para reducir el color, la turbidez, y el contenido de materia orgánica y de microorganismos.

El sulfato contribuye a la salinidad de las aguas de regadío, en la cual la presencia de determinados iones puede inducir en la vegetación a desbalances nutricionales o deficiencias, causando una disminución en los rendimientos o daños a la planta. A modo de ejemplo, altos niveles de sulfato en el agua de riego, pueden inducir a deficiencias de Mg en la uva (Ehling, 1960), mientras que el corazón negro del apio en suelos salinos se debe a deficiencia de Ca causada por altos niveles de Sulfatos y bajo contenido de Ca (Geraldson, 1954).

En relación a los elementos químicos encontrados en los sedimentos, estos presentan valores heterogéneos en las tres estaciones de muestreo durante todo el año. Si bien en épocas de menor caudal, las concentraciones de metales fueron mayores en los sedimentos, similar a lo sucedido en otros cuerpos de aguas, como el río Aconcagua (Cenma 2008). En el análisis de sedimentos arrojo que el Hierro, Aluminio, Cloruro y Nitrógeno total se encontraron con mayor concentración superando los 2000 mg/kg.

La consideración de número de especies, número de individuos y diversidad señala que la dotación de aves es variable, dependiendo de una serie de factores, tales como perturbaciones, condiciones climáticas, presencia humana, entre otros (Sielfeld et al. 2012). En consecuencia, al intensivo uso del agua del río Copiapó y la baja recuperación del caudal natural afectando el número de especies observadas. Caso especial es el de este año, donde el número de aves registrada en ambas temporadas se elevó respecto a años anteriores.

El análisis de similitud (dendrograma) entrega información que indica una diferencia entre los ensambles de aves de las tres estaciones muestreadas durante ambas temporadas, observando que el valor de similitud en la temporada seca otorga un valor de 0,5% para E3 (Desembocadura) en relación a las otras dos estaciones muestreadas. En el caso de similitud de la temporada húmeda de las tres estaciones muestreadas, se observa que el valor entre las Estaciones 2 E2 (Chacra) y E1 (Puente) es apenas de un 0,2%, mientras que la Estación 3 (Desembocadura) con respecto a las otras dos es de un 0,5%. Las diferencias presentes pueden ser ocasionadas por conductas o necesidades propias de aves que dependen más que otras de masas de agua de mayor superficie, por lo que las similitudes disminuyen ya que en las zonas con más agua predominaban las aves acuáticas, mientras que en la E1 (Puente) predominan especies más terrestres, por lo que se marca una diferencia notoria entre las tres zonas con respecto a la avifauna presente (Brandolin, Martori & Ávalos, 2007). Por otra parte, también los resultados se pueden asociar a variables climáticas, las cuales pueden influir en la abundancia y riqueza de avifauna en una misma área. Por ejemplo, el muestreo realizado para el 2015, se ha visto influenciado por el fenómeno climático “El Niño”, provocando que la isoterma suba generando precipitaciones altas ocasionando el aluvión, fenómeno natural producto de las intensas lluvias. Este

acontecimiento permitió que el curso del río Copiapó pudiera llegar hasta el mar, situación vista por última vez en el año 1997. (Godoy, *op*. Cit.), además de ser un factor que ha influenciado el aumento de las especies de aves observadas en esta estación, ya que en épocas más lluviosas se relaciona con un aumento en la disponibilidad de alimento (Canevari et al. 1991).

Para la composición florística se registra un aumento en cuanto a la cantidad especies registradas en la temporada húmeda, este aumento se debe a la influencia de la vaguada costera como así también la posibilidad de la introducción por medio de ganado, caprino y equino, el cual se observó en ambos monitoreos.

En comparación entre los monitoreos realizados en ambas temporadas, existe diferencia en cuanto al porcentaje de la cobertura vegetal, en la capa alta de la estación 2, la cual se registró en la temporada seca no así en la húmeda, esto se debe a la influencia del cuerpo de agua, lo cual favorecería el crecimiento y el desarrollo de la vegetación en la estación.

La especie *T. angustifolia* según Urrutia *et al*. 2017 es una especie cosmopolita invasora, esto se debe a que genera compuestos alelopáticos lo cual inhibe el crecimiento en otras plantas, disminuyendo la diversidad de especies de una determinada zona.

Tabla 27. Valores en porcentajes % de los sitios muestreados en temporadas anteriores y la actual.

Capa Vegetal	S1 (2017)	S1 (2018)	S1 (2018)	S2 (2017)	S2 (2018)	S2 (2018)	S3 (2017)	S3 (2018)	S3 (2018)
Flotante	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pequeña	-	-	5-25	-	5-25	5-25	-	75-100	75-100
Mediana	50-75	50-75	75-100	0-25	25-50	25-50	75-100	25-50	25-50
Alta	0-25	5-25	25-50	-	25-50	25-50	-	5-25	5-25
Muy Alta	0-25	0-25	5-25	-	-	-	-	-	-

La variación de la superficie de las unidades del humedal entre las dos temporadas de análisis es significativa. Se registra una variabilidad en porcentaje negativa en las superficies de la unidad Humedal y Espejo de agua para la temporada seca, mientras que en la temporada húmeda las mismas unidades reflejan un aumento, a diferencia de la unidad Suelo la cual disminuye su porcentaje de superficie

durante la temporada del 2017. De acuerdo al análisis de la imagen satelital correspondiente a la temporada húmeda del año 2018 y en comparación a los datos observados para el año 2017, se evidencia un incremento en las superficies correspondientes a las unidades de Suelo a 53% aumentando las áreas sin cubierta vegetal. La disminución de precipitaciones durante el año 2018, sumado a las características ribereñas y marinas del humedal, ha reducido el nivel superior de la capa freática, el espejo de agua el año 2017 en temporada húmeda tuvo una superficie de 4,58% reduciéndose a la temporada del año 2018 a 2% manteniéndose aquella superficie durante temporada seca y húmeda. Lo que influyo en la disminución del humedal a 45% y aumento de la unidad de suelo en temporada húmeda del último periodo de análisis.

7. CONCLUSIONES

En el monitoreo de variables hidrológicas en las tres estaciones muestreadas presentan ausencia de caudal a pesar del volumen de agua observada en el área de estudio en ambas campañas realizadas en el año 2018 correspondiente a campaña seca y campaña húmeda

De los valores comparados con la NCh1333, se observan valores superiores a lo establecido en la normativa vigentes en las tres estaciones, dentro de estos parámetros se encuentran: Sulfato, Cloruros, Boro, Litio cítrico y Sodio porcentual en ambas campañas

Según la revisión de los censos de avifauna realizados desde el año 2009, en el área de estudio se han identificado 62 especies de aves pertenecientes a 29 familias distintas; de estas 23 especies fueron registradas en la temporada seca y 25 especies fueron registradas en la temporada húmeda en el área de estudio del presente año, para las especies en categoría de conservación en la temporada seca, destaca la presencia de *Coscoroba coscoroba,* especie catalogada como En Peligro según la Ley de Caza y su Reglamento. En la temporada húmeda, no se registraron especies en alguna categoría.

Los resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener, indican que, según los datos recogidos en las tres estaciones en ambas temporadas, el índice calculado para el sector de la desembocadura se obtuvo un valor de H´= 2,001 y H´= 2,192 siendo este ambiente con mayor riqueza en diversidad de especies.

En cuanto a la composición florística, se registra la presencia de plantas acuáticas en la temporada seca, sin embargo, sus valores de cobertura son bajos (*Hydrocotyle* sp), solo se registraron monocotiledóneas y dicotiledóneas.

El tipo biológico dominante es el herbáceo perenne y anual, esto se debe a que la condición del humedal le favorece para el desarrollo, además mucha de estas especies se vería beneficiadas por la

presencia de ganado y por la salinidad de los suelos, como es el caso de *T. absinthioides* y *D. spicata,* para la temporada seca existe un aumento en cuanto al porcentaje de las especies arbustivas.

En cuanto al origen fitogeográfico las especies nativas dominaron en ambas temporadas, registrando valores sobre el 45% del total de especies, existe un aumento en cuanto al registró de especies endémicas en la temporada seca, siendo 4 especies determinada para esta temporada versus 1 registrada en la temporada húmeda.

La cobertura y dominancia de las distintas capas por parte de las especies responden al comportamiento colonizador que tienen estas, como es el caso *T. angustifolia*, *D. spicata* y *T. absinthioides* la cual dominan en las capas baja, media y alta.

De acuerdo al análisis espacio temporal de las imágenes correspondientes al satélite LANDSAT 8 OLI, se logra asociar que las variaciones porcentuales de las unidades Humedal, Espejos de agua y Suelo entre los años 2017 y 2018, se deben a diversos procesos de carácter hidrometeorológico propiciados por el fenómeno climático de carácter cálido denominado El Niño Oscilación Sur. De acuerdo a los análisis realizados para el año 2017, se observa que durante la temporada húmeda la unidad de Humedal predomina paisajísticamente por sobre las demás, sumado a la importante superficie del espejo de agua que alcanza un 4,58%, donde las condiciones meteorológicas favorables durante este periodo de tiempo contribuyeron de forma positiva a la dinámica y estado natural del humedal. Pero en comparación a su superficie con el año 2018, la unidad del humedal representa un porcentaje de variación negativa de 0,07 %, al igual que la unidad de Espejo de agua la cual experimenta una gran variabilidad negativa de -0,56 % pasando de un 4,58% a 2% la superficie del cuerpo de agua. Mientras que la unidad Suelo, presenta una variación positiva de 0,13 % producto de la pérdida de cobertura vegetal a raíz de los procesos de erosión y reducción del aporte de escorrentía superficial de los cuerpos de agua, ocasionando mayor superficie de suelo desnudo.

Respecto al análisis entre las temporadas seca y húmeda del humedal para el año 2018, se establece que durante la temporada seca es donde más se resiente la superficie de las unidades Humedal y Espejo de agua, ya que registran sólo un 50% y 2% respectivamente de superficie del total del humedal, sin

embargo, dado a las condiciones meteorológicas del periodo analizado durante la temporada húmeda no se reconocen grandes variaciones positivas, por un lado el humedal reduce su superficie de a 47.05% a 45%, mientras la unidad Suelo aumenta de 50 a 53%, El cuerpo de agua no experimenta variación de superficie manteniéndose con un 2% durante temporada seca y húmeda dado a las bajos aportes hídricos de la cuenca.

Se debe tener en cuenta que este humedal se encuentra inserto dentro de una zona árida como es el Desierto de Atacama, por lo que sus atributos de concentración, alimentación y nidificación de aves, sumado a una alta diversidad, deben ser sobrevalorados y tomados en cuenta para su conservación como un ecosistema relevante para el país y la región de Atacama.

En base a los resultados obtenidos y de acuerdo a las condiciones señaladas en el documento "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" (CONAMA-CEA, 2006), donde menciona que la estructura física de estos ecosistemas estuarinos, ya sea la barrera terminal del humedal, la vegetación y el caudal son elementos determinantes dentro de estos sistemas, los cuales en orden de importancia deben ser comparados con los parámetros químicos y los biológicos particularmente la diversidad biológica, cabe señalar que en este monitoreo la ausencia de caudal es determinada mediante la velocidad del agua lo que no significa que existe una cantidad de agua insuficiente para el desarrollo de variables biológicas, principalmente para la vegetación evidenciando con los resultados que no presenta un deterioro físico con respecto a temporadas anteriores.

En base a los resultados del actual monitoreo se puede concluir que si bien la recuperación a la fecha ha sido bastante satisfactoria comparada desde el 2014 con la metodología utilizada por fundación Chile, se ha evidenciado cualitativamente una evolución favorable en materia física y biológica, si consideramos que a la fecha el humedal ha estado expuesto a eventos hidrometereológicos, los cuales han modificado la estructura morfológica la que conllevan cambios en la diversidad biológica del sector estudiado.

Estas perturbaciones han generado considerables impactos ecológicos y biológicos, tales como pérdida de hábitat para algunas especies y ganancia de hábitat para otras, lo que hace al humedal un sistema estable

Se observan aumentos de capas vegetaciones y pocas especies co-dominantes, junto a la colonización de especies que requieren menor humedad sobre los diferentes biotopos acuáticos

El estado de salud del humedal el año 2014, en general poseía una condición Regular (B) situación que se mantiene hasta la fecha.



Imagen 30: Distribución de los parámetros evaluados

8. BIBLIOGRAFIAS Y FUENTES

Arochas Alejandra Fundación Chile. 2009. El agua del futuro herramientas para el manejo de Recursos Hídricos, introducción Método EMA Zonas estuarinas

Brandolin, P., Martori, R., & Ávalos, M. (2007). Variaciones temporales de los ensambles de aves de la Reserva Natural de Fauna Laguna La Felipa (Córdoba, Argentina). *El hornero*, *22*(1), 1-8.

Canevari M, Canevari P, Carrizo GR, Harris G, Rodríguez Mata J y Straneck RJ (1991). Nueva guía de las aves argentinas. Fundación Acindar, Buenos Aires.

CONAMA. 2005. Estrategia Nacional para la conservación y uso racional de los humedales. Chile. 30 pp.

CONAF. 2010. Convenio de eficiencia institucional 2010. "Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Gerencia de áreas silvestres protegidas. Departamento de conservación de la diversidad biológica. 52 pp

CONAMA-CEA, 2006. Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Santiago. 114 pp.

CONAF. 2010. Convenio de eficiencia institucional 2010. "Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Gerencia de áreas silvestres protegidas. Departamento de conservación de la diversidad biológica. 52 pp

Demangel D. 2011. Clasificación de humedales en la cuenca del rio Copiapó para la conservación de la fauna vertebrada, según su valor ambiental y la presión antrópica. Memoria de Título Universidad de Chile, Santiago, Chile

Figueroa R, M. L Suarez, A. Andreu, V. H. Ruiz & M. R. Vidal. 2009. Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile central. Gayana 73(1)

Gaymer, C., U. Rojas, F. Squeo, G. Luna-Jorquera, A. Cortés, G. Arancio, C. Dumont, M.Cortéz, D. Hiriart y D. López. 2008. AMCP-MU Isla Grande de Atacama: Flora y Fauna Marina y Terrestre, 12: 223 – 249,

In: Squeo F., G. Arancio y J. Gutiérrez (Eds), Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 456 pp.

Hurtado Carrasco, C. (2012-06).Desarrollo de una tecnología para disminuir la concentración de sulfato en drenajes ácidos de minas y aguas contaminadas usando un consorcio microbiano reductor de sulfato. Disponible en http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/113424

Innis, S.A., R.J. Naiman, y S.R. Elliott, 2000. Indicators and assessment methods for measuring the ecological integrity of semi-aquatic terrestrial environments. Hydrobiologia 422/423: 111-131

Kusler, J.A, W.J Mitsch y J.S. Larson 1994. Humedales. Investigación y Ciencia 210:6-1

Lefeuvre JC, Laffaaille P, Feunteun E, Bouchard V, Radureau A. 2003. Bioliversity in salt marshes: from patrimonial value to ecosystem functioning. The case study of the Mont- Saint-Michel bay. C.R.Biol.326 (Suppl 1: S125-S131)

Millas, I. G. LA INDUSTRIA DEL LITIO EN CHILE.

MMA - Centro de Ecología Aplicada. 2011. Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago. Chile.164 pp.

Myers, N. 1990. Global biodiversity II: losess. pp.: 110-142; en: Meffe, G.K. y C.R. Carroll, eds. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.

Morzaria H.N.,& G.D. Danemann. 2008. Bahía de los Ángeles: Recursos naturales y comunidad. *Línea base 2007*. Capítulo 9; Humedales**.** Pronatura Noreste AC. México

Orians, G**.** 1994. Global biodiversity I: patterns and proceses. pp.: 78-109; En: Meffe, G.K. y C.R. Carroll, eds. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.

Pelliza A, L Borrelli & G Bonvissuto (2005). El pasto salado (Distichlis spp.) en la Patagonia: una forrajera adaptada a la aridez y a la salinidad. Revista científica agropecuaria 9(2): 119-131.

RAMSAR. 2006. Manual de la Convención de RAMSAR: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. 124 pp

Torres-Mura, J.C. 2002. Humedales, una oportunidad para Chile. Comité Nacional de Humedales, Santiago, 42pp (+CD ROM).

Urrutia J, P Sánchez, A Pauchard & E Hauenstein (2017). Flora acuática y palustre introducida en Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 92 pp.

World Conservation and Monitoring Centre. 1992. Global Biodiversity: State of the Earth's Living Resources. Chapman y Hall, London

Web 1: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts151.html [2]

Web 2: http://www.lenntech.es/sodio-y-agua.htm

Web 3: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 4: http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride [5]

Web 5: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs26.html

Web 6: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 7: http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/uno.pdf

Web 8: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 9: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 10: Consultora on line estrucplan (Argentina): http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1800

web 11 http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride [5]

Web 12 http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio 2024, cuyos nombres de archivos son los siguientes:

“Reporte Calidad Agua Superficial.xlsx”



INFORME DE ENSAYO: 6663/2020

Propuesta comercial: 23203/2019.5

Flavio Olivares Investigación y Desarrollo E.I.R.L

Añañuca 799 - Atacama - Santiago

Atención: Dorca Marc hant

Análisis de NCh1333, NCh409 y Sedimento

Muestras recibidas el: 31/01/2020

Informe generado el 03/03/2020

Paola Araya Madrid
Laboratory Manager
ALS Life Sciences Division | Latin America
Environmental Services

Hermanos Carrera Pinto #159, Parque Industrial Los Libertadores, Colina, Santiago, Chile | Telf +56 2 2654 6104

INFORME DE ENSAYO: 6663/2020

RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestras del Item: 1

N° ALS					**60892/2020-1.0**	**60893/2020-1.0**	**60894/2020-1.0**
Fecha de Muestreo					**30/01/2020**	**30/01/2020**	**30/01/2020**
Hora de Muestreo					**12:35:00**	**12:58:00**	**13:20:00**
Tipo de Muestra					**Agua Superficial**	**Agua Superficial**	**Agua Superficial**
Identificación					**6534253**	**6534254**	**6534255**
Parámetro	**CM**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Valores**	**Valores**	**Valores**
Cianuro Total	11170	mg/L	0,002	---	<0,002	0,005	0,003
Fecha de Análisis	11170	---	---	---	04/02/2020 15:12	05/02/2020 12:35	05/02/2020 12:35
Fluoruro	11551	mg/L	---	0,06	6,08	16,59	61,38
Cloruro	11551	mg/L	---	0,08	1992,95	1423,30	1686,97
Sulfato	11551	mg/L	---	0,12	3926,78	2573,15	2306,33
Fecha de Análisis	11551	---	---	---	03/02/2020 10:01	03/02/2020 10:01	03/02/2020 10:01
Aluminio Total	12680	mg/L	0,01	0,01	0,15	0,03	0,04
Arsénico Total	12680	mg/L	0,0003	0,0003	0,0345	0,0188	0,0097
Boro Total	12680	mg/L	0,002	0,002	10,784	7,708	8,158
Cadmio Total	12680	mg/L	0,00002	0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
Cromo Total	12680	mg/L	0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cobalto Total	12680	mg/L	0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cobre Total	12680	mg/L	0,0005	0,0005	0,0049	0,0044	0,0050
Hierro Total	12680	mg/L	0,006	0,006	0,161	0,148	0,079
Plomo Total	12680	mg/L	0,0004	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Litio Total	12680	mg/L	0,0003	0,0003	1,4422	1,0556	1,0082
Manganeso Total	12680	mg/L	0,0001	0,0001	0,1667	0,0535	2,0894
Mercurio Total	12680	mg/L	0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0027
Molibdeno Total	12680	mg/L	0,0002	0,0002	<0,0002	0,0017	0,0011
Niquel Total	12680	mg/L	0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Selenio Total	12680	mg/L	0,0003	0,0003	0,0079	0,0101	0,0152
Plata Total	12680	mg/L	0,00002	0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
Vanadio Total	12680	mg/L	0,0003	0,0003	0,0039	0,0026	0,0035
Zinc Total	12680	mg/L	0,0007	0,0007	0,0772	0,0598	0,0678
Fecha de Análisis	12680	---	---	---	10/02/2020 15:00	10/02/2020 15:00	10/02/2020 15:00
Sodio Porcentual	20400	%	---	---	70,0	58,0	64,0
Fecha de Análisis	20400	---	---	---	13/02/2020 00:00	13/02/2020 00:00	13/02/2020 00:00

Hermanos Carrera Pinto #159, Parque Industrial Los Libertadores, Colina, Santiago, Chile | Telf +56 2 2654 6104

INFORME DE ENSAYO: 6663/2020

Muestras del Item: 2

N° ALS					**60889/2020-1.0**	**60890/2020-1.0**	**60891/2020-1.0**
Fecha de Muestreo					**30/01/2020**	**30/01/2020**	**30/01/2020**
Hora de Muestreo					**12:58:00**	**12:35:00**	**13:20:00**
Tipo de Muestra					**Agua Potable**	**Agua Potable**	**Agua Potable**
Identificación					**6534257**	**6534256**	**6534258**
Parámetro	**CM**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Valores**	**Valores**	**Valores**
2,4-D	11528	µg/L	---	20,0	<20,0	<20,0	<20,0
Pentaclorofenol	11528	µg/L	---	5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fecha de Análisis	11528	---	---	---	04/02/2020 09:00	04/02/2020 09:00	04/02/2020 09:00
Nitrito	11551	mg/L	---	0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nitrato	11551	mg/L	---	0,22	<0,22	<0,22	<0,22
Fecha de Análisis	11551	---	---	---	02/03/2020 10:00	02/03/2020 10:00	02/03/2020 10:00
Triclorometano	11972	mg/L	---	0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bromodiclorometano	11972	mg/L	---	0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibromoclorometano	11972	mg/L	---	0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Tetracloroeteno	11972	mg/L	---	0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Tribromometano	11972	mg/L	---	0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fecha de Análisis	11972	---	---	---	05/02/2020 00:00	05/02/2020 00:00	05/02/2020 00:00
Lindano	11994	ug/L	---	1,000	<1,000	<1,000	<1,000
DDE	11994	ug/L	---	0,5000	<0,5000	<0,5000	<0,5000
DDD	11994	ug/L	---	0,5000	<0,5000	<0,5000	<0,5000
DDT	11994	ug/L	---	0,5000	<0,5000	<0,5000	<0,5000
Metoxicloro	11994	ug/L	---	5,000	<5,000	<5,000	<5,000
Fecha de Análisis	11994	---	---	---	02/02/2020 10:00	02/02/2020 10:00	02/02/2020 10:00
Coliformes Totales (NMP)	15623	NMP/100 mL	2,0	1600	49	11	110
Fecha de Análisis	15623	---	---	---	01/02/2020 08:20	01/02/2020 08:20	01/02/2020 08:20
Coliformes Fecales (NMP)	15631	NMP/100 mL	1.8 - 1600	1600	11	<1,8	110
Fecha de Análisis	15631	---	---	---	01/02/2020 08:20	01/02/2020 08:20	01/02/2020 08:20
Manganeso Total	21187	mg/L	0,005	---	<0,005	0,925	1,467
Fecha de Análisis	21187	---	---	---	18/02/2020 12:00	18/02/2020 12:00	18/02/2020 12:00

Hermanos Carrera Pinto #159, Parque Industrial Los Libertadores, Colina, Santiago, Chile | Telf +56 2 2654 6104

INFORME DE ENSAYO: 6663/2020

REFERENCIAS DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

(*)Parámetros fuera del alcance de acreditación.

CM	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Laboratorio
11551	SCL	Aniones por Cromatografía Iónica (EPA 300.1) INN/SMA	QWI-IO-ANA-01 Emisión B mod.2 US EPA 300.1. 3ed.4ta act 2011.	SCL - Inorganico
12680	SCL	Metal Total ICP-MS (EPA) INN/SMA	QWI-IO-ANA-02 Emisión B, Modificación 0 EPA METHOD 6020 A - INDUCTIVELY COUPLED PLASMA – MASS SPECTROMETRY	SCL - Metales
11170	SCL	Cianuro Total (SM) INN/SMA	QWI-IO-CNT-02. Emisión A, modificación 1. Standard Methods - 4500 CN	SCL - Inorganico
15631	SCL	Coliformes Fecales, (SM) INN/SMA	Standard Methods - 9221 E	SCL - Microbiologia
15623	SCL	Coliformes Totales (NCh 1620/1) INN/SMA	NCh 1620/1:1984. Parte 1 Of. Determinación de bacterias coliformes totales: Método de los tubos múltiples (NMP) 1984 NCh - 1620/1, Oficial 1984	SCL - Microbiologia
11528	SCL	Herbicidas (SISS) INN/SMA	ME-21-2007. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de Métodos de Ensayo para Agua Potable. Método Cromatografía Gaseosa.	SCL - Organico
21187	SCL	Manganeso total (SISS) INN/SMA (ALS Antofagasta ETFA 029-01)	ME-08-2007. ME-08. Determinación de Manganeso por Método Espectrofotometría de absorción atómica con aspiración directa, 2007. SISS Manual SISS. ME-08-2007	SCL - Subcontratado
11994	SCL	POC's (SISS) INN/SMA	Manual SISS ME-20-07	SCL - Organico
20400	SCL	Sodio Porcentual (NCh1333 Of. 87) INN/SMA (Algoritmos ETFA 015-01)	NCh1333. Of 1987. Punto 3.8. Requisitos de calidad del agua para diferentes usos. 1987. INN NCh1333. Of 1987	SCL - Subcontratado
11972	SCL	Trihalometanos (EPA) INN/SMA	QWI-ORG-ANA-04, Emisión B, mod. 3 US EPA SW-846. Test methods for Evaluation solid Waste Physically/Chemicals Methods. Versión 2, 1997. Adaptación método US EPA 8260B, 5035A. Cromatografía Gaseosa (CG-Masa) y sistema de purga y trampa.	SCL - Organico

COMENTARIOS

LD = Límite de detección
LQ = Límite de cuantificación
Los Límites de Detección y/o Cuantificación para muestras indicados en el presente documento, fueron determinados experimentalmente mediante las validaciones de cada método analítico, según lo indicado en el instructivo QWI-AM-24 "Validación de Métodos", cabe indicar, que Límites pueden variar dependiendo de la Interferencias propias de cada Matriz.
CM = Código interno del Método de Análisis de ALS Life Sciences Chile S.A.

ANT: El Yodo N°7764, Antofagasta, Chile.
SCL: Avda. Hermanos Carreras Pinto N°159 Parque Industrial Los Libertadores Colina - Santiago de Chile.
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"Nch": Norma Chilena.
"QWI": Procedimiento interno.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS Life Sciences Chile S.A., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo

INFORME DE ENSAYO: 6663/2020

autorización escrita de ALS Life Sciences Chile S.A.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
Las muestras de agua se descartaran 30 días calendarios desde la fecha de emisión del informe de resultados, para el caso de las suelos o sedimentos se considerarán 90 días calendario.
El presente informe corresponde a 6 muestra(s).
El responsable del muestreo es: Cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación
Muestra(s) recibida(s) en buenas condiciones, en el tipo de recipiente adecuado y a 10.2 °C
Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

FIN DEL REPORTE

Hermanos Carrera Pinto #159, Parque Industrial Los Libertadores, Colina, Santiago, Chile | Telf +56 2 2654 6104

INFORME DE ENSAYO: 6665/2020

Propuesta comercial: 23203/2019.6

Flavio Olivares Investigación y Desarrollo E.I.R.L

Añañuca 799 - Atacama - Santiago

Atención: Dorca Marc hant

Análisis de NCh1333, NCh409 y Sedimento

Muestras recibidas el: 31/01/2020

Informe generado el 24/03/2020

Paola Araya Madrid
Laboratory Manager
ALS Life Sciences Division | Latin America
Environmental Services

Hermanos Carrera Pinto #159, Parque Industrial Los Libertadores, Colina, Santiago, Chile | Telf +56 2 2654 6104

INFORME DE ENSAYO: 6665/2020

RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestras del Item: 3

N° ALS					**60939/2020-1.0**	**60941/2020-1.0**	**60942/2020-1.0**
Fecha de Muestreo					**30/01/2020**	**30/01/2020**	**30/01/2020**
Hora de Muestreo					**12:35:00**	**12:58:00**	**13:20:00**
Tipo de Muestra					**Sedimentos**	**Sedimentos**	**Sedimentos**
Identificación					**6534259**	**2C**	**3C**
Parámetro	**CM**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Valores**	**Valores**	**Valores**
Cianuro Total	11712	mg/kg	40,0	---	41,4	<40,0	<40,0
Fecha de Análisis	11712	---	---	---	14/02/2020 12:30	14/02/2020 12:30	14/02/2020 12:30
Aluminio Total	12683	mg/kg	---	140	6945	6333	22963
Fósforo Total	12683	mg/kg	---	2,50	660	600	1047
Fecha de Análisis	12683	---	---	---	12/02/2020 15:30	12/02/2020 15:30	12/02/2020 15:30
Cloruro	13539	mg/kg	---	1,39	805,01	459,10	7267,95
Nitrito-N	13539	mg/kg	---	0,60	<0,60	<0,60	<0,60
Sulfato	13539	mg/kg	---	6,85	2680,62	1263,62	18582,25
Nitrato-N	13539	mg/kg	---	0,97	<0,97	<0,97	2,94
Fecha de Análisis	13539	---	---	---	03/02/2020 12:00	03/02/2020 12:00	03/02/2020 12:00
Cadmio Total (Cd)	18479	mg/Kg	0,437	---	---	<0,43	---
Cadmio Total (Cd)	18479	mg/Kg	0,437	---	<0,43	---	<0,43
Fecha de Análisis	18479	---	---	---	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00
Hierro Total (Fe)	18482	mg/Kg	6,25	---	10171,78	11001,58	13864,06
Fecha de Análisis	18482	---	---	---	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00
Molibdeno Total (Mo)	18484	mg/Kg	1,62	---	<1,62	5,27	<1,62
Fecha de Análisis	18484	---	---	---	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00
Plomo Total (Pb)	18485	mg/Kg	4,85	---	9,76	---	15,42
Plomo Total (Pb)	18485	mg/kg	4,85	---	---	<4,85	---
Fecha de Análisis	18485	---	---	---	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00
Selenio Total (Se)	18493	mg/kg	0,29	---	<4,26	<4,26	<4,26
Fecha de Análisis	18493	---	---	---	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00
Manganeso Total (Mn)	18495	mg/kg	7,92	---	229,39	205,68	673,10
Fecha de Análisis	18495	---	---	---	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00
Niquel Total (Ni)	18496	mg/Kg	4,06	---	8,61	5,27	4,33
Fecha de Análisis	18496	---	---	---	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00
Arsénico (As)*	21395	mg/Kg	0,22000	---	<0,22	<0,22	<0,22
Fecha de Análisis	21395	---	---	---	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00
Zinc (Zn)*	21397	mg/Kg	2,43000	---	33,51	30,69	66,52
Fecha de Análisis	21397	---	---	---	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00
Cobre (Cu)*	21398	mg/Kg	2,10000	---	4,78	4,48	6,07
Fecha de Análisis	21398	---	---	---	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00	25/02/2020 14:00

Hermanos Carrera Pinto #159, Parque Industrial Los Libertadores, Colina, Santiago, Chile | Telf +56 2 2654 6104

INFORME DE ENSAYO: 6665/2020

REFERENCIAS DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

(*)Parámetros fuera del alcance de acreditación.

CM	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Laboratorio
11712	SCL	(*) Cianuro Total (Suelos)	QWI-IO-CNT-02 Emisión A, mod. 1. SM 4500 CN-C y N. 22° Edition 2012	SCL - Inorganico
13539	SCL	Aniones por Cromatografía Iónica, suelos, (EPA 300.1) INN/SMA	QWI-IO-ANA-01 Emisión B mod.2 US EPA Method 300.1	SCL - Inorganico
21395	SCL	Arsénico (SM 3114B) INN/SMA (Algoritmos ETFA 015-01)*	ILAB 28 rev 00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for examination of water and wastewater 22 th edition 2012 3114 B. Digestion / Espectroscopia de Absorcion atomica-Generacion de Hidruros ILAB 28 Basado en EPA 3050 B, 1996. SM 3114 B, 22th, 2012.	SCL - Subcontratado
18479	SCL	Cadmio Total (Sedimentos), Lab. Subcontratado Algoritmos SPA, ETFA 015-01	ILAB-28 rev 00. Basado en EPA 3050 B 1996. Standard Methods For Examination of Warer and Wastewater 22 th Edition, 2012. 3111-B Digestion/Espectroscopia de absorción atómica	SCL - Subcontratado
21397	SCL	Cinc (SM 3111B) INN/SMA (Algoritmos ETFA 015-01)*	ILAB 28 rev 00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for examination of water and wastewater 22 th edition 2012 3111 B. Digestion / Espectroscopia de Absorcion atomica ILAB 28 Basado en EPA 3050 B, 1996. SM 3111 B, 22th, 2012.	SCL - Subcontratado
21398	SCL	Cobre (SM 3111B) INN/SMA (Algoritmos ETFA 015-01)*	ILAB 28 rev 00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for examination of water and wastewater 22 th edition 2012 3111 B. Digestion / Espectroscopia de Absorcion atomica ILAB 28 Basado en EPA 3050 B, 1996. SM 3111 B, 22th, 2012.	SCL - Subcontratado
18482	SCL	Hierro Total (Sedimentos), Lab. Subcontratado Algoritmos SPA, ETFA 015-01	ILAB-28 rev 00. Basado en EPA 3050 B 1996. Standard Methods For Examination of Warer and Wastewater 22 th Edition, 2012. 3111-B Digestion/Espectroscopia de absorción atómica	SCL - Subcontratado
18495	SCL	Manganeso Total (Sedimentos) INN/SMA (Algoritmos ETFA 015-01)	ILAB-28 rev 00. Basado en EPA 3050 B 1996. Standard Methods For Examination of Warer and Wastewater 22 th Edition, 2012. 3111-B Digestion/Espectroscopia de absorción atómica	SCL - Subcontratado
12683	SCL	Metal Total, Suelos (ICP-MS) (EPA) INN/SMA	QWI-IO-ANA-02 Emisión B, mod. 0 QWI-IO-EXT-02 Emisión B, mod. 3 QWI-IO-ANA-02 Emisión B, Modificación 0 US EPA Method 6020A. Rev. 1,1998	SCL - Metales
18484	SCL	Molibdeno Total (Sedimentos), Lab. Subcontratado Algoritmos SPA, ETFA 015-01	ILAB-28 rev 00. Basado en EPA 3050 B 1996. Standard Methods For Examination of Warer and Wastewater 22 th Edition, 2012. 3111-D Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	SCL - Subcontratado

Hermanos Carrera Pinto #159, Parque Industrial Los Libertadores, Colina, Santiago, Chile | Telf +56 2 2654 6104

INFORME DE ENSAYO: 6665/2020

CM	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Laboratorio
18496	SCL	Níquel Total (Sedimentos), Lab. Subcontratado Algoritmos SPA, ETFA 015-01	ILAB-28 rev 00. Basado en EPA 3050 B 1996. Standard Methods For Examination of Warer and Wastewater 22 th Edition, 2012. 3111-B Digestion/Espectroscopia de absorción atómica	SCL - Subcontratado
18485	SCL	Plomo Total (Sedimentos), Lab. Subcontratado Algoritmos SPA, ETFA 015-01	ILAB-28 rev 00. Basado en EPA 3050 B 1996. Standard Methods For Examination of Warer and Wastewater 22 th Edition, 2012. 3111-B Digestion/Espectroscopia de absorción atómica	SCL - Subcontratado
18493	SCL	Selenio Total (Sedimentos), Lab. Subcontratado Algoritmos SPA, ETFA 015-01	ILAB-28 rev 00. Basado en EPA 3050 B 1996. Standard Methods For Examination of Warer and Wastewater22 th Edition, 2012. 3114-B Digestión/Espectroscopia de absorción atómica-Generación de Hidruros	SCL - Subcontratado

COMENTARIOS

Los resultados de los análisis cromatógraficos en suelo son expresados en base seca

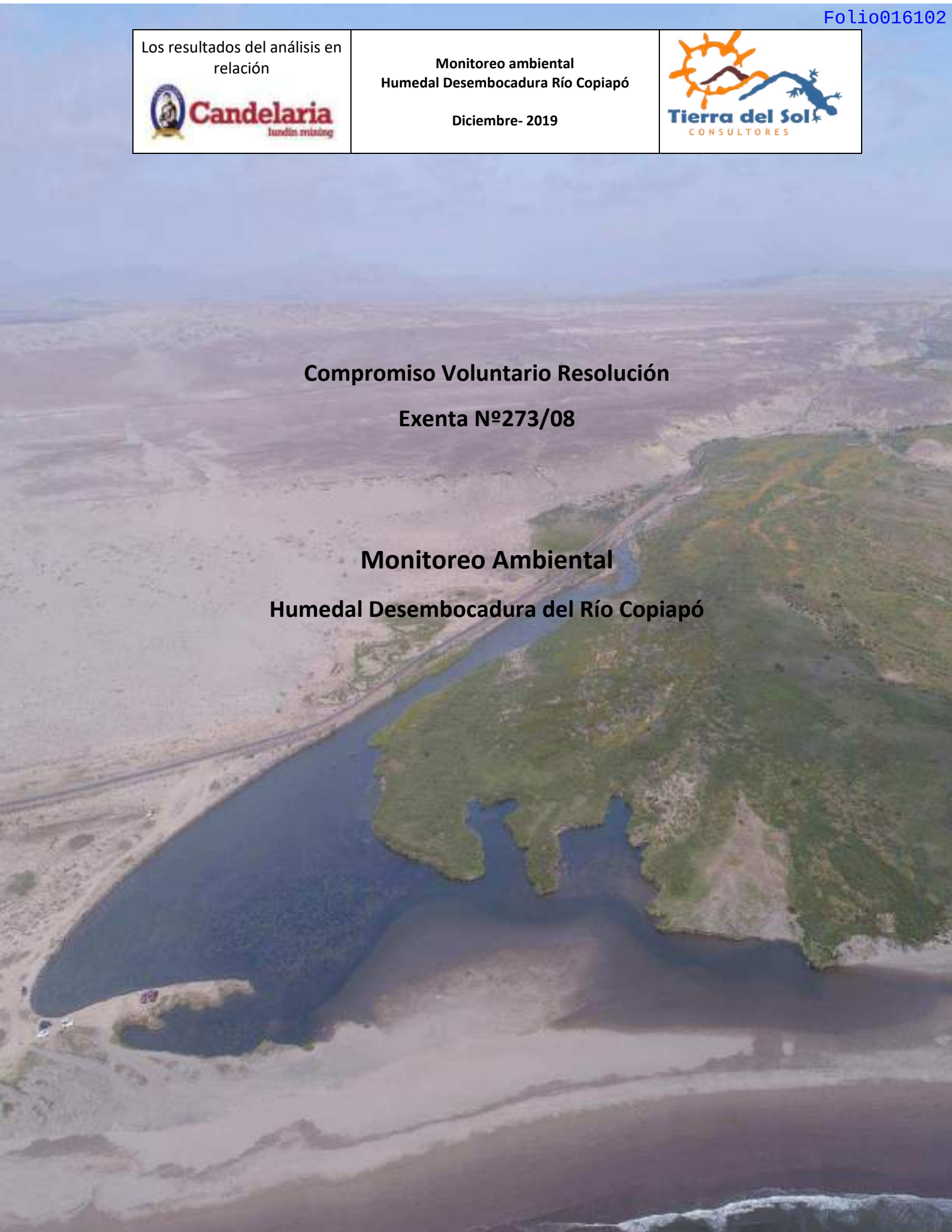
LD = Límite de detección
LQ = Límite de cuantificación
Los Límites de Detección y/o Cuantificación para muestras indicados en el presente documento, fueron determinados experimentalmente mediante las validaciones de cada método analítico, según lo indicado en el instructivo QWI-AM-24 "Validación de Métodos", cabe indicar, que Límites pueden variar dependiendo de la Interferencias propias de cada Matriz.
CM = Código interno del Método de Análisis de ALS Life Sciences Chile S.A.

ANT: El Yodo N°7764, Antofagasta, Chile.
SCL: Avda. Hermanos Carreras Pinto N°159 Parque Industrial Los Libertadores Colina - Santiago de Chile.
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"Nch": Norma Chilena.
"QWI": Procedimiento interno.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS Life Sciences Chile S.A., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS Life Sciences Chile S.A.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
Las muestras de agua se descartaran 30 días calendarios desde la fecha de emisión del informe de resultados, para el caso de las suelos o sedimentos se considerarán 90 días calendario.
El presente informe corresponde a 3 muestra(s).
El responsable del muestreo es: Cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación
Muestra(s) recibida(s) en buenas condiciones, en el tipo de recipiente adecuado y a 12.5 °C
Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

FIN DEL REPORTE

Hermanos Carrera Pinto #159, Parque Industrial Los Libertadores, Colina, Santiago, Chile | Telf +56 2 2654 6104

Los resultados del análisis en relación	**Monitoreo ambiental** **Humedal Desembocadura Río Copiapó** **Diciembre- 2019**	



Compromiso Voluntario Resolución

Exenta Nº273/08

Monitoreo Ambiental

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Informe Anual 2019

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Diciembre 2019

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE CONTENIDOS....3
INDICE DE TABLAS....4
INDICE DE IMÁGENES....5
1. RESUMEN....7
2. INTRODUCCION....9
3. OBJETIVOS....11
3.1 Objetivo General....11
3.2 Objetivos Específicos....11
4. METODOLOGIA....13
4.1 Determinación y caracterización del área de estudio....13
4.2 Determinación del área de influencia y buffer....17
4.3 Medición de parámetros físico-químicos....18
4.3.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo)....18
4.3.2 Medición de parámetros *in situ*....19
4.3.3 Métricas químicas y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento)....20
4.4 Aspectos biológicos....22
4.4.1 Censos de Avifauna....22
4.4.2 El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989)....23
4.4.3 Métricas de flora....24
4.5 Análisis espacio- temporal.....26
5. RESULTADOS....28
5.1 Resultados de la medición de parámetros físico- químicos- microbiológicos....28
5.1.1 Métricas régimen hídrico (hidroperíodo)....28
5.1.2 Muestreo in situ de agua....28
5.1.3 Muestras de aguas según Nch1333....31
5.1.4 Muestras de aguas según NCh 409....37
5.1.5 Sedimentos....40
5.2 Aspectos Biológicos....41
5.2.1 Censo de avifauna....41
5.2.2 Índice de Shannon-Wiener H´....52
5.2.3 Composición Florística....54
5.3 Análisis espacio temporal....66
5.3.1 Métricas de la comunidad vegetal....66
6. DISCUSIÓN....71
7. CONCLUSIONES....79
8. BIBLIOGRAFIAS Y FUENTES....82

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas ubicación de puntos de muestreo (huso UTM-19 S)..... 16
Tabla 2. Caracterización de las distintas capas vegetales. bertura..... 25
Tabla 3. Caracterización de las distintas capas vegetales..... 25
Tabla 4: Valores de los parámetros medidos en agua río Copiapó..... 28
Tabla 5: Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333..... 31
Tabla 6: Manganeso presentes en el Río Copiapó..... 38
Tabla 7: Nitritos y Nitratos presentes en el río Copiapó y su comparación con la normativa vigente..... 38
Tabla 8: Parámetros microbiológicos..... 39
Tabla 9: Plaguicidas..... 39
Tabla 10: Productos secundarios de la desinfección..... 39
Tabla 11: Sedimentos..... 40
Tabla 12: Registro histórico de las especies de aves observadas en el humedal..... 42
Tabla 13: Índice de Shannon..... 53
Tabla 14. Listado florístico, temporada húmeda..... 55
Tabla 15. Listado florístico, temporada seca..... 55
Tabla 16. Cobertura vegetal temporada húmeda..... 57
Tabla 17. Cobertura vegetal temporada seca..... 58
Tabla 18. Dominancia y codominancia, estación 1, temporada húmeda..... 59
Tabla 19. Dominancia y codominancia, estación 1, temporada seca..... 60
Tabla 20: Dominancia y codominancia estación 2, temporada húmeda..... 61
Tabla 21. Dominancia y codominancia, estación 2, temporada seca..... 62
Tabla 22: Dominancia y codominancia estación 3, temporada húmeda..... 63
Tabla 23. Dominancia y codominancia, estación 3, temporada seca..... 64
Tabla 24: Porcentaje de especies codominantes, temporada húmeda..... 64
Tabla 25: Porcentaje de especies codominantes, temporada seca..... 65
Tabla 26: Áreas obtenidas mediante Clasificación supervisada y Porcentaje de variación..... 70

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Vista aérea del área de estudio 14
Imagen 2: Sectores de evaluación dentro del humedal. Fuente: Googlearth 15
Imagen 3: Sector 1 de monitoreo (puente) estación seca y estación húmeda 16
Imagen 4: Sector 2 de monitoreo (chacra) estación seca y estación húmeda 16
Imagen 5: Sector 3 estación de monitores (desembocadura) estación seca y estación húmeda 17
Imagen 6: Medición de caudal en la estación 3 de muestreo, temporada seca y húmeda 2019. 19
Imagen 7: Toma de parámetros *in situ* estación 1 (puente) temporada seca y húmeda 2019 20
Imagen 8: Toma de muestra de agua superficial Estación 3. 21
Imagen 9: Toma de muestra de sedimentos 21
Imagen 10: Monitoreo de avifauna 2019 23
Imagen 11: Profesional registrando especies presentes en E2 (Chacra). 26
Imagen 12: Área de interpretación visual. Fuente: Elaboración propia. 27
Imagen 13: *Coscoroba coscoroba* observado en Estación 3, durante el monitoreo de la Temporada Húmeda. 46
Imagen 14: *Rynchops niger* en estación 3, Temporada Seca 46
Imagen 15: *Agelaius thilius* en sector chacra, Temporada Seca. 47
Imagen 16: *Larus maculipennis* observada en estación 3, Temporada Seca. 47
Imagen 17: *Anairetes parulus* observado en el sector Puente, Temporada Seca 48
Imagen 18: *Phalacrocorax brasilianus* en desembocadura de Río Copiapó, Temporada Seca. 48
Imagen 19: *Agelaius thilius* en sector chacra, Temporada Seca. 49
Imagen 20: *Lessonia rufa* en estación 1, Temporada Seca. 49
Imagen 21: *Himantopus melanurus* observados en la Estación 3 50
Imagen 22: *Diuca diuca observado* en Estación 1 50
Imagen 23: *Geositta marítima* observado en la Estación 1 51
Imagen 24: *Zonotrichia chilensis* observada en la Estación 1 51
Imagen 25: Patos de superficie observados en la Estación 3, Temporada Húmeda 52
Imagen 26: Dendrograma de similitud Bray Curtis, para los tres puntos de muestreo en temporada seca y húmeda del 2019. 54
Imagen 27: Estación 1 59
Imagen 28: Vista general estación 2. 61
Imagen 29: Vista general estación 3. 63
Imagen 30: *Polypogon monspeliensis.* 66
Imagen 31: Mapa con clasificación supervisada año 2018. Fuente: Elaboración propia. 68

Imagen 32: Mapa de clasificación supervisada año 2019. Fuente: Elaboración propia 69

1. RESUMEN

Se presentan los resultados del monitoreo del compromiso ambiental voluntario suscrito por Minera Candelaria asociado a la resolución exenta Nº 273/08, del 01 de Septiembre de 2008 de la COREMA Región de Atacama, la cual aprobó la declaración de impacto ambiental del proyecto "Acueducto Chamonate- Candelaria"

El monitoreo ambiental del humedal del Rio Copiapó, tiene como finalidad la obtención del estado de salud del humedal actual y a través del tiempo. Para ello desde el año 2009 se han realizado dos campañas anuales, una en periodo seco y otra en periodo húmedo.

Desde el año 2015 la metodología ha sido adaptada y/o modificada por el equipo de profesionales de Tierra del Sol Consultores, debido a la inexistencia de imágenes satelitales actualizadas posterior al aluvión del 25 de marzo del 2015 que permitieran el análisis espacial de las actuales condiciones del área de estudio y obtener las métricas que señala la metodología. La campaña seca del año 2019 fue realizada los días 29 y 30 de abril mientras la campaña humeda se realizó los días 16, 17 y 18 de diciembre 2019, la cual fue desarrollada por 6 profesionales de las Ciencias Ambientales en las distintas unidades de muestreo previamente establecidas.

Los resultados del análisis en relación con los parámetros muestreados para aguas de distintos usos (riego, actividades recreativas, etc.) estos presentan valores superiores a los límites máximos establecidos por la Norma Chilena NCh1333, Sodio porcentual, Boro, Sulfato, Manganeso, Cloruros, Litio cítrico, y Sodio porcentual en ambas campañas (seca y húmeda).

Respecto a las variables biológicas durante la temporada seca y húmeda del año 2019, el índice de diversidad de Shannon-Wiener muestra, que, para el grupo de las aves, un índice; 1,942 y 1,849 en el Puente considerándose el lugar con más diversidad en el presente año. Además de un índice de similitud de hábitat del 0,30% entre Puente y Chacra en la temporada seca y húmeda. Por otro lado, se mostró un 0,05% de similitud para la Desembocadura en relación a las otras estaciones, durante la temporada húmeda y seca.

Para el monitoreo de los atributos bióticos presente en el área, en las temporadas húmeda y seca se describe la composición florística presente en las tres estaciones, se identificó un total de 31 especies, siendo la familia Poaceae las que más aportaron en cuanto a número de especies con 4 representantes. En cuanto a la cobertura por capa vegetal, no se registró en ambas temporadas especies en la capa flotante. Las especies que más aportaron en cuanto a la dominancia fueron *D. spicata* y *T. absinthioides. T. angustifolia y S. fruticosa.*

Para este informe correspondiente al periodo anual 2019, a través de métricas físicas, químicas y biológicas se puede inferir que el sistema se encontraría estable, a pesar de no cumplir con una de las tres condiciones señaladas en el documento "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" (CONAMA-CEA, 2006), donde menciona que la estructura física de estos ecosistemas estuarinos, ya sea la barrera terminal del humedal, la vegetación y el caudal son elementos determinantes dentro de estos sistemas, los cuales en orden de importancia deben ser comparados con los parámetros químicos y los biológicos particularmente la diversidad biológica. En esta oportunidad tanto el componente de vegetación como el componente avifauna se encuentran dentro de una condición ecológica estable, mientras el componente de hidrología, siguiendo la curva de años anteriores no presenta un flujo de caudales superficiales, provocado por la extracción para agua de riego y crecimiento de macrofitas, no presenta velocidad por lo tanto hay ausencia de caudales superficiales.

2. INTRODUCCION

Los humedales son ecosistemas complejos que actúan como interfase entre los hábitats terrestres y los acuáticos (Lefeuvre et al. 2003) considerados riqueza biológica del planeta, destacándose por su gran productividad y biodiversidad (Kusler et al. 1994; Innis et al. 2000), los cuales otorgan variadas funciones como la contribución en los ciclos de vida de plantas y animales, hábitat, alimento, sitios de nidificación y refugio para numerosas especies de animales (insectos, peces, batracios, crustáceos, aves, etc.) (Perotti et al. 2005; Correa-Araneda et al. 2011).

En Chile, desde el extremo norte hasta la cuidad de Santiago, donde existen zonas áridas o semiáridas los humedales son escasos, a diferencia de lo que ocurre a sur del país donde son cada vez más frecuentes (MMA - Centro de Ecología Aplicada, 2011). Los humedales costeros al sur del río Copiapó, están bajo la influencia de la zona mediterránea de Chile Central, una de las 18 zonas "Hot Spots" importantes por su biodiversidad en el mundo (Myers 1990, WCMC 1992, Orians 1994).

Los humedales son uno de los ecosistemas naturales más amenazados del planeta, las causas son muchas pero dentro de las más reconocidas es la acción humana asociada al crecimiento urbano que los estrangula transformándolos en canales o pozas temporales receptoras principalmente de basura, sumado al calentamiento global con cambios climáticos que han llevado a la disminución del área, estructura, hidrología y perdida de sus funciones biológicas y ecológicas (Boavida 1999, Figueroa et al., 2009; Mitsch 1994;Morzaria & Danemann 2008)

El 27 de diciembre de 2005, el consejo directivo de CONAMA aprueba la Estrategia Nacional para la Conservación y uso Racional de los Humedales en Chile, la que tiene como objetivo principal promover la conservación de los humedales prioritarios de Chile. Documento que ha servido para avanzar a nivel país en la protección coordinada y eficiente de los humedales prioritarios, resaltando sus funciones y beneficios frente al desarrollo sustentable de los humedales (CONAF, 2010; CONAMA, 2005).

Como parte del compromiso voluntario suscrito por la Empresa Minera Candelaria asociado a la Resolución Exenta Nº 273/08, del 01 de septiembre de 2008 de la COREMA Región de Atacama, la cual aprobó la declaración de impacto ambiental del proyecto "Acueducto Chamonate - Candelaria". En el presente informe se entregan los resultados de un programa de monitoreo ambiental del humedal del Río Copiapó. Se exponen las actividades efectuadas durante las campañas en terreno donde se obtiene como resultado final la aproximación del estado de salud del humedal mediante componentes de paisaje, hidrológico y bióticos.

El humedal de la desembocadura del Rio Copiapó forma parte del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama, (Gaymer et al., 2008)

Según criterios internacionales de clasificación de humedales en base a la hidro-geomorfología la desembocadura del río Copiapó corresponde a un humedal del tipo estuarino, donde el agua de la desembocadura del río llega a un ecosistema oceánico, generando mezclas de agua dulces y salada intercambiando a su vez salinidad, nutrientes, sedimentos y numerosos organismos. Según ecotipos de humedal, el humedal del rio Copiapó sería un humedal de tipo costero con intrusión salina, localizado en bahías, y desembocaduras de ríos y esteros, que se alimenta tanto de aguas marinas como continentales (CONAMA-CEA, 2006).

Según resultados de estudios realizados anteriormente en el sector, más criterios de hidro-geomorfología, el humedal es clasificado en dos subtipos de humedal; estuario no salino persistente correspondiente a la zona del sector puente Puerto viejo y estuario estacional en el sector medio y desembocadura (Fundación Chile 2009).

Los monitoreos correspondientes a las temporadas seca y húmeda 2019, fueron realizados bajo los estándares de la metodología presentada por Fundación Chile, aprobada por la Autoridad en el año 2009. Las actividades fueron realizadas por Tierra del Sol Consultores, por profesionales relacionados a las Ciencias Ambientales: Flavio Olivares, Yasmin Bolados, Dorca Marchant, Eduardo Rubilar, Jorge Parra y Sebastián Álvarez.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Implementar un sistema de monitoreo del Humedal del Río Copiapó en el año 2019 dando cuenta de la variación del estado de salud del ecosistema en el tiempo.

3.2 Objetivos Específicos

Realizar levantamiento de información de aspectos espaciales, hidrológicos y físico-químicos del humedal incluyendo, previo a la determinación y justificación del área de estudio y área de influencia:

3.2.1 Aspectos Físico-Químicos-microbiológicos

1. Realizar un seguimiento de los parámetros *in situ* de calidad de agua (temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos) y caudales.
2. Determinación de la concentración de los elementos contaminantes (metales pesados, contaminación orgánica y otros aspectos señalados en la norma Chilena NCh Nº1333 “Requisitos de calidad de agua para diferentes usos”)
3. Determinación de la calidad de aguas respecto a las normas de riego vigentes en Chile según lo señalado en la NCh Nº409/1.

3.2.2 Aspectos Biológicos

1. Realizar censos de avifauna asociada al humedal para estimar la comunidad presente.
2. Estimar la diversidad de las especies registradas, con el índice ecológico de Shannon según la potencia de los muestreos.
3. Evaluación de métricas de la comunidad vegetal presentes en el área de evaluación: nº de capas presentes; especies co-dominantes; porcentaje de invasión; intercepción horizontal y estructura biótica vertical

3.2.3 Atributos Espaciales

1. Clasificación de las unidades espaciales que componen el humedal.

4. METODOLOGIA

4.1 Determinación y caracterización del área de estudio

El humedal se encuentra ubicado geográficamente en las siguientes coordenadas: huso UTM-19 S, 308482 (UTM X mínima), 310161 (UTM X máxima), 6980098 (UTM Y mínima) y 6976586 (UTM Y máxima) (Imagen 1).

Se aplicó la metodología USEPA (CRAM) modificada por fundación Chile en el macro del proyecto SAG "Desarrollo de un Sistema de Evaluación Rápida de Humedales", además se utilizaron métodos y mecanismos existentes en la literatura con el fin de obtener una mejor referencia en cuanto a evaluación y monitoreo del humedal; entre estos se pueden mencionar:

- Método de evaluación integrada ecológica para la mitigación de humedales (Fafer Langendoen NatureServe, 2006)
- Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica (CONAMA 2006)
- Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales (2006)
- El agua del futuro, Herramientas para el manejo de Recursos Hídricos; introducción Método EMA zonas Estuarinas (Fundación Chile, 2009).

Adicionalmente, se incorporó la recopilación de antecedentes de métodos y mecanismos utilizados en campañas de monitoreo y evaluación efectuados en este humedal en años anteriores en la evaluación y seguimiento del estado de salud actual del humedal.



Imagen 1: Vista aérea del área de estudio

Las áreas de evaluación son porciones representativas del humedal que serán evaluadas durante el trabajo en terreno (Imagen 2, 3, 4 y 5)

- Sector 1: Del Puente a la Chacra
- Sector 2: Chacra a la parte media del humedal donde se ubica la laguna
- Sector 3: Desde la laguna a la Desembocadura



Imagen 2: Sectores de evaluación dentro del humedal. **Fuente: Googlearth**

Tabla 1: Coordenadas ubicación de puntos de muestreo (huso UTM-19 S)

ESTACION	X	Y
Puente	310781	6975757
Chacra	309828	6977017
Desembocadura	308971	6977324



Imagen 3: Sector 1 de monitoreo (puente) estación seca y estación húmeda



Imagen 4: Sector 2 de monitoreo (chacra) estación seca y estación húmeda



Imagen 5: Sector 3 estación de monitores (desembocadura) estación seca y estación húmeda

4.2 Determinación del área de influencia y buffer

Los atributos del buffer y paisaje guardan relación con la conectividad y el porcentaje del área de evaluación, ancho promedio y condición del buffer, estableciendo el buffer como el área de influencia en la cual está el área de evaluación, en este caso esta área es el objeto de estudio o humedal.

Según las características del sector, sumado a la metodología de años anteriores se determinará como buffer un aproximado de 250 m alrededor del objeto de estudio, estimando el porcentaje total del perímetro del buffer que se encuentra con usos de suelo que cumplen con características de buffer (praderas naturales, senderos y rutas de turismo, tranques, etc.). Se asume que la función del buffer no se incrementa significativamente sobre los 250 m.

- **Campaña de terreno**

Una vez determinadas las áreas de evaluación se realizó una inspección visual del humedal con el fin de determinar el primer diagnóstico del estado de salud, la campaña en terreno fue realizada por seis profesionales de las Ciencias Ambientales, los días 29 y 30 de abril correspondiente a la fase seca del ciclo hidrológico anual 2019 y los días 16,17 y 18 de diciembre correspondiente a la fase húmeda del ciclo hidrológico del mismo año.

4.3 Medición de parámetros físico-químicos

4.3.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo)

El caudal es el principal factor que regula el comportamiento de los ecosistemas acuáticos en los ríos. La reducción del caudal por debajo de los valores históricos mínimos registrados instantáneamente y alteración del patrón temporal durante el ciclo hidrológico, modifican en forma importante la estructura y funcionamiento de los humedales.
La medición de caudales se realizó en cada una de las áreas de evaluación: Puente (Estación 1), Chacra (Estación 2) y Desembocadura del río (Estación 3).

Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \times S$$

Donde:

• Q es el caudal (m^3/s)

• V es la velocidad (m/s)

• S es la sección del cauce (m^2) (profundidad media x ancho de la sección)

La velocidad se midió *in situ*, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Global Water, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/s) (Imagen 6).



Imagen 6: Medición de caudal en la estación 3 de muestreo, temporada seca y húmeda 2019.

4.3.2 Medición de parámetros *in situ*

Se midieron parámetros *in situ* en cada estación de parámetros tales como: pH, Oxígeno disuelto, Conductividad, Nitrito, Nitratos, Amonio, obtenidos con equipo multiparámetro de ión selectivo.

- pH
- Oxígeno Disuelto
- Conductividad
- Salinidad
- Potencial de Oxido-Reducción
- Temperatura



Imagen 7: Toma de parámetros *in situ* estación 1 (puente) temporada seca y húmeda 2019

4.3.3 Métricas químicas y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento)

Dentro de las variables hidrológicas de las tres estaciones de monitoreo se midieron los parámetros físico-químico del agua, según lo establecido en la Norma Chilena NCh1333 Of. 1978 y Norma Chilena 409/1 Of. 2005

Se recolectaron en cada uno de las estaciones, tres muestras de agua superficial (Imagen 11,12 y 13) y tres muestras de sedimento (Imagen 14) para el análisis en un laboratorio certificado en la temporada de evaluación (temporada seca y temporada de crecimiento tardío) con objeto de comparar con los valores del puntaje final del sistema y poder establecer el grado de correlación existente entre el estado de salud del humedal con las variables evaluadas.



Imagen 8: Toma de muestra de agua superficial Estación 3.



Imagen 9: Toma de muestra de sedimentos

Para las muestras de agua se analizaron los parámetros ya mencionados presentes en la NCh 1333/78 (Calidad de agua para diferentes usos) y aquellos adicionales contemplados NCh 409/2005 (Calidad de agua potable).

Los valores obtenidos fueron comparados con los valores establecidos en la normativa vigente para calidad de las aguas, siguiendo los límites máximos establecidos (NCh1333 y NCh409/1).

4.4 Aspectos biológicos

4.4.1 Censos de Avifauna

Para el estudio de avifauna se consideraron tres estaciones de observación; Estación 1 (Puente), Estación 2 (Chacra) y Estación 3 (Desembocadura). Para esta observación se utilizó el método de tipo mixto, en donde se utilizó (a) conteo por puntos fijos y (b) los recorridos pedestres en forma de transectos. Los puntos fijos de conteo consisten básicamente en establecer una serie de puntos en donde puede monitorearse los individuos y especies observadas y/o escuchadas en un tiempo determinado. La distancia aproximada entre cada punto es de 300 metros. El tiempo mínimo dedicado a cada uno de los puntos de conteo fue de 15 minutos, tiempo suficiente para tener una muestra significativa de las especies presentes en el área de muestreo (Ralph et al. 1996).

Por otra parte, el método de recorrido en transectos consistió básicamente en establecer una línea imaginaria de recorrido en diferentes direcciones según lo permitiera el terreno. A esto se aplicó otra variante del método de transecto que fue incluir el recorrido de transectos en franja, el cual es el establecimiento de una franja imaginaria a ambos lados de la línea del transecto (generalmente 25 m a cada lado) y así se toma en consideración todos aquellos individuos observados y/o escuchados durante el recorrido del transecto que queden dentro de la franja imaginaria y además abarcar el mayor área vegetacional (Ralph et al. 1996).Los registros se realizaron con binoculares 12x50 marca Leupold

modelo Olympic. Las descripciones de aves siguieron las descripciones de Araya & Millie (2005) y Jaramillo (2005).



Imagen 10: Monitoreo de avifauna 2019

4.4.2 El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989)

Mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar proveniente de una comunidad de la que se conoce el número total de especies S. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y H' será máxima cuando todas las especies S estén presentes:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:

H': diversidad específica

P: ni/N

ni: número de individuos de cada especie.

N: número total de individuos.

4.4.3 Métricas de flora

Se determinó todas las especies vasculares presente en los puntos de muestreo: (1) Puente, (2) Chacra y (3) Desembocadura**.** La identificación de las especies se realizó con base en experiencias de campo, aquellas especies que no fueron identificadas en terreno, fueron colectadas y fotografiadas con una cámara Canon SX60, para ser trabajadas en gabinete con apoyo de literatura pertinente. Para la composición florística se confeccionó un listado florístico, el orden de las especies se organizó según categoría sistemática Pteridophyta (helechos), Gymnospermae, Angiospermae (Dicotyledoneae) y Angiospermae (Monocotyledoneae) y en orden alfabético las especies y familias.

Para la presencia y ausencia de especies se utilizó el índice de similitud de Jaccard (coeficiente de similitud I_j) el cual expresa el grado de similitud entre un sitio y otro, el rango de valores es de 0 a 1, si tiende a 0 no hay similitud entre los sitios, por el contrario si el valor tiende a 1, significara que existe similitud entre los sitios, el índice se expresa con la siguiente formula:

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

a= número de especies en el sitio A.

b= número de especies en el sitio B.

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartida

Basado en la metodología propuesta por Fundación Chile, en la guía de campo de estuarios “Evaluación y Monitoreo Ambiental (EMA)”, se determinó los siguientes puntos:

- Cobertura de cada capa vegetal.
- Dominancia y codominancia de especies en cada capa vegetal.
- Métricas de la comunidad vegetal.

El método utilizado fue la observación *in situ* desde los bordes del humedal, el valor en cuanto a cobertura se utilizó lo establecido por Braun-Blanquet (1932) (Tabla 2)

Tabla 2. Caracterización de las distintas capas vegetales.

Porcentaje de cobertura (%)	Clasificación
75-100	Muy abundante
50-75	Abundante
25-50	Escasa
5-25	Muy escasa

Para la clasificación de las capas vegetales se considera la altura como factor determinante (Tabla 3).

Tabla 3. Caracterización de las distintas capas vegetales.

Capa Vegetal	Alturas	Características
Flotante	En la superficie de agua	Colchones fijos o móviles sobre el agua
Pequeña	<30 cm	Nunca supera los 30 cm
Mediana	30 a 75 cm	Vegetación emergente
Alta	75 a 150 cm	Arbustos
Muy Alta	>150 cm	Árboles y arbustos



Imagen 11: Profesional registrando especies presentes en E2 (Chacra).

4.5 Análisis espacio- temporal.

Mediante la utilización de información geoespacial obtenida a partir del satélite LANDSAT 8 OLI, se procedió a realizar una clasificación de las unidades que componen al humedal, estableciendo para ellos las siguientes unidades: Humedal, Espejos de agua y Suelo. Las imágenes satelitales corresponden a los años 2017 (LC08L1TP00107920170617T1) y 2018 (LC08L1TP00107920181111T1). Para dicha clasificación, en primer lugar se realizó una corrección atmosférica de las imágenes (radiancia y reflectancia) en el software ArcGis 10.3, para luego generar un análisis de clasificación supervisada en software ERDAS IMAGINE 2014, la cual fue sometida a un pre proceso de identificación visual de los cambios espectrales en ambas imágenes, logrando generar un archivo de firma espectral con las tres unidades descritas anteriormente (Área de Humedal, Suelo y Espejos de agua) para así determinar los parámetros de su posterior clasificación. El área de estudio se delimitó de acuerdo a interpretación

visual, abarcando de esta manera la zona de interés correspondiente al Humedal de la Desembocadura del río Copiapó, junto con las tres estaciones de muestreo: Puente, Chacra y Desembocadura, considerando además un área de expansión hacia el norte de la estación de muestreo denominado Desembocadura (Imagen 12).



Imagen 12: Área de interpretación visual. Fuente: Elaboración propia.

5. RESULTADOS

5.1 Resultados de la medición de parámetros físico- químicos- microbiológicos

5.1.1 Métricas régimen hídrico (hidroperíodo)

En las tres estaciones monitoreadas se observó ausencia de caudal, debido a ser agua estancada con velocidad cero en ambas campañas (seca y húmeda 2019).

5.1.2 Muestreo in situ de agua

A partir del muestreo realizado en 3 puntos *in situ* en cada temporada se obtuvieron los siguientes valores Tabla 4:

Tabla 4: Valores de los parámetros medidos en agua río Copiapó

Parámetros	Unidad	Estación 1 temporada seca	Estación 1 temporada húmeda	Estación 2 temporada seca	Estación 2 temporada húmeda	Estación 3 temporada seca	Estación 3 temporada húmeda
pH	---	7.24	7,7	7,32	7,5	8.35	8,7
Temperatura	°C	19,85	17,18	22.77	20,9	21,10	22,5
Conductividad	Us/cm	7074	8405	7469	8649	10710	9576

Parámetros	Unidad	Estación 1 temporada seca	Estación 1 temporada húmeda	Estación 2 temporada seca	Estación 2 temporada húmeda	Estación 3 temporada seca	Estación 3 temporada húmeda
Salinidad	PSU	10,06	10,51	10,94	8,25	11,13	11,62
OD	%	3.7	2,2	4.0	4,0	4.1	4,1
DO	PPM	9,96	0,20	8.61	8,3	7.59	8,0
Sólidos Totales Disueltos	PPM	4610	6645	5104	5318	4864	7550
Presión	PSI	14339	14670	14889	14689	14987	14715
Potencial Oxido-Reducción	mV	-68,2	-149	-45,7	-25,5	-87,1	-118,8

Para las estaciones 1, 2 y 3, el pH fue aumentando según se acercaba a la Estación 3. La temperatura que presentó los valores más bajos la estación 1 (19,85 y 17,18°C) y el más alto en la Estación 3 (21.10 y 22,5°C).

La salinidad, presentó los mayores valores en la Estación 3 (11.62 PSU). El porcentaje de Oxígeno disuelto fue menor en la estación 1 (2.2%), seguido de la estación 2 (4.0%). El Oxígeno Disuelto presentó los valores más altos en la Estación 1 temporada seca (9.96 PPM) y más baja en la estación 1 temporada húmeda (0.20)

En relación a los Sólidos Totales Disueltos (TDS), la Estación 1 temporada húmeda presentó los valores más altos (6645 PPM), a diferencia de la misma estación, pero en temporada seca la cual presenta los más bajos (4610 PPM). La presión registrada tuvo un promedio de 14.714 PSI. Los valores del potencial Redox se presentaron de forma homogénea en la zona de estudio. La Estación 2 presento el mínimo (-25,5 mV), mientras que el mayor valor se registró en la Estación 1 (-149 mV).

La conductividad (25°C), en temporada seca registró los valores más altos en la Estación 3 (10710µs/mg) mientras en temporada húmeda los valores más altos también se encontraron en la Estación 3 (9576 µs/mg) ver Gráfico 1.

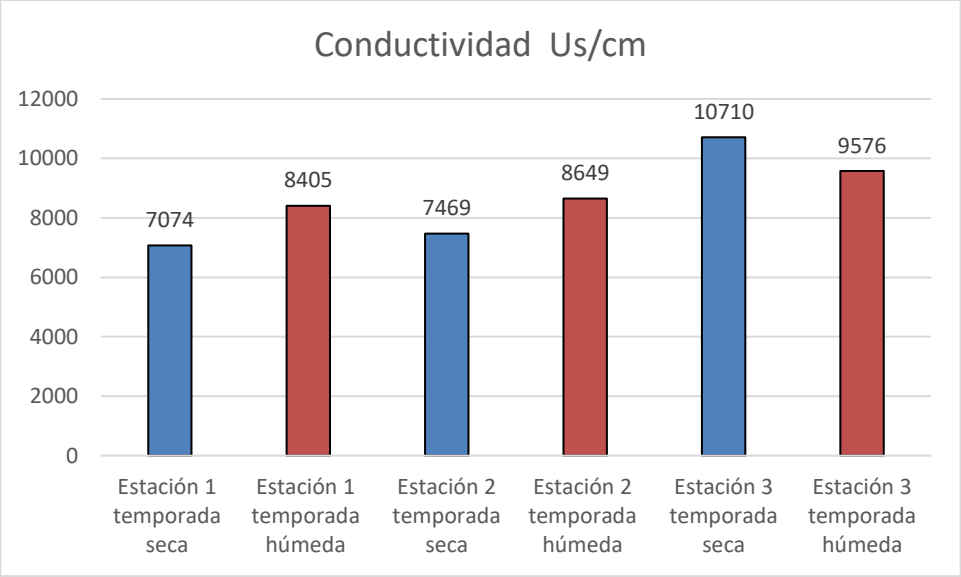


Gráfico 1: Valores de Conductividad medidos a 25°C en campaña seca y húmeda

Los valores para los Sólidos Totales Disueltos en campaña seca presentaron valores mínimos en la estación 1 (4610mg/l) y máximos en la estación 2 (5104 mg/l). Mientras en la campaña húmeda los valores para los Sólidos Totales Disueltos presentaron valores mínimos en la estación 2 (5318mg/l) y máximos en la estación 3 (7850 mg/l). Ver gráfico 2.

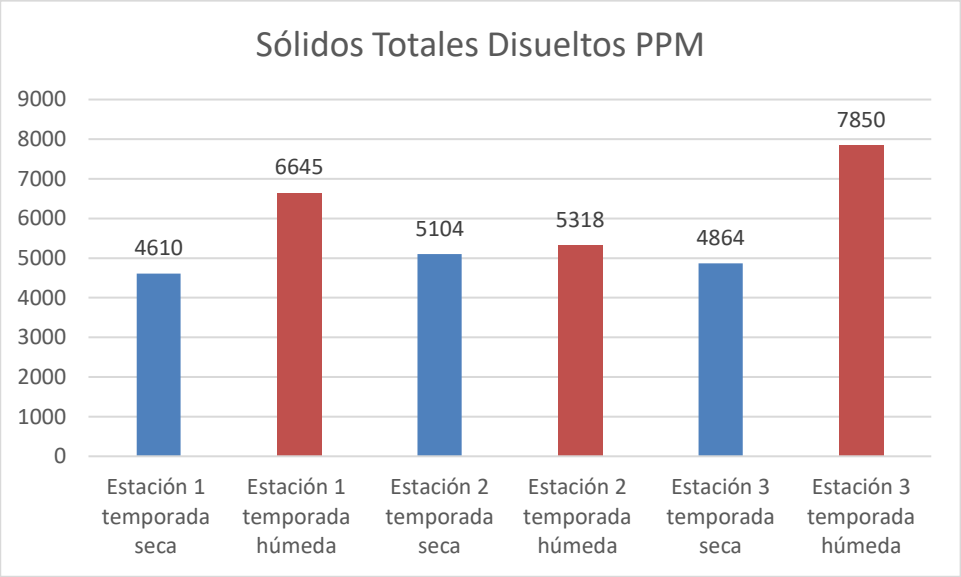


Gráfico 2: Valores de Sólidos Totales Disueltos presentes en la estación de muestreos

5.1.3 Muestras de aguas según Nch1333

En la tabla 5 se muestra la comparación de los valores obtenidos en los puntos de muestreos, junto con la Norma Chilena 1333: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos en las dos campañas realizadas (Seca y húmeda).

Tabla 5: Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333.

Análisis	Unidad	Estación 1 Campaña seca	Estación 1 Campaña húmeda	Estación 2 Campaña seca	Estación 2 Campaña húmeda	Estación 3 Campaña seca	Estación 3 Campaña húmeda	LD	NCh 1333
Aluminio	mg/l	<0.5	0,04	<0.5	0,03	<0.5	0,15	0,5	5,00
Arsénico	mg/l	0,003	0,0097	0,003	0,0188	0,004	0,0345	0.001	0,10
Boro	mg/l	7,9	8,158	7,2	7,708	8,2	10,784	0.01	0,75
Cadmio	mg/l	<0.01	< 0,00002	<0.01	< 0,00002	<0.01	< 0,00002	0.01	0,010

Análisis	Unidad	Estación 1 Campaña seca	Estación 1 Campaña húmeda	Estación 2 Campaña seca	Estación 2 Campaña húmeda	Estación 3 Campaña seca	Estación 3 Campaña húmeda	LD	NCh 1333
Cianuro	mg/l	<0.02	0,003	<0.02	0,005	<0.02	< 0,002	0.02	0,20
Cinc	mg/l	<0.01	0,0678	<0.01	0,0598	<0.01	0,0772	0.01	2,00
Cloruro	mg/l	1186	1686,97	1299	1423,30	2039	1992,95	0.02	200,00
Cobalto	mg/l	<0.05	< 0,0001	<0.05	< 0,0001	<0.05	< 0,0001	0.05	0,050
Cobre	mg/l	0,03	0,0050	0,03	0,0044	0,04	0,0049	0.01	0,20
Cromo	mg/l	<0.05	< 0,0001	<0.05	< 0,0001	<0.05	< 0,0001	0.05	0,10
Fluoruro	mg/l	<0.5	61,38	<0.5	16,59	<0.5	6,08	0.5	1,00
Hierro	mg/l	<0.01	0,079	0,05	0,148	0,06	0,161	0.01	5,00
Litio	mg/l	0,38	1,0082	0,4	1,0556	0,55	1,4422	0.01	2,50
Litio cítrico	mg/l	0,38	1,0082	0,4	1,0556	0,55	1,4422	0.01	0,075
Manganeso	mg/l	0,02	2,0894	0,04	0,0535	0,04	0,1667	0.01	0,20
Mercurio	mg/l	<0.0005	0,0027	<0.0005	< 0,0001	<0.0005	< 0,0001	0.0005	0,001
Molibdeno	mg/l	<0.1	0,0011	<0.1	0,0017	<0.1	< 0,0002	0.005	0,010
Níquel	mg/l	<0.05	< 0,0001	<0.05	< 0,0001	<0.05	< 0,0001	0.05	0,20
Plata	mg/l	<0.01	< 0,00002	<0.01	< 0,00002	<0.01	< 0,00002	0.01	0,20
Plomo	mg/l	<0.05	< 0,0004	<0.05	< 0,0004	<0.05	< 0,0004	0.05	5,00
Selenio	mg/l	<0.001	0,0152	<0.001	0,0101	<0.001	0,0079	0.001	0,020
Sodio porcentual	%	47,8	64,0	48,6	58,0	51,7	70,0		35,00
Sulfato	mg/l	2365	2306,33	2439	2573,15	3490	3926,78	10	250,00
Vanadio	mg/l	<0.1	0,0035	<0.1	0,0026	<0.1	0,0039	0.1	0,10

De los valores entregados, se observan valores superiores a lo establecido en la normativa vigentes en las tres estaciones. Dentro de estos parámetros se encuentran: Sulfato, Manganeso, Cloruros, Boro, Litio cítrico, y Sodio porcentual, en ambas temporadas.

En la temporada seca los Cloruros presentan valores máximos en la Estacion 3 (2039mg/l) y mínimos en la Estación 1 (1186 mg/l). Todos los valores presentes en las estaciones, superan lo señalado en la NCh 1333 (200 mg/l), mientras en la campaña humeda los Cloruros presentan valores máximos en la Estacion 3 (1992mg/l) y mínimos en la Estación 2 (1423 mg/l). Todos los valores presentes en las estaciones, superan lo señalado en la NCh 1333 (200 mg/l). Ver gráfico 3.

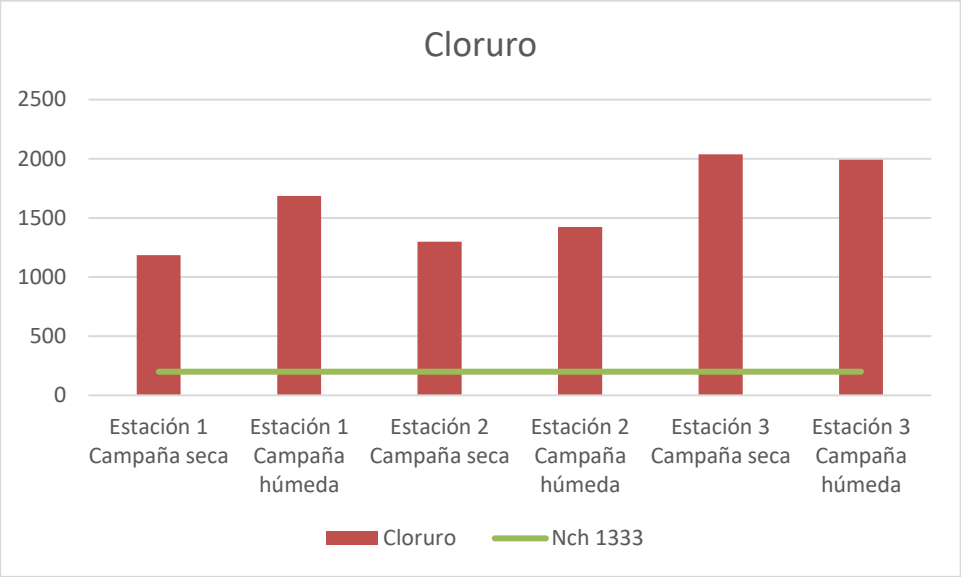


Gráfico 3: Valores de Cloruro presente en el río Copiapó

En campaña seca el Sulfato presenta valores superiores a lo establecido en la NCh (límite máximo permitido 250 mg/l). La Estación 3 presenta los mayores valores (3490 mg/l), la sigue la Estación 1 (1663 mg/l) y la Estación 3 (1660mg/l)

En campaña humeda el Sulfato presenta valores superiores a lo establecido en la NCh (límite máximo permitido 250 mg/l). La Estación 3 presenta los mayores valores (3926 mg/l), la sigue la Estación 2 (2573 mg/l) y la Estación 1 (2306 mg/l). Ver gráfico 4.

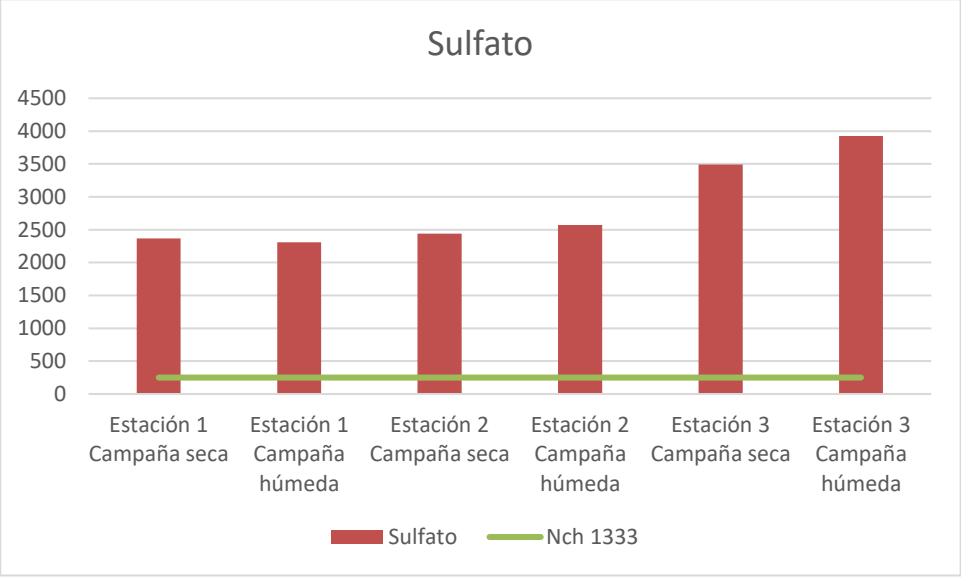


Gráfico 4: Valores de Sulfato presentes en las aguas del río Copiapó

Los valores de Boro superan los límites establecidos (0,75 mg/l) en todas las estaciones promediando un 7,76 mg/l en campaña seca y un 8,88 mg/l en campaña húmeda. Ver gráfico 5.

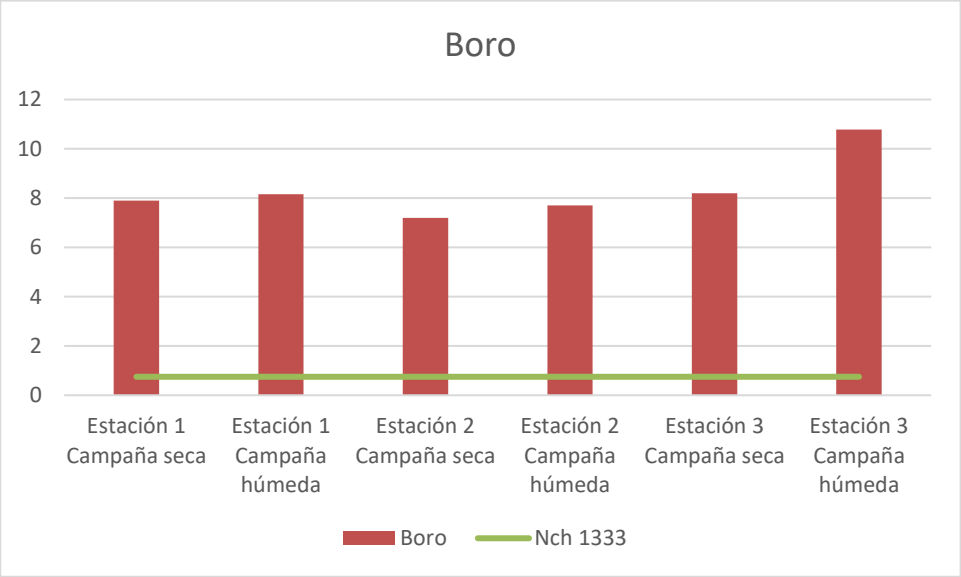


Gráfico 5: Valores de Boro en aguas del río Copiapó

Para el Litio (Cítrico) en la campaña seca, se presentan valores en promedio de 0,44 mg/l, el cual supera los máximos establecidos en la normativa vigente (0,075 mg/l). El Litio (cítrico) aumenta medida que se aproxima a la desembocadura (estación 3). En la campaña húmeda el Litio (Cítrico), 1,16 mg/l, el cual supera los máximos establecidos en la normativa vigente (0,075 mg/l). El Litio (cítrico) presenta la menor concentración en la Estación 3 (0,55 mg/l) en la estación seca, en cambio, para la temporada humeda en la estación 1 (1 mg/l). Ver gráfico 6.

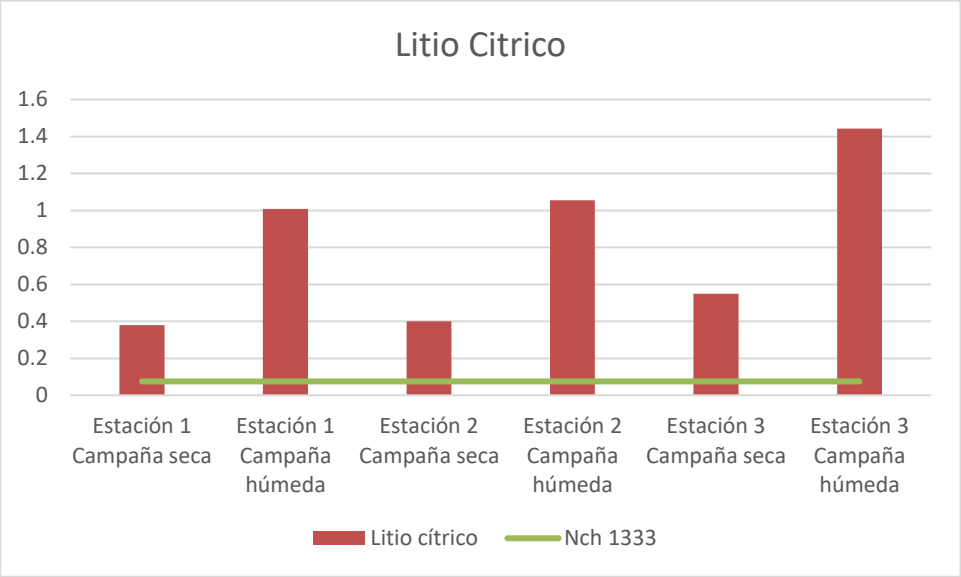


Gráfico 6: Valores de Litio (Cítrico) presente en el río Copiapó

En campaña seca el Sodio porcentual nos señala una pequeña diferencia entre los puntos, encontrándose en mayor cantidad en la Estación 2 (51,4%), seguida de la Estación 3 (50,3 %) y con menor concentración en la Estación 1 (48,2%).Todos los valores se encuentran en forma superior a los máximos permitidos en la NCh 1333, en campaña húmeda el Sodio porcentual señala una pequeña diferencia entre los puntos, encontrándose en mayor cantidad en la Estación 3(70,0%), seguida de la Estación 1 (64,0 %) y con menor concentración en la Estación 2 (58,0%). Todos los valores se encuentran en forma superior a los máximos permitidos en la NCh 1333 (Gráfico 7).

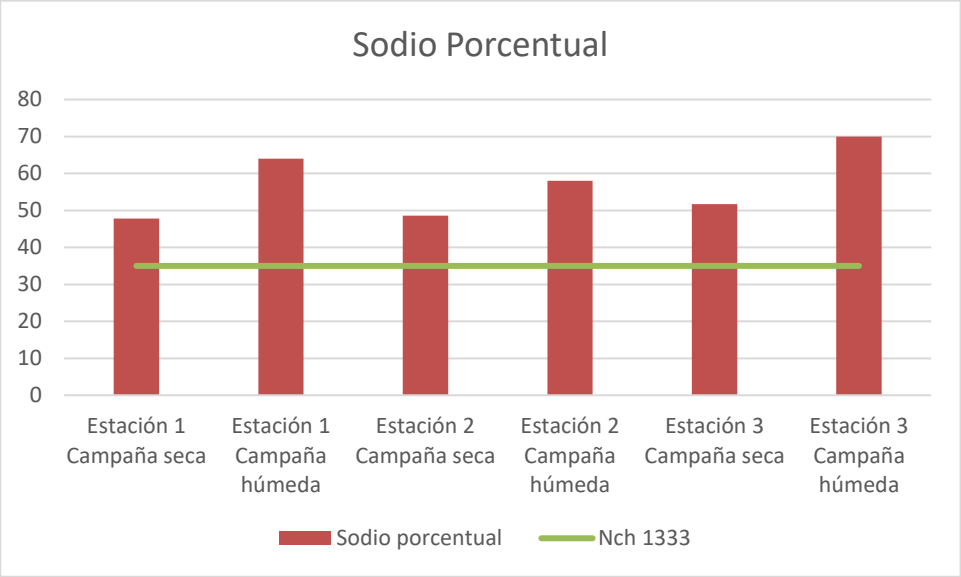


Gráfico 7: Valores de Sodio Porcentual presente en el río Copiapó

5.1.4 Muestras de aguas según NCh 409

El análisis de las muestras provenientes del curso principal, fueron comparados con la NCh 409/1 of. 2005, la cual establece los requisitos de calidad de agua potable en todo el territorio nacional.

Los resultados de las concentraciones de manganeso nos señalan un nivel más alto en las estaciones para la temporada húmeda con un promedio de 0,7 mg/l, por encima de 0,1 mg/l (NCh 409), mientras en temporada seca los resultados de las concentraciones de manganeso presentan valores más bajos con respecto a la estación húmeda, donde el promedio es de 0,03 mg/l, muy por debajo de 0,7 mg/l.

Tabla 6: Manganeso presentes en el Río Copiapó

Elementos o sustancias	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409
Manganeso	mg/l	0,02	1,467	0,04	<0,005	0.04	0,925	0.01	0.1mg/l

En la campaña seca el análisis de los Nitratos y Nitritos, nos señala valores mayores en la estación 3 para los Nitratos (1.5 mg/l) y homogéneos para Nitritos (<0,02 mg/l). Los valores en ambos parámetros, se encuentran por debajo de la normativa vigente, mientras en estación húmeda el análisis de los Nitratos y Nitritos, obtenidos en las estaciones de muestreo, en el promedio señala valores similares en todas las estaciones para los Nitratos (< 0,22 mg/l) e iguales para Nitritos (<0,30 mg/l). Los valores en ambos parámetros, se encuentran por debajo de la normativa vigente (Tabla 7).

Tabla 7: Nitritos y Nitratos presentes en el río Copiapó y su comparación con la normativa vigente

Elementos o sustancias	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409
Nitrato (NO^{-}_{3})	mg/l	<0.5	< 0,22	<0.5	< 0,22	1,5	< 0,22	0.5	50
Nitrito (NO^{-}_{2})	mg/l	<0.02	< 0,30	<0.02	< 0,30	<0.02	< 0,30	0.02	3

La estación con valores más elevados de parámetros microbiológicos es la Estación 2 en la estación seca con 540 NMP, el límite de detección mediante laboratorio es 1.8

Tabla 8: Parámetros microbiológicos

Plaguicidas	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD
Coliformes totales	NMP/100mL	>1600	110	540	49	220	11	1.8
Coliformes fecales	NMP/100mL	70	110	350	11	95	<1.8	1.8

Los valores obtenidos en los plaguicidas presentan valores inferiores a lo establecido, evidenciándose una homogeneidad en las estaciones muestreadas (Tabla 9).

Tabla 9: Plaguicidas

Plaguicidas	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409
2,4 – D	µg/l	<7	<7	<7	<7	<7	<7	7	30
DDT + DDD + DDE	µg/l	<0,1	<0.1	<0,1	<0.1	<0,1	<0.1	0,1	2
Lindano	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	2
Metoxicloro	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	20
Pentaclorofenol	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	9

Los productos secundarios de la desinfección en ambas campañas se presentan en forma homogénea en cada una de las estaciones monitoreadas, señalando valores por debajo de los límites máximos establecidos en la normativa vigente (Tabla 10).

Tabla 10: Productos secundarios de la desinfección

Producto	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409

Bromodiclorometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,06
Dibromoclorometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,1
Monocloramina	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.1	3
Tribromometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,1
Triclorometano	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.005	0,2
Trihalometanos	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0.2	1*

*Suma de las razones entre la concentración medida de cada uno y su respectivo límite máximo.

5.1.5 Sedimentos

Para la estación Seca y Húmeda el Aluminio, Hierro y Sulfatos fueron los elementos con valores más altos, todos superando los 2000 mg/kg. Para la estación seca, en base al promedio de las 3 estaciones el Hierro mostro los valores mas elevados con 17305 mg/kg, seguido del Aluminio con 14429 mg/kg y finalmente el Sulfato con 13762 mg/kg. Por el contrario, para la estación húmeda, se observaron niveles más bajo, en Aluminio el promedio es de 12080 mg/kg, en Hierro de 11678 mg/kg y en Sulfato de 7508 mg/kg.

En Rangos generales, entre la estación húmeda y seca, la estación seca muestra las concentraciones más altas de Aluminio, Hierro y Sulfatos, específicamente en la estación de muestreo N°1.

Tabla 11: Sedimentos

Análisis	Unidad	LD	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda
Aluminio	mg/kg	5	27955	22963	7402	6333	7927	6945
Arsénico	mg/kg	0.01	10,96	<0,22	6,45	<0,22	5,91	<0,22

Análisis	Unidad	LD	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda
Cadmio	mg/kg	0.1	0,4	<0,43	0,2	<0,43	<0.1	<0,43
Cianuro Total	mg/kg	10	<10	< 40,0	<10	< 40,0	<10	41,4
Cinc	mg/kg	5	117	66,52	41	30,69	40	33,51
Cloruro(*)	mg/kg	10	588	7267,95	1476	459,1	238	805,01
Cobre	mg/kg	3.5	109,5	6,07	21,6	4,48	15,2	4,78
Fósforo Total	mg/kg	30	466	1047	80	600	<30	660
Hierro	mg/kg	5	27654	13864,06	10750	11001,58	13513	10171,78
Manganeso	mg/kg	2	1063	673,1	470	205,68	264	229,39
Molibdeno	mg/kg	5	<5	<1,62	<5	5,27	<5	<1,62
Níquel	mg/kg	1.5	38,7	4,33	7,6	5,27	8,2	8,61
Nitratos (como N)(*)	mg/kg	10	<10	2,94	<10	< 0,97	<10	< 0,97
Nitritos (como N)(*)	mg/kg	0.5	<0.50	< 0,60	<0.50	< 0,60	<0.50	< 0,60
Nitrógeno Kjeldahl	mg/kg	12.5	811,1	808,9	249,2	332	47,4	79
Nitrógeno Total	mg/kg	20	813	810	255	336	56	80
Plomo	mg/kg	0.5	25,8	15,42	7	<4,85	7,4	9,76
Selenio	mg/kg	0.01	0,05	<4,26	0,03	<4,26	0,02	<4,26
Sulfato(*)	mg/kg	30	4312	18582,25	7357	1263,62	2093	2680,62

5.2 Aspectos Biológicos

5.2.1 Censo de avifauna

Según la revisión de los censos de avifauna realizados desde el año 2009, en el área de estudio se han identificado 62 especies de aves pertenecientes a 27 familias distintas; de éstas para la temporada seca 25 especies fueron registradas en el área de estudio, representadas por 15 familias, mientras que, en

la temporada húmeda, fueron registradas 24 especies, representadas por 14 familias. De ellas una se encuentran en alguna categoría de conservación (Tabla 11).

Considerando que el territorio nacional presenta un total de 462 especies de aves (Martínez & González 2005; Jaramillo 2005), en la temporada seca un 5,41% de estas especies se encuentra representado en este humedal esta temporada y un 5,19% de estas especies se encuentra representado en la temporada húmeda.

Es en la temporada húmeda que se destaca la presencia de *Coscoroba coscoroba,* especie catalogada como En Peligro según la Ley de Caza y su Reglamento.

Tabla 12: Registro histórico de las especies de aves observadas en el humedal.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	n° de individuos campaña seca 2019	n° de individuos campaña Húmeda 2019
Threskiornithidae	*Theristicus melanopis*	Bandurria	LC	P		
Laridae	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana	-	-	21	30
Laridae	*Larosterna inca*	Gaviotín monja	-	V		
Laridae	*Larus modestus*	Gaviota garuma	-	V		
Laridae	*Larus serranus*	Gaviota andina	LC		4	
Laridae	*Larus belcheri*	Gaviota Peruana	LC		1	
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax bougainvillii*	Guanay	-			
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	-	-	3	1
Pelecanoididae	*Pelecanoides garnotii*	Yunco	-	V		
Cathartidae	*Caracara Plancus*	Traro		-		
Scolopacidae	*Numenius phaeopus*	Zarapito	-	-		
Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	-	-		

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	n° de individuos campaña seca 2019	n° de individuos campaña Húmeda 2019
Scolopacidae	*Gallinago paraguaiae*	Becacina	-	V		
Scolopacidae	*Himantopus melanurus*	Perrito	-	-		2
Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico	-	-	1	
Ardeidae	*Casmerodius albus*	Garza grande	-	-	1	1
Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza boyera	-	-		
Ardeidae	*Ardea cocoi*	Garza cuca	-	R	2	
Ardeidae	*Egretta thula*	Garza chica				
Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo	-	-		
Charadridae	*Vanellus chilensis*	Queltehue		-		
Charadridae	*Charadrius alexandrinus*	Chorlo nevado	-	-	1	3
Charadridae	*Charadrius collaris*	Chorlo de collar				
Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Pilpilén	-	-		
Haematopodidae	*Hematopus ater*	Pilpilén negro	-	-		
Emberizidae	*Agelaius thilius*	Trile		-	17	11
Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol	-	-	11	20
Spheniscidae	*Spheniscus humboldti*	Pingüino de Humboldt	VU	-		
Oceanitidae	*Oceanites gracilis*	Golondrina de mar chica	-	-		
Accipitridae	*Buteo polyosoma*	Aguilucho	-	-		
Accipitridae	*Circus cinereus*	Vari	-	-		
Cathartidae	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada		-	6	8
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Jote de cabeza negra	-	-	1	
Turnidae	*Tordus chiguanco*	Zorzal negro	-	-		
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán	-	-	5	3

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	n° de individuos campaña seca 2019	n° de individuos campaña Húmeda 2019
Furnariidae	*Phleocryptes melanops*	Trabajador	-	-		
Furnariidae	*Cinclode soustaleti*	Churrete chico	-	-	3	1
Furnariidae	*Pseudasthenes hunicola*	Canastero	-	-		
Furnariidae	*Geositta marítima*	Minero chico	-	-		1
Furnariidae	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral			12	4
Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo	-	-		
Falconidae	*Milvago chimango*	Tiuque				
Columbidae	*Columbina picui*	Tortolita cuyana	-	-		
Rynchopidae	*Rynchops niger*	Rayador	-	-	3	
Tharaupidae	*Sicalis luteola*	Chirigüe	-	-		
Tharaupidae	*Diuca diuca*	Diuca	-	-		3
Strigidae	*Athene cunicularia*	Pequén	-	-		
Anatidae	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	-	R		
Anatidae	*Anas cyanoptera*	Pato colorado	-	-	17	7
Anatidae	*Anas georgica*	Pato jergón grande	-	-	5	20
Anatidae	*Anas sibilatrix*	Pato Real	-	-	15	25
Anatidae	*Coscoroba coscoroba*	Coscoroba		EN		5
Rallidae	*Fulica rufifrons*	Tagua frente roja	-	-		
Rallidae	*Fúlica armillata*	Tagua común	-	-		72
Rallidae	*Fulica leucoptera*	Tagua chica			197	119
Rallidae	*Gallinula galeata pauxilla*	Taguita del norte	-	-		
Rallidae	*Pardirallus sanguinolentus*	Pidén				
Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala	-	-		1
Hirudinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina dorso negro	-	-		

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	n° de individuos campaña seca 2019	n° de individuos campaña Húmeda 2019
Hirundinidae	*Tachycineta meyeni*	Golondrina Chilena			17	21
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión			10	26
Tyrannidae	*Tachuris rubigastra*	Siete Colores			1	
Tyrannidae	*Elaenia albiceps*	Fío-fío	-	-		
Tyrannidae	*Lessonia rufa*	Colegial	-	-	6	9
Tyrannidae	*Muscisaxicola maculirostris*	Dormilona chica	-	-		
Tyrannidae	*Anairete sparulus*	Cachudito	-	-	1	2
			TOTAL		361	391

RCE: CR = En peligro crítico; DD = Datos insuficientes; EN = En Peligro; EW= Extinta en estado silvestre; EX = Extinta; FP = Fuera de Peligro; IC = Insuficientemente Conocida; LC = Preocupación menor NT = Casi amenazada; R = Rara; VU = Vulnerable. LDC: P = especie catalogada como en Peligro de Extinción; V = especie catalogada en estado de conservación Vulnerable; R = especie catalogada como Rara; I = especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida; F = especie catalogada como Fuera de Peligro.



Imagen 13: *Coscoroba coscoroba* observado en Estación 3, durante el monitoreo de la Temporada Húmeda.



Imagen 14: *Rynchops niger* en estación 3, Temporada Seca



Imagen 15: *Agelaius thilius* en sector chacra, Temporada Seca.



Imagen 16: *Larus maculipennis* observada en estación 3, Temporada Seca.



Imagen 17: *Anairetes parulus* observado en el sector Puente, Temporada Seca.



Imagen 18: *Phalacrocorax brasilianus* en desembocadura de Río Copiapó, Temporada Seca.



Imagen 19: *Agelaius thilius* en sector chacra, Temporada Seca.



Imagen 20: *Lessonia rufa* en estación 1, Temporada Seca.



Imagen 21: ***Himantopus melanurus*** **observados en la Estación 3**



Imagen 22: ***Diuca diuca observado*** **en Estación 1**



Imagen 23: *Geositta marítima* observado en la Estación 1



Imagen 24: *Zonotrichia chilensis* observada en la Estación 1



Imagen 25: **Patos de superficie observados en la Estación 3, Temporada Húmeda**

5.2.2 Índice de Shannon-Wiener H´

Los resultados del índice ecológico de Shannon-Wiener, en cuanto a la diversidad nos indican que; según los datos recogidos en las tres estaciones, para la temporada seca y húmeda el índice calculado para el sector del Puente se obtuvo un valor de H= 1,942 y H= 1,849 siendo este ambiente con mayor riqueza y diversidad de especies en ambas temporadas del año 2019 (Imagen 19). En general, en comparación con los datos de las otras estaciones, en la temporada seca se registraron mayores valores en cuanto a la diversidad de especies y riqueza en las estaciones del puente y chacra. Para el caso de la desembocadura, hay una disminución en relación a los registros de la temporada húmeda, siendo esta estación la que siempre ha destacado por tener el mayor registro de especies en las estaciones muestreadas.

Tabla 13: Índice de Shannon

Índice	Temporada	Puente	Chacra	Desembocadura
Shannon H'	Seca	1,942	1,878	1,29
	Húmeda	1,849	1,583	1,697

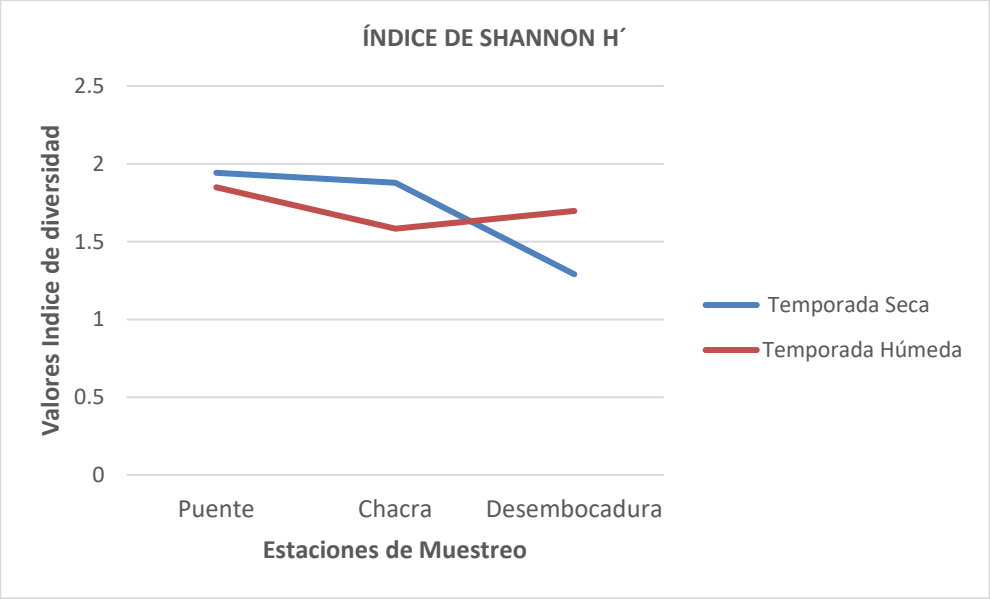


Gráfico 8: índice de Shannon-Wiener.

Además, el análisis de Bray-Curtis en cuanto a similitud entre estaciones muestreadas, nos indica tanto para en la temporada seca y húmeda los mismos valores de similitud, presentando un comportamiento generalizado para los grupos, con un 0,30% entre E1 (Puente) y E2 (Chacra), mientras que para E3 (desembocadura) es de 0,05% en relación a las otras estaciones (Imagen 20).

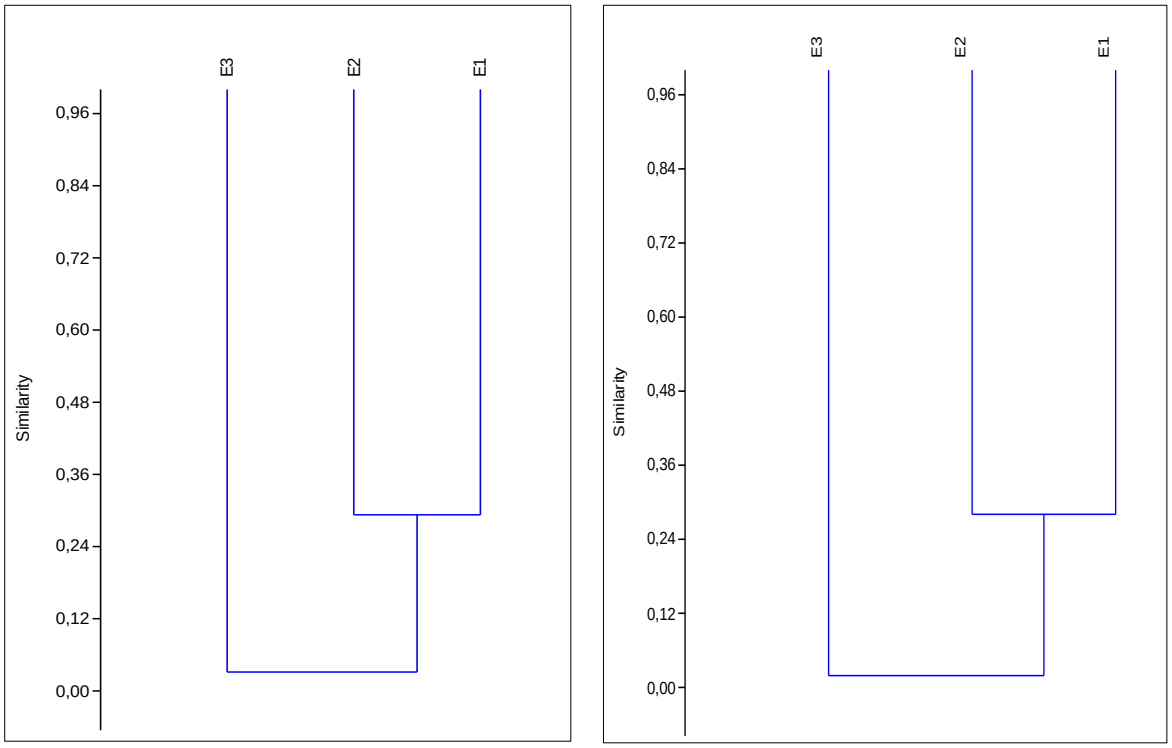


Imagen 26: Dendrograma de similitud Bray Curtis, para los tres puntos de muestreo en temporada seca y húmeda del 2019.

5.2.3 Composición Florística

Para las tres estaciones y en las dos temporadas de identifico un total de 31 especies. La temporada seca se registró 16 especies (Tabla 14) y la húmeda 15 (Tabla x). La familia con más representantes fue Poaceae con 4 especies; no registrando presencia de Pteridophyta (helechos) y Gymnospermae.

Tabla 14. Listado florístico, temporada húmeda

Familia	Especies	Nombre común	OF	HB
Dicotyledoneae				
Asteraceae	*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca	N	Ar
Asteraceae	*Tessaria absinthioides* (Hook. & Arn.) DC.	Brea	N	Ar
Chenopodiaceae	*Atriplex clivicola* I. M. Johnst.	Cachiyuyo	E	Ar
Chenopodiaceae	*Sarcocornia fruticosa* (L.) A. J. Scott	Sosa	N	Hp
Fabaceae	*Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Chañar	N	A
Malvaceae	*Malvella leprosa* (Ortega) Krapov.	Malva amarilla	N	Hp
Tamaricaceae	*Tamarix ramosissima* Ledeb.	Tamarindo rosa	A	Ar
Frankeniaceae	*Frankenia chilensis* C. Presl	Hierba del salitre	N	Ar
Monocotyledoneae				
Cyperaceae	*Schoenoplectus pungens* (Vahl) Palla	Totora	N	Hp
Juncaceae	*Juncus acutus* (L.)	Junco	N	Hp
Poaceae	*Cynodon dactylon* (L.)	Pasto bermuda	A	Hp
Poaceae	*Distichlis spicata* (L.)	Pasto salado	N	Hp
Poaceae	*Polypogon monspeliensis* (L.) Desf.		A	Ha
Poaceae	*Arundo donax* L.	Carrizo	A	Hp
Typhaceae	*Typha angustifolia* L.	Totora	N	Hp

OF= origen fitogeográfico (A= adventicia, N= nativa, E= endémica), HB= habito biológico (A= arbóreo, Ar= arbustivo, Hp= hierba perenne, Ha= hierba anual, Hb= hierba bianual).

Tabla 15. Listado florístico, temporada seca.

Familia	Especies	Nombre común	OF	HB
Dicotyledoneae				
Asteraceae	*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca	N	Ar
Asteraceae	*Tessaria absinthioides* (Hook. & Arn.) DC.	Brea	N	Ar
Chenopodiaceae	*Atriplex clivicola* I. M. Johnst.	Cachiyuyo	E	Ar
Chenopodiaceae	*Sarcocornia fruticosa* (L.) A. J. Scott	Sosa	N	Hp
Chenopodiaceae	*Suaeda foliosa* Moq.		N	Ar
Fabaceae	*Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Chañar	N	A
Malvaceae	*Malvella leprosa* (Ortega) Krapov.	Malva amarilla	N	Hp
Tamaricaceae	*Tamarix ramosissima* Ledeb.	Tamarindo rosa	A	Ar

Familia	Especies	Nombre común	OF	HB
Frankeniaceae	*Frankenia chilensis* C. Presl	Hierba del salitre	N	Ar
Monocotyledoneae				
Cyperaceae	*Schoenoplectus pungens* (Vahl) Palla	Totora	N	Hp
Juncaceae	*Juncus acutus* (L.)	Junco	N	Hp
Poaceae	*Cynodon dactylon* (L.)	Pasto bermuda	A	Hp
Poaceae	*Distichlis spicata* (L.)	Pasto salado	N	Hp
Poaceae	*Polypogon monspeliensis* (L.) Desf.		A	Ha
Poaceae	*Arundo donax* L.	Carrizo	A	Hp
Typhaceae	*Typha angustifolia* L.	Totora	N	Hp

OF= origen fitogeográfico (A= adventicia, N= nativa, E= endémica), HB= habito biológico (A= arbóreo, Ar= arbustivo, Hp= hierba perenne, Ha= hierba anual, Hb= hierba bianual).

Para el hábito o tipo biológico, en la temporada húmeda se registró 8 hierbas perennes (Hp) (53%), 1 hierba anual (Ha) (7%), 5 arbustivas (Ar) (33%) y 1 arbórea (A) (7%). En cuanto a la temporada seca, las hierbas perennes siguen dominando con 8 especies (50%), 6 arbustivas (38%) y 1 hierba anual y arbórea (6%) cada una (Imagen x).

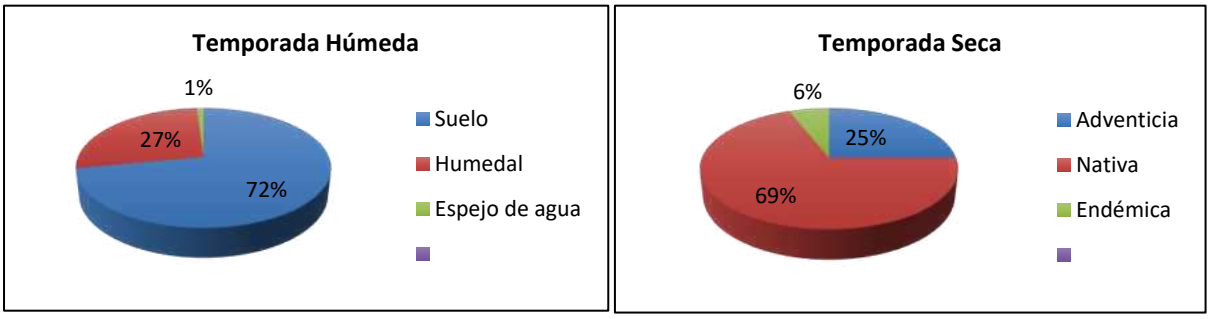


Gráfico 9: Tipo biológico, en temporada seca y húmeda 2019.

En cuanto al origen fitogeográfico, en la temporada húmeda se registró 10 nativas (N) (66%), 4 adventicias (A) (27%) y 1 endémica (E) (7%). Para la temporada seca la cantidad de especies nativas domino con 11 especies (69%), luego las especies adventicias 4 (25%), y 1 endémica (6%), (Imagen 22).

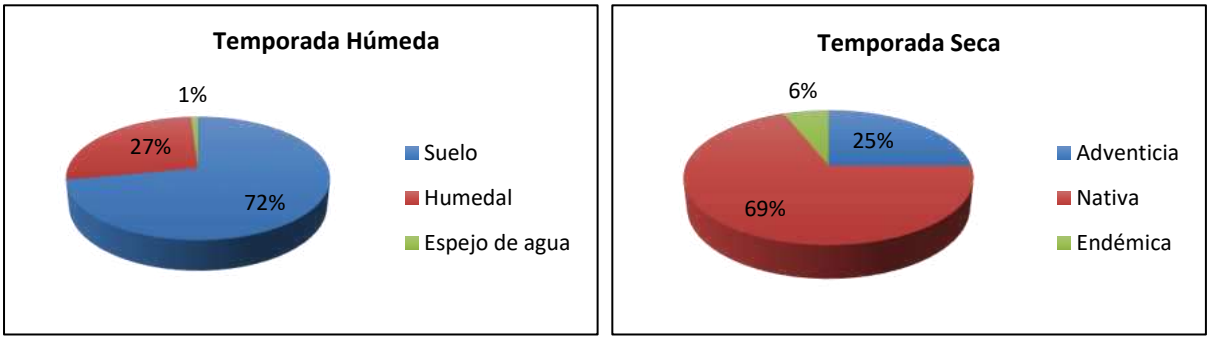


Gráfico 10: Origen fitogeográfico en temporada seca y húmeda 2019.

- **Cobertura vegetal.**

Para las estaciones muestreadas en las distintas capas vegetales, la capa vegetal pequeña y mediana están presente en las tres estaciones de muestreo de las dos temporadas, manteniéndose los mismos valores para ambas temporadas. (Tabla 16 y 17).

Tabla 16. Cobertura vegetal temporada húmeda.

Capa Vegetal	Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)
Flotante	-	-	-
Pequeña	25-35	5-25	75-100
Mediana	25-35	25-50	25-50
Alta	75-100	25-50	5-25
Muy Alta	5-25	-	-
N° de capas	4	3	3
Puntaje	**A**	**B**	**B**

Tabla 17. Cobertura vegetal temporada seca.

Capa Vegetal	Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)
Flotante	-	-	-
Pequeña	75-50	5-25	75-100
Mediana	50-70	25-50	25-50
Alta	75-100	-	5-25
Muy Alta	5-25	-	-
N° de capas	4	2	3
Puntaje	**A**	**B**	**B**

- **Dominancia y codominancia de especies.**

Para la dominancia y codominancia de las especies, se establece mediante el porcentaje de cobertura, siendo el mayor para la especie dominante mientras que los valores menores serán para las especies codominantes. Para la estación 1, en la temporada húmeda (Tabla 18), registrando 3 especies dominantes y 4 codominantes, en cuanto al porcentaje de cobertura se destaca la dominancia de *T. angustifolia* en la capa alta. En la temporada seca (Tabla 19), se registró 4 especies dominantes y 3 codominantes, para la dominancia en cuanto al porcentaje de cobertura se destaca a *T. angustifolia* en las capas mediana y alta, la especie *D. spicata* dominó en la capa pequeña.



Imagen 27: Estación 1

Tabla 18. Dominancia y codominancia, estación 1, temporada húmeda.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Sarcocornia fruticosa*	5-15
	Schoenoplectus pungens	50-70
	Polypogon monspeliensis	20-30
Mediana	*Tessaria absinthioides*	40-50
	Baccharis salicifolia	20-30
Alta	*Typha angustifolia*	75-100
Muy Alta	*Geoffroea decorticans*	5-10
N° de especies dominantes		3

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
N° de especies codominantes		4
Puntaje especies dominantes		A
Puntaje especies codominantes		B

Tabla 19. Dominancia y codominancia, estación 1, temporada seca.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Sarcocornia fruticosa*	5-10
	Distichlis spicata	50-60
Mediana	*Tessaria absinthioides*	40-50
	Typha angustifolia	50-75
Alta	*Typha angustifolia*	75-100
	Atriplex clivicola	5-10
Muy Alta	*Geoffroea decorticans*	5-10
N° de especies dominantes		4
N° de especies codominantes		3
Puntaje especies dominantes		A
Puntaje especies codominantes		C

Para la estación 2 de la temporada húmeda, (Tabla X) se registró 3 especies dominantes y 5 codominantes, la especie *T. absinthioides* dominó en cuanto al porcentaje de cobertura en la capa pequeña y mediana; mientras que la especie *T. angustifolia* en la cobertura de la capa alta. En la temporada seca (Tabla X) se registró 3 especies dominantes y 3 codominantes, en cuanto a la dominancia al porcentaje de cobertura predomina la especie T. *absinthioides* en la cobertura de la capa mediana.



Imagen 28: Vista general estación 2.

Tabla 20: Dominancia y codominancia estación 2, temporada húmeda.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Tessaria absinthioides*	70-90
	Distichlis spicata	10-15
Mediana	*Juncus acutus*	10-15
	Tessaria absinthioides	35-50
	Baccharis salicifolia	5-10
	Atriplex clivicola	5-10
Alta	*Typha angustifolia*	70-90
	Schoenoplectus pungens	5-15
Muy Alta	-	-
N° de especies dominantes		3
N° de especies codominantes		5

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Puntaje especies dominantes		A
Puntaje especies codominantes		A

Tabla 21. Dominancia y codominancia, estación 2, temporada seca.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Distichlis spicata*	10-20
	Polypogon monspeliensis	5-10
Mediana	*Schoenoplectus pungens*	15-25
	Tessaria absinthioides	60-75
	Juncus acutus	10-20
Alta	*Typha angustifolia*	20-30
Muy Alta	-	-
N° de especies dominantes		3
N° de especies codominantes		3
Puntaje especies dominantes		A
Puntaje especies codominantes		C

Para la estación 3 de la temporada húmeda, el número de especies dominantes fue de 2 y 2 codominante (Tabla 22) las especies *D. spicata* y *T. absinthioides* dominaron en cuanto al porcentaje de cobertura en las capas pequeña y mediana respectivamente. Para la temporada seca el número de especies dominante es 3 y el número de especies codominate se registró 1 especie (Tabla 23), en cuanto a las especies dominantes y las capas se mantienen las mismas que la temporada húmeda, registrando cambios en los porcentajes de cobertura.



Imagen 29: Vista general estación 3.

Tabla 22: Dominancia y codominancia estación 3, temporada húmeda.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Distichlis spicata*	90-100
	Sarcocornia fruticosa	5-10
Mediana	*Tessaria absinthioides*	90-100
Alta	*Atriplex clivicola*	5-10
Muy Alta	-	-
N° de especies dominantes		2
N° de especies codominantes		2
Puntaje especies dominantes		B

Puntaje especies codominantes	C

Tabla 23. Dominancia y codominancia, estación 3, temporada seca.

Capa Vegetal	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-
Pequeña	*Distichlis spicata*	75-80
	Sarcocornia fruticosa	30-40
Mediana	*Tessaria absinthioides*	60-70
Alta	*Atriplex clivicola*	5-10
Muy Alta	-	-
N° de especies dominantes		3
N° de especies codominantes		1
Puntaje especies dominantes		A
Puntaje especies codominantes		D

- **Métricas vegetacionales.**

Para él % de invasión en la temporada húmeda (Tabla x), se registra un total de 7 especies codominante para todos los sitios y para todas las capas y en base al origen fitogeográfico se determina si es invasiva o no, determinando que solo una especie es adventicia, *P. monspeliensis,* obteniendo un porcentaje final de un 14%. Mientras que para la temporada seca (Tabla 25), se registran 6 especies condominantes para todos los sitios, reiterándose la misma especie adventicia que la temporada anterior, con un porcentaje final de 20%.

Tabla 24: Porcentaje de especies codominantes, temporada húmeda.

Capas	Especies	OF	Invasiva
Flotante	-	-	-
Pequeña	*Sarcocornia fruticosa*	N	no
	Polypogon monspeliensis	A	si

	Distichlis spicata	N	no
Mediana	*Tessaria absinthioides*	N	no
	Juncus acutus	N	no
	Baccharis salicifolia	N	no
Alta	*Atriplex clivicola*	E	no
Muy alta	-	-	-
Total de especies codominantes			7
Porcentaje de invasión (%)			14
Puntaje			A

Tabla 25: Porcentaje de especies codominantes, temporada seca.

Capas	Especies	OF	Invasiva
Flotante	-	-	-
Pequeña	*Sarcocornia fruticosa*	N	no
	Polypogon monspeliensis	A	si
Mediana	*Tessaria absinthioides*	N	no
	Juncus acutus	N	no
	Schoenoplectus pungens	N	no
Alta	*Atriplex clivicola*	E	no
Muy alta	-	-	-
Total de especies codominantes			6
Porcentaje de invasión (%)			20
Puntaje			B



Imagen 30: ***Polypogon monspeliensis.***

5.3 Análisis espacio temporal

5.3.1 Métricas de la comunidad vegetal

El área correspondiente al Humedal de la Desembocadura del río Copiapó para ambos años, representa un total de 425,355 hectáreas, con diferencias significativas en su distribución entre el intervalo anual de análisis. Para el año 2018, el modelo de clasificación supervisada evidenció el área predominante entre las unidades analizadas respecto a la evaluación correspondiente a este periodo de tiempo. El modelo se aplica entonces en las dos temporadas definidas para el análisis: la primera es la temporada

seca, que comprende los meses de enero a junio, y la segunda es la temporada húmeda, la cual analiza el período comprendido entre los meses de julio a diciembre. En la evaluación del humedal para la temporada seca del año 2018, se registraron los siguientes porcentajes de las unidades del humedal respecto a la superficie total; Espejo de agua con un 2,03%, Suelo 50,92% y Humedal 47,05%. Para la temporada húmeda, la superficie de las unidades del humedal varía en un acotado margen en comparación a la temporada seca. En este período de análisis, la unidad de Humedal disminuye a un 45 % de su área, junto con la unidad de Espejos de agua, alcanzando un 2%. En cambio, la unidad Suelo refleja un leve aumento de su superficie a un 53%. (11).

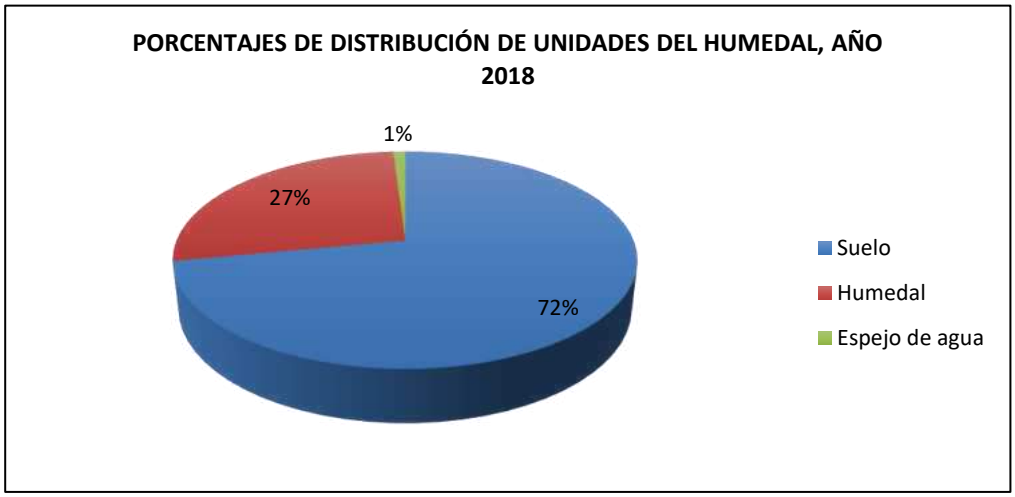


Gráfico 11: Gráfico distribución porcentual de las unidades del humedal, año 2018

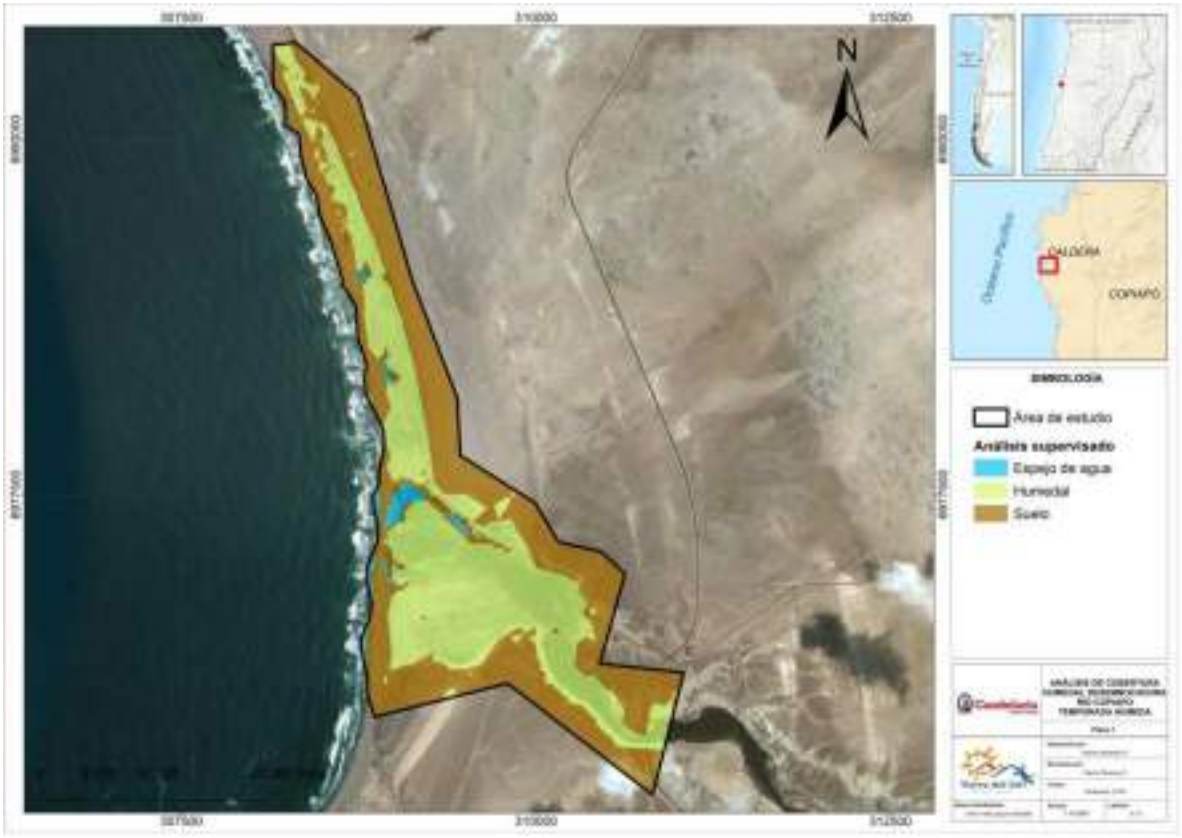


Imagen 31: Mapa con clasificación supervisada año 2018. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al análisis realizado para el año 2019, se logra apreciar una diferencia entre el área de las unidades correspondientes a Humedal, Suelo y Espejos de agua, en relación a los datos obtenidos en el análisis del año 2018. La unidad de Humedal disminuye a un 26,79 % de su área, y la unidad Suelo aumenta a un 70,84 %, junto con la unidad de Espejos de agua, alcanzando un 2,57 % de la superficie total (Imagen 31). La diferencia en proporcionalidad para ambos años se traduce en que la unidad de Humedal durante el año 2019 disminuye en un 20,26% su área con respecto al año 2018, teniendo relación con la ausencia de acontecimientos hidrometeorológicos de precipitación, lo cual ha generado una anomalía climatología transitoria denominada sequía, disminuyendo y afectando la cobertura

vegetal del humedal. Respecto a la unidad del Espejo de agua, esta aumenta en sólo 0,57 % en comparación a la superficie analizada en el año 2018.



Imagen 32: Mapa de clasificación supervisada año 2019. Fuente: Elaboración propia

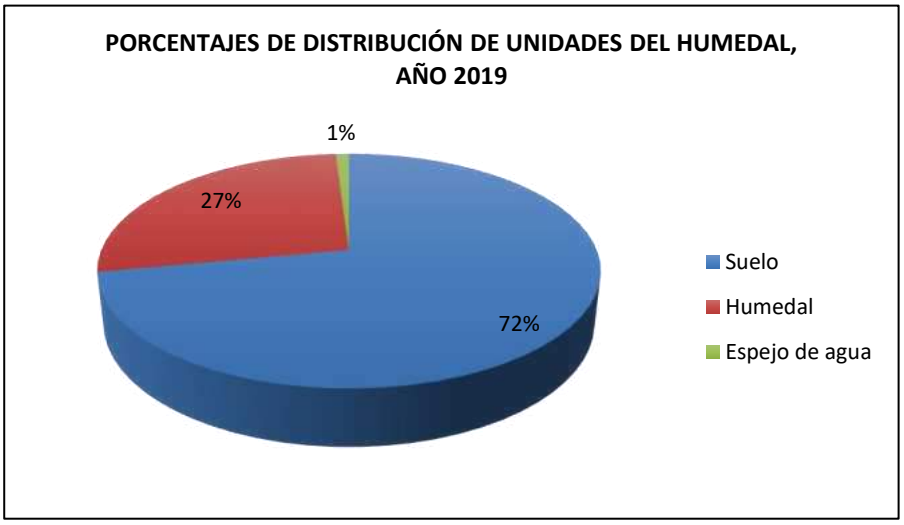


Gráfico 12: Gráfico de áreas, año 2019. Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla (Tabla 12), se muestran las superficies en hectáreas de las unidades determinadas, como también la variación porcentual entre ambos años de análisis. El porcentaje de variación que demuestra una diferencia negativa corresponde a la unidad de Humedal, debido a la ausencia de eventos de precipitaciones derivando en una sequía de características prolongadas durante las últimas temporadas. Dicha unidad representa una variación negativa de 0,04 %.

Tabla 26: Áreas obtenidas mediante Clasificación supervisada y Porcentaje de variación

ÁREA	AÑO 2018 (ha)	AÑO 2019 (ha)	PORCENTAJE DE VARIACIÓN ((A2-A1) /A1)
Suelo	235,64	314,55	1,33
Humedal	200,07	118,97	-0,4
Espejo de Agua	8,89	11,42	1,29

6. DISCUSIÓN

Debido al bajo nivel de agua observado en área de estudio, en estación seca y estación húmeda, con un contexto de altas temperaturas y con ausencia de precipitaciones, es que el caudal en las tres estaciones muestreadas se observa una ausencia de flujo de caudal de agua superficial, lo cual genera un cuerpo de agua estancado. Situación esperable debido a la extracción para fines de riego en la zona, sumado a la mayor demanda de agua por especies macrofitas asociado al prematuro inicio de la época de crecimiento de la cobertura vegetacional y el aumento de la evaporación y evo-transpiracion por el incremento de las temperaturas, desde la vegetación y los suelos, ya que estos últimos son menos permeables (Elliot 2009), características típicas de zonas áridas y semiáridas, generando una menor disponibilidad hídrica en el sistema. Los caudales de la zona norte de Chile por lo general se presentan reducidos, situación que se agrava durante los periodos de sequía, en la cual los caudales se hacen prácticamente nulos (Salazar 2003), como lo registrado en este monitoreo.

Considerando el requisito para aguas de riego, según las Normas Chilenas Oficiales (NCh 1333), éstas deben tener un pH entre 5,5 y 9,0, por lo cual las aguas de las tres estaciones muestreadas son aptas para este uso (7,24 – 7,32– 8,35 estación seca y 7,7 – 7,5 – 8,7 estación húmeda). Los requisitos de pH para aguas destinadas a recreación y estética, según la Norma Chilena 1333, son 6,5 a 8,3 y en ningún caso menor de 5 o mayor de 9, de acuerdo a esta normativa las aguas de este río son aptas para ese uso. El requisito para la vida acuática, es de 6 a 9 unidades de pH, las aguas dulces presentan un pH entre 7,2 y 8,7, por lo tanto, las aguas de este río no presentan problemas.

La conductividad (25°C), en temporada seca registró los valores más altos en la Estación 3 (10710µs/mg) mientras en temporada húmeda los valores más altos también se encontraron en la

Estación 3 (9576 µs/mg), esto se puede deber aridez de los suelos, caracterizados por escasas precipitaciones y alta radiación solar, los iones tienden a concentrarse (Cade-Idepe 2004).

El Manganeso es uno de los elementos más abundante en la corteza terrestre, generalmente asociado a la presencia de Hierro. Se origina naturalmente en muchas fuentes de agua superficiales y subterráneas, sobre todo en condiciones aireadas u oxidantes. La fuente más importante de Manganeso está en el agua de consumo, aunque habitualmente la mayor exposición proviene de los alimentos.

En base a esto, los resultados de las concentraciones de manganeso nos señalan un nivel más alto en las estaciones para la temporada húmeda con un promedio de 0,7 mg/l, por encima de 0,1 mg/l (NCh 409), mientras en temporada seca los resultados de las concentraciones de manganeso presentan valores más bajos con respecto a la estación húmeda, donde el promedio es de 0,03 mg/l, muy por debajo de 0,7 mg/l, esto se relaciona con el alto concentraciones de Hierro encontrado en los análisis de sedimentos.

Según la OMS, el Manganeso es un elemento escencial para el ser humano y otros animales, por lo que tanto la falta como el exceso de este puede ocasionar efectos adversos en la salud de las personas (OMS 2016). Por otro lado la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) revela que el efecto más común que se observa en trabajadores expuestos a niveles altos de manganeso involucra al sistema nervioso. Estos efectos incluyen alteraciones del comportamiento y en movimientos lentos y sin coordinación. Cuando esta combinación de síntomas se torna grave, se le refiere como “manganismo”. En trabajadores expuestos a concentraciones más bajas de manganeso también se han observado otras alteraciones no tan graves del sistema nervioso, tales como lentitud de los movimientos de las manos. Por otro lado, La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) concluyó que la información científica existente es insuficiente para determinar si el exceso de manganeso puede producir cáncer (web 1).

Los sulfatos están presentes de forma natural en muchos minerales, los cuales se utilizan comercialmente, sobre todo en la industria química. Se liberan al agua procedentes de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera. Sin embargo, en regiones cuyas aguas de consumo contienen concentraciones altas de sulfato, el agua de consumo puede ser la principal fuente de ingesta (OMS 2006).

Las concentraciones de sulfatos en este año de monitoreo 2019 fueron en promedio para temporada seca de 2764 mg/l en las tres estaciones, muy por debajo está el límite máximo establecido por la NCh 1333 (250 mg/l) mientras que en estación húmeda fueron en promedio 2935 mg/l en las tres estaciones, muy por debajo está el límite máximo establecido por la NCh 1333 (250 mg/l). El sulfato presente en altas concentraciones a lo largo del río, contribuye a la salinidad de las aguas, este anión permanece mayormente disuelto debido a su gran estabilidad y resistencia a la reducción.

El sulfato es un contaminante presente en caudales de ríos, el cual se puede generar de forma natural en el ambiente por descomposición y combustión de materia orgánica, por concentración de sales minerales de los océanos, así como también, por oxidación cuando entran en contacto en elementos derivados del ácido sulfúrico tales como yeso, baritina o sulfato de sodio. En aguas residuales, se puede observar altas concentraciones por el contacto de las caudales de agua con botaderos de minas, mineras abandonadas, así como también por el uso de fertilizantes. En altas concentraciones podría generar problemas ambientales, como aumentar la producción de ácido sulfhídrico, un gas tóxico, en las etapas anaerobias del tratamiento de aguas (Hurtado Carrasco, C. at el 2012).

El sodio porcentual en estación seca se encuentra por sobre la NCh 1333 (35,0%) en las tres estaciones, con porcentajes promedio de 48,7%, siendo la estación 3 el porcentaje más alto (51,7%) en estación húmeda el Sodio porcentual se encuentra por sobre la NCh 1333 (35,0%) en las tres estaciones, con porcentajes promedio de 64%, siendo la estación 3 el porcentaje más alto (70%). Los cationes de sodio

presentes en el agua pueden contribuir al deterioro de los suelos aledaños al río, estos cationes logran un intercambio iónico mucho más afín que los cationes de Mg^{+2} y Ca^{+2}, los cuales dan las características de porosidad al suelo, provocando disminuciones en la permeabilidad, interfiriendo con el drenaje necesario para mantener una salinidad normal, debido a que las sales se irán acumulando y además disminuye la aireación necesaria para el crecimiento de especies vegetales, pudiendo llegar a deteriorar irreversiblemente los suelos, la vegetación y la biodiversidad existente en el humedal.

Según la OMS, no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud debido a que no se pueden extraer conclusiones definitivas con respecto a la posible asociación entre la presencia de sodio en el agua de consumo y la hipertensión. Sin embargo, a concentraciones sobre los 250 mg/L el sabor del agua puede volverse inaceptable, este valor depende del anión asociado al sodio y la temperatura del agua (OMS 2006).

En cuanto a los efectos en la vegetación, los síntomas de toxicidad incluyen quemazones, encrespamiento de la hoja y muerte de tejidos (lo cual ocurre inicialmente en los bordes externos). A medida que la severidad de la toxicidad aumenta, progresa en los tejidos intervenales. (web 4)

En el caso de los cloruro presente en los cuerpos de agua superficial provienen principalmente de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales, escorrentía urbana con sal de deshielo, e intrusiones salinas. Los valores registrados, al igual que en temporadas pasadas superan la Norma.

El valor de referencia según la OMS es de 250 mg/L, sin embargo no está basado en algún posible daño a la salud humana, si no más bien a que sobre esos valores, la presencia de este ión confiere un sabor perceptible en el agua.

El cloruro es un micronutriente esencial y todos los cultivos requieren cloruro en pequeñas cantidades. Sin embargo, a menudo es asociado con daño de salinidad y toxicidad, altos niveles de cloruro en la solución de suelo, pueden generar toxicidad por cloruro en los cultivos (Libro Azul, 2002). Los niveles elevados de cloruro, pueden dar lugar directamente a toxicidad de la planta, o reducción de la calidad

de la parte cosechada de la planta. Además, algunas plantas pueden tolerar bien el cloruro, pero no el aumento asociado en la salinidad del suelo. (Libro azul, 2002). Entre los síntomas más comunes de la toxicidad de cloruro en las plantas, se incluye la necrosis de los márgenes de las hojas, la que normalmente aparece primero en las hojas más viejas. Un exceso de estas quemaduras puede resultar en pérdida de las hojas. Sin embargo, podría ser difícil de diagnosticar la toxicidad de cloruro. A menudo es difícil distinguir si el síntoma de toxicidad se relaciona directamente con el cloruro o con otros elementos que se absorben, como el sodio u otras sales como el boro (web 5).

Las concentraciones de cloruro excesivas aumentan la velocidad de corrosión de los metales en contacto con el agua según su alcanidad, incrementando la concentración de metales en el agua (OMS 2006)

Las concentraciones de Boro en estación seca presentaron un promedio de 7,76 mg/l detectándose problemas para su uso como agua para riego, en todas estaciones debido a que la Norma Chilena acepta como límite máximo 0,75 mg/l misma situación en temporada húmeda del presente año donde las concentraciones de boro presentaron un promedio de 8,83 mg/l detectándose problemas para su uso como agua para riego, en todas estaciones. Estos valores, en comparación con muestreos anteriores, continúan superando la Norma Chilena (informe anual de monitoreo Humedal rio Copiapó 2015, 2016 y 2017).

El Boro es un elemento ampliamente distribuido en minerales de la corteza terrestre, por lo que puede ser liberado al aire, al agua o al suelo como consecuencia de la erosión natural de suelos y rocas. Las contribuciones antropológicas de este elemento se deben principalmente a plantas que manufacturan vidrio, plantas de energía que queman carbón, fundiciones de Cobre, uso de plaguicidas y de abonos agrícolas (web 6). El Boro puede entrar al cuerpo al consumir alimentos y tomar agua que lo contiene, al respirar polvo de boro en el aire o incluso cuando un área dañada de la piel entra en contacto con esta sustancia. La OMS establece un valor de referencia provicional de 0,05 mg/L de Boro presente en los cuerpos de aguas superficiales. El valor es provisional debido a la dificultad y costo económico que resulta una remoción efectiva de este metaloide en aguas que presentan altas concentracones de

forma natural, es decir, condiciones semiáridas como el área donde se encuetra ubicado el humedal de Copiapó (OMS 2006)

En el caso del Litio es el elemento metálico más abundante y constituye alrededor del 8% de la corteza terrestre. Es frecuente la utilización de sales de Aluminio en el tratamiento del agua como coagulantes para reducir el color, la turbidez, y el contenido de materia orgánica y de microorganismos.

El sulfato contribuye a la salinidad de las aguas de regadío, en la cual la presencia de determinados iones puede inducir en la vegetación a desbalances nutricionales o deficiencias, causando una disminución en los rendimientos o daños a la planta. A modo de ejemplo, altos niveles de sulfato en el agua de riego, pueden inducir a deficiencias de Mg en la uva (Ehling, 1960), mientras que el corazón negro del apio en suelos salinos se debe a deficiencia de Ca causada por altos niveles de Sulfatos y bajo contenido de Ca (Geraldson, 1954).

En relación a los elementos químicos encontrados en los sedimentos, estos presentan valores heterogéneos en las tres estaciones de muestreo durante todo el año. Si bien en épocas de menor caudal, las concentraciones de metales fueron mayores en los sedimentos, similar a lo sucedido en otros cuerpos de aguas, como el río Aconcagua (Cenma 2008). En el análisis de sedimentos arrojo que el Hierro, Aluminio, Cloruro y Nitrógeno total se encontraron con mayor concentración superando los 2000 mg/kg.

Respecto al componente biótico y faunístico, a consideración de número de especies, número de individuos y diversidad señala que la dotación de aves es variable, dependiendo de una serie de factores, tales como perturbaciones, condiciones climáticas, presencia humana, entre otros (Sielfeld et al. 2012). En consecuencia, al intensivo uso del agua del río Copiapó y la baja recuperación del caudal natural afectando el número de especies observadas. Caso especial es el de este año, donde el número de aves registrada en ambas temporadas se elevó respecto a años anteriores.

El análisis de similitud (dendrograma) entrega información que indica una diferencia entre los ensambles de aves de las tres estaciones muestreadas durante ambas temporadas, observando que el

valor de similitud en la temporada seca otorga un valor de 0,05% para E3 (Desembocadura) en relación a las otras dos estaciones muestreadas. En el caso de similitud de la temporada húmeda de las tres estaciones muestreadas, se observa que el valor entre las Estaciones 2 E2 (Chacra) y E1 (Puente) es apenas de un 0,3%, mientras que la Estación 3 (Desembocadura) con respecto a las otras dos es de un 0,05%. Las diferencias presentes pueden ser ocasionadas por conductas o necesidades propias de aves que dependen más que otras de masas de agua de mayor superficie, por lo que las similitudes disminuyen ya que en las zonas con más agua predominaban las aves acuáticas, mientras que en la E1 (Puente) predominan especies más terrestres, por lo que se marca una diferencia notoria entre las tres zonas con respecto a la avifauna presente (Brandolin, Martori & Ávalos, 2007). Por otra parte, también los resultados se pueden asociar a variables climáticas, las cuales pueden influir en la abundancia y riqueza de avifauna en una misma área. Por ejemplo, el muestreo realizado para el 2015, se ha visto influenciado por el fenómeno climático "El Niño", provocando que la isoterma suba generando precipitaciones altas ocasionando el aluvión, fenómeno natural producto de las intensas lluvias. Este acontecimiento permitió que el curso del río Copiapó pudiera llegar hasta el mar, situación vista por última vez en el año 1997. (Godoy, *op*. Cit.), además de ser un factor que ha influenciado el aumento de las especies de aves observadas en esta estación, ya que en épocas más lluviosas se relaciona con un aumento en la disponibilidad de alimento (Canevari et al. 1991).

Para la composición florística se registra una similitud en la cantidad especies registradas entre la temporada húmeda y seca, su conservación se debe a la influencia de la vaguada costera como así también la posibilidad de la introducción por medio de ganado, caprino y equino, el cual se observó en ambos monitoreos.

En comparación entre los monitoreos realizados en ambas temporadas, existe diferencia en cuanto al porcentaje de la cobertura vegetal, en la capa alta de la estación 2, la cual se registró en la temporada seca no así en la húmeda, esto se debe a la influencia del cuerpo de agua, lo cual favorecería el crecimiento y el desarrollo de la vegetación en la estación.

La especie *D. spicata*, se comporta como una especie invasiva creciendo en sitios salinos, también se vería favorecida por la introducción de ganado, ya que se le considera una especie forrajera y junto a esto es una especie que tolera de buena forma la radiación solar (Pelliza *et al*. 2005). Por lo que no se descarta que los valores en cuanto a su cobertura y dominancia varíen en el tiempo.

La especie *T. angustifolia* según Urrutia *et al*. 2017 es una especie cosmopolita invasora, esto se debe a que genera compuestos alelopáticos lo cual inhibe el crecimiento e otras plantas, disminuyendo la diversidad de especies de una determinada zona, se observa una clara dominancia en la estación 1, su porcentaje tiene a disminuir en la estación 2.

En la imagen satelital correspondiente al año 2019, se detectó un incremento en las superficies correspondientes a las unidades de Suelo y Espejos de agua; de la primera unidad se asocia que producto de los procesos relacionados a agentes externos modeladores del relieve, junto con la ausencia de precipitaciones lo cual ha derivado en condiciones de sequía, ha disminuido la cubierta vegetal junto con su vigorosidad, exponiendo más superficie inundada correspondiente a los Espejos de Agua. En relación a la unidad Suelo, la ausencia de las condiciones que favorecen una vegetación vigorosa y la reproducción de las especies arbustivas, las cuales se ven limitadas por variables climáticas anómalas, han incidido en la calidad paisajística y ambiental de la unidad, como también en la de Humedal, viéndose ésta última afectada en términos de superficie y representatividad en relación al área de estudio que compone a la cuenca.

7. CONCLUSIONES

En el monitoreo de variables hidrológicas en las tres estaciones muestreadas presentan ausencia de caudal a pesar del volumen de agua observada en el área de estudio en ambas campañas realizadas en el año 2018 correspondiente a campaña seca y campaña húmeda

De los valores comparados con la NCh1333, se observan valores superiores a lo establecido en la normativa vigentes en las tres estaciones, dentro de estos parámetros se encuentran: Sulfato, Cloruros, Boro, Litio cítrico y Sodio porcentual en ambas campañas

Según la revisión de los censos de avifauna realizados desde el año 2009, en el área de estudio se han identificado 62 especies de aves pertenecientes a 27 familias distintas; de estas 25 especies fueron registradas en la temporada seca y 24 especies fueron registradas en la temporada húmeda en el área de estudio del presente año, para las especies en categoría de conservación en la temporada húmeda, destaca la presencia de *Coscoroba coscoroba,* especie catalogada como En Peligro según la Ley de Caza y su Reglamento. En la temporada seca, no se registraron especies en alguna categoría.

Los resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener, indican que, según los datos recogidos en las tres estaciones en ambas temporadas, el índice calculado para el sector del Puente se obtuvo un valor de H´= 1,942 y H´= 1,849 siendo este ambiente con mayor riqueza en diversidad de especies.

En cuanto a la composición florística, tanto en temporada seca como húmeda no se registran presencia de plantas acuáticas, solo se registraron monocotiledóneas y dicotiledóneas. En comparación con el monitoreo anterior no se registra la presencia de *Suaeda foliosa.*

El tipo biológico dominante es el herbáceo perenne y arbustivo, esto se debe a que la condición del humedal le favorece para el desarrollo, además mucha de estas especies se vería beneficiadas por la presencia de ganado y por la salinidad de los suelos, como es el caso de *T. absinthioides* y *D. spicata.*

En cuanto al origen fitogeográfico un 27% corresponde a especies introducidas, esto se podría deber a la introducción de ganado en el área de estudio, se observan en terreno caballos y burros lo cual propagarían distintas especies como especies de la familia Poaceae (*D. spicata),* al momento de realizar el monitoreo se observa ganado caprino, en las distintas estaciones muéstrales.

En cuanto al origen fitogeográfico las especies nativas dominaron en ambas temporadas, registrando valores sobre el 45% del total de especies, existe un aumento en cuanto al registro de especies nativas en la temporada húmeda, con 11 especies en comparación a la temporada seca con 10.

La cobertura y dominancia de las distintas capas por parte de las especies responden al comportamiento colonizador que tienen estas, como es el caso *T. angustifolia*, *D. spicata* y *T. absinthioides* la cual dominan en las capas baja, media y alta.

De acuerdo al análisis espacio temporal de las imágenes correspondientes al satélite LANDSAT 8 OLI, se logra asociar que las variaciones porcentuales de las unidades Humedal, Espejos de agua y Suelo entre los años 2018 y 2019, se deben a diversos procesos de carácter hidrometeorológico propiciados por el fenómeno climático denominado El Niño Oscilación Sur, en especial el episodio frío de La Niña, al cual se asocian períodos de sequía o anomalía climática en las costas del Pacífico Sur. De acuerdo a los análisis realizados para el año 2019, se observa que la unidad de Suelo predomina paisajísticamente por sobre las demás. Pero en comparación a su superficie del año anterior, esta unidad representa un 1,33 % en su porcentaje de variación, lo cual se explica por la ausencia de precipitaciones que incide en la vigorosidad de la cubierta vegetal, dando origen a procesos de erosión y/o deforestación en el área de estudio. En cuanto a la unidad de Humedal, las condiciones ya descritas anteriormente hacen que también esta experimente una variación negativa de -0,4 %, por pérdida de cobertura vegetal y/o a la falta de reproducción de las especies arbustivas presentes. Respecto a las unidades de Espejo de agua, esta representa la mayor variación con un 1,29 % producto de su exposición ante la falta de cobertura vegetal en la zona próxima a la estación de Chacra y Desembocadura.

Respecto al análisis entre las temporadas seca y húmeda del humedal para el año 2018, se establece que durante la temporada seca es donde más se resiente la superficie de las unidades/estaciones Humedal y Espejo de agua, ya que registran sólo un 50% y 2% respectivamente de superficie del total del humedal, sin embargo dado a las condiciones meteorológicas del periodo analizado durante la temporada húmeda no se reconocen grandes variaciones positivas, por un lado el humedal reduce su superficie de a 47.05% a 45%, mientras la unidad Suelo aumenta de 50 a 53%, El cuerpo de agua no experimenta variación de superficie manteniéndose con un 2% durante temporada seca y húmeda dado a las bajos aportes hídricos de la cuenca.

Se debe tener en cuenta que este humedal se encuentra inserto dentro de una zona árida como es el Desierto de Atacama, por lo que sus atributos de concentración, alimentación y nidificación de aves, sumado a una alta diversidad, deben ser sobrevalorados y tomados en cuenta para su conservación como un ecosistema relevante para el país y la región de Atacama.

En base a los resultados obtenidos y de acuerdo a las condiciones señaladas en el documento “Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica” (CONAMA-CEA, 2006), donde menciona que la estructura física de estos ecosistemas estuarinos, ya sea la barrera terminal del humedal, la vegetación y el caudal son elementos determinantes dentro de estos sistemas, los cuales en orden de importancia deben ser comparados con los parámetros químicos y los biológicos particularmente la diversidad biológica, cabe señalar que en este monitoreo la ausencia de caudal es determinada mediante la velocidad del agua lo que no significa que existe una cantidad de agua insuficiente para el desarrollo de variables biológicas, principalmente para la vegetación evidenciando con los resultados que no presenta un deterioro físico con respecto a temporadas anteriores.

En base a los resultados del actual monitoreo se puede concluir que si bien la recuperación a la fecha ha sido bastante satisfactoria comparada desde el 2014 con la metodología utilizada por fundación Chile, se ha evidenciado cualitativamente una evolución favorable en materia física y biológica, si consideramos que a la fecha el humedal ha estado expuesto a eventos hidrometereológicos, los cuales

han modificado la estructura morfológica la que conllevan cambios en la diversidad biológica del sector estudiado.

Estas perturbaciones han generado considerables impactos ecológicos y biológicos, tales como pérdida de hábitat para algunas especies y ganancia de hábitat para otras, lo que hace al humedal un sistema estable

Se observan aumentos de capas vegetaciones y pocas especies co-dominantes, junto a la colonización de especies que requieren menor humedad sobre los diferentes biotopos acuáticos

El estado de salud del humedal el año 2014, en general poseía una condición Regular (B) situación que se mantiene hasta la fecha.

8. BIBLIOGRAFIAS Y FUENTES

Fundación Chile. 2009. El agua del futuro herramientas para el manejo de Recursos Hídricos, introducción Método EMA Zonas estuarinas

Brandolin, P., Martori, R., & Ávalos, M. (2007). Variaciones temporales de los ensambles de aves de la Reserva Natural de Fauna Laguna La Felipa (Córdoba, Argentina). *El hornero*, *22*(1), 1-8.

Canevari M, Canevari P, Carrizo GR, Harris G, Rodríguez Mata J y Straneck RJ (1991). Nueva guía de las aves argentinas. Fundación Acindar, Buenos Aires.

CONAMA. 2005. Estrategia Nacional para la conservación y uso racional de los humedales. Chile. 30 pp.

CONAF. 2010. Convenio de eficiencia institucional 2010. "Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Gerencia de áreas silvestres protegidas. Departamento de conservación de la diversidad biológica. 52 pp

CONAMA-CEA, 2006. Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Santiago. 114 pp.

CONAF. 2010. Convenio de eficiencia institucional 2010. "Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Gerencia de áreas silvestres protegidas. Departamento de conservación de la diversidad biológica. 52 pp

Demangel D. 2011. Clasificación de humedales en la cuenca del rio Copiapó para la conservación de la fauna vertebrada, según su valor ambiental y la presión antrópica. Memoria de Título Universidad de Chile, Santiago, Chile

Figueroa R, M. L Suarez, A. Andreu, V. H. Ruiz & M. R. Vidal. 2009. Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile central. Gayana 73(1)

Gaymer, C., U. Rojas, F. Squeo, G. Luna-Jorquera, A. Cortés, G. Arancio, C. Dumont, M.Cortéz, D. Hiriart y D. López. 2008. AMCP-MU Isla Grande de Atacama: Flora y Fauna Marina y Terrestre, 12: 223 – 249, *In*: Squeo F., G. Arancio y J. Gutiérrez (Eds), Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 456 pp.

Hurtado Carrasco, C. (2012-06). Desarrollo de una tecnología para disminuir la concentración de sulfato en drenajes ácidos de minas y aguas contaminadas usando un consorcio microbiano reductor de sulfato. Disponible en http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/113424

Innis, S.A., R.J. Naiman, y S.R. Elliott, 2000. Indicators and assessment methods for measuring the ecological integrity of semi-aquatic terrestrial environments. Hydrobiologia 422/423: 111-131

Kusler, J.A, W.J Mitsch y J.S. Larson 1994. Humedales. Investigación y Ciencia 210:6-1

Lefeuvre JC, Laffaaille P, Feunteun E, Bouchard V, Radureau A. 2003. Bioliversity in salt marshes: from patrimonial value to ecosystem functioning. The case study of the Mont- Saint-Michel bay. C.R.Biol.326 (Suppl 1: S125-S131)

Millas, I. G. LA INDUSTRIA DEL LITIO EN CHILE.

MMA - Centro de Ecología Aplicada. 2011. Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago. Chile.164 pp.

Myers, N. 1990. Global biodiversity II: losess. pp.: 110-142; en: Meffe, G.K. y C.R. Carroll, eds. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.

Morzaria H.N.,& G.D. Danemann. 2008. Bahía de los Ángeles: Recursos naturales y comunidad. *Línea base 2007*. Capítulo 9; Humedales**.** Pronatura Noreste AC. México

Orians, G**.** 1994. Global biodiversity I: patterns and proceses. pp.: 78-109; En: Meffe, G.K. y C.R. Carroll, eds. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.

Pelliza A, L Borrelli & G Bonvissuto (2005). El pasto salado (Distichlis spp.) en la Patagonia: una forrajera adaptada a la aridez y a la salinidad. Revista científica agropecuaria 9(2): 119-131.

RAMSAR. 2006. Manual de la Convención de RAMSAR: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. 124 pp

Torres-Mura, J.C. 2002. Humedales, una oportunidad para Chile. Comité Nacional de Humedales, Santiago, 42pp (+CD ROM).

Urrutia J, P Sánchez, A Pauchard & E Hauenstein (2017). Flora acuática y palustre introducida en Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 92 pp.

World Conservation and Monitoring Centre. 1992. Global Biodiversity: State of the Earth's Living Resources. Chapman y Hall, London

Web 1: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts151.html [2]

Web 2: http://www.lenntech.es/sodio-y-agua.htm

Web 3: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 4: http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride [5]

Web 5: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs26.html

Web 6: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 7: http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/uno.pdf

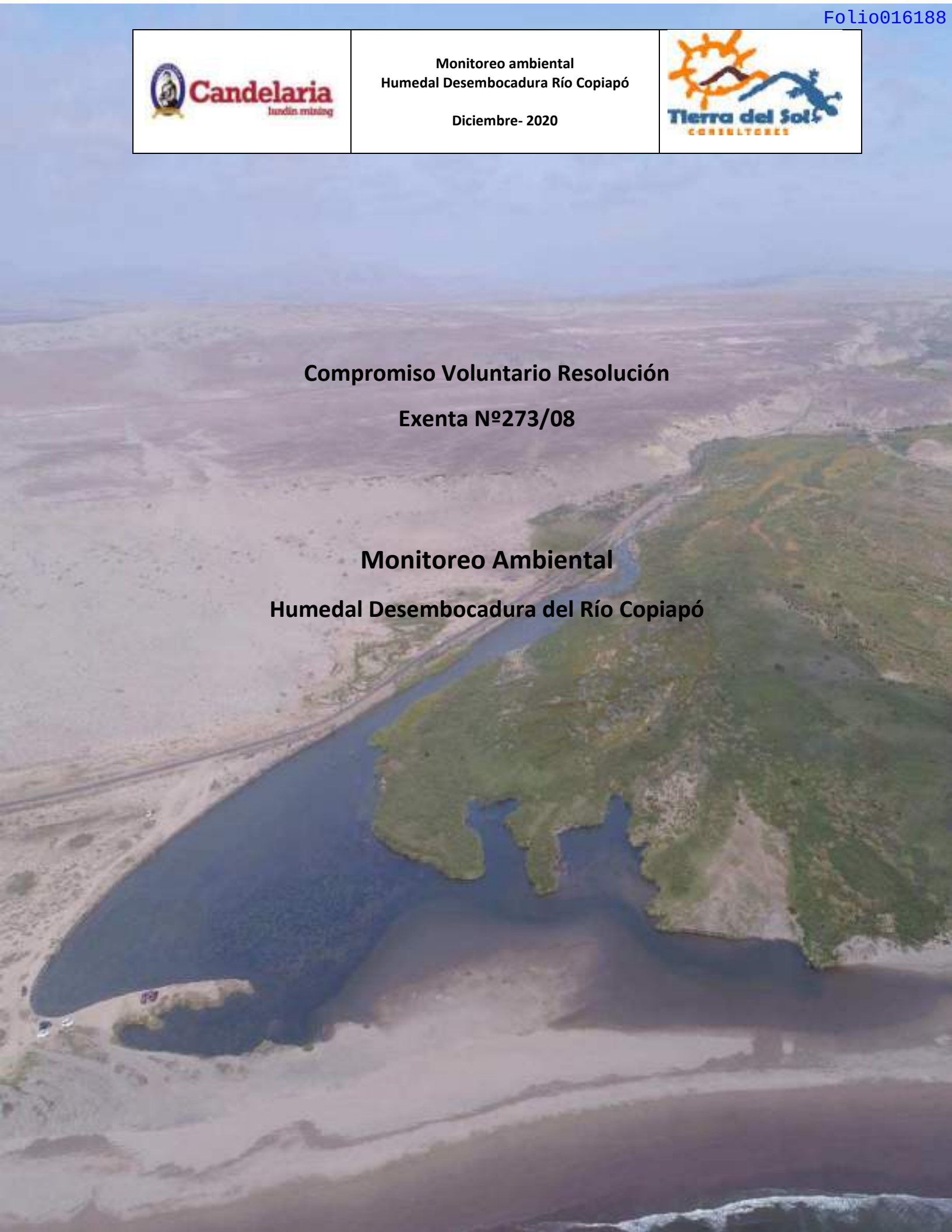
Web 8: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 9: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 10: Consultora on line estrucplan (Argentina): http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1800

web 11 http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride [5]

Web 12 http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf



Compromiso Voluntario Resolución

Exenta Nº273/08

Monitoreo Ambiental

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Informe Anual 2020

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Diciembre 2020

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE CONTENIDOS 3
INDICE DE TABLAS 4
INDICE DE IMÁGENES 4
1. RESUMEN 6
2. INTRODUCCION 8
3. OBJETIVOS 10
3.1 Objetivo General 10
3.2 Objetivos Específicos 10
4. METODOLOGIA 12
4.1 Determinación y caracterización del área de estudio 12
4.2 Determinación del área de influencia y buffer 16
4.3 Medición de parámetros físico-químicos 17
4.3.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo) 17
4.3.2 Medición de parámetros *in situ* 18
4.3.3 Métricas químicas y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento) 19
4.4 Aspectos biológicos 21
4.4.1 Censos de Avifauna 21
4.4.2 El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989) 22
4.4.3 Métricas de flora 23
4.5 Análisis espacio- temporal 25
5. RESULTADOS 27
5.1 Resultados de la medición de parámetros físico- químicos- microbiológicos 27
5.1.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo) 27
5.1.2 Muestreo in situ de agua 27
5.1.3 Muestras de aguas según Nch1333 30
5.1.4 Muestras de aguas según NCh 409 36
5.1.5 Sedimentos 39
5.2 Aspectos Biológicos 41
5.2.1 Censo de avifauna 41
5.2.2 Índice de Shannon-Wiener H´ 49
5.2.3 Composición Florística 51
5.3 Análisis espacio temporal 61
5.3.1 Métricas de la comunidad vegetal 61
6. DISCUSIÓN 66
7. CONCLUSIONES 74
8. BIBLIOGRAFIAS Y FUENTES 78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas ubicación de puntos de muestreo (huso UTM-19 S)..... 15
Tabla 2. Caracterización de las distintas capas vegetales. 24
Tabla 3. Caracterización de las distintas capas vegetales. 24
Tabla 4: Valores de los parámetros medidos en agua río Copiapó..... 27
Tabla 5: Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333. 30
Tabla 6: Manganeso presentes en el Río Copiapó 37
Tabla 7: Nitritos y Nitratos presentes en el río Copiapó y su comparación con la normativa vigente.. 37
Tabla 8: Parámetros microbiológicos..... 38
Tabla 9: Plaguicidas 38
Tabla 10: Productos secundarios de la desinfección 39
Tabla 11: Sedimentos 40
Tabla 12: Registro histórico de las especies de aves observadas en el humedal. 41
Tabla 13: Índice de Shannon 49
Tabla 14. Listado florístico, temporada húmeda y seca..... 52
Tabla 15. Cobertura vegetal temporada húmeda. 54
Tabla 16. Dominancia y codominancia, estación 1, temporada Seca y húmeda. 55
Tabla 17: Dominancia y codominancia estación 2, temporada seca y húmeda. 57
Tabla 18: Dominancia y codominancia estación 3, temporada seca y húmeda. 59
Tabla 19: Porcentaje de especies codominantes, temporada seca y húmeda. 60
Tabla 20: Áreas obtenidas mediante Clasificación supervisada y Porcentaje de variación..... 65

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Vista aérea del área de estudio, monitoreos año 2020 13
Imagen 2: Sectores de evaluación dentro del humedal. Fuente: Googlearth 14
Imagen 3: Sector 1 de monitoreo (puente) estación seca y estación húmeda, 2020..... 15
Imagen 4: Sector 2 de monitoreo (chacra) estación seca y estación húmeda, 2020..... 15

Imagen 5: Sector 3 estación de monitoreo (desembocadura) estación seca y estación húmeda, 2020 16
Imagen 6: Medición de caudal en la estación 3 de muestreo, temporada seca y húmeda 2020. 18
Imagen 7: Toma de parámetros *in situ* estación 1 (puente) temporada seca y húmeda 2020. 19
Imagen 8: Toma de muestra de agua superficial Estación 3. 20
Imagen 9: Toma de muestra de sedimentos 20
Imagen 10: Monitoreo de avifauna 2020. 22
Imagen 11: Muestreo temporada seca y temporada húmeda. 25
Imagen 12: Área de interpretación visual. Fuente: Elaboración propia. 26
Imagen 13: *Falco sparverius* (Cernícalo) observado en el sector Chacra, durante el monitoreo de la Temporada seca. 44
Imagen 14: *Zonotrichia capensis* (Chincol) en sector puente, Temporada Seca 45
Imagen 15: *Muscisaxicola maclovianus* (Dormilona tontita) en estación 2, Temporada Seca. 45
Imagen 16: *Fulica armillata* (tagua común) en sector desembocadura, Temporada Seca. 46
Imagen 17: *Phalacrocorax brasilianus* (Yeco) observado en estación 3, Temporada Húmeda. 46
Imagen 18: *Haematopus palliatus* (Pilpilén) observado en el sector desembocadura, Temporada Húmeda. 47
Imagen 19: *Tringa flavipes* (Pitotoy chico) en estación 2, Temporada Húmeda 47
Imagen 20: *Casmerodius albus* (Garza grande) en estación E3, Temporada Húmeda. 48
Imagen 21: *Himantopus melanurus* observados en la Estación 3, Temporada Húmeda 48
Imagen 22: Estación 1 55
Imagen 23: Vista general estación 2. 57
Imagen 24: Vista general estación 3. 59
Imagen 25: *Polypogon monspeliensis.* 61
Imagen 26: Mapa con clasificación supervisada, temporada húmeda año 2020. Fuente: Elaboración propia. 63
Imagen 27: Mapa de clasificación supervisada año 2020. Fuente: Elaboración propia 64

1. RESUMEN

Se presentan los resultados del monitoreo del compromiso ambiental voluntario suscrito por Minera Candelaria asociado a la resolución exenta Nº 273/08, del 01 de Septiembre de 2008 de la COREMA Región de Atacama, la cual aprobó la declaración de impacto ambiental del proyecto "Acueducto Chamonate- Candelaria".

El monitoreo ambiental del humedal del Rio Copiapó, tiene como finalidad la obtención del estado de salud del humedal actual y a través del tiempo. Para ello desde el año 2009 se han realizado dos campañas anuales, una en periodo seco y otra en periodo húmedo.

Desde el año 2015 la metodología ha sido adaptada y/o modificada por el equipo de profesionales de Tierra del Sol Consultores, debido a la inexistencia de imágenes satelitales actualizadas posterior al aluvión del 25 de marzo del 2015 que permitieran el análisis espacial de las actuales condiciones del área de estudio y obtener las métricas que señala la metodología. La campaña seca del año 2020 fue realizada los días 22 y 23 de abril mientras la campaña humeda se realizó los días 21, 22 y 28 de diciembre 2020, la cual fue desarrollada por 7 profesionales de las Ciencias Ambientales en las distintas unidades de muestreo previamente establecidas.

Los resultados del análisis en relación con los parámetros muestreados para aguas de distintos usos (riego, actividades recreativas, etc.) estos presentan valores superiores a los límites máximos establecidos por la Norma Chilena NCh1333, Sodio porcentual, Boro, Sulfato, Manganeso, Cloruros, Litio cítrico, y Sodio porcentual en ambas campañas del 2020 (seca y húmeda).

Respecto a las variables biológicas durante la temporada seca y húmeda del año 2020, el índice de diversidad de Shannon-Wiener muestra, que, para el grupo de las aves, un índice; 1,972 en chacra y 1,882 en el Desembocadura considerándose los lugares con más diversidad en el presente año. Además de un índice de similitud de hábitat del 0,30% entre Puente y Chacra en la temporada seca y húmeda. Por otro lado, se mostró un 0,36% de similitud para la Desembocadura en relación a las otras

estaciones, durante la temporada seca, y 0,1% de similitud entre chacra y desembocadura en la estación húmeda 2020.

Para el monitoreo de los atributos bióticos presentes en el área, en las temporadas húmeda y seca se describe la composición florística presente en las tres estaciones, se identificó un total de 18 especies en la temporada seca y 15 en la húmeda, siendo la familia Poaceae las que más aportaron en cuanto a número de especies con 4 representantes. En cuanto a la cobertura por capa vegetal, se registró solo en la temporada seca especies en la capa flotante. Las especies que más aportaron en cuanto a la dominancia fueron *D. spicata, T. absinthioides* y *T. angustifolia.*

Para este informe correspondiente al periodo anual 2020, a través de métricas físicas, químicas y biológicas se puede inferir que el sistema se encontraría estable, a pesar de no cumplir con una de las tres condiciones señaladas en el documento "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" (CONAMA-CEA, 2006), donde menciona que la estructura física de estos ecosistemas estuarinos, ya sea la barrera terminal del humedal, la vegetación y el caudal son elementos determinantes dentro de estos sistemas, los cuales en orden de importancia deben ser comparados con los parámetros químicos y los biológicos particularmente la diversidad biológica. En esta oportunidad tanto el componente de vegetación como el componente avifauna se encuentran dentro de una condición ecológica estable, mientras el componente de hidrología, siguiendo la curva de años anteriores no presenta un flujo de caudales superficiales, provocado por la extracción para agua de riego y crecimiento de macrófitas, no presenta velocidad por lo tanto hay ausencia de caudales superficiales.

2. INTRODUCCION

Los humedales son ecosistemas complejos que actúan como interfase entre los hábitats terrestres y los acuáticos (Lefeuvre et al. 2003) considerados riqueza biológica del planeta, destacándose por su gran productividad y biodiversidad (Kusler et al. 1994; Innis et al. 2000), los cuales otorgan variadas funciones como la contribución en los ciclos de vida de plantas y animales, hábitat, alimento, sitios de nidificación y refugio para numerosas especies de animales (insectos, peces, batracios, crustáceos, aves, etc.) (Perotti et al. 2005; Correa-Araneda et al. 2011).

En Chile, desde el extremo norte hasta la cuidad de Santiago, donde existen zonas áridas o semiáridas los humedales son escasos, a diferencia de lo que ocurre a sur del país donde son cada vez más frecuentes (MMA - Centro de Ecología Aplicada, 2011). Los humedales costeros al sur del río Copiapó, están bajo la influencia de la zona mediterránea de Chile Central, una de las 18 zonas "Hot Spots" importantes por su biodiversidad en el mundo (Myers 1990, WCMC 1992, Orians 1994).

Los humedales son uno de los ecosistemas naturales más amenazados del planeta, las causas son muchas pero dentro de las más reconocidas es la acción humana asociada al crecimiento urbano que los estrangula transformándolos en canales o pozas temporales receptoras principalmente de basura, sumado al calentamiento global con cambios climáticos que han llevado a la disminución del área, estructura, hidrología y perdida de sus funciones biológicas y ecológicas (Boavida 1999, Figueroa et al., 2009; Mitsch 1994;Morzaria & Danemann 2008)

El 27 de diciembre de 2005, el consejo directivo de CONAMA aprueba la Estrategia Nacional para la Conservación y uso Racional de los Humedales en Chile, la que tiene como objetivo principal promover la conservación de los humedales prioritarios de Chile. Documento que ha servido para avanzar a nivel país en la protección coordinada y eficiente de los humedales prioritarios, resaltando sus funciones y beneficios frente al desarrollo sustentable de los humedales (CONAF, 2010; CONAMA, 2005).

Como parte del compromiso voluntario suscrito por la Empresa Minera Candelaria asociado a la Resolución Exenta Nº 273/08, del 01 de septiembre de 2008 de la COREMA Región de Atacama, la cual aprobó la declaración de impacto ambiental del proyecto "Acueducto Chamonate - Candelaria". En el presente informe se entregan los resultados de un programa de monitoreo ambiental del humedal del Río Copiapó. Se exponen las actividades efectuadas durante las campañas en terreno donde se obtiene como resultado final la aproximación del estado de salud del humedal mediante componentes de paisaje, hidrológico y bióticos.

El humedal de la desembocadura del Rio Copiapó forma parte del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama, (Gaymer et al., 2008)

Según criterios internacionales de clasificación de humedales en base a la hidro-geomorfología la desembocadura del río Copiapó corresponde a un humedal del tipo estuarino, donde el agua de la desembocadura del río llega a un ecosistema oceánico, generando mezclas de agua dulces y salada intercambiando a su vez salinidad, nutrientes, sedimentos y numerosos organismos. Según ecotipos de humedal, el humedal del rio Copiapó sería un humedal de tipo costero con intrusión salina, localizado en bahías, y desembocaduras de ríos y esteros, que se alimenta tanto de aguas marinas como continentales (CONAMA-CEA, 2006).

Según resultados de estudios realizados anteriormente en el sector, más criterios de hidro-geomorfología, el humedal es clasificado en dos subtipos de humedal; estuario no salino persistente correspondiente a la zona del sector puente Puerto viejo y estuario estacional en el sector medio y desembocadura (Fundación Chile 2009).

Los monitoreos correspondientes a las temporadas seca y húmeda 2020, fueron realizados bajo los estándares de la metodología presentada por Fundación Chile, aprobada por la Autoridad en el año 2009. Las actividades fueron realizadas por Tierra del Sol Consultores, por profesionales relacionados a las Ciencias Ambientales: Dorca Marchant, Eduardo Rubilar, Pablo Bruna, Sebastián Álvarez y Yasmin Bolados, en conjunto con profesionales del laboratorio AGQ Chile S.A: Patricio Soto (Inspector Ambiental) y Pedro Acuña (técnico).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Implementar un sistema de monitoreo del Humedal del Río Copiapó en el año 2020 dando cuenta de la variación del estado de salud del ecosistema en el tiempo.

3.2 Objetivos Específicos

Realizar levantamiento de información de aspectos espaciales, hidrológicos y físico-químicos del humedal incluyendo, previo a la determinación y justificación del área de estudio y área de influencia:

3.2.1 Aspectos Físico-Químicos-microbiológicos

1. Realizar un seguimiento de los parámetros *in situ* de calidad de agua (temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos) y caudales.
2. Determinación de la concentración de los elementos contaminantes (metales pesados, contaminación orgánica y otros aspectos señalados en la norma Chilena NCh Nº1333 “Requisitos de calidad de agua para diferentes usos”)
3. Determinación de la calidad de aguas respecto a las normas de riego vigentes en Chile según lo señalado en la NCh Nº409/1.

3.2.2 Aspectos Biológicos

1. Realizar censos de avifauna asociada al humedal para estimar la comunidad presente.
2. Estimar la diversidad de las especies registradas, con el índice ecológico de Shannon según la potencia de los muestreos.
3. Evaluación de métricas de la comunidad vegetal presentes en el área de evaluación: nº de capas presentes; especies co-dominantes; porcentaje de invasión; intercepción horizontal y estructura biótica vertical

3.2.3 Atributos Espaciales

1. Clasificación de las unidades espaciales que componen el humedal.

4. METODOLOGIA

4.1 Determinación y caracterización del área de estudio

El humedal se encuentra ubicado geográficamente en las siguientes coordenadas: huso UTM-19 S, 308482 (UTM X mínima), 310161 (UTM X máxima), 6980098 (UTM Y mínima) y 6976586 (UTM Y máxima) (Imagen 1).

Se aplicó la metodología USEPA (CRAM) modificada por fundación Chile en el macro del proyecto SAG "Desarrollo de un Sistema de Evaluación Rápida de Humedales", además se utilizaron métodos y mecanismos existentes en la literatura con el fin de obtener una mejor referencia en cuanto a evaluación y monitoreo del humedal; entre estos se pueden mencionar:

- Método de evaluación integrada ecológica para la mitigación de humedales (Fafer Langendoen NatureServe, 2006)
- Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica (CONAMA 2006)
- Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales (2006)
- El agua del futuro, Herramientas para el manejo de Recursos Hídricos; introducción Método EMA zonas Estuarinas (Fundación Chile, 2009).

Adicionalmente, se incorporó la recopilación de antecedentes de métodos y mecanismos utilizados en campañas de monitoreo y evaluación efectuados en este humedal en años anteriores en la evaluación y seguimiento del estado de salud actual del humedal.



Imagen 1: Vista aérea del área de estudio, monitoreos año 2020

Las áreas de evaluación son porciones representativas del humedal que serán evaluadas durante el trabajo en terreno (Imagen 2, 3, 4 y 5)

- Sector 1: Del Puente a la Chacra
- Sector 2: Chacra a la parte media del humedal donde se ubica la laguna
- Sector 3: Desde la laguna a la Desembocadura



Imagen 2: Sectores de evaluación dentro del humedal. Fuente: Googlearth

Tabla 1: Coordenadas ubicación de puntos de muestreo (huso UTM-19 S)

ESTACION	X	Y
Puente	310781	6975757
Chacra	309828	6977017
Desembocadura	308971	6977324



Imagen 3: Sector 1 de monitoreo (puente) estación seca y estación húmeda, 2020



Imagen 4: Sector 2 de monitoreo (chacra) estación seca y estación húmeda, 2020



Imagen 5: Sector 3 estación de monitoreo (desembocadura) estación seca y estación húmeda, 2020

4.2 Determinación del área de influencia y buffer

Los atributos del buffer y paisaje guardan relación con la conectividad y el porcentaje del área de evaluación, ancho promedio y condición del buffer, estableciendo el buffer como el área de influencia en la cual está el área de evaluación, en este caso esta área es el objeto de estudio o humedal.

Según las características del sector, sumado a la metodología de años anteriores se determinará como buffer un aproximado de 250 m alrededor del objeto de estudio, estimando el porcentaje total del perímetro del buffer que se encuentra con usos de suelo que cumplen con características de buffer (praderas naturales, senderos y rutas de turismo, tranques, etc.). Se asume que la función del buffer no se incrementa significativamente sobre los 250 m.

- **Campaña de terreno**

Una vez determinadas las áreas de evaluación se realizó una inspección visual del humedal con el fin de determinar el primer diagnóstico del estado de salud, la campaña en terreno fue realizada por siete profesionales de las Ciencias Ambientales, los días 22 y 23 de abril correspondiente a la fase seca del ciclo hidrológico anual 2020 y los días 21,22 y 28 de diciembre correspondiente a la fase húmeda del ciclo hidrológico del mismo año.

4.3 Medición de parámetros físico-químicos

4.3.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo)

El caudal es el principal factor que regula el comportamiento de los ecosistemas acuáticos en los ríos. La reducción del caudal por debajo de los valores históricos mínimos registrados instantáneamente y alteración del patrón temporal durante el ciclo hidrológico, modifican en forma importante la estructura y funcionamiento de los humedales.
La medición de caudales se realizó en cada una de las áreas de evaluación: Puente (Estación 1), Chacra (Estación 2) y Desembocadura del río (Estación 3).

Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \times S$$

Donde:

• Q es el caudal (m^3/s)

• V es la velocidad (m/s)

• S es la sección del cauce (m^2) (profundidad media x ancho de la sección)

La velocidad se midió *in situ*, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Global Water, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/s) (Imagen 6).



Imagen 6: Medición de caudal en la estación 3 de muestreo, temporada seca y húmeda 2020.

4.3.2 Medición de parámetros *in situ*

Se midieron parámetros *in situ* en cada estación de parámetros tales como: pH, Oxígeno disuelto, Conductividad, Nitrito, Nitratos, Amonio, obtenidos con equipo multiparámetro de ión selectivo.

- pH
- Oxígeno Disuelto
- Conductividad
- Salinidad
- Potencial de Oxido-Reducción
- Temperatura



Imagen 7: Toma de parámetros *in situ* estación 1 (puente) temporada seca y húmeda 2020.

4.3.3 Métricas químicas y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento)

Dentro de las variables hidrológicas de las tres estaciones de monitoreo se midieron los parámetros físico-químico del agua, según lo establecido en la Norma Chilena NCh1333 Of. 1978 y Norma Chilena 409/1 Of. 2005

Se recolectaron en cada uno de las estaciones, tres muestras de agua superficial (Imagen 8) y tres muestras de sedimento (Imagen 9) para el análisis en un laboratorio certificado en la temporada de evaluación (temporada seca y temporada de crecimiento tardío) con objeto de comparar con los valores del puntaje final del sistema y poder establecer el grado de correlación existente entre el estado de salud del humedal con las variables evaluadas.



Imagen 8: Toma de muestra de agua superficial Estación 3.



Imagen 9: Toma de muestra de sedimentos

Para las muestras de agua se analizaron los parámetros ya mencionados presentes en la NCh 1333/78 (Calidad de agua para diferentes usos) y aquellos adicionales contemplados NCh 409/2005 (Calidad de agua potable).

Los valores obtenidos fueron comparados con los valores establecidos en la normativa vigente para calidad de las aguas, siguiendo los límites máximos establecidos (NCh1333 y NCh409/1).

4.4 Aspectos biológicos

4.4.1 Censos de Avifauna

Para el estudio de avifauna se consideraron tres estaciones de observación; Estación 1 (Puente), Estación 2 (Chacra) y Estación 3 (Desembocadura). Para esta observación se utilizó el método de tipo mixto, en donde se utilizó (a) conteo por puntos fijos y (b) los recorridos pedestres en forma de transectos. Los puntos fijos de conteo consisten básicamente en establecer una serie de puntos en donde puede monitorearse los individuos y especies observadas y/o escuchadas en un tiempo determinado. La distancia aproximada entre cada punto es de 300 metros. El tiempo mínimo dedicado a cada uno de los puntos de conteo fue de 15 minutos, tiempo suficiente para tener una muestra significativa de las especies presentes en el área de muestreo (Ralph et al. 1996).

Por otra parte, el método de recorrido en transectos consistió básicamente en establecer una línea imaginaria de recorrido en diferentes direcciones según lo permitiera el terreno. A esto se aplicó otra variante del método de transecto que fue incluir el recorrido de transectos en franja, el cual es el establecimiento de una franja imaginaria a ambos lados de la línea del transecto (generalmente 25 m a cada lado) y así se toma en consideración todos aquellos individuos observados y/o escuchados durante el recorrido del transecto que queden dentro de la franja imaginaria y además abarcar el mayor área vegetacional (Ralph et al. 1996).Los registros se realizaron con binoculares 12x50 marca Leupold

modelo Olympic. Las descripciones de aves siguieron las descripciones de Araya & Millie (2005) y Jaramillo (2005).



Imagen 10: Monitoreo de avifauna 2020.

4.4.2 El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989)

Mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar proveniente de una comunidad de la que se conoce el número total de especies S. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y H' será máxima cuando todas las especies S estén presentes:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:

H': diversidad específica

P: ni/N

ni: número de individuos de cada especie.

N: número total de individuos.

4.4.3 Métricas de flora

Se determinó todas las especies vasculares presente en los puntos de muestreo: (1) Puente, (2) Chacra y (3) Desembocadura**.** La identificación de las especies se realizó con base en experiencias de campo, aquellas especies que no fueron identificadas en terreno, fueron colectadas y fotografiadas con una cámara Canon SX60, para ser trabajadas en gabinete con apoyo de literatura pertinente. Para la composición florística se confeccionó un listado florístico, el orden de las especies se organizó según categoría sistemática Pteridophyta (helechos), Gymnospermae, Angiospermae (Dicotyledoneae) y Angiospermae (Monocotyledoneae) y en orden alfabético las especies y familias.

Para la presencia y ausencia de especies se utilizó el índice de similitud de Jaccard (coeficiente de similitud I_j) el cual expresa el grado de similitud entre un sitio y otro, el rango de valores es de 0 a 1, si tiende a 0 no hay similitud entre los sitios, por el contrario si el valor tiende a 1, significara que existe similitud entre los sitios, el índice se expresa con la siguiente formula:

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

a= número de especies en el sitio A.

b= número de especies en el sitio B.

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartida

Basado en la metodología propuesta por Fundación Chile, en la guía de campo de estuarios “Evaluación y Monitoreo Ambiental (EMA)”, se determinó los siguientes puntos:

- Cobertura de cada capa vegetal.
- Dominancia y codominancia de especies en cada capa vegetal.
- Métricas de la comunidad vegetal.

El método utilizado fue la observación *in situ* desde los bordes del humedal, el valor en cuanto a cobertura se utilizó lo establecido por Braun-Blanquet (1932) (Tabla 2).

Tabla 2. Caracterización de las distintas capas vegetales.

Porcentaje de cobertura (%)	Clasificación
75-100	Muy abundante
50-75	Abundante
25-50	Escasa
5-25	Muy escasa

Para la clasificación de las capas vegetales se considera la altura como factor determinante (Tabla 3).

Tabla 3. Caracterización de las distintas capas vegetales.

Capa Vegetal	Alturas	Características
Flotante	En la superficie de agua	Colchones fijos o móviles sobre el agua
Pequeña	<30 cm	Nunca supera los 30 cm
Mediana	30 a 75 cm	Vegetación emergente
Alta	75 a 150 cm	Arbustos
Muy Alta	>150 cm	Árboles y arbustos



Imagen 11: Muestreo temporada seca y temporada húmeda.

4.5 Análisis espacio- temporal.

Mediante la utilización de información geoespacial obtenida a partir del satélite LANDSAT 8 OLI, se procedió a realizar una clasificación de las unidades que componen al humedal, estableciendo para ellos las siguientes unidades: Humedal, Espejos de agua y Suelo. Las imágenes satelitales corresponden a los años 2019 (LC08L1TP001079201910292019111401T1) y 2020 (LC08L1TP001079202008282020090602T1). Para dicha clasificación, en primer lugar se realizó una corrección atmosférica de las imágenes (radiancia y reflectancia) en el software ArcGis 10.3, para luego generar un análisis de clasificación supervisada en software ERDAS IMAGINE 2016, la cual fue sometida a un pre proceso de identificación visual de los cambios espectrales en ambas imágenes, logrando generar un archivo de firma espectral con las tres unidades descritas anteriormente (Área de Humedal, Suelo y Espejos de agua) para así determinar los parámetros de su posterior clasificación. El área de estudio se delimitó de acuerdo a interpretación visual, validando dicho método mediante vuelos de monitoreo en drone (RPAS) Phantom 4 Pro, abarcando de esta manera la zona de interés

correspondiente al Humedal de la Desembocadura del río Copiapó, junto con las tres estaciones de muestreo: Puente, Chacra y Desembocadura. (Imagen 12).



Imagen 12: Área de interpretación visual. Fuente: Elaboración propia.

5. RESULTADOS

5.1 Resultados de la medición de parámetros físico- químicos- microbiológicos

5.1.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo)

En las tres estaciones monitoreadas se observó ausencia de caudal, debido a ser agua estancada con velocidad cero en ambas campañas (seca y húmeda 2020).

5.1.2 Muestreo in situ de agua

A partir del muestreo realizado en 3 puntos *in situ* en cada temporada se obtuvieron los siguientes valores Tabla 4:

Tabla 4: Valores de los parámetros medidos en agua río Copiapó

Parámetros	Unidad	Estación 1 temporada seca	Estación 1 temporada húmeda	Estación 2 temporada seca	Estación 2 temporada húmeda	Estación 3 temporada seca	Estación 3 temporada húmeda
pH	---	7,91	7,89	7,89	7,72	8,14	8,86
Temperatura	°C	16,15	17,02	17,54	25,31	19,47	26,07

Parámetros	Unidad	Estación 1 temporada seca	Estación 1 temporada húmeda	Estación 2 temporada seca	Estación 2 temporada húmeda	Estación 3 temporada seca	Estación 3 temporada húmeda
Conductividad	Us/cm	7526	6465	8.339	7692	12.652	24522
Salinidad	PSU	3,71	3,10	4.15	5.24	6,11	10,3
OD	%	1,25	8,99	3,58	7,58	1,57	8,87
DO	PPM	12,7	91,18	35,1	88,62	13,1	114,1
Sólidos Totales Disueltos	PPM	3366	3584	3737	3592	7228	8003
Presión	PSI	14670	16593	14689	13276	14715	14285
Potencial Oxido-Reducción	mV	-53.7	-65.8	-51.0	-45.7	-118.8	-71.5

Para las estaciones 1, 2 y 3, el pH fue aumentando según se acercaba a la Estación 3. La temperatura que presentó los valores más bajos la estación 1 (16,15°C y 17,02 °C) y el más alto en la Estación 3 (19,47°C y 26,07 °C).

La salinidad, presentó los mayores valores en la Estación 3 (10.03 PSU). El porcentaje de Oxígeno disuelto fue menor en la estación 1 en la temporada seca (1.25%), seguido de la estación 3 en la temporada seca (1.57%). El Oxígeno Disuelto presentó los valores más altos en la Estación 3 temporada húmeda (114,1 PPM) y más baja en la estación 1 temporada seca (12,7).

En relación a los Sólidos Totales Disueltos (TDS), la Estación 3 temporada húmeda presentó los valores más altos (8003 PPM), mientras, que la estación 1 temporada seca la cual presenta los más bajos (3366 PPM). La presión registrada tuvo un promedio de 14704 PSI. Los valores del potencial Redox se

presentaron de forma homogénea en la zona de estudio. La Estación 2 presento el mínimo (-45,7 mV), mientras que el mayor valor se registró en la Estación 3 (-118,8 mV).

La conductividad (25°C), en temporada húmeda registró los valores más altos en la Estación 3 (24522µs/mg) mientras en temporada seca los valores más altos también se encontraron en la Estación 3 (12652 µs/mg) (Gráfico 1).

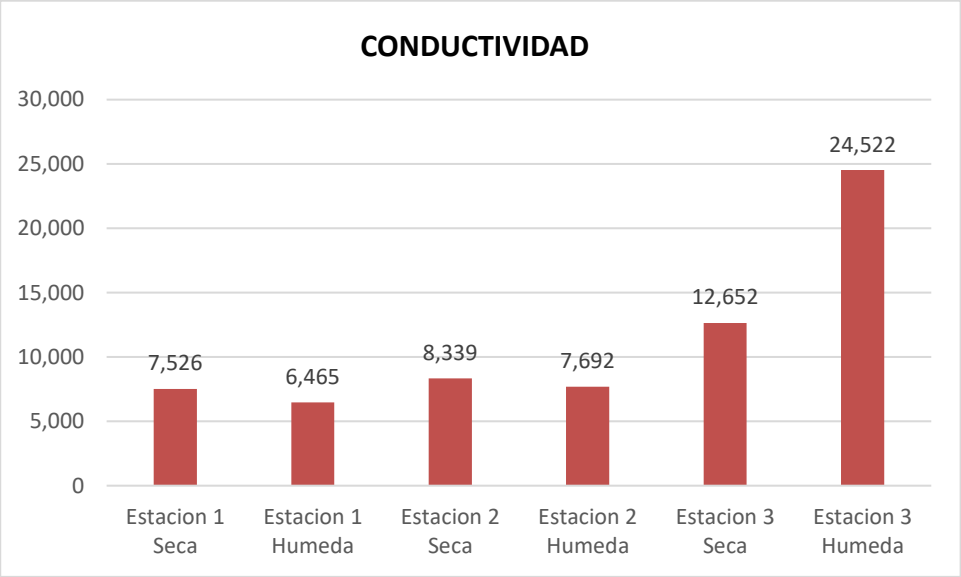


Gráfico 1: Valores de Conductividad medidos a 25°C en campaña seca y húmeda

Los valores para los Sólidos Totales Disueltos en campaña seca presentaron valores mínimos en la estación 1 (3366mg/l) y máximos en la estación 3 (5367mg/l). Mientras en la campaña húmeda los valores para los Sólidos Totales Disueltos presentaron valores mínimos en la estación 1 (6396 mg/l) y máximos en la estación 3 (17886 mg/l) (Gráfico 2).

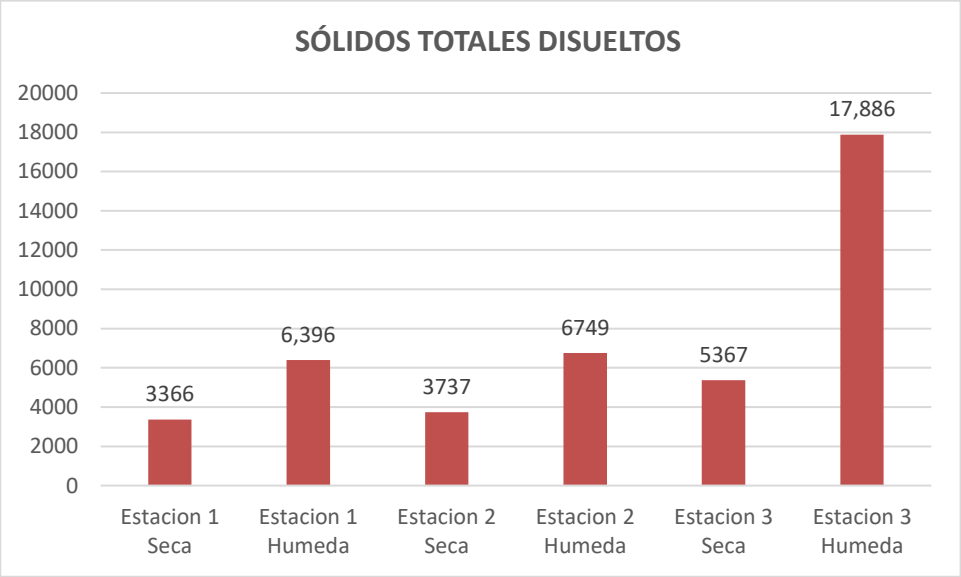


Gráfico 2: Valores de Sólidos Totales Disueltos presentes en la estación de muestreos

5.1.3 Muestras de aguas según Nch1333

En la tabla 5 se muestra la comparación de los valores obtenidos en los puntos de muestreos, junto con la Norma Chilena 1333: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos en las dos campañas realizadas (Seca y húmeda).

Tabla 5: Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333.

Análisis	Unidad	Estación 1 Campaña seca	Estación 1 Campaña húmeda	Estación 2 Campaña seca	Estación 2 Campaña húmeda	Estación 3 Campaña seca	Estación 3 Campaña húmeda	LD	NCh 1333
Aluminio	mg/l	< 0,005	0,005	0,027	0,178	0,059	1,06	0,5	5,00

Análisis	Unidad	Estación 1 Campaña seca	Estación 1 Campaña húmeda	Estación 2 Campaña seca	Estación 2 Campaña húmeda	Estación 3 Campaña seca	Estación 3 Campaña húmeda	LD	NCh 1333
Arsénico	mg/l	0,00685	0,00323	0,00850	0,00556	0,01043	0,00819	0.001	0,10
Boro	mg/l	7,63	6,86	8,56	8,59	12,1	8,54	0.01	0,75
Cadmio	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	0,00020	< 0,00005	0.01	0,010
Cianuro	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0.02	0,20
Cinc	mg/l	0,053	0,033	0,044	0,052	0,056	0,049	0.01	2,00
Cloruro	mg/l	1.239	1.339	1.466	1.370	2.475	8.617	0.02	200,00
Cobalto	mg/l	0,00119	0,00066	0,00180	0,00104	0,00214	0,00172	0.05	0,050
Cobre	mg/l	< 0,00025	0,00276	0,00141	0,00563	< 0,00025	0,00662	0.01	0,20
Cromo	mg/l	< 0,00025	< 0,00025	0,00029	< 0,00025	0,00036	0,00134	0.05	0,10
Fluoruro	mg/l	0,15	0,14	0,18	0,16	0,18	0,12	0.5	1,00
Hierro	mg/l	< 0,005	0,027	< 0,005	0,771	0,137	1,57	0.01	5,00
Litio	mg/l	0,51398	0,47737	0,66014	0,62927	0,96313	0,56092	0.01	2,50
Litio cítrico	mg/l	0,51398	0,47737	0,66014	0,62927	0,96313	0,56092	0.01	0,075

Análisis	Unidad	Estación 1 Campaña seca	Estación 1 Campaña húmeda	Estación 2 Campaña seca	Estación 2 Campaña húmeda	Estación 3 Campaña seca	Estación 3 Campaña húmeda	LD	NCh 1333
Manganeso	mg/l	0,0124	0,0377	0,0377	0,2212	0,1031	0,1137	0.01	0,20
Mercurio	mg/l	0,00023	< 0,00010	0,00023	< 0,00010	0,00044	0,00013	0.0005	0,001
Molibdeno	mg/l	0,00271	0,00106	0,00741	0,0043	0,00525	0,00739	0.005	0,010
Níquel	mg/l	0,02250	0,01531	0,02479	0,0194	0,02833	0,01934	0.05	0,20
Plata	mg/l	0,0012	< 0,0005	0,0011	< 0,0005	0,0012	< 0,0005	0.01	0,20
Plomo	mg/l	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	0,00043	< 0,00025	0,00208	0.05	5,00
Selenio	mg/l	0,00152	< 0,00025	0,00090	< 0,00025	0,00164	0,00454	0.001	0,020
Sodio porcentual	%	48,3	53,2	50,3	43,5	52,6	62,9		35,00
Sulfato	mg/l	2.560	2.547	2.771	2.752	4.509	3.398	10	250,00
Vanadio	mg/l	0,00274	0,00149	0,00329	0,00224	0,00508	0,01073	0.1	0,10

De los valores entregados, se observan valores superiores a lo establecido en la normativa vigentes en las tres estaciones. Dentro de estos parámetros se encuentran: Sulfato, Manganeso, Cloruros, Boro, Litio cítrico, y Sodio porcentual, en ambas temporadas.

En la temporada seca los Cloruros presentan valores máximos en la Estacion 3 (2475mg/l) y mínimos en la Estación 1 (1239 mg/l), mientras en la campaña humeda los Cloruros presentan valores máximos en la Estacion 3 (8617mg/l) y mínimos en la Estación 1 (1339 mg/l). Todos los valores presentes en las estaciones, superan lo señalado en la NCh 1333 (200 mg/l) (Gráfico 3)

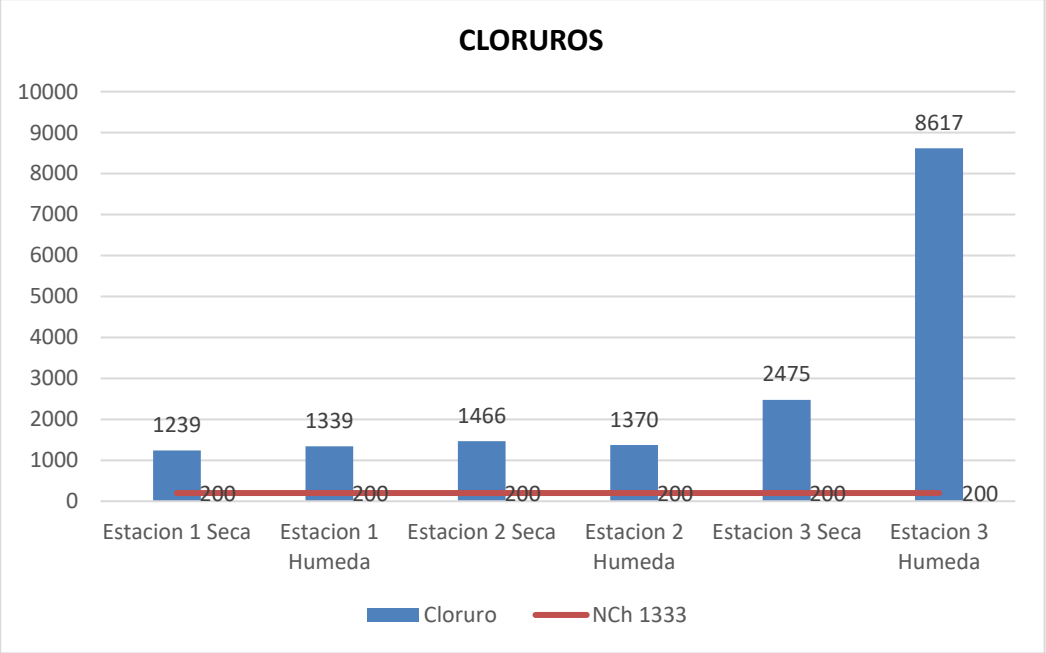


Gráfico 3: Valores de Cloruro presente en el río Copiapó

En campaña seca el Sulfato presenta valores superiores a lo establecido en la NCh (límite máximo permitido 250 mg/l). La Estación 3 presenta los mayores valores (4509 mg/l), la sigue la Estación 1 (2771 mg/l) y la Estación 1 (2560 mg/l).

En campaña humeda el Sulfato presenta valores superiores a lo establecido en la NCh (límite máximo permitido 250 mg/l). La Estación 3 presenta los mayores valores (3398 mg/l), la sigue la Estación 2 (2752 mg/l) y la Estación 1 (2547 mg/l) (Gráfico 4).

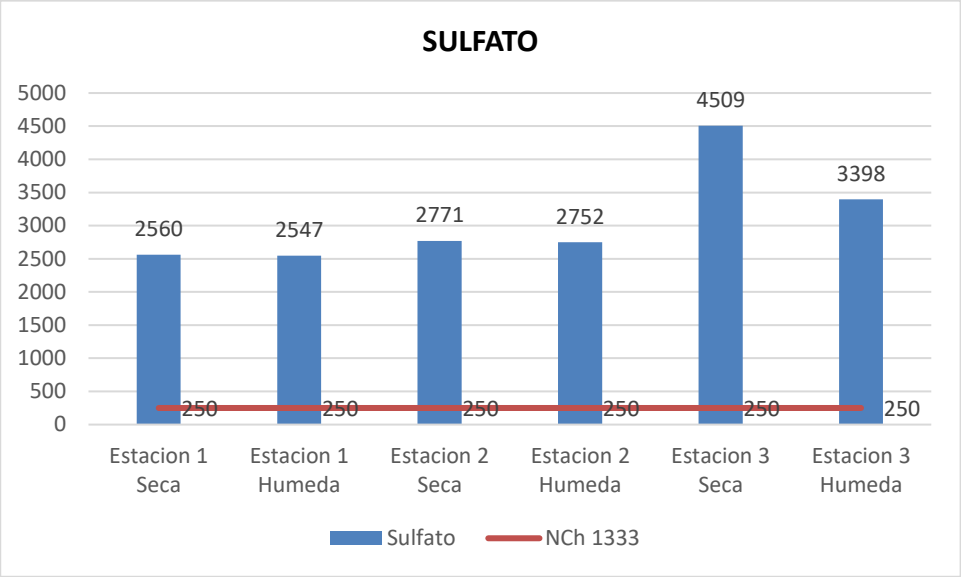


Gráfico 4: Valores de Sulfato presentes en las aguas del río Copiapó

Los valores de Boro superan los límites establecidos (0,75 mg/l) en todas las estaciones promediando un 9,43 mg/l en campaña seca y un 7,99 mg/l en campaña húmeda (Gráfico 5)

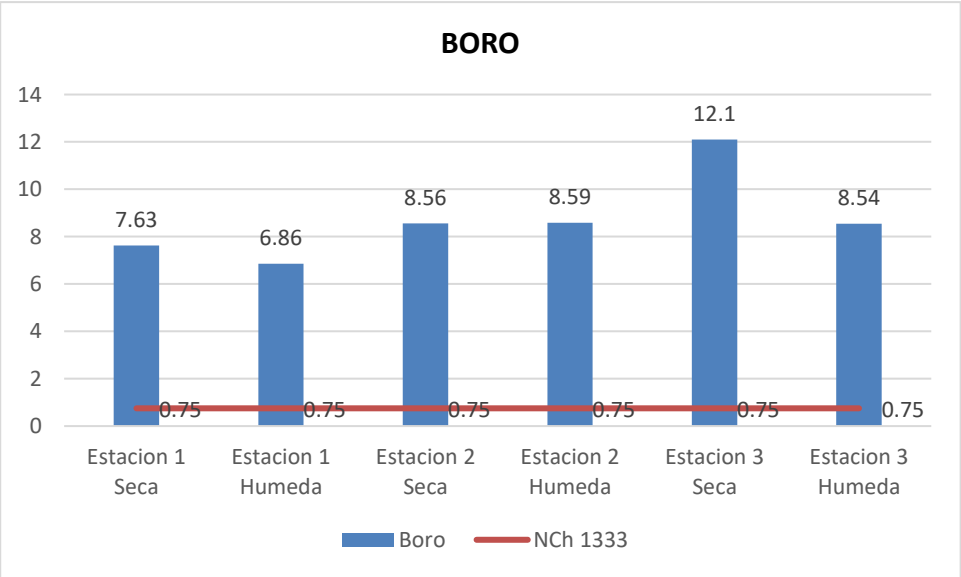


Gráfico 5: Valores de Boro en aguas del río Copiapó

Para el Litio (Cítrico) en la campaña seca, se presentan valores en promedio de 0,71241 mg/l, el cual supera los máximos establecidos en la normativa vigente (0,075 mg/l). El Litio (cítrico) aumenta medida que se aproxima a la desembocadura (estación 3). En la campaña húmeda el Litio (Cítrico), presentan valores en promedio de 0,55585 mg/l, el cual supera los máximos establecidos en la normativa vigente (0,075 mg/l). El Litio (cítrico) presenta la menor concentración en la Estación 1 (0,47737 mg/l) en la estación húmeda, y mayor en la Estación 3 (0,96313 mg/l) en la estación húmeda (Gráfico 6).

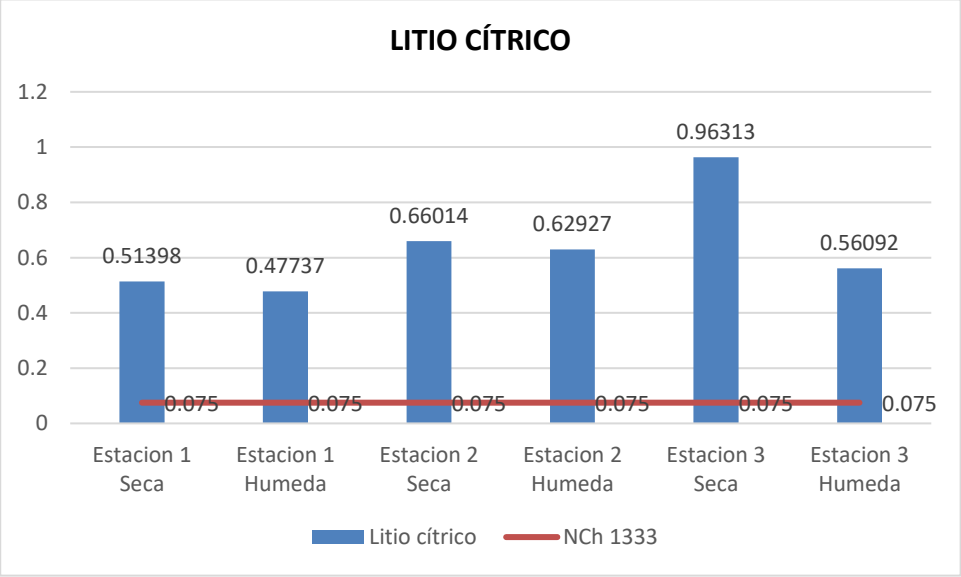


Gráfico 6: Valores de Litio (Cítrico) presente en el río Copiapó

En campaña seca el Sodio porcentual nos señala una pequeña diferencia entre los puntos, encontrándose en mayor cantidad en la Estación 3 (52,6%), seguida de la Estación 2 (50,3 %) y con menor concentración en la Estación 1 (48,3%).Todos los valores se encuentran en forma superior a los máximos permitidos en la NCh 1333, en campaña húmeda el Sodio porcentual señala una pequeña diferencia entre los puntos, encontrándose en mayor cantidad en la Estación 3 (62,9%), seguida de la

Estación 1 (53,2 %) y con menor concentración en la Estación 2 (43,5%).Todos los valores se encuentran en forma superior a los máximos permitidos en la NCh 1333 (Gráfico 7).

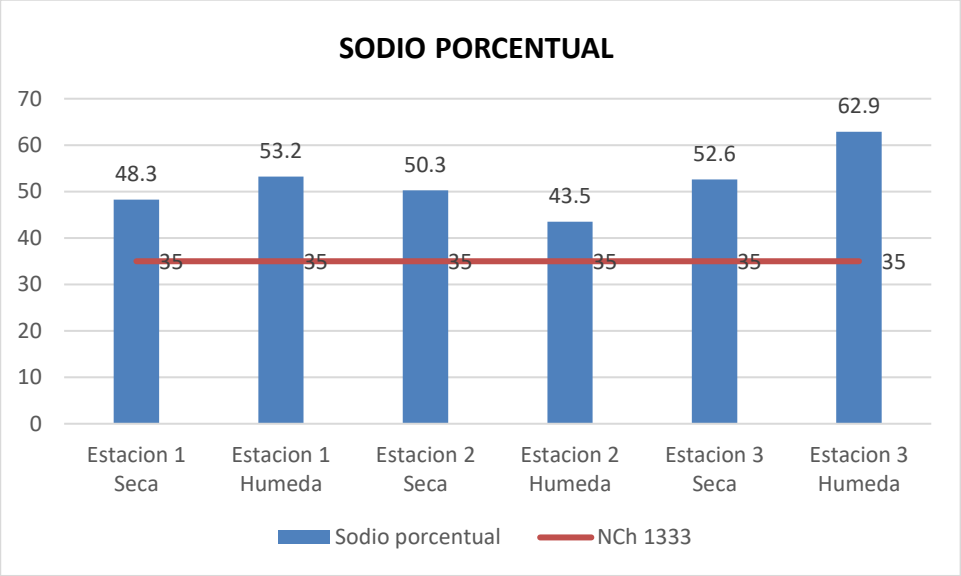


Gráfico 7: Valores de Sodio Porcentual presente en el río Copiapó

5.1.4 Muestras de aguas según NCh 409

El análisis de las muestras provenientes del curso principal, fueron comparados con la NCh 409/1 of. 2005, la cual establece los requisitos de calidad de agua potable en todo el territorio nacional.

Los resultados de las concentraciones de manganeso nos señalan un nivel más alto en las estaciones para la temporada húmeda con un promedio de 0,097 mg/l, por debajo de 0,1 mg/l (NCh 409), mientras en temporada seca los resultados de las concentraciones de manganeso presentan valores más bajos con respecto a la estación húmeda, donde el promedio es de 0,063 mg/l, de igual manera, por debajo de 0,1 mg/l.

Tabla 6: Manganeso presentes en el Río Copiapó

Elementos o sustancias	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409
Manganeso	mg/l	0,0785	0,0425	0,0133	0,1837	0,0990	0,0654	0.01	0.1mg/l

En la campaña seca el análisis de los Nitratos y Nitritos, nos señala valores mayores en la estación 1 para los Nitratos (0,70 mg/l) y homogéneos para Nitritos (<0,03 mg/l). Los valores en ambos parámetros, se encuentran por debajo de la normativa vigente, mientras en estación húmeda el análisis de los Nitratos y Nitritos, obtenidos en las estaciones de muestreo, señala un valor mayor en la Estación 2 para los Nitratos (0.22 mg/l) e iguales para Nitritos (<0,03 mg/l). Los valores en ambos parámetros, se encuentran por debajo de la normativa vigente (Tabla 7).

Tabla 7: Nitritos y Nitratos presentes en el río Copiapó y su comparación con la normativa vigente

Elementos o sustancias	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409
Nitrato (NO^-_3)	mg/l	0,70	< 0,20	< 0,20	0,22	< 0,20	< 0,20	0.5	50
Nitrito (NO^-_2)	mg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0.02	3

Las estaciones con valores más elevados de parámetros microbiológicos son la Estación 1 húmeda y Estación 3 seca con 350 NMP cada una, el límite de detección mediante laboratorio es 1.8

Tabla 8: Parámetros microbiológicos

Plaguicidas	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD
Coliformes totales	NMP/100mL	33,0	350	46,0	33,0	350	2,00	1.8
Coliformes fecales	NMP/100mL	< 2,00	350	33,0	33,0	350	2,00	1.8

Los valores obtenidos en los plaguicidas presentan valores inferiores a lo establecido, evidenciándose una homogeneidad en las estaciones muestreadas (Tabla 9).

Tabla 9: Plaguicidas

Plaguicidas	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409
2,4 – D	µg/l	< 3,00	< 18,0	< 3,00	< 18,0	< 3,00	< 18,0	7	30
DDT + DDD + DDE	µg/l	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	0,1	2
Lindano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1	2
Metoxicloro	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,2	20
Pentaclorofenol	µg/l	< 1,00	< 5,00	< 1,00	< 5,00	< 1,00	< 5,00	1	9

Los productos secundarios de la desinfección en ambas campañas se presentan en forma homogénea en cada una de las estaciones monitoreadas, señalando valores por debajo de los límites máximos establecidos en la normativa vigente (Tabla 10).

Tabla 10: Productos secundarios de la desinfección

Producto	Unidad	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda	LD	NCh 409
Bromodiclorometano	mg/l	< 5,00	< 1,00	< 5,00	< 1,00	< 5,00	< 1,00	0.005	0,06
Dibromoclorometano	mg/l	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	0.005	0,1
Monocloramina	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0.1	3
Tribromometano	mg/l	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	0.005	0,1
Triclorometano	mg/l	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	0.005	0,2
Trihalometanos	mg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	0.2	1*

*Suma de las razones entre la concentración medida de cada uno y su respectivo límite máximo.

5.1.5 Sedimentos

El análisis de los sedimentos en campaña seca, se observa un amplio rango de valores de metales, los cuales oscilan entre 0,01mg/kg y 22768 mg/kg. Para el caso de hierro, aluminio y sulfatos, cuyos valores superan los 2000 mg/kg. Las estaciones de muestreo en que se evidencia una mayor cantidad de metales en los sedimentos, corresponden a la estación 3.

El análisis de los sedimentos en campaña húmeda, se observa un amplio rango de valores de metales, los cuales oscilan entre 0,01mg/kg y 32794 mg/kg.

Tabla 11: Sedimentos

Análisis	Unidad	LD	Estación 1 Estación seca	Estación 1 Estación húmeda	Estación 2 Estación seca	Estación 2 Estación húmeda	Estación 3 Estación seca	Estación 3 Estación húmeda
Aluminio	mg/kg	5	7416	5869,0	8387	7072,0	6443	6665,0
Arsénico	mg/kg	0.01	9,1	7,0	12	10,0	5,5	9,0
Cadmio	mg/kg	0.1	0,35	0,2	0,11	< 0,1	< 0,10	< 0,1
Cinc	mg/kg	5	41	25,0	40	44,0	30	50,0
Cloruro(*)	mg/kg	10	7048	141,0	1337	136,0	719	1374,0
Cobre	mg/kg	3.5	26	18,0	24	21,0	12	17,0
Fósforo Total	mg/kg	30	575	367,0	784	415,0	553	509,0
Hierro	mg/kg	5	18724	12820,0	22768	22778,0	15753	32794,0
Manganeso	mg/kg	2	471	647,0	840	317,0	207	352,0
Molibdeno	mg/kg	5	0,90	< 0,5	3,59	0,7	< 0,50	0,8
Níquel	mg/kg	1.5	9,2	10,0	8,5	9,0	5,2	10,0
Nitratos (como N)(*)	mg/kg	10	31,8	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Nitritos (como N)(*)	mg/kg	0.5	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg/kg	12.5	1082	298,0	772	271,0	266	270,0
Nitrógeno Total	mg/kg	20	1089	298,0	774	271,0	266	270,0
Plomo	mg/kg	0.5	7,2	2,0	7,4	8,0	6,7	10,0
Selenio	mg/kg	0.01	< 0,50	0,6	< 0,50	0,8	< 0,50	< 0,5
Sulfato (*)	mg/kg	30	9105	350,0	2.020	407,0	1882	487,0

5.2 Aspectos Biológicos

5.2.1 Censo de avifauna

Según la revisión de los censos de avifauna realizados desde el año 2009, en el área de estudio se han identificado 70 especies de aves pertenecientes a 28 familias distintas; de éstas para la temporada seca 21 especies fueron registradas en el área de estudio, representadas por 14 familias, mientras que, en la temporada húmeda, fueron registradas 25 especies, representadas por 16 familias. De ellas una se encuentran en alguna categoría de conservación (Tabla 12).

Considerando que el territorio nacional presenta un total de 462 especies de aves (Martínez & González 2005; Jaramillo 2005), en la temporada seca un 4,54% de estas especies se encuentra representado en este humedal esta temporada y un 5,41% de estas especies se encuentra representado en la temporada húmeda.

Es en la temporada seca que se destaca la presencia de *Anas bahamensis* (Pato gargantillo), en categoría de conservación en Rara de acuerdo a lo señalado por la Ley de Caza y su Reglamento, edición 2015 del SAG, y Preocupación menor de acuerdo a lo señalado por el RCE, en el D.S 16/2016.

Tabla 12: Registro histórico de las especies de aves observadas en el humedal.

Familia	Nombre científico	Nombre común	n° de individuos campaña seca 2020	n° de individuos campaña Húmeda 2020
Accipitridae	*Buteo polyosoma*	Aguilucho	-	-
Accipitridae	*Circus cinereus*	Vari	-	-
Anatidae	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	4	-
Anatidae	*Anas cyanoptera*	Pato colorado	10	12
Anatidae	*Anas georgica*	Pato jergón grande	15	25
Anatidae	*Anas sibilatrix*	Pato Real	12	17
Anatidae	*Coscoroba coscoroba*	Coscoroba	-	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	n° de individuos campaña seca 2020	n° de individuos campaña Húmeda 2020
Ardeidae	*Casmerodius albus*	Garza grande	1	2
Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza boyera	-	-
Ardeidae	*Ardea cocoi*	Garza cuca	-	-
Ardeidae	*Egretta thula*	Garza chica	-	-
Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo	-	-
Charadridae	*Vanellus chilensis*	Queltehue	-	-
Charadridae	*Charadrius alexandrinus*	Chorlo nevado	1	-
Charadridae	*Charadrius collaris*	Chorlo de collar	-	-
Cathartidae	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada	5	3
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Jote de cabeza negra	-	-
Cathartidae	*Caracara Plancus*	Traro	-	-
Columbidae	*Columbina picui*	Tortolita cuyana	-	-
Emberizidae	*Agelaius thilius*	Trile	-	8
Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol	17	19
Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo	1	-
Falconidae	*Milvago chimango*	Tiuque	-	-
Furnariidae	*Phleocryptes melanops*	Trabajador	-	-
Furnariidae	*Cinclode soustaleti*	Churrete chico	-	2
Furnariidae	*Pseudasthenes hunicola*	Canastero	-	-
Furnariidae	*Geositta marítima*	Minero chico	-	2
Furnariidae	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral	-	4
Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Pilpilén	-	4
Haematopodidae	*Hematopus ater*	Pilpilén negro	-	-
Hirudinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina bermeja	-	-
Hirudinidae	*Tachycineta meyeni*	Golondrina Chilena	20	16
Hirudinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina dorso negro	-	-
Laridae	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana	24	25
Laridae	*Larosterna inca*	Gaviotín monja	-	-
Laridae	*Larus modestus*	Gaviota garuma	-	-
Laridae	*Larus serranus*	Gaviota andina	-	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	n° de individuos campaña seca 2020	n° de individuos campaña Húmeda 2020
Laridae	*Larus belcheri*	Gaviota Peruana	-	-
Oceanitidae	*Oceanites gracilis*	Golondrina de mar chica	-	-
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax bougainvillii*	Guanay	-	-
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	3	3
Pelecanoididae	*Pelecanoides garnotii*	Yunco	-	-
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión	25	18
Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala		2
Rallidae	*Fulica rufifrons*	Tagua frente roja	25	23
Rallidae	*Fúlica armillata*	Tagua común	65	86
Rallidae	*Fulica leucoptera*	Tagua chica	110	121
Rallidae	*Gallinula galeata pauxilla*	Taguita del norte		-
Rallidae	*Pardirallus sanguinolentus*	Pidén	-	-
Rynchopidae	*Rynchops niger*	Rayador	-	-
Spheniscidae	*Spheniscus humboldti*	Pingüino de Humboldt	-	-
Strigidae	*Athene cunicularia*	Pequén	-	-
Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Pitotoy grande	3	4
Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	-	-
Scolopacidae	*Gallinago paraguaiae*	Becacina	-	-
Scolopacidae	*Himantopus melanurus*	Perrito	4	5
Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico	-	-
Tharaupidae	*Sicalis luteola*	Chirigüe	-	-
Tharaupidae	*Diuca diuca*	Diuca	5	3
Tyrannidae	*Tachuris rubigastra*	Siete Colores	-	-
Tyrannidae	*Elaenia albiceps*	Fío-fío	-	-
Tyrannidae	*Lessonia rufa*	Colegial	14	3
Tyrannidae	*Muscisaxicola maclovianus*	Dormilona tontita	2	-
Tyrannidae	*Anairete sparulus*	Cachudito	1	2
Threskiornithidae	*Theristicus melanopis*	Bandurria	-	-
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán	-	4
Trochilidae	*Sephanoides sephanoides*	Picaflor	-	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	n° de individuos campaña seca 2020	n° de individuos campaña Húmeda 2020
Turnidae	*Tordus chiguanco*	Zorzal negro	-	-
TOTAL			**367**	**413**

RCE: CR = En peligro crítico; DD = Datos insuficientes; EN = En Peligro; EW= Extinta en estado silvestre; EX = Extinta; FP = Fuera de Peligro; IC = Insuficientemente Conocida; LC = Preocupación menor NT = Casi amenazada; R = Rara; VU = Vulnerable. LDC: P = especie catalogada como en Peligro de Extinción; V = especie catalogada en estado de conservación Vulnerable; R = especie catalogada como Rara; I = especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida; F = especie catalogada como Fuera de Peligro.



Imagen 13: *Falco sparverius* (Cernícalo) observado en el sector Chacra, durante el monitoreo de la Temporada seca.



Imagen 14: *Zonotrichia capensis* (Chincol) en sector puente, Temporada Seca



Imagen 15: *Muscisaxicola maclovianus* (Dormilona tontita) en estación 2, Temporada Seca.



Imagen 16: ***Fulica armillata*** **(tagua común) en sector desembocadura, Temporada Seca.**



Imagen 17: ***Phalacrocorax brasilianus*** **(Yeco) observado en estación 3, Temporada Húmeda.**



Imagen 18: ***Haematopus palliatus*** **(Pilpilén) observado en el sector desembocadura, Temporada Húmeda.**



Imagen 19: ***Tringa flavipes*** **(Pitotoy chico) en estación 2, Temporada Húmeda**



Imagen 20: *Casmerodius albus* (Garza grande) en estación E3, Temporada Húmeda.



Imagen 21: *Himantopus melanurus* observados en la Estación 3, Temporada Húmeda

5.2.2 Índice de Shannon-Wiener H´

Los resultados del índice ecológico de Shannon-Wiener, en cuanto a la diversidad nos indican que; según los datos recogidos en las tres estaciones, para la temporada seca destaca el sector de chacra donde se obtuvo un valor de H= 1,972, mientras que en la temporada húmeda se obtuvo un H= 1,882 en desembocadura, ambos ambientes presentaron una mayor riqueza y diversidad de especies en relación a las otras estaciones en cada temporada del 2020. En general, en comparación con los datos de las otras estaciones, en la temporada húmeda se registraron mayores valores en cuanto a la diversidad de especies y riqueza en las estaciones del puente y desembocadura. Para el caso de la chacra, hay una disminución en relación a los registros de la temporada seca, siendo esta estación la que siempre ha destacado por tener el mayor registro de especies en las estaciones muestreadas.

Tabla 13: Índice de Shannon

Índice	Temporada	Puente	Chacra	Desembocadura
Shannon H'	Seca	1,487	1,972	1,777
	Húmeda	1,579	1,467	1,882

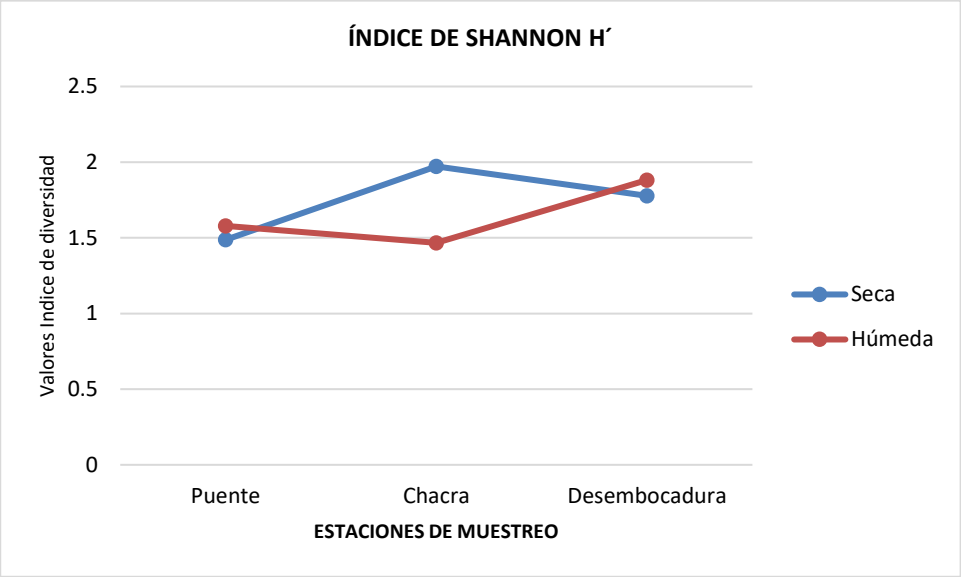


Gráfico 8: índice de Shannon-Wiener.

Además, el análisis de Bray-Curtis en cuanto a similitud entre estaciones muestreadas, nos indica que para en la temporada seca y húmeda hay distintos valores de similitud, presentando un comportamiento más restringido entre los grupos, cambiando su relación en la estación seca y húmeda. Es así, como en la temporada seca se ve reflejada una similitud del 0,36% entre E1 (Puente) y E2 (Chacra), ambientes que compartían la mayor cantidad de especies, dejando a la desembocadura con baja similitud. Por otro lado, durante la estación húmeda la similitud va por la E3 (Desembocadura) y E2 (Chacra) con un 0,1%, compartiendo especies principalmente acuáticas, las cuales de distribuyen en ambos ambientes en los cuerpos de agua. Durante esta campaña los registros obtenidos de la E1 (Puente) no compartieron ambientes más acuáticos (Gráfico 9).

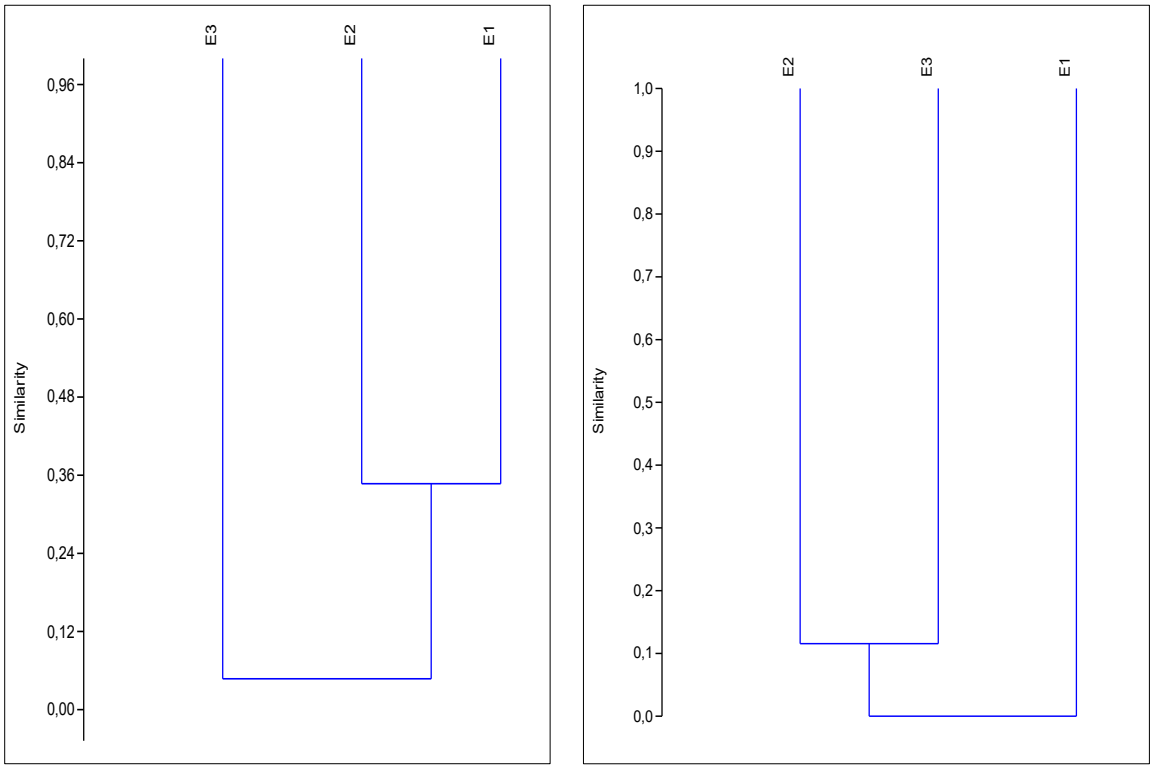


Gráfico 9: índice de Shannon-Wiener. Dendrograma de similitud Bray Curtis, para los tres puntos de muestreo en temporada seca y húmeda del 2020. (Izquierda T. Seca – Derecha T. Húmeda)

5.2.3 Composición Florística

Para las tres estaciones y en las dos temporadas de identifico un total de 18 especies. La temporada seca se registró 18 especies y la húmeda 15 (Tabla 14). La familia con más representantes fue Poaceae con 4 especies; no registrando presencia de Pteridophyta (helechos) y Gymnospermae.

Tabla 14. Listado florístico, temporada húmeda y seca

Familia	Especies	Nombre común	OF	HB	Estación seca	Estación húmeda
Dicotyledoneae						
Asteraceae	*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca	N	Ar	X	X
Asteraceae	*Tessaria absinthioides* (Hook. & Arn.) DC.	Brea	N	Ar	X	X
Chenopodiaceae	*Atriplex clivicola* I. M. Johnst.	Cachiyuyo	E	Ar	X	X
Chenopodiaceae	*Sarcocornia fruticosa* (L.) A. J. Scott	Sosa	N	Hp	X	X
Chenopodiaceae	*Suaeda foliosa* Moq.	--	N	Ar	X	X
Fabaceae	*Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Chañar	N	A	X	X
Malvaceae	*Malvella leprosa* (Ortega) Krapov.	Malva amarilla	N	Hp	X	
Tamaricaceae	*Tamarix ramosissima* Ledeb.	Tamarindo rosa	A	Ar	X	X
Frankeniaceae	*Frankenia chilensis* C. Presl	Hierba del salitre	N	Ar	X	X
Monocotyledoneae						
Cyperaceae	*Schoenoplectus pungens* (Vahl) Palla	Totora	N	Hp	X	X
Juncaceae	*Juncus acutus* (L.)	Junco	N	Hp	X	X
Poaceae	*Cynodon dactylon* (L.)	Pasto bermuda	A	Hp	X	X
Poaceae	*Distichlis spicata* (L.)	Pasto salado	N	Hp	X	X
Poaceae	*Polypogon monspeliensis* (L.) Desf.		A	Ha	X	X
Poaceae	*Arundo donax* L.	Carrizo	A	Hp	X	X
Typhaceae	*Typha angustifolia* L.	Totora	N	Hp	X	X
Ceratophyllaceae	Ceratophyllum demersum	Hilo de Agua	A	Hp	X	
Potamogetonaceae	Potamogeton pusillus	Huiro	A	Hp	X	

OF= origen fitogeográfico (A= adventicia, N= nativa, E= endémica), HB= habito biológico (A= arbóreo, Ar= arbustivo, Hp= hierba perenne, Ha= hierba anual, Hb= hierba bianual).

Para el hábito o tipo biológico, en la temporada húmeda se registró 7 hierbas perennes (46,7%), 6 arbustivas (40,0%) y una hierba anual y arbórea (6,7%) cada una. En cuanto a la temporada seca, 10 hierbas perennes (55,6%), 6 arbustivas (33,3%) y una hierba anual y arbórea (5,6%) cada una.

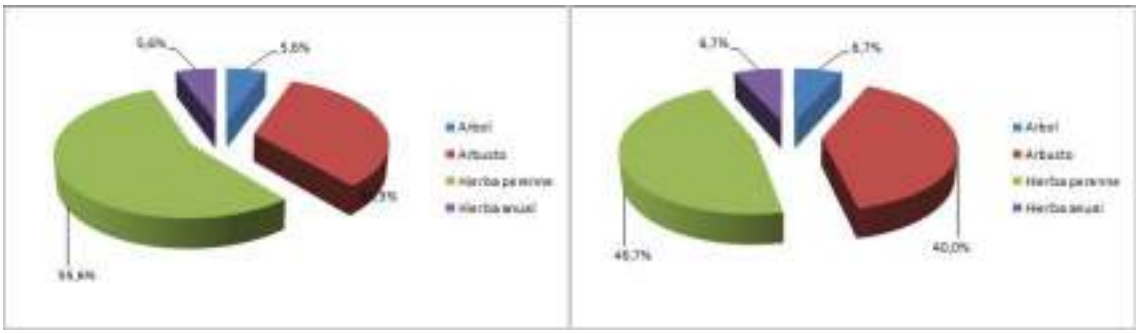


Gráfico 10: Tipo biológico, en temporada seca y húmeda 2020.

En cuanto al origen fitogeográfico, en la temporada húmeda se registró 10 nativas (N) (66,7%), 4 adventicias (A) (26,7%) y 1 endémica (E) (6,7%). Para la temporada seca la cantidad de especies nativas domino con 11 especies (61,1%), luego las especies adventicias 6 (33,3%), y 1 endémica (5,6%), (Grafico 11).

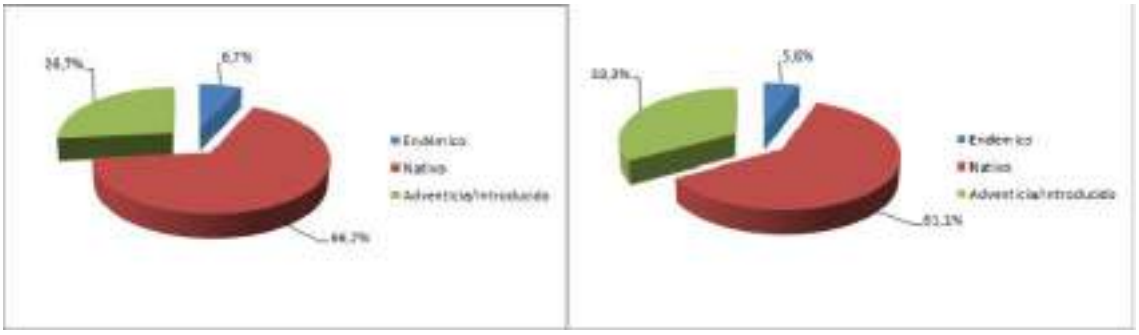


Gráfico 11: Origen fitogeográfico en temporada seca y húmeda 2020.

- **Cobertura vegetal.**

Para las estaciones muestreadas en las distintas capas vegetales, la capa vegetal pequeña y mediana están presente en las tres estaciones de muestreo de las dos temporadas, manteniéndose los mismos valores para ambas temporadas. La capa flotante solo se pudo apreciar en la temporada Seca 2020, no registrando indicios de ella en la temporada húmeda (Tabla 15).

Tabla 15. Cobertura vegetal temporada húmeda.

Capa Vegetal	Temporada Seca			Temporada Húmeda		
	Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)	Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)
Flotante	-	-	25-50	-	-	-
Pequeña	75-50	5-25	75-100	75-50	5-25	75-100
Mediana	50-70	25-50	25-50	50-70	25-50	25-50
Alta	75-100	-	5-25	75-100	-	-
Muy Alta	5-25	-	-	5-25	-	-
N° de capas	4	2	4	4	2	2
Puntaje	A	B	A	A	B	A

- **Dominancia y codominancia de especies.**

Para la dominancia y codominancia de las especies, se establece mediante el porcentaje de cobertura, siendo el mayor para la especie dominante mientras que los valores menores serán para las especies codominantes. Para la estación 1, en la temporada húmeda, registrando 3 especies dominantes y 3 codominantes, en cuanto al porcentaje de cobertura se destaca la dominancia de *T. angustifolia* en la capa alta llegando a valores cercanos al 100% de cobertura. En la temporada seca, se registró el mismo número de especies dominantes y codominantes, para la dominancia en cuanto al porcentaje de cobertura se destaca a *T. angustifolia* en las capas mediana y alta, la especie *T. absinthioides* dominó en la capa mediana (Tabla 16).



Imagen 22: Estación 1

Tabla 16. Dominancia y codominancia, estación 1, temporada Seca y húmeda.

Capa Vegetal	Temporada Seca		Temporada húmeda	
	Especie	Cobertura (%)	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-		
Pequeña	*Distichlis spicata*	5-10	*Distichlis spicata*	5-10
Mediana	*Tessaria absinthioides*	50-75	*Tessaria absinthioides*	50-75
	Baccharis salicifolia	40-50	*Baccharis salicifolia*	40-50
Alta	*Typha angustifolia*	75-100	*Typha angustifolia*	75-100
	Atriplex clivivola	5-10	*Atriplex clivivola*	5-10
Muy Alta	*Geoffroea decorticans*	5-10	*Geoffroea decorticans*	5-10

Capa Vegetal	Temporada Seca		Temporada húmeda	
	Especie	Cobertura (%)	Especie	Cobertura (%)
N° de especies dominantes		3	**N° de especies dominantes**	3
N° de especies codominantes		3	**N° de especies codominantes**	3
Puntaje especies dominantes		A	**Puntaje especies dominantes**	A
Puntaje especies codominantes		C	**Puntaje especies codominantes**	C

Para la estación 2, se mantuvieron constantes los valores de dominancia y codominancia entre las temporadas húmeda y seca. Se registró 3 especies dominantes y 3 codominantes, la especie *T. absinthioides* dominó en cuanto al porcentaje de cobertura en la capa mediana; mientras que la especie *T. angustifolia* en la cobertura de la capa alta (Tabla 17).



Imagen 23: Vista general estación 2.

Tabla 17: Dominancia y codominancia estación 2, temporada seca y húmeda.

Capa Vegetal	Temporada Seca		Temporada húmeda	
	Especie	Cobertura (%)		
Flotante	-	-	-	-
Pequeña	*Distichlis spicata*	40-50	*Distichlis spicata*	40-50
	Polypogon monspeliensis	5-10	*Polypogon monspeliensis*	5-10
Mediana	*Tessaria absinthioides*	60-75	*Tessaria absinthioides*	60-75
	Schoenoplectus pungens	15-25	*Schoenoplectus pungens*	15-25
	Juncus acutus	5-10	*Juncus acutus*	5-10
Alta	*Typha angustifolia*	50-75	*Typha angustifolia*	50-75

Capa Vegetal	Temporada Seca		Temporada húmeda	
	Especie	Cobertura (%)		
Muy Alta	-	-	-	-
N° de especies dominantes		3	N° de especies dominantes	3
N° de especies codominantes		3	N° de especies codominantes	3
Puntaje especies dominantes		A	Puntaje especies dominantes	A
Puntaje especies codominantes		C	Puntaje especies codominantes	C

Para la estación 3 de la temporada húmeda, el número de especies dominantes fue de 2 y 2 codominante las especies *D. spicata* y *T. absinthioides* dominaron en cuanto al porcentaje de cobertura en las capas pequeña y mediana respectivamente. Para la temporada seca el número de especies dominante es 3 y el número de especies codominante se registró 2 especies, en cuanto a las especies dominantes se agrega la capa flotante, manteniéndose las otras capas (Tabla 18).



Imagen 24: Vista general estación 3.

Tabla 18: Dominancia y codominancia estación 3, temporada seca y húmeda.

Capa Vegetal	Temporada Seca		Temporada húmeda	
	Especie	Cobertura (%)	Especie	Cobertura (%)
Flotante	Potamogeton pusillus	10-20	-	-
Pequeña	*Distichlis spicata*	20-40	*Distichlis spicata*	20-40
	Sarcocornia fruticosa	10-20	*Sarcocornia fruticosa*	10-20
Mediana	*Tessaria absinthioides*	60-70	*Tessaria absinthioides*	60-70
Alta	*Atriplex clivicola*	5-10	*Atriplex clivicola*	5-10
Muy Alta	-	-	-	-
N° de especies dominantes		3	**N° de especies dominantes**	2
N° de especies codominantes		2	**N° de especies codominantes**	2

Capa Vegetal	Temporada Seca		Temporada húmeda	
	Especie	Cobertura (%)	Especie	Cobertura (%)
Puntaje especies dominantes		A	Puntaje especies dominantes	B
Puntaje especies codominantes		C	Puntaje especies codominantes	C

- **Métricas vegetacionales.**

Para él porcentaje de invasión en la temporada seca y húmeda (Tabla 19), se registra un total de 6 especies codominante para todos los sitios y para todas las capas y en base al origen fitogeográfico se determina si es invasiva o no, determinando que una especie es adventicia, *P. monspeliensis*, considerándola invasora por su porcentaje final 7%, en la temporada seca y apreciando una disminución en su porcentaje final en la temporada húmeda, por lo que fue clasificada como no invasiva.

Tabla 19: Porcentaje de especies codominantes, temporada seca y húmeda.

Capas	Especies	OF	Temporada seca	Temporada húmeda
			Invasiva	Invasiva
Flotante	-	-	-	-
Pequeña	*Sarcocornia fruticosa*	N	no	no
	Polypogon monspeliensis	A	si	no
Mediana	*Baccharis salicifolia*	N	no	no
	Schoenoplectus pungens	N	no	no
	Juncus acutus	N	no	no
Alta	*Atriplex clivicola*	E	no	no
Muy alta	-	-	-	-
Total, de especies codominantes			6	6
Porcentaje de invasión (%)			7%	4%
Puntaje			A	A



Imagen 25: ***Polypogon monspeliensis.***

5.3 Análisis espacio temporal

5.3.1 Métricas de la comunidad vegetal

El área correspondiente al Humedal de la Desembocadura del río Copiapó para ambos años, representa un total de 425,355 hectáreas, con diferencias significativas en su distribución entre el intervalo anual de análisis. Para el año 2019, el modelo de clasificación supervisada evidenció el área predominante entre las unidades analizadas respecto a la evaluación correspondiente a este período de tiempo. El modelo se aplica entonces en las dos temporadas definidas para el análisis: la primera es la temporada

seca, que comprende los meses de enero a junio, y la segunda es la temporada húmeda, la cual analiza el período comprendido entre los meses de julio a diciembre. En la evaluación del humedal para la temporada seca del año 2019, se registraron los siguientes porcentajes de las unidades del humedal respecto a la superficie total; Espejo de agua con un 1,45%, Suelo 51,42% y Humedal 47,29%. Para la temporada húmeda, la superficie de las unidades del humedal varía en comparación a la temporada seca. En este período de análisis, la unidad de Humedal disminuye a un 27% de su área, junto con la unidad de Espejos de agua, alcanzando un 2 %. En cambio, la unidad Suelo refleja un aumento de su superficie a un 71%. (Gráfico 12).

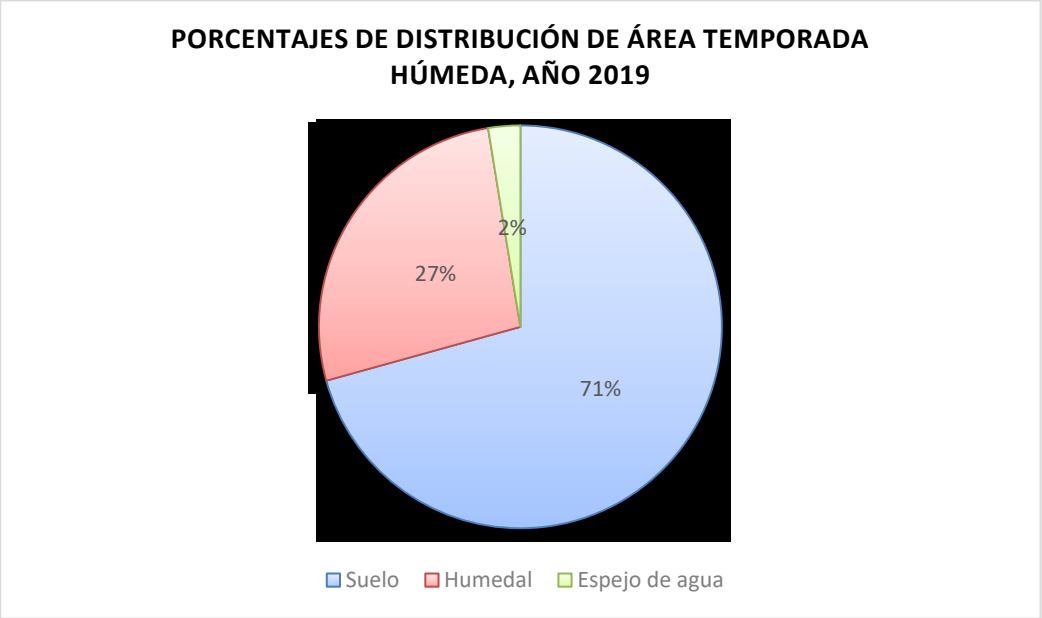


Gráfico 12: Gráfico de porcentaje de área predominante, estación húmeda 2019. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 26: Mapa con clasificación supervisada, temporada húmeda año 2020. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al análisis realizado para el año 2020, se logra apreciar una diferencia entre el área de las unidades correspondientes a Humedal, Suelo y Espejos de agua, en relación a los datos obtenidos en el análisis del año 2019. La unidad de Humedal disminuye a un 20,11 % de su área, y la unidad Suelo aumenta a un 75,44 %, junto con la unidad de Espejos de agua, alcanzando un 4,45 % de la superficie total (Imagen 28). La diferencia en proporcionalidad para ambos años se traduce en que la unidad de Humedal durante el año 2020 disminuye en un 24,25% su área con respecto al año 2019, teniendo relación con la ausencia de acontecimientos hidrometeorológicos de precipitación, lo cual ha generado una anomalía climatología transitoria denominada sequía, disminuyendo y afectando la cobertura

vegetal del humedal. Respecto a la unidad del Espejo de agua, esta aumenta en sólo 0,89 % en comparación a la superficie analizada en el año 2019.

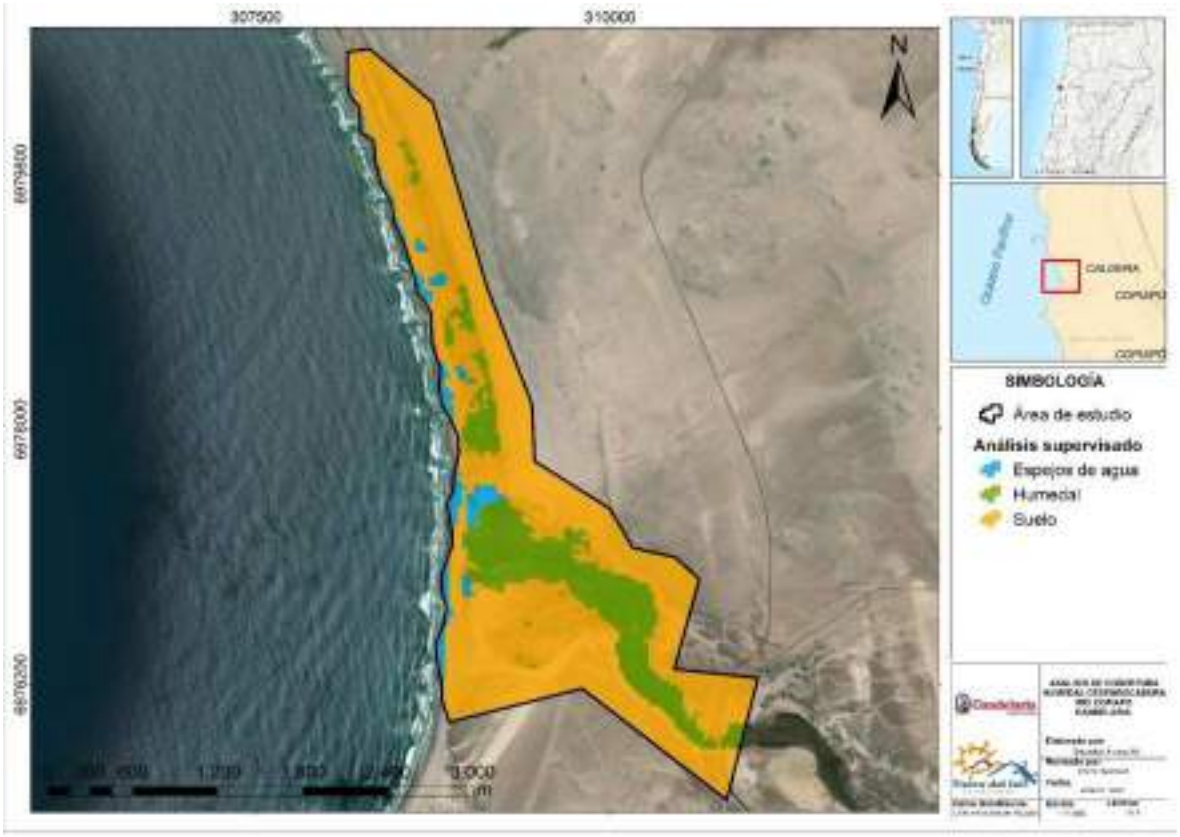


Imagen 27: Mapa de clasificación supervisada año 2020. Fuente: Elaboración propia

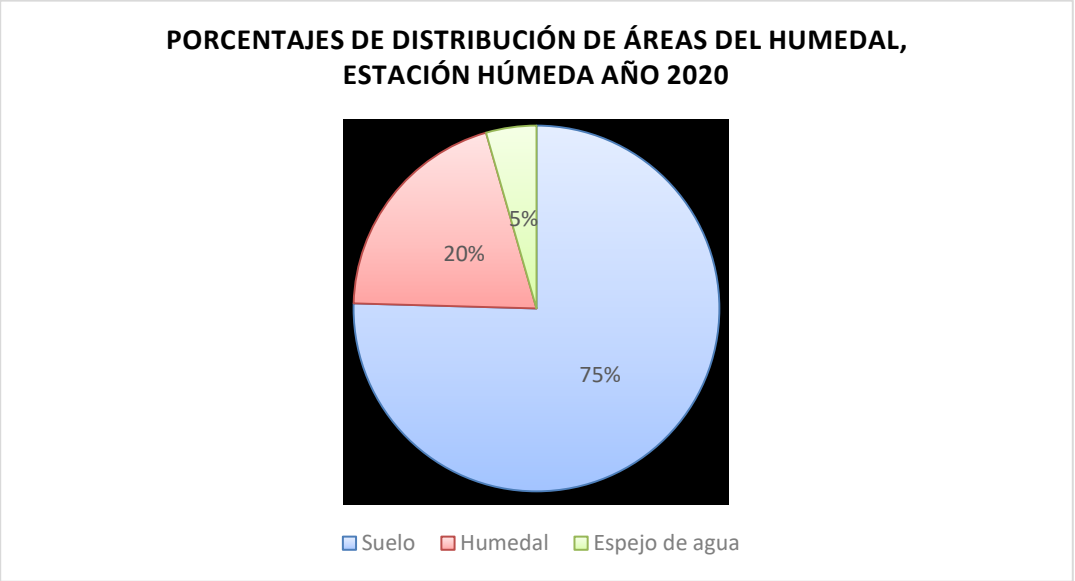


Gráfico 13: Gráfico de áreas, año 2020. Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla (Tabla 20), se muestran las superficies en hectáreas de las unidades determinadas, como también la variación porcentual entre ambos años de análisis. El porcentaje de variación que demuestra una diferencia negativa corresponde a la unidad de Humedal, debido a la ausencia de eventos de precipitaciones derivando en una sequía de características prolongadas durante las últimas temporadas. Dicha unidad representa una variación negativa de 0,24 %.

Tabla 20: Áreas obtenidas mediante Clasificación supervisada y Porcentaje de variación

ÁREA	AÑO 2019 (ha)	AÑO 2020 (ha)	PORCENTAJE DE VARIACIÓN ((A2-A1) /A1)
Suelo	314,55	335,7	0,06
Humedal	118,9	89,46	-0,24
Espejo de Agua	11,42	19,8	0,73

6. DISCUSIÓN

Debido al bajo nivel de agua observado en área de estudio, en estación seca y estación húmeda, con un contexto de altas temperaturas y con ausencia de precipitaciones, es que el caudal en las tres estaciones muestreadas se observa una ausencia de flujo de caudal de agua superficial, lo cual genera un cuerpo de agua estancado. Situación esperable debido a la extracción para fines de riego en la zona, sumado a la mayor demanda de agua por especies macrofitas asociado al prematuro inicio de la época de crecimiento de la cobertura vegetacional y el aumento de la evaporación y evo-transpiracion por el incremento de las temperaturas, desde la vegetación y los suelos, ya que estos últimos son menos permeables (Elliot 2009), características típicas de zonas áridas y semiáridas, generando una menor disponibilidad hídrica en el sistema. Los caudales de la zona norte de Chile por lo general se presentan reducidos, situación que se agrava durante los periodos de sequía, en la cual los caudales se hacen prácticamente nulos (Salazar 2003), como lo registrado en este monitoreo.

Considerando el requisito para aguas de riego, según las Normas Chilenas Oficiales (NCh 1333), éstas deben tener un pH entre 5,5 y 9,0, por lo cual las aguas de las tres estaciones muestreadas son aptas para este uso (7,91 – 7,89– 8,14 estación seca y 7,89 – 7,72 – 8,86 estación húmeda). Los requisitos de pH para aguas destinadas a recreación y estética, según la Norma Chilena 1333, son 6,5 a 8,3 y en ningún caso menor de 5 o mayor de 9, de acuerdo a esta normativa las aguas de este río son aptas para ese uso. El requisito para la vida acuática, es de 6 a 9 unidades de pH, las aguas dulces presentan un pH entre 7,2 y 8,7, por lo tanto, las aguas de este río no presentan problemas.

La conductividad (25°C), en temporada seca registró los valores más altos en la Estación 3 (12652µs/mg) mientras en temporada húmeda los valores más altos también se encontraron en la Estación 3 (24522 µs/mg), esto se puede deber aridez de los suelos, caracterizados por escasas precipitaciones y alta radiación solar, los iones tienden a concentrarse (Cade-Idepe 2004).

El Manganeso es uno de los elementos más abundante en la corteza terrestre, generalmente asociado a la presencia de Hierro. Se origina naturalmente en muchas fuentes de agua superficiales y subterráneas, sobre todo en condiciones aireadas u oxidantes. La fuente más importante de Manganeso está en el agua de consumo, aunque habitualmente la mayor exposición proviene de los alimentos.

Según la OMS, el Manganeso es un elemento escencial para el ser humano y otros animales, por lo que tanto la falta como el exceso de este puede ocasionar efectos adversos en la salud de las personas (OMS 2016). Por otro lado la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) revela que el efecto más común que se observa en trabajadores expuestos a niveles altos de manganeso involucra al sistema nervioso. Estos efectos incluyen alteraciones del comportamiento y en movimientos lentos y sin coordinación. Cuando esta combinación de síntomas se torna grave, se le refiere como “manganismo”. En trabajadores expuestos a concentraciones más bajas de manganeso también se han observado otras alteraciones no tan graves del sistema nervioso, tales como lentitud de los movimientos de las manos. Por otro lado, La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) concluyó que la información científica existente es insuficiente para determinar si el exceso de manganeso puede producir cáncer (web 1)

Los sulfatos están presentes de forma natural en muchos minerales, los cuales se utilizan comercialmente, sobre todo en la industria química. Se liberan al agua procedentes de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera. Sin embargo, en regiones cuyas aguas de consumo contienen concentraciones altas de sulfato, el agua de consumo puede ser la principal fuente de ingesta (OMS 2006).

Las concentraciones de sulfatos en este año de monitoreo 2020 fueron en promedio para temporada seca de 3280 mg/l en las tres estaciones, muy por debajo está el límite máximo establecido por la NCh 1333 (250 mg/l) mientras que en estación húmeda el promedio fue de 2899 mg/l en las tres estaciones, al igual que la estación anterior muy por debajo está el límite máximo establecido por la NCh 1333 (250

mg/l). El sulfato presente en altas concentraciones a lo largo del río, contribuye a la salinidad de las aguas, este anión permanece mayormente disuelto debido a su gran estabilidad y resistencia a la reducción. El sulfato es un contaminante presente en aguas residuales de la industria minera y en drenajes ácidos de minas. En altas concentraciones podría generar problemas ambientales, como aumentar la producción de ácido sulfhídrico, un gas tóxico, en las etapas anaerobias del tratamiento de aguas (Hurtado Carrasco, C. at el 2012).

El sodio porcentual en estación seca se encuentra por sobre la NCh 1333 (35,0%) en las tres estaciones, con porcentajes promedio de 50,4%, siendo la estación 3 el porcentaje más alto (53,6%) en estación húmeda el Sodio porcentual se encuentra por sobre la NCh 1333 (35,0%) en las tres estaciones, con porcentajes promedio de 53,2%, siendo la estación 3 el porcentaje más alto (62,9%). Los cationes de sodio presentes en el agua pueden contribuir al deterioro de los suelos aledaños al río, estos cationes logran un intercambio iónico mucho más afín que los cationes de Mg^{+2} y Ca^{+2}, los cuales dan las características de porosidad al suelo, provocando disminuciones en la permeabilidad, interfiriendo con el drenaje necesario para mantener una salinidad normal, debido a que las sales se irán acumulando y además disminuye la aireación necesaria para el crecimiento de especies vegetales, pudiendo llegar a deteriorar irreversiblemente los suelos, la vegetación y la biodiversidad existente en el humedal.

Según la OMS, no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud debido a que no se pueden extraer conclusiones definitivas con respecto a la posible asociación entre la presencia de sodio en el agua de consumo y la hipertensión. Sin embargo, a concentraciones sobre los 250 mg/L el sabor del agua puede volverse inaceptable, este valor depende del anión asociado al sodio y la temperatura del agua (OMS 2006).

En cuanto a los efectos en la vegetación, los síntomas de toxicidad incluyen quemazones, encrespamiento de la hoja y muerte de tejidos (lo cual ocurre inicialmente en los bordes externos). A medida que la severidad de la toxicidad aumenta, progresa en los tejidos intervenales. (web 4)

En el caso de los cloruro presente en los cuerpos de agua superficial provienen principalmente de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales, escorrentía urbana con sal de deshielo, e intrusiones salinas. Los valores registrados, al igual que en temporadas pasadas superan la Norma.

El valor de referencia según la OMS es de 250 mg/L, sin embargo no está basado en algún posible daño a la salud humana, si no más bien a que sobre esos valores, la presencia de este ión confiere un sabor perceptible en el agua.

El cloruro es un micronutriente esencial y todos los cultivos requieren cloruro en pequeñas cantidades. Sin embargo, a menudo es asociado con daño de salinidad y toxicidad, altos niveles de cloruro en la solución de suelo, pueden generar toxicidad por cloruro en los cultivos (Libro Azul, 2002). Los niveles elevados de cloruro, pueden dar lugar directamente a toxicidad de la planta, o reducción de la calidad de la parte cosechada de la planta. Además, algunas plantas pueden tolerar bien el cloruro, pero no el aumento asociado en la salinidad del suelo. (Libro azul, 2002). Entre los síntomas más comunes de la toxicidad de cloruro en las plantas, se incluye la necrosis de los márgenes de las hojas, la que normalmente aparece primero en las hojas más viejas. Un exceso de estas quemaduras puede resultar en pérdida de las hojas. Sin embargo, podría ser difícil de diagnosticar la toxicidad de cloruro. A menudo es difícil distinguir si el síntoma de toxicidad se relaciona directamente con el cloruro o con otros elementos que se absorben, como el sodio u otras sales como el boro.

Las concentraciones de cloruro excesivas aumentan la velocidad de corrosión de los metales en contacto con el agua según su alcanidad, incrementando la concentración de metales en el agua (OMS 2006)

Las concentraciones de Boro en estación seca presentaron un promedio de 9,43 mg/l detectándose problemas para su uso como agua para riego, en todas estaciones debido a que la Norma Chilena acepta como límite máximo 0,75 mg/l misma situación en temporada húmeda del presente año donde las concentraciones de boro presentaron un promedio de 7,99 mg/l detectándose problemas para su uso como agua para riego, en todas estaciones. Estos valores, en comparación con muestreos

anteriores, continúan superando la Norma Chilena (informe anual de monitoreo Humedal rio Copiapó 2015, 2016 y 2017). El Boro es un elemento ampliamente distribuido en minerales de la corteza terrestre, por lo que puede ser liberado al aire, al agua o al suelo como consecuencia de la erosión natural de suelos y rocas. Las contribuciones antropológicas de este elemento se deben principalmente a plantas que manufacturan vidrio, plantas de energía que queman carbón, fundiciones de Cobre, uso de plaguicidas y de abonos agrícolas (web 6). El Boro puede entrar al cuerpo al consumir alimentos y tomar agua que lo contiene, al respirar polvo de boro en el aire o incluso cuando un área dañada de la piel entra en contacto con esta sustancia. La OMS establece un valor de referencia provicional de 0,05 mg/L de Boro presente en los cuerpos de aguas superficiales. El valor es provisional debido a la dificultad y costo económico que resulta una remoción efectiva de este metaloide en aguas que presentan altas concentracones de forma natural, es decir, condiciones semiáridas como el área donde se encuetra ubicado el humedal de Copiapó (OMS 2006).

En el caso del Litio es el elemento metálico más abundante y constituye alrededor del 8% de la corteza terrestre. Es frecuente la utilización de sales de Aluminio en el tratamiento del agua como coagulantes para reducir el color, la turbidez, y el contenido de materia orgánica y de microorganismos.

El sulfato contribuye a la salinidad de las aguas de regadío, en la cual la presencia de determinados iones puede inducir en la vegetación a desbalances nutricionales o deficiencias, causando una disminución en los rendimientos o daños a la planta. A modo de ejemplo, altos niveles de sulfato en el agua de riego, pueden inducir a deficiencias de Mg en la uva (Ehling, 1960), mientras que el corazón negro del apio en suelos salinos se debe a deficiencia de Ca causada por altos niveles de Sulfatos y bajo contenido de Ca (Geraldson, 1954).

En relación a los elementos químicos encontrados en los sedimentos, estos presentan valores heterogéneos en las tres estaciones de muestreo durante todo el año. Si bien en épocas de menor caudal, las concentraciones de metales fueron mayores en los sedimentos, similar a lo sucedido en otros cuerpos de aguas, como el río Aconcagua (Cenma 2008). En el análisis de sedimentos arrojo que

el Hierro, Aluminio, Cloruro y Nitrógeno total se encontraron con mayor concentración superando los 2000 mg/kg.

Respecto al componente biótico y faunístico, a consideración de número de especies, número de individuos y diversidad señala que la dotación de aves es variable, dependiendo de una serie de factores, tales como perturbaciones, condiciones climáticas, presencia humana, entre otros (Sielfeld et al. 2012). En consecuencia, al intensivo uso del agua del río Copiapó y la baja recuperación del caudal natural afectando el número de especies observadas. Caso especial es el de este año, donde el número de aves registrada en ambas temporadas se elevó respecto a años anteriores.

El análisis de similitud (dendrograma) entrega información que indica una diferencia entre los ensambles de aves de las tres estaciones muestreadas durante ambas temporadas, observando que el valor de similitud en la temporada seca otorga un valor de 0,36% para E1 (Puente) y E2 (Chacra), ambientes que compartían la mayor cantidad de especies, dejando a la desembocadura con baja similitud con respecto a estas. En el caso de similitud de la temporada húmeda de las tres estaciones muestreadas, se observa que el valor entre las Estaciones 2 E2 (Chacra) y E3 (Desembocadura) es apenas de un 0,1%, mientras que la Estación 1 (Puente) con respecto a las otras dos es de un 0%. Las diferencias presentes pueden ser ocasionadas por conductas o necesidades propias de aves que dependen más que otras de masas de agua de mayor superficie, por lo que las similitudes disminuyen ya que en las zonas con más agua predominaban las aves acuáticas, mientras que en la E1 (Puente) predominan especies más terrestres, por lo que se marca una diferencia notoria entre las tres zonas con respecto a la avifauna presente (Brandolin, Martori & Ávalos, 2007). Por otra parte, también los resultados se pueden asociar a variables climáticas, las cuales pueden influir en la abundancia y riqueza de avifauna en una misma área. Por ejemplo, el muestreo realizado para el 2015, se ha visto influenciado por el fenómeno climático “El Niño”, provocando que la isoterma suba generando precipitaciones altas ocasionando el aluvión, fenómeno natural producto de las intensas lluvias. Este acontecimiento permitió que el curso del río Copiapó pudiera llegar hasta el mar, situación vista por

última vez en el año 1997. (Godoy, *op*. Cit.), además de ser un factor que ha influenciado el aumento de las especies de aves observadas en esta estación, ya que en épocas más lluviosas se relaciona con un aumento en la disponibilidad de alimento (Canevari et al. 1991).

Para la composición florística se registra un mayor número de ejemplares en la temporada seca (18 especies) y en la temporada húmeda 15 especies. Su diferencia se puede deber a la influencia de ganado, caprino y equino, el cual se observó en ambos monitoreos.

En cuanto a los porcentajes de cobertura y participación de las diferentes capas, solo en temporada seca se identificó la capa flotante. Para las otras capas, los porcentajes de cobertura y participación se mantuvieron constantes en ambas temporadas.

Las especies dominantes se han mantenido al largo de los monitoreos, las especies *Typha angustifolia, Tessaria absinthioides y distichlis spicata*, se mantienen como las especies dominantes de los sectores de análisis. El desarrollo de este tipo de vegetación cubre todas las capas presentes en las áreas de muestreo y su grado de dominancia limita (no impidiendo) el desarrollo de otro tipo de vegetación.

La especie *D. spicata*, se comporta como una especie invasiva creciendo en sitios salinos, también se vería favorecida por la introducción de ganado, ya que se le considera una especie forrajera y junto a esto es una especie que tolera de buena forma la radiación solar (Pelliza *et al*. 2005). Por lo que no se descarta que los valores en cuanto a su cobertura y dominancia varíen en el tiempo.

La especie *T. angustifolia* según Urrutia *et al*. 2017 es una especie cosmopolita invasora, esto se debe a que genera compuestos alelopáticos lo cual inhibe el crecimiento y otras plantas, disminuyendo la diversidad de especies de una determinada zona, se observa una clara dominancia en la estación 1, su porcentaje tiene a disminuir en la estación 2.

En el análisis de las imágenes satelitales correspondiente al año 2020, se detectó un incremento en las superficies correspondientes a las unidades de Suelo y Espejos de agua; de la primera unidad se asocia que producto de los procesos relacionados a agentes externos modeladores del relieve, junto con la

ausencia de precipitaciones lo cual ha derivado en condiciones de sequía, ha disminuido la cubierta vegetal junto con su vigorosidad, exponiendo más superficie inundada correspondiente a los Espejos de Agua. De esta última unidad, también se puede sugerir que, debido a procesos de erosión costera, con presencia de marejadas y entradas de agua hacia la desembocadura del río Copiapó, se haya experimentado un aumento en la superficie cubierta por agua. En relación a la unidad Suelo, la ausencia de las condiciones que favorecen una vegetación vigorosa y la reproducción de las especies arbustivas, las cuales se ven limitadas por variables climáticas anómalas, han incidido en la calidad paisajística y ambiental de la unidad, como también en la de Humedal, viéndose ésta última afectada en términos de superficie.

7. CONCLUSIONES

En el monitoreo de variables hidrológicas en las tres estaciones muestreadas presentan ausencia de caudal a pesar del volumen de agua observada en el área de estudio en ambas campañas realizadas en el año 2020 correspondiente a campaña seca y campaña húmeda

De los valores comparados con la NCh1333, se observan valores superiores a lo establecido en la normativa vigentes en las tres estaciones, dentro de estos parámetros se encuentran: Sulfato, Cloruros, Boro, Litio cítrico y Sodio porcentual en ambas campañas

Según la revisión de los censos de avifauna realizados desde el año 2009, en el área de estudio se han identificado 70 especies de aves pertenecientes a 28 familias distintas; de estas 21 especies fueron registradas en la temporada seca y 25 especies fueron registradas en la temporada húmeda en el área de estudio del presente año, para las especies en categoría de conservación en la temporada seca, destaca la presencia de *Anas bahamensis* (Pato gargantillo), en categoría de conservación en Rara de acuerdo a lo señalado por la Ley de Caza y su Reglamento, edición 2015 del SAG, y Preocupación menor de acuerdo a lo señalado por el RCE, en el D.S 16/2016. En la temporada húmeda, no se registraron especies en alguna categoría de conservación.

Los resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener, indican que, según los datos recogidos en las tres estaciones en ambas temporadas, el índice calculado para el sector de la Chacra (E2) se obtuvo un valor de H´= 1,972 (T. Seca) y H´= 1,882 (T. Húmeda) en Desembocadura (E3) siendo estos ambientes con mayor riqueza en diversidad de especies en las temporadas muestreadas.

En cuanto a la composición florística, se registran 15 y 18 especies (temporada húmeda y seca respectivamente), con la presencia de plantas acuáticas a diferencia de otras temporadas.

El tipo biológico dominante es el herbáceo perenne y arbustivo, esto se debe a que la condición del humedal le favorece para el desarrollo, además mucha de estas especies se vería beneficiadas por la presencia de ganado y por la salinidad de los suelos, como es el caso de *Tessaria absinthioides* y *Distichlis spicata.*

En cuanto al origen fitogeográfico un 33,3% corresponde a especies introducidas, esto se podría deber a la introducción de ganado en el área de estudio, se observan en terreno caballos lo cual propagarían distintas especies como especies de la familia Poaceae (*D. spicata).*

La cobertura y dominancia de las distintas capas por parte de las especies responden al comportamiento colonizador que tienen estas, como es el caso *T. angustifolia*, *D. spicata* y *T. absinthioides* la cual dominan en las capas baja, media y alta.

De acuerdo al análisis espacio temporal de las imágenes correspondientes al satélite LANDSAT 8 OLI, se logra asociar que las variaciones porcentuales de las unidades. Humedal, Espejos de agua y Suelo entre los años 2019 y 2020, se deben a diversos procesos de carácter hidrometeorológico propiciados por el fenómeno climático denominado El Niño Oscilación Sur, en especial el episodio frío de La Niña, al cual se asocian períodos de sequía o anomalía climática en las costas del Pacífico Sur. De acuerdo a los análisis realizados para el año 2020, se observa que la unidad de Suelo predomina paisajísticamente por sobre las demás. Y en comparación a su superficie del año anterior, esta unidad representa un 0,06 % en su porcentaje de variación, lo cual se explica por la ausencia de precipitaciones que incide en la vigorosidad de la cubierta vegetal, dando origen a procesos de erosión y/o deforestación en el área de estudio. En cuanto a la unidad de Humedal, las condiciones ya descritas anteriormente hacen que también experimente una variación negativa de -0,24 %, por pérdida de cobertura vegetal y/o a la falta de reproducción de las especies arbustivas presentes. Respecto a las unidades de Espejo de agua, esta representa la mayor variación con un 0,73 % producto de su exposición ante la falta de cobertura vegetal en la zona próxima a la estación de Chacra y Desembocadura, sumado además a evidencias de

procesos de erosión costera producto de marejadas, que adicionan superficie cubierta por masas de agua.

Respecto al análisis entre los años 2019 y 2020, se establece que los valores porcentuales para cada unidad, respecto a la superficie total del humedal, pueden variar de acuerdo a las condiciones hidrometeorológicas que puedan afectar al área de estudio. En dicho sentido, la unidad Suelo aumentó en superficie desde el año 2019 al 2020, pasando de un 70% a un 75,5% respecto a la superficie total del humedal. Lo mismo se evidencia para la unidad de Espejo de agua, observándose un 2,5% el año 2019 a un 4,45% para el año 2020. Sólo la unidad de Humedal revela una disminución en su superficie. Al año 2019 dicha unidad contaba con un 26,5% de la superficie, pero al año 2020 se nota una disminución llegando a un 20,13% de la superficie total del humedal. Se debe tener en cuenta que este humedal se encuentra inserto dentro de una zona árida como es el Desierto de Atacama, por lo que sus atributos de concentración, alimentación y nidificación de aves, sumado a una alta diversidad, deben ser sobrevalorados y tomados en cuenta para su conservación como un ecosistema relevante para el país y la región de Atacama.

En base a los resultados obtenidos y de acuerdo a las condiciones señaladas en el documento “Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica” (CONAMA-CEA, 2006), donde menciona que la estructura física de estos ecosistemas estuarinos, ya sea la barrera terminal del humedal, la vegetación y el caudal son elementos determinantes dentro de estos sistemas, los cuales en orden de importancia deben ser comparados con los parámetros químicos y los biológicos particularmente la diversidad biológica, cabe señalar que en este monitoreo la ausencia de caudal es determinada mediante la velocidad del agua lo que no significa que existe una cantidad de agua insuficiente para el desarrollo de variables biológicas, principalmente para la vegetación evidenciando con los resultados que no presenta un deterioro físico con respecto a temporadas anteriores.

En base a los resultados del actual monitoreo se puede concluir que si bien la recuperación a la fecha ha sido bastante satisfactoria comparada desde el 2014 con la metodología utilizada por fundación

Chile, se ha evidenciado cualitativamente una evolución favorable en materia física y biológica, si consideramos que a la fecha el humedal ha estado expuesto a eventos hidrometereológicos, los cuales han modificado la estructura morfológica la que conllevan cambios en la diversidad biológica del sector estudiado.

Estas perturbaciones han generado considerables impactos ecológicos y biológicos, tales como pérdida de hábitat para algunas especies y ganancia de hábitat para otras, lo que hace al humedal un sistema estable

Se observan aumentos de capas vegetaciones y pocas especies co-dominantes, junto a la colonización de especies que requieren menor humedad sobre los diferentes biotopos acuáticos

El estado de salud del humedal el año 2014, en general poseía una condición Regular (B) situación que se mantiene hasta la fecha.

8. BIBLIOGRAFIAS Y FUENTES

Fundación Chile. 2009. El agua del futuro herramientas para el manejo de Recursos Hídricos, introducción Método EMA Zonas estuarinas

Brandolin, P., Martori, R., & Ávalos, M. (2007). Variaciones temporales de los ensambles de aves de la Reserva Natural de Fauna Laguna La Felipa (Córdoba, Argentina). *El hornero*, *22*(1), 1-8.

Canevari M, Canevari P, Carrizo GR, Harris G, Rodríguez Mata J y Straneck RJ (1991). Nueva guía de las aves argentinas. Fundación Acindar, Buenos Aires.

CONAMA. 2005. Estrategia Nacional para la conservación y uso racional de los humedales. Chile. 30 pp.

CONAF. 2010. Convenio de eficiencia institucional 2010. "Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Gerencia de áreas silvestres protegidas. Departamento de conservación de la diversidad biológica. 52 pp

CONAMA-CEA, 2006. Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Santiago. 114 pp.

CONAF. 2010. Convenio de eficiencia institucional 2010. "Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Gerencia de áreas silvestres protegidas. Departamento de conservación de la diversidad biológica. 52 pp

Demangel D. 2011. Clasificación de humedales en la cuenca del rio Copiapó para la conservación de la fauna vertebrada, según su valor ambiental y la presión antrópica. Memoria de Título Universidad de Chile, Santiago, Chile

Figueroa R, M. L Suarez, A. Andreu, V. H. Ruiz & M. R. Vidal. 2009. Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile central. Gayana 73(1)

Gaymer, C., U. Rojas, F. Squeo, G. Luna-Jorquera, A. Cortés, G. Arancio, C. Dumont, M.Cortéz, D. Hiriart y D. López. 2008. AMCP-MU Isla Grande de Atacama: Flora y Fauna Marina y Terrestre, 12: 223 – 249, *In*: Squeo F., G. Arancio y J. Gutiérrez (Eds), Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 456 pp.

Hurtado Carrasco, C. (2012-06). Desarrollo de una tecnología para disminuir la concentración de sulfato en drenajes ácidos de minas y aguas contaminadas usando un consorcio microbiano reductor de sulfato. Disponible en http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/113424

Innis, S.A., R.J. Naiman, y S.R. Elliott, 2000. Indicators and assessment methods for measuring the ecological integrity of semi-aquatic terrestrial environments. Hydrobiologia 422/423: 111-131

Kusler, J.A, W.J Mitsch y J.S. Larson 1994. Humedales. Investigación y Ciencia 210:6-1

Lefeuvre JC, Laffaaille P, Feunteun E, Bouchard V, Radureau A. 2003. Bioliversity in salt marshes: from patrimonial value to ecosystem functioning. The case study of the Mont- Saint-Michel bay. C.R.Biol.326 (Suppl 1: S125-S131)

Millas, I. G. LA INDUSTRIA DEL LITIO EN CHILE.

MMA - Centro de Ecología Aplicada. 2011. Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago. Chile.164 pp.

Myers, N. 1990. Global biodiversity II: losess. pp.: 110-142; en: Meffe, G.K. y C.R. Carroll, eds. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.

Morzaria H.N.,& G.D. Danemann. 2008. Bahía de los Ángeles: Recursos naturales y comunidad. *Línea base 2007*. Capítulo 9; Humedales**.** Pronatura Noreste AC. México

Orians, G**.** 1994. Global biodiversity I: patterns and proceses. pp.: 78-109; En: Meffe, G.K. y C.R. Carroll, eds. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.

Pelliza A, L Borrelli & G Bonvissuto (2005). El pasto salado (Distichlis spp.) en la Patagonia: una forrajera adaptada a la aridez y a la salinidad. Revista científica agropecuaria 9(2): 119-131.

RAMSAR. 2006. Manual de la Convención de RAMSAR: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. 124 pp

Torres-Mura, J.C. 2002. Humedales, una oportunidad para Chile. Comité Nacional de Humedales, Santiago, 42pp (+CD ROM).

Urrutia J, P Sánchez, A Pauchard & E Hauenstein (2017). Flora acuática y palustre introducida en Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 92 pp.

World Conservation and Monitoring Centre**.** 1992. Global Biodiversity: State of the Earth's Living Resources. Chapman y Hall, London

Web 1: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts151.html [2]

Web 2: http://www.lenntech.es/sodio-y-agua.htm

Web 3: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 4: http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride [5]

Web 5: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs26.html

Web 6: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 7: http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/uno.pdf

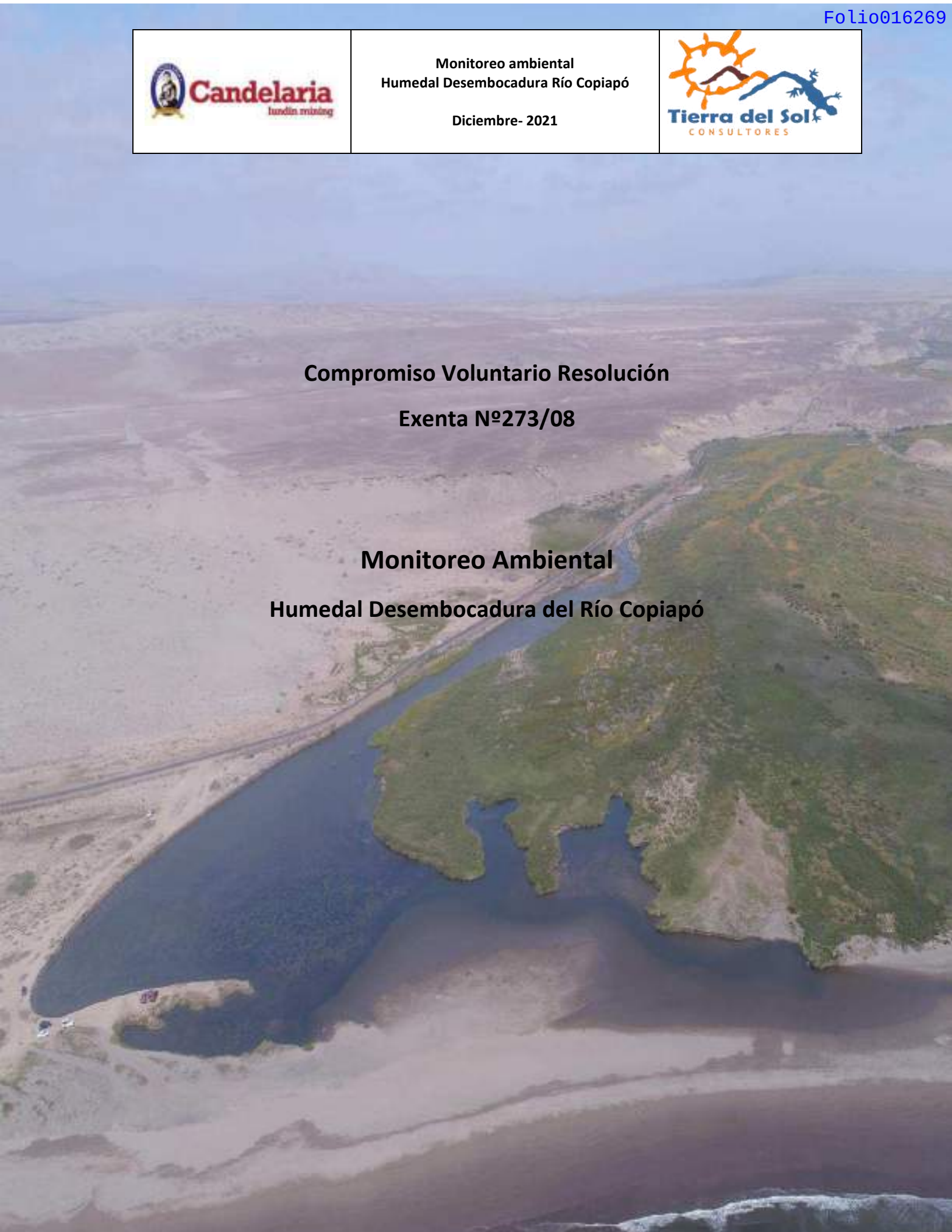
Web 8: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 9: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 10: Consultora on line estrucplan (Argentina): http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1800

web 11 http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride [5]

Web 12 http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf



Compromiso Voluntario Resolución Exenta Nº273/08

Monitoreo Ambiental

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Informe Anual 2021

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Diciembre 2021

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE CONTENIDOS 3
INDICE DE TABLAS 4
INDICE DE IMÁGENES 4
1. RESUMEN 6
2. INTRODUCCION 8
3. OBJETIVOS 10
3.1 Objetivo General 10
3.2 Objetivos Específicos 10
4. METODOLOGIA 11
4.1 Determinación y caracterización del área de estudio 11
4.2 Determinación del área de influencia y buffer 15
4.3 Medición de parámetros físico-químicos 16
4.3.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo) 16
4.3.2 Medición de parámetros *in situ* 17
4.3.3 Métricas químicas y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento) 18
4.4 Aspectos biológicos 21
4.4.1 Censos de Avifauna 21
4.4.1 El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989) 22
4.4.2 Métricas de flora 23
4.5 Análisis espacio- temporal. 25
5. RESULTADOS 27
5.1 Resultados de la medición de parámetros físico- químicos- microbiológicos 27
5.1.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo) 27
5.1.2 Muestreo in situ de agua 27
5.1.3 Muestras de aguas según Nch1333 30
5.1.4 Muestras de aguas según NCh 409 36
5.1.5 Sedimentos 39
5.2 Aspectos Biológicos 41
5.2.1 Censo de avifauna 41
5.2.2 Índice de Shannon-Wiener H´ 49
5.2.3 Composición Florística 51
5.2.1 Especies invasoras y porcentaje de invasión: 59
5.3 Análisis espacio temporal 61
5.3.1 Métricas de la comunidad vegetal 61
6. DISCUSIÓN 66
7. CONCLUSIONES 73
8. BIBLIOGRAFIAS Y FUENTES 76

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas ubicación de puntos de muestreo (huso UTM-19 S)..... 14
Tabla 2. Caracterización de las distintas capas vegetales. 24
Tabla 3. Caracterización de las distintas capas vegetales. 24
Tabla 4: Valores de los parámetros medidos en agua río Copiapó..... 27
Tabla 5: Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333. 30
Tabla 6: Manganeso presentes en el Río Copiapó 37
Tabla 7: Nitritos y Nitratos presentes en el río Copiapó y su comparación con la normativa vigente.. 37
Tabla 8: Parámetros microbiológicos..... 38
Tabla 9: Plaguicidas 38
Tabla 10: Productos secundarios de la desinfección 39
Tabla 11: Sedimentos..... 40
Tabla 12: Registro histórico de las especies de aves observadas en el humedal. 41
Tabla 13: Índice de Shannon 49
Tabla 14. Listado florístico, temporada húmeda y seca..... 51
Tabla 15. Cobertura vegetal temporada húmeda. 54
Tabla 16. Dominancia y codominancia, estación 1, temporada Seca y húmeda. 55
Tabla 17: Dominancia y codominancia estación 2, temporada seca y húmeda. 56
Tabla 18: Dominancia y codominancia estación 3, temporada seca y húmeda. 58
Tabla 19: Porcentaje de especies codominantes, temporada seca y húmeda. 60
Tabla 20: Áreas obtenidas mediante Clasificación supervisada y Porcentaje de variación..... 65

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Vista aérea del área de estudio, monitoreos año 2021 12
Imagen 2: Sectores de evaluación dentro del humedal. Fuente: Googlearth 13
Imagen 3: Sector 1 de monitoreo (puente) estación seca y estación húmeda, 2021..... 14
Imagen 4: Sector 2 de monitoreo (chacra) estación seca y estación húmeda, 2021..... 14
Imagen 5: Sector 3 estación de monitoreo (desembocadura) estación seca y estación húmeda, 2021 15
Imagen 6: Medición de caudal en la estación 3 de muestreo, temporada seca 2021..... 17
Imagen 7: Toma de parámetros *in situ* estación 1 (Puente) temporada seca 2021. 18

Imagen 8: Toma de muestra de agua superficial Estación 1. 19
Imagen 9: Toma de muestra de sedimentos 20
Imagen 10: Monitoreo de avifauna 2021 22
Imagen 11: Temporada Seca (Izq) Temporada Humeda (Der) 25
Imagen 12: Area de interpretación visual. Fuente: Elaboracion Propia. 26
Imagen 13: *Coscoroba coscoroba* (Coscoroba) en desembocadura 44
Imagen 14: *Anas cyanoptera* (Pato Colorado) en Estación 3 45
Imagen 15: Blanquillo (*Podiceps occipitalis*) en sector desembocadura 45
Imagen 16: *Zonotrichia capensis* (Chincol) observado en estación 1 46
Imagen 17: *Numenius phaeopus* (Zarapito) en estación 3 46
Imagen 18: *Ardea alba* (Garza grande) en chacra 47
Imagen 19: *Haematopus palliatus* (Pilpilén) observados en el sector Desembocadura 47
Imagen 20: *Fulica rufifrons* (Tagua de frente roja) en desembocadura 48
Imagen 21: *Larus modestus* (Gaviota garuma) en sector desembocadura 48
Imagen 22: Estación 1 55
Imagen 23: Vista general estación 2. Estación Seca (izq.) y Húmeda (der.) 56
Imagen 24: Vista general Estación 3. Temporada Seca (izq.) y Temporada Húmeda (der.) 58
Imagen 25: *Mentha spicata* 59
Imagen 26: *Juncus acutus* 61
Imagen 27: Mapa con clasificación supervisada, temporada húmeda año 2020. Fuente: Elaboración Propia. 63
Imagen 28: Mapa con clasificación supervisada, temporada húmeda año 2021. Fuente: Elaboración Propia. 64

1. RESUMEN

Se presentan los resultados del monitoreo del compromiso ambiental voluntario suscrito por Minera Candelaria asociado a la resolución exenta Nº 273/08, del 01 de septiembre de 2008 de la COREMA Región de Atacama, la cual aprobó la declaración de impacto ambiental del proyecto "Acueducto Chamonate- Candelaria".

El monitoreo ambiental del humedal del Rio Copiapó, tiene como finalidad la obtención del estado de salud del humedal actual y a través del tiempo. Para ello desde el año 2009 se han realizado dos campañas anuales, una en periodo seco y otra en periodo húmedo.

Desde el año 2015 la metodología ha sido adaptada y/o modificada por el equipo de profesionales de Tierra del Sol Consultores, debido a la inexistencia de imágenes satelitales actualizadas posterior al aluvión del 25 de marzo del 2015 que permitieran el análisis espacial de las actuales condiciones del área de estudio y obtener las métricas que señala la metodología. La campaña seca del año 2021 fue realizada los días 23 y 30 de abril mientras la campaña humeda se realizó los días 20, 21 y 29 de diciembre 2021, la cual fue desarrollada por 6 profesionales de las Ciencias Ambientales en las distintas unidades de muestreo previamente establecidas.

Los resultados del análisis en relación con los parámetros muestreados para aguas de distintos usos (riego, actividades recreativas, etc.) estos presentan valores superiores a los límites máximos establecidos por la Norma Chilena NCh1333, Sodio porcentual, Boro, Sulfato, Manganeso, Cloruros, Litio cítrico, y Sodio porcentual en ambas campañas del 2021 (seca y húmeda).

Respecto a las variables biológicas durante la temporada seca y húmeda del año 2021, el índice de diversidad de Shannon-Wiener muestra, que, para el grupo de las aves, un índice; 1,858 en Chacra y 2,151 en el de Desembocadura considerándose los lugares con más diversidad en el presente año. Además de un índice de similitud de hábitat del 0,12% entre Puente y Chacra en la temporada seca, mientras que en la temporada húmeda alcanzo un 0,35%. Por otro lado, se mostró un 0% de similitud

para la Desembocadura en relación a las otras estaciones, durante la temporada seca, y 0,2% de similitud en la estación húmeda 2021.

Para el monitoreo de los atributos bióticos presente en el área, en las temporadas húmeda y seca del año 2021, se describe la composición florística presente en las tres estaciones, se identificó un total de 13 especies en la temporada seca y 15 en la humeda, siendo la familia Poaceae las que más aportaron en cuanto a número de especies con 4 representantes. En cuanto a la cobertura por capa vegetal, no se registró en las temporadas de análisis especies en la capa flotante. Las especies que más aportaron en cuanto a la dominancia fueron *D. spicata* y *T. absinthioides y T. angustifolia.*

Para este informe correspondiente al periodo anual 2021, a través de métricas físicas, químicas y biológicas se puede inferir que el sistema se encontraría estable, a pesar de no cumplir con una de las tres condiciones señaladas en el documento “Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica” (CONAMA-CEA, 2006), donde menciona que la estructura física de estos ecosistemas estuarinos, ya sea la barrera terminal del humedal, la vegetación y el caudal son elementos determinantes dentro de estos sistemas, los cuales en orden de importancia deben ser comparados con los parámetros químicos y los biológicos particularmente la diversidad biológica. En esta oportunidad tanto el componente de vegetación como el componente avifauna se encuentran dentro de una condición ecológica estable, mientras el componente de hidrología, siguiendo la curva de años anteriores no presenta un flujo de caudales superficiales, provocado por la extracción para agua de riego y crecimiento de macrófitas, no presenta velocidad por lo tanto hay ausencia de caudales superficiales.

2. INTRODUCCION

Los humedales son ecosistemas complejos que actúan como interfase entre los hábitats terrestres y los acuáticos (Lefeuvre et al. 2003) considerados riqueza biológica del planeta, destacándose por su gran productividad y biodiversidad (Kusler et al. 1994; Innis et al. 2000), los cuales otorgan variadas funciones como la contribución en los ciclos de vida de plantas y animales, hábitat, alimento, sitios de nidificación y refugio para numerosas especies de animales (insectos, peces, batracios, crustáceos, aves, etc.) (Perotti et al. 2005; Correa-Araneda et al. 2011).

En Chile, desde el extremo norte hasta la cuidad de Santiago, donde existen zonas áridas o semiáridas los humedales son escasos, a diferencia de lo que ocurre a sur del país donde son cada vez más frecuentes (MMA - Centro de Ecología Aplicada, 2011). Los humedales costeros al sur del río Copiapó, están bajo la influencia de la zona mediterránea de Chile Central, una de las 18 zonas "Hot Spots" importantes por su biodiversidad en el mundo (Myers 1990, WCMC 1992, Orians 1994).

Los humedales son uno de los ecosistemas naturales más amenazados del planeta, las causas son muchas pero dentro de las más reconocidas es la acción humana asociada al crecimiento urbano que los estrangula transformándolos en canales o pozas temporales receptoras principalmente de basura, sumado al calentamiento global con cambios climáticos que han llevado a la disminución del área, estructura, hidrología y perdida de sus funciones biológicas y ecológicas (Boavida 1999, Figueroa et al., 2009; Mitsch 1994;Morzaria & Danemann 2008).

El 27 de diciembre de 2005, el consejo directivo de CONAMA aprueba la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile, la que tiene como objetivo principal promover la conservación de los humedales prioritarios de Chile. Documento que ha servido para avanzar a nivel país en la protección coordinada y eficiente de los humedales prioritarios, resaltando sus funciones y beneficios frente al desarrollo sustentable de los humedales (CONAF, 2010; CONAMA, 2005).

Como parte del compromiso voluntario suscrito por la Empresa Minera Candelaria asociado a la Resolución Exenta Nº 273/08, del 01 de septiembre de 2008 de la COREMA Región de Atacama, la cual

aprobó la declaración de impacto ambiental del proyecto “Acueducto Chamonate - Candelaria”. En el presente informe se entregan los resultados de un programa de monitoreo ambiental del humedal del Río Copiapó. Se exponen las actividades efectuadas durante las campañas en terreno donde se obtiene como resultado final la aproximación del estado de salud del humedal mediante componentes de paisaje, hidrológico y bióticos.

El humedal de la desembocadura del Rio Copiapó forma parte del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama, (Gaymer et al., 2008).

Según criterios internacionales de clasificación de humedales en base a la hidro-geomorfología la desembocadura del río Copiapó corresponde a un humedal del tipo estuarino, donde el agua de la desembocadura del río llega a un ecosistema oceánico, generando mezclas de agua dulces y salada intercambiando a su vez salinidad, nutrientes, sedimentos y numerosos organismos. Según ecotipos de humedal, el humedal del rio Copiapó sería un humedal de tipo costero con intrusión salina, localizado en bahías, y desembocaduras de ríos y esteros, que se alimenta tanto de aguas marinas como continentales (CONAMA-CEA, 2006).

Según resultados de estudios realizados anteriormente en el sector, más criterios de hidro-geomorfología, el humedal es clasificado en dos subtipos de humedal; estuario no salino persistente correspondiente a la zona del sector puente Puerto Viejo y estuario estacional en el sector medio y desembocadura (Fundación Chile 2009).

Los monitoreos correspondientes a las temporadas seca y húmeda 2021, fueron realizados bajo los estándares de la metodología presentada por Fundación Chile, aprobada por la Autoridad en el año 2009. Las actividades fueron realizadas por Tierra del Sol Consultores, por profesionales relacionados a las Ciencias Ambientales: Dorca Marchant, Eduardo Rubilar, Pablo Bruna, Sebastián Álvarez y Edgardo Ahumada, en conjunto con profesionales del laboratorio AGQ Chile S.A: Patricio Soto (Inspector Ambiental) y Pedro Acuña (técnico).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Implementar un sistema de monitoreo del Humedal del Río Copiapó en el año 2021 dando cuenta de la variación del estado de salud del ecosistema en el tiempo.

3.2 Objetivos Específicos

Realizar levantamiento de información de aspectos espaciales, hidrológicos y físico-químicos del humedal incluyendo, previo a la determinación y justificación del área de estudio y área de influencia:

3.2.1 Aspectos Físico-Químicos-Microbiológicos

1. Realizar un seguimiento de los parámetros *in situ* de calidad de agua (temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos) y caudales.
2. Determinación de la concentración de los elementos contaminantes (metales pesados, contaminación orgánica y otros aspectos señalados en la Norma Chilena NCh Nº1333 "Requisitos de calidad de agua para diferentes usos")
3. Determinación de la calidad de aguas respecto a las normas de riego vigentes en Chile según lo señalado en la NCh Nº409/1.

3.2.2 Aspectos Biológicos

1. Realizar censos de avifauna asociada al humedal para estimar la comunidad presente.

2. Estimar la diversidad de las especies registradas, con el índice ecológico de Shannon según la potencia de los muestreos.
3. Evaluación de métricas de la comunidad vegetal presentes en el área de evaluación: nº de capas presentes; especies co-dominantes; porcentaje de invasión; intercepción horizontal y estructura biótica vertical

3.2.3 Atributos Espaciales

1. Clasificación de las unidades espaciales que componen el humedal.

4. METODOLOGIA

4.1 Determinación y caracterización del área de estudio

El humedal del río Copiapó se encuentra ubicado en la Región de Atacama, provincia de Copiapó, comuna de Caldera, y posee una superficie aproximada de 115,2 hectáreas. Está ubicado geográficamente en las siguientes coordenadas: huso UTM-19 S, 308482 (UTM X mínima), 310161 (UTM X máxima), 6980098 (UTM Y mínima) y 6976586 (UTM Y máxima) (Imagen 1).

Para este estudio, se aplicó la metodología USEPA (CRAM) modificada por fundación Chile en el macro del proyecto SAG “Desarrollo de un Sistema de Evaluación Rápida de Humedales”, además se utilizaron métodos y mecanismos existentes en la literatura con el fin de obtener una mejor referencia en cuanto a evaluación y monitoreo del humedal; entre estos se pueden mencionar:

- Método de evaluación integrada ecológica para la mitigación de humedales (Fafer Langendoen NatureServe, 2006)
- Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica (CONAMA 2006)
- Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales (2006)

- El agua del futuro, Herramientas para el manejo de Recursos Hídricos; introducción Método EMA zonas Estuarinas (Fundación Chile, 2009).

Adicionalmente, se incorporó la recopilación de antecedentes de métodos y mecanismos utilizados en campañas de monitoreo y evaluación efectuados en este humedal en años anteriores en la evaluación y seguimiento del estado de salud actual del humedal.



Imagen 1: Vista aérea del área de estudio, monitoreos año 2021

Las áreas de evaluación son porciones representativas del humedal que son evaluadas durante el trabajo en terreno (Imagen 2, 3, 4 y 5).

- Sector 1: Del Puente a la Chacra
- Sector 2: Chacra a la parte media del humedal donde se ubica la laguna
- Sector 3: Desde la laguna a la Desembocadura



Imagen 2: Sectores de evaluación dentro del humedal. **Fuente: Googlearth**

Tabla 1: Coordenadas ubicación de puntos de muestreo (huso UTM-19 S)

ESTACION	X	Y
Puente	310781	6975757
Chacra	309828	6977017
Desembocadura	308971	6977324



Imagen 3: Sector 1 de monitoreo (puente) estación seca y estación húmeda, 2021



Imagen 4: Sector 2 de monitoreo (chacra) estación seca y estación húmeda, 2021



Imagen 5: Sector 3 estación de monitoreo (desembocadura) estación seca y estación húmeda, 2021

4.2 Determinación del área de influencia y buffer

Los atributos del buffer y paisaje guardan relación con la conectividad y el porcentaje del área de evaluación, ancho promedio y condición del buffer, estableciendo el buffer como el área de influencia en la cual está el área de evaluación, en este caso esta área es el objeto de estudio o humedal.

Según las características del sector, sumado a la metodología de años anteriores se determinará como buffer un aproximado de 250 m alrededor del objeto de estudio, estimando el porcentaje total del perímetro del buffer que se encuentra con usos de suelo que cumplen con características de buffer (praderas naturales, senderos y rutas de turismo, tranques, etc.). Se asume que la función del buffer no se incrementa significativamente sobre los 250 m.

- **Campaña de terreno**

Una vez determinadas las áreas de evaluación se realizó una inspección visual del humedal con el fin de determinar el primer diagnóstico del estado de salud, la campaña en terreno fue realizada por siete profesionales de las Ciencias Ambientales, los días 23 y 30 de abril correspondiente a la fase seca del ciclo hidrológico anual 2021 y los días 20, 21 y 29 de diciembre correspondiente a la fase húmeda del ciclo hidrológico del mismo año.

4.3 Medición de parámetros físico-químicos

4.3.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo)

El caudal es el principal factor que regula el comportamiento de los ecosistemas acuáticos en los ríos. La reducción del caudal por debajo de los valores históricos mínimos registrados instantáneamente y alteración del patrón temporal durante el ciclo hidrológico, modifican en forma importante la estructura y funcionamiento de los humedales.

La medición de caudales se realizó en cada una de las áreas de evaluación: Puente (Estación 1), Chacra (Estación 2) y Desembocadura del río (Estación 3).

Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \times S$$

Donde:

• Q es el caudal (m^3/s)

• V es la velocidad (m/s)

• S es la sección del cauce (m^2) (profundidad media x ancho de la sección)

La velocidad se midió *in situ*, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Global Water, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/s) (Imagen 6).



Imagen 6: Medición de caudal en la estación 3 de muestreo, temporada seca 2021.

4.3.2 Medición de parámetros *in situ*

Se midieron parámetros *in situ* en cada estación de parámetros tales como: pH, Oxígeno disuelto, Conductividad, Nitrito, Nitratos, Amonio, obtenidos con equipo multiparámetro de ión selectivo.

- pH
- Oxígeno Disuelto
- Conductividad
- Salinidad
- Potencial de Oxido-Reducción
- Temperatura



Imagen 7: Toma de parámetros *in situ* estación 1 (Puente) temporada seca 2021.

4.3.3 Métricas químicas y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento)

Dentro de las variables hidrológicas de las tres estaciones de monitoreo se midieron los parámetros físico-químico del agua, según lo establecido en la Norma Chilena NCh1333 Of. 1978 y Norma Chilena 409/1 Of. 2005

Se recolectaron en cada uno de las estaciones, tres muestras de agua superficial (Imagen 8) y tres muestras de sedimento (Imagen 9) para el análisis en un laboratorio certificado en la temporada de evaluación (temporada seca y temporada de crecimiento tardío) con objeto de comparar con los valores del puntaje final del sistema y poder establecer el grado de correlación existente entre el estado de salud del humedal con las variables evaluadas.



Imagen 8: Toma de muestra de agua superficial Estación 1.



Imagen 9: Toma de muestra de sedimentos

Para las muestras de agua se analizaron los parámetros ya mencionados presentes en la NCh 1333/78 (Calidad de agua para diferentes usos) y aquellos adicionales contemplados NCh 409/2005 (Calidad de agua potable).

Los valores obtenidos fueron comparados con los valores establecidos en la normativa vigente para calidad de las aguas, siguiendo los límites máximos establecidos (NCh1333 y NCh409/1).

4.4 Aspectos biológicos

4.4.1 Censos de Avifauna

Para el estudio de avifauna se consideraron tres estaciones de observación; Estación 1 (Puente), Estación 2 (Chacra) y Estación 3 (Desembocadura). Para esta observación se utilizó el método de tipo mixto, en donde se utilizó (a) conteo por puntos fijos y (b) los recorridos pedestres en forma de transectos (imagen 10). Los puntos fijos de conteo consisten básicamente en establecer una serie de puntos en donde puede monitorearse los individuos y especies observadas y/o escuchadas en un tiempo determinado. La distancia aproximada entre cada punto es de 300 metros. El tiempo mínimo dedicado a cada uno de los puntos de conteo fue de 15 minutos, tiempo suficiente para tener una muestra significativa de las especies presentes en el área de muestreo (Ralph et al. 1996).

Por otra parte, el método de recorrido en transectos consistió básicamente en establecer una línea imaginaria de recorrido en diferentes direcciones según lo permitiera el terreno. A esto se aplicó otra variante del método de transecto que fue incluir el recorrido de transectos en franja, el cual es el establecimiento de una franja imaginaria a ambos lados de la línea del transecto (generalmente 25 m a cada lado) y así se toma en consideración todos aquellos individuos observados y/o escuchados durante el recorrido del transecto que queden dentro de la franja imaginaria y además abarcar el mayor área vegetacional (Ralph et al. 1996).Los registros se realizaron con binoculares 12x50 marca Leupold modelo Olympic. Las descripciones de aves siguieron las descripciones de Araya & Millie (2005) y Jaramillo (2005).




Imagen 10: Monitoreo de avifauna 2021

4.4.1 El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989)

Mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar proveniente de una comunidad de la que se conoce el número total de especies S. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y H' será máxima cuando todas las especies S estén presentes:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:

H': diversidad específica

P: ni/N

ni: número de individuos de cada especie.

N: número total de individuos.

4.4.2 Métricas de flora

Se determinó todas las especies vasculares presente en los puntos de muestreo: (1) Puente, (2) Chacra y (3) Desembocadura**.** La identificación de las especies se realizó con base en experiencias de campo, aquellas especies que no fueron identificadas en terreno, fueron colectadas y fotografiadas con una cámara Canon SX60, para ser trabajadas en gabinete con apoyo de literatura pertinente. Para la composición florística se confeccionó un listado florístico, el orden de las especies se organizó según categoría sistemática Pteridophyta (helechos), Gymnospermae, Angiospermae (Dicotyledoneae) y Angiospermae (Monocotyledoneae) y en orden alfabético las especies y familias (imagen 11).

Para la presencia y ausencia de especies se utilizó el índice de similitud de Jaccard (coeficiente de similitud $I_{j)}$ el cual expresa el grado de similitud entre un sitio y otro, el rango de valores es de 0 a 1, si tiende a 0 no hay similitud entre los sitios, por el contrario, si el valor tiende a 1, significara que existe similitud entre los sitios, el índice se expresa con la siguiente formula:

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

a= número de especies en el sitio A.

b= número de especies en el sitio B.

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartida

Basado en la metodología propuesta por Fundación Chile, en la guía de campo de estuarios “Evaluación y Monitoreo Ambiental (EMA)”, se determinó los siguientes puntos:

- Cobertura de cada capa vegetal.
- Dominancia y codominancia de especies en cada capa vegetal.

- Métricas de la comunidad vegetal.

El método utilizado fue la observación *in situ* desde los bordes del humedal, el valor en cuanto a cobertura se utilizó lo establecido por Braun-Blanquet (1932) (Tabla 2).

Tabla 2. Caracterización de las distintas capas vegetales.

Porcentaje de cobertura (%)	Clasificación
75-100	Muy abundante
50-75	Abundante
25-50	Escasa
5-25	Muy escasa

Para la clasificación de las capas vegetales se considera la altura como factor determinante (Tabla 3).

Tabla 3. Caracterización de las distintas capas vegetales.

Capa Vegetal	Alturas	Características
Flotante	En la superficie de agua	Colchones fijos o móviles sobre el agua
Pequeña	<30 cm	Nunca supera los 30 cm
Mediana	30 a 75 cm	Vegetación emergente
Alta	75 a 150 cm	Arbustos
Muy Alta	>150 cm	Árboles y arbustos



Imagen 11: Temporada Seca (Izq) Temporada Humeda (Der)

4.5 Análisis espacio- temporal.

Mediante la utilización de información geoespacial obtenida a partir del satélite LANDSAT 8 OLI, se procedió a realizar una clasificación de las unidades que componen al humedal, estableciendo para ellos las siguientes unidades: Humedal, Espejos de agua y Suelo. Las imágenes satelitales corresponden a los años 2019 (LC08L1TP001079201910292019111401T1) y 2021 (LC08L1TP001079202108282021090602T1). Para dicha clasificación, en primer lugar se realizó una corrección atmosférica de las imágenes (radiancia y reflectancia) en el software ArcGis 10.3, para luego generar un análisis de clasificación supervisada en software ERDAS IMAGINE 2016, la cual fue sometida a un pre proceso de identificación visual de los cambios espectrales en ambas imágenes, logrando generar un archivo de firma espectral con las tres unidades descritas anteriormente (Área de Humedal, Suelo y Espejos de agua) para así determinar los parámetros de su posterior clasificación. El área de estudio se delimitó de acuerdo a interpretación visual, validando dicho método mediante vuelos de monitoreo en drone (RPAS) Phantom 4 Pro, abarcando de esta manera la zona de interés correspondiente al Humedal de la Desembocadura del río Copiapó, junto con las tres estaciones de muestreo: Puente, Chacra y Desembocadura. (Imagen 12).



Imagen 12: Area de interpretación visual. Fuente: Elaboracion Propia.

5. RESULTADOS

5.1 Resultados de la medición de parámetros físico- químicos- microbiológicos

5.1.1 Métricas régimen hídrico (hidroperiodo)

En las tres estaciones monitoreadas se observó ausencia de caudal, debido a ser agua estancada con velocidad cero en ambas campañas (seca y húmeda 2021).

5.1.2 Muestreo in situ de agua

A partir del muestreo realizado en 3 puntos *in situ* en cada temporada se obtuvieron los siguientes valores Tabla 4:

Tabla 4: Valores de los parámetros medidos en agua río Copiapó

Parámetros	Unidad	Estación 1 temporada seca	Estación 1 temporada húmeda	Estación 2 temporada seca	Estación 2 temporada húmeda	Estación 3 temporada seca	Estación 3 temporada húmeda
pH	---	7,98	7,79	7,83	7,34	8,30	8,02
Temperatura	°C	14,12	14,84	17,50	19,04	21,76	26,22
Conductividad	Us/cm	7.417	8139	7.973	8513	16.389	16372

Parámetros	Unidad	Estación 1 temporada seca	Estación 1 temporada húmeda	Estación 2 temporada seca	Estación 2 temporada húmeda	Estación 3 temporada seca	Estación 3 temporada húmeda
Salinidad	PSU	3,71	4,10	4.15	6,24	6,11	8,32
OD	%	7,4	7,10	6,21	5,42	5,1	7,94
DO	PPM	85,2	72,1	77,3	61,8	56,6	105
Sólidos Totales Disueltos	PPM	6324	6724	6.748	7.204	13192	12470
Presión	PSI	14843	15843	14729	14589	14033	16584
Potencial Oxido-Reducción	mV	-67,3	-85.8	-32.6	-35.7	-18,3	-51.5

Para las estaciones 1, 2 y 3, el pH fue aumentando según se acercaba a la Estación 3. La temperatura que presentó los valores más bajos la Estación 1 (14,12°C y 14,84 °C) y el más alto en la Estación 3 (21,76°C y 26,22 °C).

La salinidad, presentó los mayores valores en la Estación 3 (8.32 PSU). El porcentaje de Oxígeno disuelto fue menor en la Estación 3 en la temporada seca (5.1%), seguido de la Estación 2 en la temporada humeda (5.42%). El Oxígeno Disuelto presentó los valores más altos en la Estación 3 temporada húmeda (105 PPM) y más baja en la Estación 3 temporada seca (56,6).

En relación a los Sólidos Totales Disueltos (TDS), la Estación 3 temporada húmeda presentó los valores más altos (13192 PPM), mientras, que la Estación 1 temporada seca la cual presenta los más bajos (6324 PPM). La presión registrada tuvo un promedio de 15103 PSI. Los valores del potencial Redox se presentaron de forma homogénea en la zona de estudio. La Estación 2 presento el mínimo (-32,6 mV), mientras que el mayor valor se registró en la Estación 1 (-85,8 mV).

La conductividad (25°C), en temporada húmeda registró los valores más altos en la Estación 3 (16372 µs/mg) mientras en temporada seca los valores más altos también se encontraron en la Estación 3 (16389 µs/mg) (Gráfico 1).

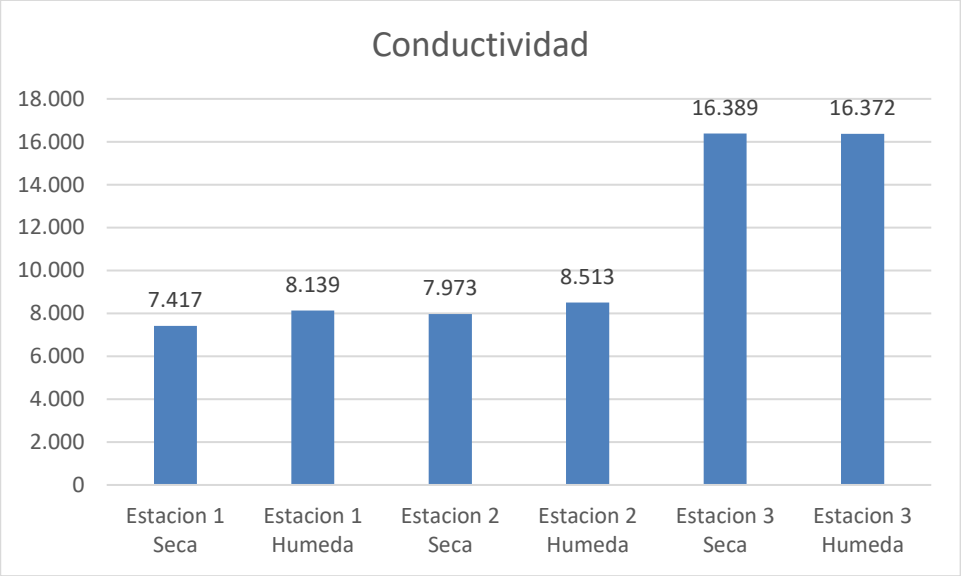


Gráfico 1: Valores de Conductividad medidos a 25°C en campaña seca y húmeda

Los valores para los Sólidos Totales Disueltos en campaña seca presentaron valores mínimos en la Estación 1 (6324mg/l) y máximos en la Estación 3 (13192mg/l). Mientras en la campaña húmeda los valores para los Sólidos Totales Disueltos presentaron valores mínimos en la estación 1 (6724 mg/l) y máximos en la Estación 3 (12470 mg/l) (Gráfico 2).

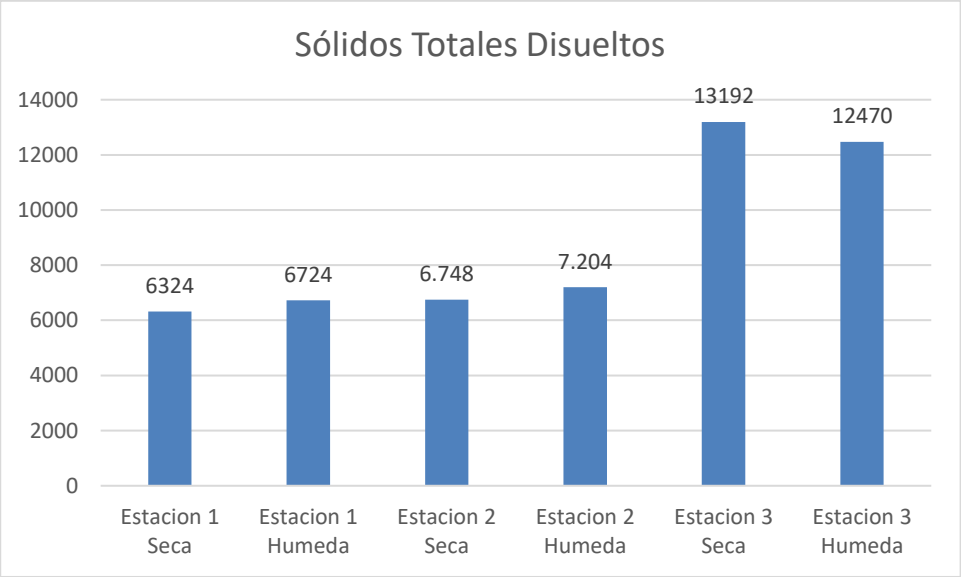


Gráfico 2: Valores de Sólidos Totales Disueltos presentes en la estación de muestreos

5.1.3 Muestras de aguas según Nch1333

En la tabla 5 se muestra la comparación de los valores obtenidos en los puntos de muestreos, junto con la Norma Chilena 1333: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos en las dos campañas realizadas (seca y húmeda).

Tabla 5: Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333.

Análisis	Unidad	Estación 1 Campaña seca	Estación 1 Campaña húmeda	Estación 2 Campaña seca	Estación 2 Campaña húmeda	Estación 3 Campaña seca	Estación 3 Campaña húmeda	LD	NCh 1333
Aluminio	mg/l	0,025	0,039	0,062	0,030	0,118	0,071	0,5	5,00
Arsénico	mg/l	0,00923	0,00329	0,00506	0,00457	0,00903	0,00819	0.001	0,10

Análisis	Unidad	Estación 1 Campaña seca	Estación 1 Campaña húmeda	Estación 2 Campaña seca	Estación 2 Campaña húmeda	Estación 3 Campaña seca	Estación 3 Campaña húmeda	LD	NCh 1333
Boro	mg/l	7,12	3,29	6,82	3,74	9,9	3,9	0.01	0,75
Cadmio	mg/l	0,00005	< 0,00005	0,00005	< 0,00005	0,00005	< 0,00005	0.01	0,010
Cianuro	mg/l	0,04	< 0,04	0,04	< 0,04	0,04	< 0,04	0.02	0,20
Cinc	mg/l	0,005	< 0,005	0,073	0,007	0,005	< 0,005	0.01	2,00
Cloruro	mg/l	1.124	1.332	1.289	1.283	4.277	4.519	0.02	200,00
Cobalto	mg/l	0,00087	0,00217	0,00080	0,00274	0,00123	0,00260	0.05	0,050
Cobre	mg/l	0,00458	0,00821	0,00737	0,01079	0,0072	0,00835	0.01	0,20
Cromo	mg/l	0,00033	< 0,00025	0,00025	< 0,00025	0,00025	< 0,00025	0.05	0,10
Fluoruro	mg/l	0,27	0,20	0,27	0,22	0,71	0,26	0.5	1,00
Hierro	mg/l	0,075	0,109	0,105	0,555	0,175	0,370	0.01	5,00
Litio	mg/l	0,66069	0,51699	0,55759	0,66980	0,97018	0,624890	0.01	2,50
Litio cítrico	mg/l	0,66069	0,51699	0,55759	0,66980	0,97018	0,62489	0.01	0,075
Manganeso	mg/l	0,0126	0,0306	0,0765	0,10370	0,0639	0,1588	0.01	0,20
Mercurio	mg/l	0,00010	< 0,00010	0,00010	< 0,00010	0,00010	< 0,00010	0.0005	0,001
Molibdeno	mg/l	0,00369	0,00154	0,00406	0,00386	0,00746	0,00757	0.005	0,010

Análisis	Unidad	Estación 1 Campaña seca	Estación 1 Campaña húmeda	Estación 2 Campaña seca	Estación 2 Campaña húmeda	Estación 3 Campaña seca	Estación 3 Campaña húmeda	LD	NCh 1333
Níquel	mg/l	0,01302	0,02292	0,01195	0,03196	0,01861	0,03053	0.05	0,20
Plata	mg/l	0,0008	< 0,0005	0,0006	< 0,0005	0,0007	< 0,0005	0.01	0,20
Plomo	mg/l	0,00025	< 0,00025	0,00025	< 0,00025	0,00025	0,0003	0.05	5,00
Selenio	mg/l	0,00056	< 0,00025	0,00025	< 0,00025	0,00122	0,00042	0.001	0,020
Sodio porcentual	%	48,0	49,9	49,0	47,7	60,5	64,7		35,00
Sulfato	mg/l	2.525	2.700	2.621	3.013	3.332	3.263	10	250,00
Vanadio	mg/l	0,00205	0,00294	0,00329	0,00365	0,00473	0,01241	0.1	0,10

De los valores entregados, se observan valores superiores a lo establecido en la normativa vigentes en las tres estaciones. Dentro de estos parámetros se encuentran: Sulfato, Manganeso, Cloruros, Boro, Litio cítrico, y Sodio porcentual, en ambas temporadas.

En la temporada seca los Cloruros presentan valores máximos en la Estacion 3 (4277mg/l) y mínimos en la Estación 1 (1124 mg/l), mientras en la campaña humeda los Cloruros presentan valores máximos en la Estacion 3 (4519mg/l) y mínimos en la Estación 2 (1283 mg/l). Todos los valores presentes en las estaciones, superan lo señalado en la NCh 1333 (200 mg/l) (Gráfico 3).

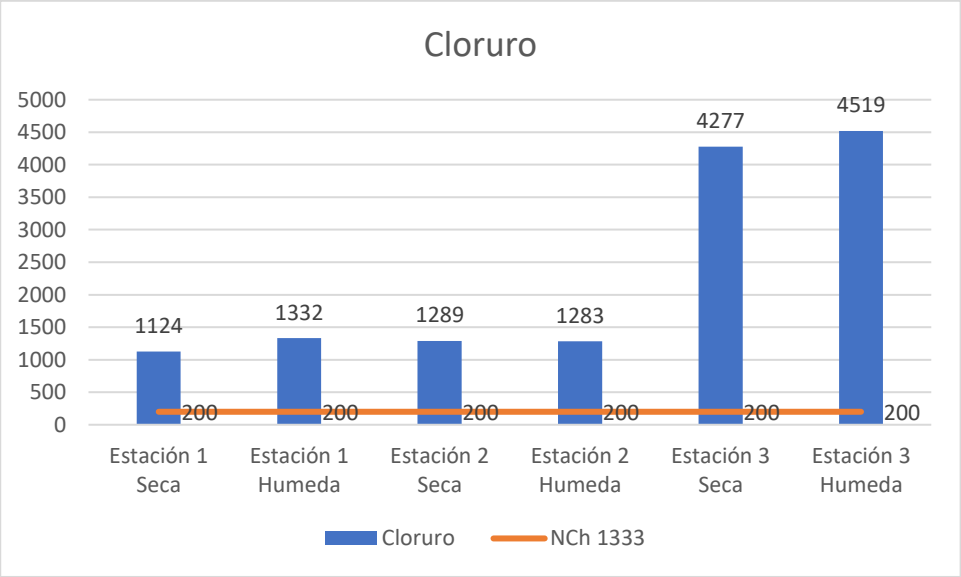


Gráfico 3: Valores de Cloruro presente en el río Copiapó.

En campaña seca el Sulfato presenta valores superiores a lo establecido en la NCh (límite máximo permitido 250 mg/l). La Estación 3 presenta los mayores valores (3332 mg/l), la sigue la Estación 2 (2621 mg/l) y la Estación 1 (2525 mg/l)

En campaña humeda el Sulfato presenta valores superiores a lo establecido en la NCh (límite máximo permitido 250 mg/l). La Estación 3 presenta los mayores valores (3263 mg/l), la sigue la Estación 2 (3013 mg/l) y la Estación 1 (2525 mg/l) (Gráfico 4)

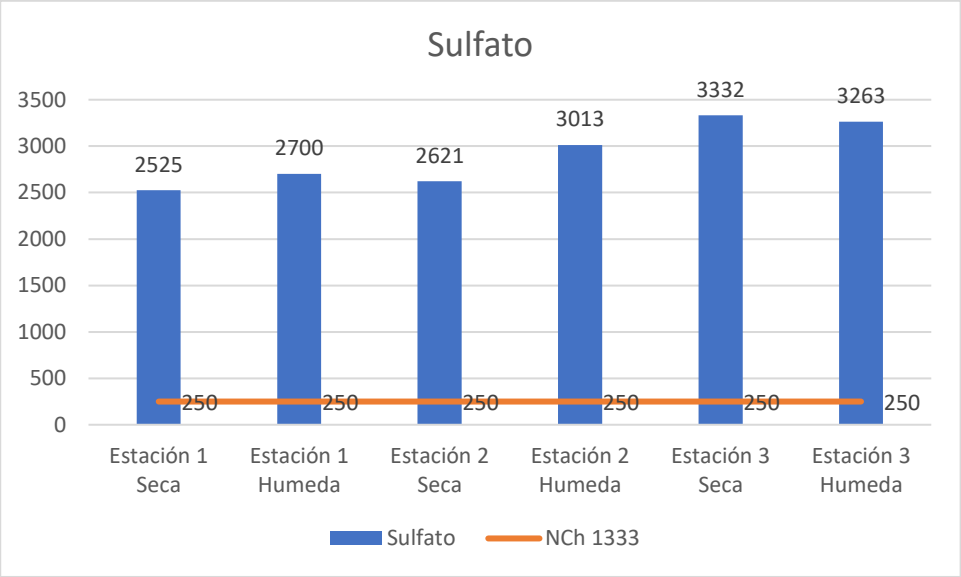


Gráfico 4: Valores de Sulfato presentes en las aguas del río Copiapó

Los valores de Boro superan los límites establecidos (0,75 mg/l) en todas las estaciones promediando un 7,95 mg/l en campaña seca y un 3,63 mg/l en campaña húmeda (Gráfico 5)

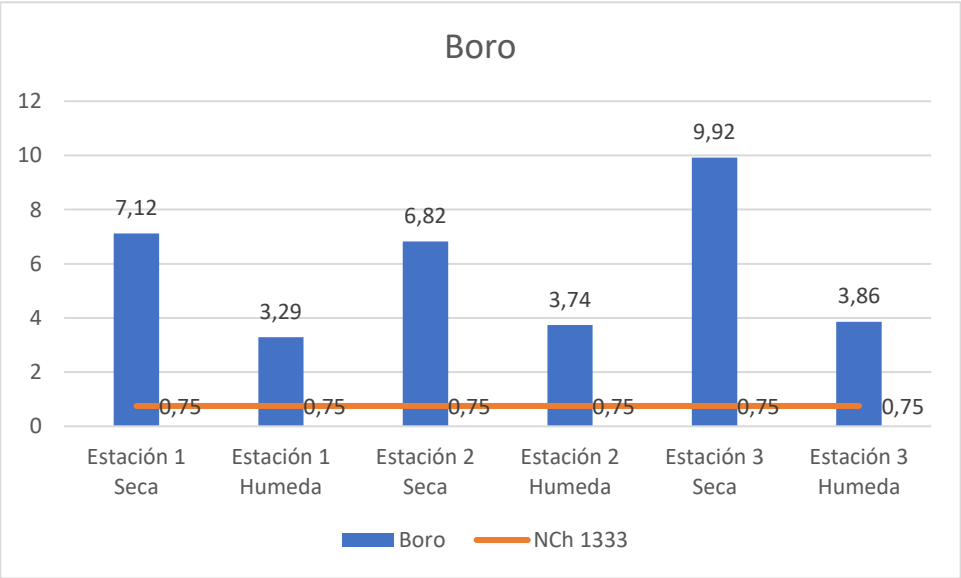


Gráfico 5: Valores de Boro en aguas del río Copiapó

Para el Litio (Cítrico) en la campaña seca, se presentan valores en promedio de 0,72948 mg/l, el cual supera los máximos establecidos en la normativa vigente (0,075 mg/l). El Litio (cítrico) aumenta medida que se aproxima a la desembocadura (Estación 3). En la campaña húmeda el Litio (Cítrico), presentan valores en promedio de 0,60389 mg/l, el cual supera los máximos establecidos en la normativa vigente (0,075 mg/l). El Litio (cítrico) presenta la menor concentración en la Estación 1 (0,51699 mg/l) en la estación húmeda, y mayor en la Estación 2 (0,6698 mg/l) en la estación húmeda (Gráfico 6).

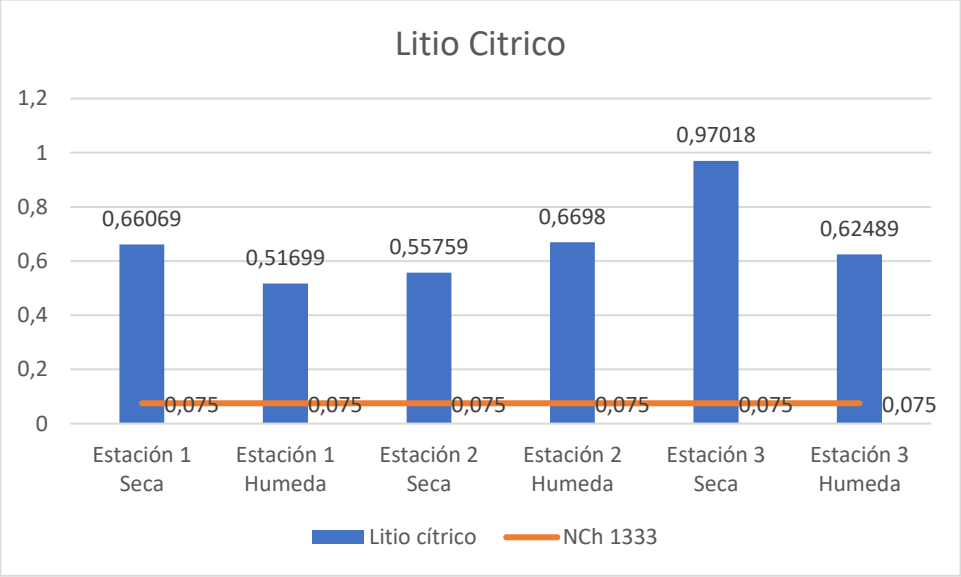


Gráfico 6: Valores de Litio (Cítrico) presente en el río Copiapó

En campaña seca el Sodio porcentual señala una baja diferencia entre los puntos, encontrándose en mayor cantidad en la Estación 3 (60,5%), seguida de la Estación 1 (48 %) y con menor concentración en la Estación 2 (49%). Todos los valores se encuentran en forma superior a los máximos permitidos en la NCh 1333, en campaña húmeda el Sodio porcentual señala una baja diferencia entre los puntos, encontrándose en mayor cantidad en la Estación 3 (64,7%), seguida de la Estación 1 (49,9 %) y con

menor concentración en la Estación 2 (48%).Todos los valores se encuentran en forma superior a los máximos permitidos en la NCh 1333 (Gráfico 7)

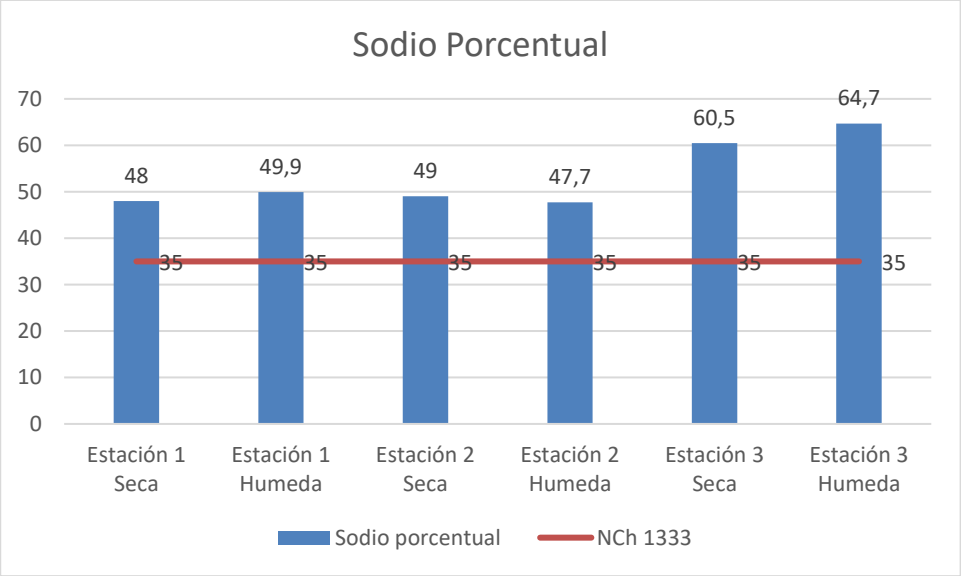


Gráfico 7: Valores de Sodio Porcentual presente en el río Copiapó

5.1.4 Muestras de aguas según NCh 409

El análisis de las muestras provenientes del curso principal, fueron comparados con la NCh 409/1 of. 2005, la cual establece los requisitos de calidad de agua potable en todo el territorio nacional.

Los resultados de las concentraciones de manganeso señalan un nivel más alto en las estaciones para la temporada húmeda con un promedio de 0,062 mg/l, por debajo de 0,1 mg/l (NCh 409), mientras en temporada seca los resultados de las concentraciones de manganeso presentan valores más bajos con respecto a la estación húmeda, donde el promedio es de 0,0478 mg/l, de igual manera, por debajo de 0,1 mg/l

Tabla 6: Manganeso presentes en el Río Copiapó

Elementos o sustancias	Unidad	Est. 1 Est. seca	Est. 1 Est. húmeda	Est. 2 Est. seca	Est. 2 Est. húmeda	Est. 3 Est. seca	Est. 3 Est. húmeda	LD	NCh 409
Manganeso	mg/l	0,0100	0,0319	0,0669	0,1026	0,0666	0,0539	0.01	0.1mg/l

En la campaña seca el análisis de los Nitratos y Nitritos, señala valores homogéneos para los Nitratos (0,20 mg/l) y homogéneos para Nitritos (<0,03 mg/l) a excepción de la Estación 3. Los valores en ambos parámetros, se encuentran por debajo de la normativa vigente, mientras en estación húmeda el análisis de los Nitratos y Nitritos, obtenidos en las estaciones de muestreo, señala un valor homogéneo en todas las estaciones (0,20 mg/l y 0,03 mg/l respectivamente). Los valores en ambos parámetros, se encuentran por debajo de la normativa vigente (Tabla 7).

Tabla 7: Nitritos y Nitratos presentes en el río Copiapó y su comparación con la normativa vigente

Elementos o sustancias	Unidad	Est. 1 Est. seca	Est. 1 Est. húmeda	Est.2 Est.seca	Est. 2 Est. húmeda	Est. 3 Est. seca	Est. 3 Est. húmeda	LD	NCh 409
Nitrato (NO^{-}_{3})	mg/l	< 0,20	< 0,20	< 0,20	0,20	< 2,00	< 0,20	0.5	50
Nitrito (NO^{-}_{2})	mg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 2,00	< 0,03	0.02	3

Las estaciones con valores más elevados de parámetros microbiológicos son la Estación 1 húmeda con 280 NMP cada una, el límite de detección mediante laboratorio es 1.8.

La Estación 1 señala los valores más elevados de coliformes fecales en comparación de sus estaciones contrapartes (Tabla 8).

Tabla 8: Parámetros microbiológicos

Plaguicidas	Unidad	Est.1 Est.seca	Est. 1 Est. húmeda	Est.2 Est.seca	Est. 2 Est. húmeda	Est. 3 Est. seca	Est.3 Est. húmeda	LD
Coliformes totales	NMP/100mL	33,0	350	46,0	33,0	350	2,00	1.8
Coliformes fecales	NMP/100mL	< 2,00	350	33,0	33,0	350	2,00	1.8

Los valores obtenidos en los plaguicidas presentan valores inferiores a lo establecido, evidenciándose una homogeneidad en las estaciones muestreadas (Tabla 9).

Tabla 9: Plaguicidas

Plaguicidas	Unidad	Est. 1 Est.seca	Est. 1 Est. húmeda	Est. 2 Est. seca	Est. 2 Est. húmeda	Est. 3 Est. seca	Est.3 Est. húmeda	LD	NCh 409
2,4 – D	µg/l	< 3,00	< 18,0	< 3,00	< 18,0	< 3,00	< 18,0	7	30
DDT + DDD + DDE	µg/l	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	0,1	2
Lindano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1	2
Metoxicloro	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,2	20
Pentaclorofenol	µg/l	< 1,00	< 5,00	< 1,00	< 5,00	< 1,00	< 5,00	1	9

Los productos secundarios de la desinfección en ambas campañas se presentan en forma homogénea en cada una de las estaciones monitoreadas, señalando valores por debajo de los límites máximos establecidos en la normativa vigente (Tabla 10).

Tabla 10: Productos secundarios de la desinfección

Producto	Unidad	Est. 1 Est. seca	Est. 1 Est.húmeda	Est. 2 Est. seca	Est.2 Est. húmeda	Est.3 Est. seca	Est. 3 Est. húmeda	LD	NCh 409
Bromodiclorometano	mg/l	< 5,00	< 1,00	< 5,00	< 1,00	< 5,00	< 1,00	0.005	0,06
Dibromoclorometano	mg/l	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	0.005	0,1
Monocloramina	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0.1	3
Tribromometano	mg/l	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	0.005	0,1
Triclorometano	mg/l	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	0.005	0,2
Trihalometanos	mg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	0.2	1*

*Suma de las razones entre la concentración medida de cada uno y su respectivo límite máximo.

5.1.5 Sedimentos

El análisis de los sedimentos en campaña seca, se observa un amplio rango de valores de metales, los cuales oscilan entre 0,01mg/kg y 24962 mg/kg. Para el caso de hierro, aluminio y sulfatos, cuyos valores superan los 2000 mg/kg. La estación de muestreo en que se evidencia una mayor cantidad de metales en los sedimentos, corresponde a la Estación 2.

El análisis de los sedimentos en campaña húmeda, se observa un amplio rango de valores de metales, los cuales oscilan entre 0,01mg/kg y 66542 mg/kg. La estación de muestreo en que se evidencia mayor cantidad de metales en los sedimentos, corresponde a la Estación 3.

Tabla 11: Sedimentos

Análisis	Unidad	LD	Est. 1 Est.seca	Est. 1 Est. húmeda	Est. 2 Est. seca	Est. 2 Est. húmeda	Est. 3 Est. seca	Est. 3 Est. húmeda
Aluminio	mg/kg	5	7.615	11.387	8.719	7.694	8.821	8.557
Arsénico	mg/kg	0.01	5,0	18,0	3	13	< 0,1	12,0
Cadmio	mg/kg	0.1	0,20	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cinc	mg/kg	5	27	47	37	37	34	61
Cloruro(*)	mg/kg	10	1.108	5.045	310	473	509	484
Cobre	mg/kg	3.5	11	51	8	21	11	22
Fósforo Total	mg/kg	30	605	837	691	490	848	1082
Hierro	mg/kg	5	12.186	20.923	24.962	21.206	24.431	66.542
Manganeso	mg/kg	2	190	646	184	803	247	585
Molibdeno	mg/kg	5	< 0,5	1,00	< 0,5	0,70	< 0,5	0,9
Níquel	mg/kg	1.5	4,0	12,0	4,0	8,0	6,0	14,0
Nitratos (como N)(*)	mg/kg	10	< 10,0	30,1	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Nitritos (como N)(*)	mg/kg	0.5	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg/kg	12.5	1.036	3.127	< 100	558	< 100	151
Nitrógeno Total	mg/kg	20	1.052	3.200	155	570	165	170
Plomo	mg/kg	0.5	2,0	12,0	4,0	7,0	6,0	14,0
Selenio	mg/kg	0.01	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Sulfato(*)	mg/kg	30	9105	12205	2020	1620	1882	2400

5.2 Aspectos Biológicos

5.2.1 Censo de avifauna

Según la revisión de los censos de avifauna realizados desde el año 2009, en el área de estudio se han identificado 70 especies de aves pertenecientes a 28 familias distintas; de éstas para la temporada seca 14 especies fueron registradas en el área de estudio, representadas por 10 familias, mientras que, en la temporada húmeda, fueron registradas 23 especies, representadas por 15 familias. De ellas una se encuentran en categoría de conservación en la temporada seca (Tabla 12), este es *Coscoroba coscoroba* que está en Peligro (EN).

Considerando que el territorio nacional presenta un total de 462 especies de aves (Martínez & González 2005; Jaramillo 2005), en la temporada seca un 3,03% de estas especies se encuentra representado en este humedal esta temporada y un 4,98% de estas especies se encuentra representado en la temporada húmeda.

Es en la temporada seca, también se destaca la presencia de *Coscoroba coscoroba* (Cisne coscoroba), en categoría de conservación en Peligro (EN) de acuerdo a lo señalado por la Ley de Caza y su Reglamento, edición 2015 del SAG, y sin categoría por la RCE.

Elemplo de los avistamientos de ambas temporadas se presentan en la Imagen 13 a la Imagen 21.

Tabla 12: Registro histórico de las especies de aves observadas en el humedal.

Familia	Nombre científico	Nombre común	n° de individuos campaña seca 2021	n° de individuos campaña húmeda 2021
Accipitridae	*Buteo polyosoma*	Aguilucho	0	0
Accipitridae	*Circus cinereus*	Vari	0	0
Anatidae	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	0	0
Anatidae	*Anas cyanoptera*	Pato colorado	18	2
Anatidae	*Anas georgica*	Pato jergón grande	4	5
Anatidae	*Anas sibilatrix*	Pato Real	84	0

Familia	Nombre científico	Nombre común	n° de individuos campaña seca 2021	n° de individuos campaña húmeda 2021
Anatidae	*Coscoroba coscoroba*	Coscoroba	6	0
Ardeidae	*Casmerodius albus*	Garza grande	0	1
Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza boyera	0	0
Ardeidae	*Ardea cocoi*	Garza cuca	0	0
Ardeidae	*Egretta thula*	Garza chica	0	0
Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo	0	0
Charadridae	*Vanellus chilensis*	Queltehue	0	4
Charadridae	*Charadrius alexandrinus*	Chorlo nevado	0	0
Charadridae	*Charadrius collaris*	Chorlo de collar	0	0
Cathartidae	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada	3	5
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Jote de cabeza negra	0	0
Cathartidae	*Caracara Plancus*	Traro	0	0
Columbidae	*Columbina picui*	Tortolita cuyana	0	0
Emberizidae	*Agelaius thilius*	Trile	6	11
Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol	0	12
Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo	0	0
Falconidae	*Milvago chimango*	Tiuque	0	0
Furnariidae	*Phleocryptes melanops*	Trabajador	0	1
Furnariidae	*Cinclode soustaleti*	Churrete chico	1	0
Furnariidae	*Pseudasthenes hunicola*	Canastero	0	0
Furnariidae	*Geositta marítima*	Minero chico	0	3
Furnariidae	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral	0	5
Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Pilpilén	0	5
Haematopodidae	*Hematopus ater*	Pilpilén negro	0	0
Hirudinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina bermeja	0	0
Hirudinidae	*Tachycineta meyeni*	Golondrina Chilena	14	21
Hirudinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina dorso negro	0	0
Laridae	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana	5	10
Laridae	*Larosterna inca*	Gaviotín monja	0	0
Laridae	*Larus modestus*	Gaviota garuma	0	4
Laridae	*Larus serranus*	Gaviota andina	0	0
Laridae	*Larus belcheri*	Gaviota Peruana	0	0

Familia	Nombre científico	Nombre común	n° de individuos campaña seca 2021	n° de individuos campaña húmeda 2021
Oceanitidae	*Oceanites gracilis*	Golondrina de mar chica	0	0
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax bougainvillii*	Guanay	0	0
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	0	1
Pelecanoididae	*Pelecanoides garnotii*	Yunco	0	0
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión	11	15
Podicipedidae	*Podiceps occipitalis*	Blanquillo	2	0
Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala	0	1
Rallidae	*Fulica rufifrons*	Tagua frente roja	24	20
Rallidae	*Fúlica armillata*	Tagua común	200	40
Rallidae	*Fulica leucoptera*	Tagua chica	0	0
Rallidae	*Gallinula galeata pauxilla*	Taguita del norte	0	0
Rallidae	*Pardirallus sanguinolentus*	Pidén	0	0
Rynchopidae	*Rynchops niger*	Rayador	0	0
Spheniscidae	*Spheniscus humboldti*	Pingüino de Humboldt	0	0
Strigidae	*Athene cunicularia*	Pequén	0	0
Scolopacidae	*Numenius phaeopus*	Zarapito	0	4
Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	0	0
Scolopacidae	*Gallinago paraguaiae*	Becacina	0	0
Scolopacidae	*Himantopus melanurus*	Perrito	0	0
Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Pitotoy grande	0	0
Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico	0	0
Tharaupidae	*Sicalis luteola*	Chirigüe	0	0
Tharaupidae	*Diuca diuca*	Diuca	0	16
Tyrannidae	*Tachuris rubigastra*	Siete Colores	0	0
Tyrannidae	*Elaenia albiceps*	Fío-fío	0	0
Tyrannidae	*Lessonia rufa*	Colegial	2	16
Tyrannidae	*Muscisaxicola maclovianus*	Dormilona tontita	0	0
Tyrannidae	*Muscisaxicola maculirostris*	Dormilona chica	0	0
Tyrannidae	*Anairete sparulus*	Cachudito	0	3
Threskiornithidae	*Theristicus melanopis*	Bandurria	0	0
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán	0	0
Trochilidae	*Sephanoides sephanoides*	Picaflor	0	0

Familia	Nombre científico	Nombre común	n° de individuos campaña seca 2021	n° de individuos campaña húmeda 2021
Turnidae	*Tordus chiguanco*	Zorzal negro	0	0
TOTAL			**380**	**205**

RCE: CR = En peligro crítico; DD = Datos insuficientes; EN = En Peligro; EW= Extinta en estado silvestre; EX = Extinta; FP = Fuera de Peligro; IC = Insuficientemente Conocida; LC = Preocupación menor NT = Casi amenazada; R = Rara; VU = Vulnerable. LDC: P = especie catalogada como en Peligro de Extinción; V = especie catalogada en estado de conservación Vulnerable; R = especie catalogada como Rara; I = especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida; F = especie catalogada como Fuera de Peligro.



Imagen 13: *Coscoroba coscoroba* (Coscoroba) en desembocadura



Imagen 14: *Anas cyanoptera* (Pato Colorado) en Estación 3



Imagen 15: Blanquillo (*Podiceps occipitalis*) en sector desembocadura



Imagen 16: *Zonotrichia capensis* (Chincol) observado en estación 1



Imagen 17: *Numenius phaeopus* (Zarapito) en estación 3



Imagen 18: *Ardea alba* (Garza grande) en chacra



Imagen 19: *Haematopus palliatus* (Pilpilén) observados en el sector Desembocadura



Imagen 20: ***Fulica rufifrons*** **(Tagua de frente roja) en desembocadura**



Imagen 21: ***Larus modestus*** **(Gaviota garuma) en sector desembocadura**

5.2.2 Índice de Shannon-Wiener H´

Los resultados del índice ecológico de Shannon-Wiener, en cuanto a la diversidad nos indican que; según los datos recogidos en las tres estaciones, para la temporada seca destaca el sector de chacra donde se obtuvo un valor de H= 1,271, mientras que en la temporada húmeda se obtuvo un H= 2,165 en el puente, ambos ambientes presentaron una mayor riqueza y diversidad de especies en relación a las otras estaciones en cada temporada del 2021. En general, en comparación con los datos de las otras estaciones, en la temporada húmeda se registraron mayores valores en cuanto a la diversidad de especies y riqueza en las estaciones del puente y desembocadura. Para el caso de la chacra, siguió la misma tendencia en relación a los registros de la temporada seca (Tabla 13) (Grafico 8).

Tabla 13: Índice de Shannon

Índice	Temporada	Puente	Chacra	Desembocadura
Shannon H'	Seca	0,814	1,271	1,247
	Húmeda	2,165	1,858	2,151

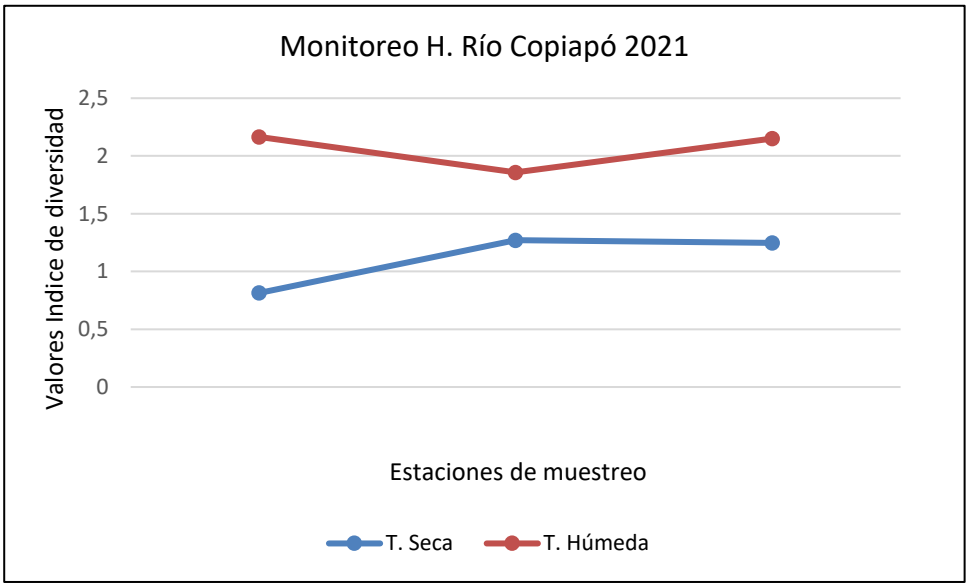


Gráfico 8: índice de Shannon-Wiener.

Además, el análisis de Bray-Curtis en cuanto a similitud entre estaciones muestreadas, nos indica que para en la temporada seca y húmeda hay distintos valores de similitud, presentando un comportamiento más restringido entre los grupos, manteniendo la misma relación en la estación seca y húmeda. Es así, como en la temporada seca se ve reflejada una similitud del 0,12% entre E1 (Puente) y E2 (Chacra), para la estación húmeda la similitud entre estas estaciones es de un 0,35%, ambientes que compartían la mayor cantidad de especies, dejando a la desembocadura con baja similitud. Durante estas campañas los registros obtenidos de la E3 (Desembocadura) no compartieron ambientes más acuáticos (Grafico 9).

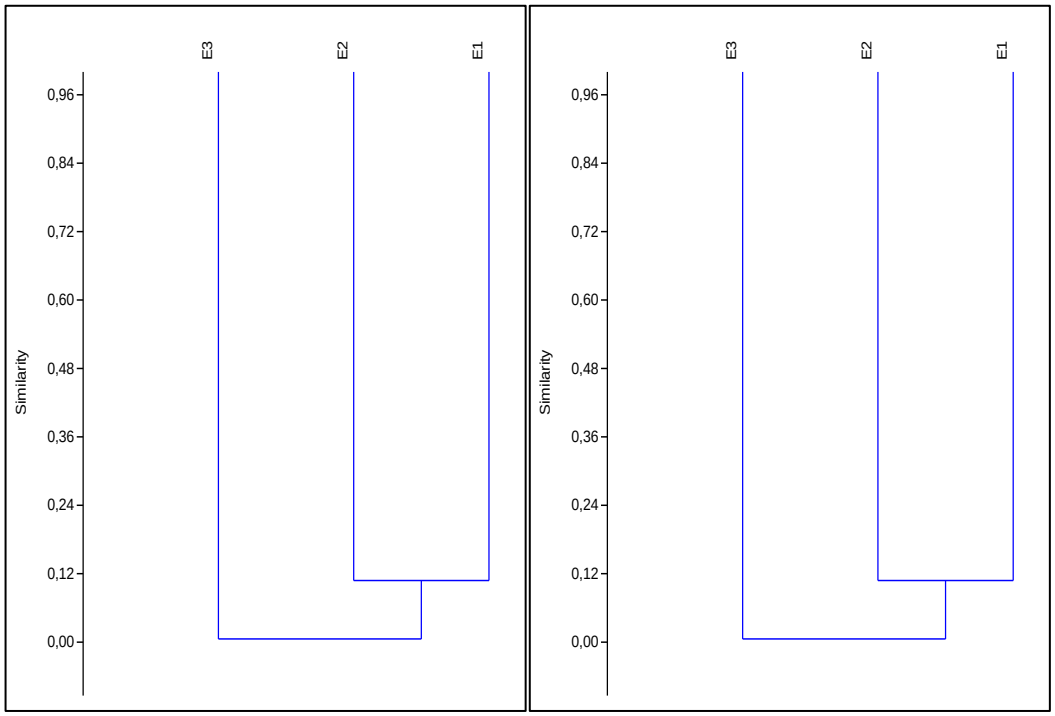


Gráfico 9: índice de Shannon-Wiener. Dendrograma de similitud Bray Curtis, para los tres puntos de muestreo en temporada seca y húmeda del 2021. (Izquierda T. Seca – Derecha T. Húmeda)

5.2.3 Composición Florística

Para las tres estaciones y en las dos temporadas de identifico un total de 15 especies. La temporada seca se registró 13 especies y la húmeda 15 (Tabla 14). La familia con más representantes fue Poaceae con 4 especies; no registrando presencia de Pteridophyta (helechos) y Gymnospermae.

Tabla 14. Listado florístico, temporada húmeda y seca

Familia	Especies	Nombre común	OF	HB	Estación seca	Estación húmeda
Dicotyledoneae						
Asteraceae	*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca	N	Ar	X	X
Asteraceae	*Tessaria absinthioides* (Hook. & Arn.) DC.	Brea	N	Ar	X	X
Chenopodiaceae	*Atriplex clivicola* I. M. Johnst.	Cachiyuyo	E	Ar	X	X

Chenopodiaceae	*Sarcocornia fruticosa* (L.) A. J. Scott	Sosa	N	Hp	X	X
Chenopodiaceae	*Suaeda foliosa* Moq.	--	N	Ar	X	
Fabaceae	*Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Chañar	N	A	X	X
Malvaceae	*Malvella leprosa* (Ortega) Krapov.	Malva amarilla	N	Hp		X
Solanaceae	*Nolana wendermannii I.M. Johnst.*	Suspiro	E	Ar		X
Lamiaceae	*Mentha spicata L.*	Hierba buena	A	Hp	X	X
Fabaceae	*Prosopis flexuosa DC*	Algarrobo	N	A		X
Monocotyledoneae						
Cyperaceae	*Schoenoplectus pungens* (Vahl) Palla	Totora	N	Hp	X	X
Juncaceae	*Juncus acutus* (L.)	Junco	N	Hp	X	X
Poaceae	*Cynodon dactylon* (L.)	Pasto bermuda	A	Hp	X	X
Poaceae	*Distichlis spicata* (L.)	Pasto salado	N	Hp	X	X
Poaceae	*Arundo donax* L.	Carrizo	A	Hp	X	X
Typhaceae	*Typha angustifolia* L.	Totora	N	Hp	X	X

OF= origen fitogeográfico (A= adventicia, N= nativa, E= endémica), HB= habito biológico (A= arbóreo, Ar= arbustivo, Hp= hierba perenne, Ha= hierba anual, Hb= hierba bianual).

Para el hábito o tipo biológico, en la temporada húmeda se registró 8 hierbas perennes (60%), 4 arbustivas (26,7%) y dos arbóreas (13,3%). En cuanto a la temporada seca, 8 hierbas perennes (61,5%), 4 arbustivas (30,8%) y una arbórea (7,7%) (Grafico 9).

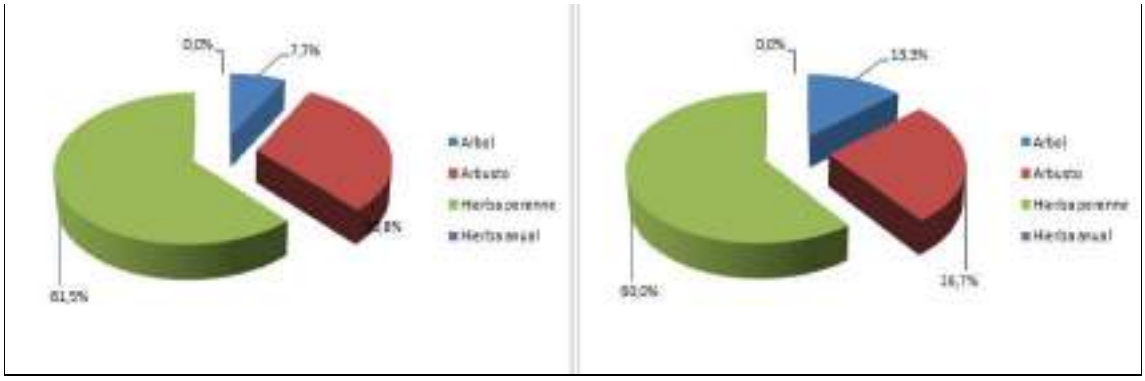


Gráfico 10: Tipo biológico, en temporada seca y húmeda 2021.

En cuanto al origen fitogeográfico, en la temporada húmeda se registró 10 nativas (66,7%), 3 adventicias (20,0%) y dos endémicas (13,3%). Para la temporada seca la cantidad de especies nativas domino con 9 especies (69,2%), luego las especies adventicias 6 (23,1%), y 1 endémica (7,7%), (Grafico 10)

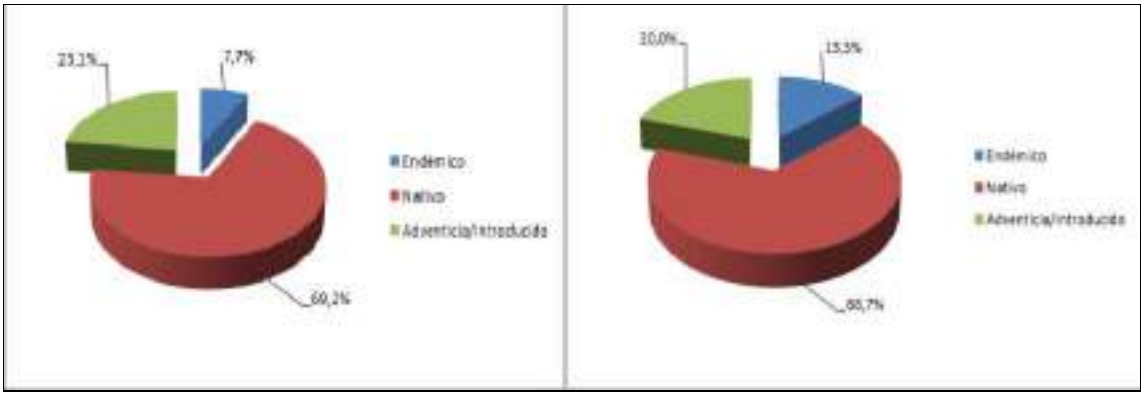


Gráfico 11: Origen fitogeográfico en temporada Húmeda y seca 2021.

Cobertura vegetal.

Para las estaciones muestreadas en las distintas capas vegetales, la capa vegetal pequeña y mediana están presente en las tres estaciones de muestreo de las dos temporadas, manteniéndose los mismos valores para ambas temporadas. La capa muy alta solo está presente en la estación 1 (puente), donde es posible observar arboles de las especies *Geoffroea decorticans y Prosopis flexuosa.* El presente año no se pudo observar la capa flotante en ninguna de las temporadas de muestreo. (Tabla 15).

Tabla 15. Cobertura vegetal temporada húmeda.

Capa Vegetal	Temporada Seca			Temporada Húmeda		
	Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)	Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)
Flotante	-	-	-	-	-	-
Pequeña	75-50	5-25	75-100	75-50	5-25	75-100
Mediana	50-70	25-50	25-50	50-70	25-50	25-50
Alta	75-100	-	5-25	75-100	-	5-25
Muy Alta	5-25	-	-	5-25	-	-
N° de capas	4	2	3	4	2	3
Puntaje	A	B	B	A	B	B

- **Dominancia y codominancia de especies.**

Para la dominancia y codominancia de las especies, se establece mediante el porcentaje de cobertura, siendo el mayor para la especie dominante mientras que los valores menores serán para las especies codominantes. Para la Estación 1, en la temporada húmeda (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), registrando 3 especies dominantes y 3 codominantes, en cuanto al porcentaje de cobertura se destaca la dominancia de *T. angustifolia* en la capa alta llegando a valores cercanos al 100% de cobertura. En la temporada seca, se registró el mismo numero de especies dominantes y codominantes, para la dominancia en cuanto al porcentaje de cobertura se destaca a *T. angustifolia* en las capas mediana y alta, la especie *T. absinthioides* dominó en la capa mediana (Tabla 16).



Imagen 22: Estación 1

Tabla 16. Dominancia y codominancia, Estación 1, temporada seca y húmeda.

Capa Vegetal	Temporada Seca		Temporada húmeda	
	Especie	Cobertura (%)	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-	-	-
Pequeña	*Distichlis spicata*	5-10	*Distichlis spicata*	5-10
	Mentha spicata	50-75	*Mentha spicata*	0-10
Mediana	*Tessaria absinthioides*	40-50	*Tessaria absinthioides*	50-75
	Baccharis salicifolia		*Nolana wendermannii*	0-10
	-		*Baccharis salicifolia*	40-50
Alta	*Typha angustifolia*	75-100	*Typha angustifolia*	75-100
	Atriplex clivicola	5-10	*Atriplex clivicola*	5-10
Muy Alta	*Geoffroea decorticans*	5-10	*Geoffroea decorticans*	5-10
	-		*Prosopis flexuosa*	0-10
N° de especies dominantes		4	**N° de especies dominantes**	4
N° de especies codominantes		3	**N° de especies codominantes**	5
Puntaje especies dominantes		A	**Puntaje especies dominantes**	A

Capa Vegetal	Temporada Seca		Temporada húmeda	
	Especie	Cobertura (%)	Especie	Cobertura (%)
Puntaje especies codominantes		C	Puntaje especies codominantes	A

Para la Estación 2, se mantuvieron constantes los valores de dominancia y codominancia entre las temporadas húmeda y seca (Tabla 17). Se registró 3 especies dominantes y 3 codominantes, la especie *T. absinthioides* dominó en cuanto al porcentaje de cobertura en la capa mediana; mientras que la especie *T. angustifolia* en la cobertura de la capa alta.



Imagen 23: Vista general estación 2. Estación Seca (izq.) y Húmeda (der.)

Tabla 17: Dominancia y codominancia estación 2, temporada seca y húmeda.

Capa Vegetal	Temporada Seca		Temporada húmeda	
	Especie	Cobertura (%)	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-	-	-
Pequeña	*Distichlis spicata*	40-50	*Distichlis spicata*	40-50
Mediana	*Tessaria absinthioides*	60-75	*Tessaria absinthioides*	60-75

Capa Vegetal	Temporada Seca		Temporada húmeda	
	Especie	Cobertura (%)	Especie	Cobertura (%)
	Schoenoplectus pungens	15-25	*Schoenoplectus pungens*	15-25
	Juncus acutus	5-10	*Juncus acutus*	5-10
Alta	*Typha angustifolia*	50-75	*Typha angustifolia*	50-75
	-	-	*Atriplex clivicola*	5-10
Muy Alta	-	-	-	-
N° de especies dominantes		3	**N° de especies dominantes**	3
N° de especies codominantes		3	**N° de especies codominantes**	3
Puntaje especies dominantes		A	**Puntaje especies dominantes**	A
Puntaje especies codominantes		C	**Puntaje especies codominantes**	C

Para la Estación 3 de la temporada húmeda, el número de especies dominantes fue de dos y, dos codominante (Tabla 18) las especies *D. spicata* y *T. absinthioides* dominaron en cuanto al porcentaje de cobertura en las capas pequeña y mediana respectivamente. Para la temporada seca el número de especies dominante es dos y el número de especies codominate de dos especies, manteniéndose la misma condición de la estación húmeda.



Imagen 24: Vista general Estación 3. Temporada Seca (izq.) y Temporada Húmeda (der.)

Tabla 18: Dominancia y codominancia Estación 3, temporada seca y húmeda.

Capa Vegetal	Temporada Seca		Temporada húmeda	
	Especie	Cobertura (%)	Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-	-	-
Pequeña	*Distichlis spicata*	20-40	*Distichlis spicata*	20-40
	Sarcocornia fruticosa	10-20	*Sarcocornia fruticosa*	10-20
Mediana	*Tessaria absinthioides*	60-70	*Tessaria absinthioides*	60-70
Alta	*Atriplex clivicola*	5-10	*Atriplex clivicola*	5-10
Muy Alta	-	-	-	-
N° de especies dominantes		3	**N° de especies dominantes**	2
N° de especies codominantes		2	**N° de especies codominantes**	2
Puntaje especies dominantes		A	**Puntaje especies dominantes**	B
Puntaje especies codominantes		C	**Puntaje especies codominantes**	C

5.2.1 Especies invasoras y porcentaje de invasión:

Para el porcentaje de invasión (

Tabla 19), se registró un total de una especie codominante para la capa pequeña, 3 y 4 para la capa mediana (temporada seca y húmeda respectivamente), uno para la capa alta y solo en la temporada húmeda 1 en la capa muy alta. En base al origen fitogeográfico se determina si es invasiva o no, determinando que la presente temporada no se identificaron especies invasoras. Se mantiene la presencia de *Mentha spicata* (hierba buena) (Imagen 25), la cual se encontró en muy baja densidad y cobertura no clasificándose como especies codominante.



Imagen 25: ***Mentha spicata***

Tabla 19: Porcentaje de especies codominantes, temporada seca y húmeda.

Capas	Especies	OF	Temporada seca	Temporada húmeda
			Invasiva	Invasiva
Flotante	-	-	-	-
Pequeña	*Sarcocornia fruticosa*	N	no	no
Mediana	*Baccharis salicifolia*	N	no	no
	Schoenoplectus pungens	N	no	no
	Juncus acutus	N	no	no
	Nolana wendermannii	E	-	no
Alta	*Atriplex clivicola*	E	no	no
Muy alta	*Prosopis flexuosa*	N	-	no
Total de especies codominantes			5	7
Porcentaje de invasión (%)			7%	5%
Puntaje			A	A



Imagen 26: ***Juncus acutus***

5.3 Análisis espacio temporal

5.3.1 Métricas de la comunidad vegetal

El área correspondiente al Humedal de la Desembocadura del río Copiapó para ambos años, representa un total de 425,355 hectáreas, con diferencias significativas en su distribución entre el intervalo anual de análisis. Para el año 2020, el modelo de clasificación supervisada evidenció el área predominante

entre las unidades analizadas respecto a la evaluación correspondiente a este período de tiempo. El modelo se aplica entonces en las dos temporadas definidas para el análisis: la primera es la temporada seca, que comprende los meses de enero a junio, y la segunda es la temporada húmeda, la cual analiza el período comprendido entre los meses de julio a diciembre. En la evaluación del humedal para la temporada seca del año 2020, se registraron los siguientes porcentajes de las unidades del humedal respecto a la superficie total; Espejo de agua con un 2,34%, Suelo 74,62% y Humedal 23,04%. Para la temporada húmeda, la superficie de las unidades del humedal varía en comparación a la temporada seca. En este período de análisis, la unidad de Humedal disminuye a un 20% de su área, mientras que, con la unidad de Espejos de agua, esta aumenta a un 5% al igual que la unidad de Suelo a un 75 %. (Gráfico 12).

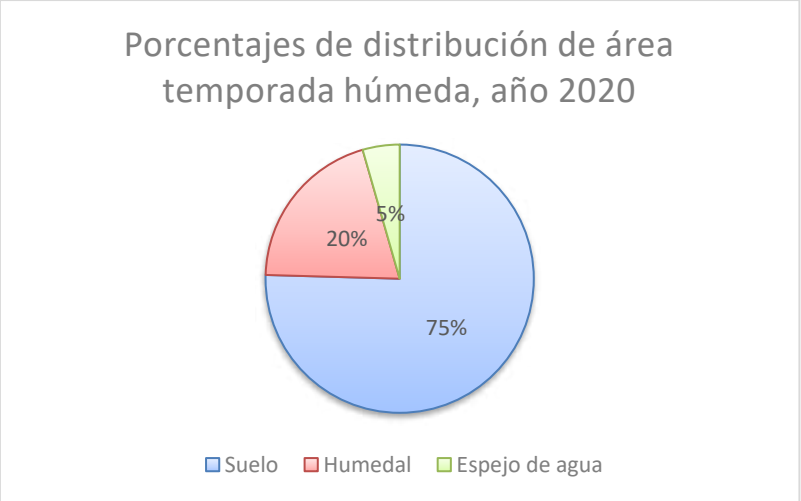


Gráfico 12: Gráfico de porcentaje de área predominante, estación húmeda 2020. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 27: Mapa con clasificación supervisada, temporada húmeda año 2020. Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto al análisis realizado para el año 2021, se logró apreciar una diferencia entre el área de las unidades correspondientes a Humedal, Suelo y Espejos de agua, en relación a los datos obtenidos en el análisis del año 2020. La unidad de Humedal aumentó a un 27,08 % de su área, mientras que la unidad Suelo disminuyó a un 70,57 %, junto con la unidad de Espejos de agua, alcanzando un 2,3 % de la superficie total (Imagen 28).



Imagen 28: Mapa con clasificación supervisada, temporada húmeda año 2021. Fuente: Elaboración Propia.

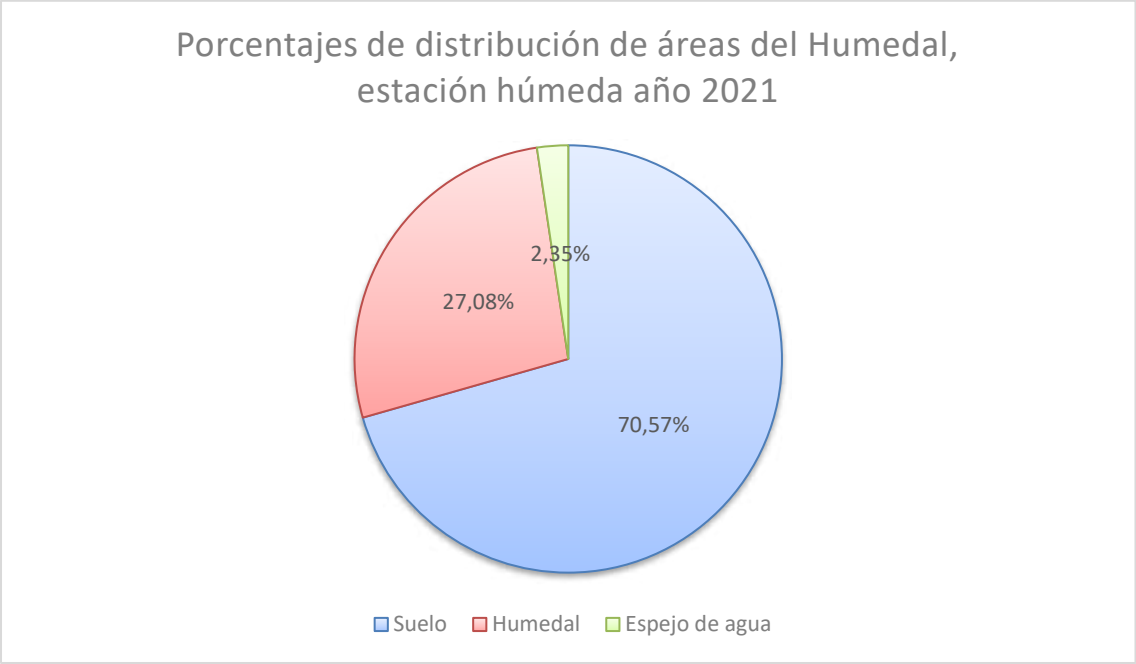


Gráfico 13: Gráfico de áreas, año 2021. Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla (Tabla 20), se muestran las superficies en hectáreas de las unidades determinadas, como también la variación porcentual entre ambos años de análisis. El porcentaje de variación que demuestra una diferencia negativa corresponde a las unidades de Suelo y Espejo de agua, con un -0,06 % y un -0,4, respectivamente. Sólo la unidad de Humedal presenta una variación positiva respecto al año anterior, con un 0,34 %.

Tabla 20: Áreas obtenidas mediante Clasificación supervisada y Porcentaje de variación

ÁREA	AÑO 2019 (ha)	AÑO 2021 (ha)	PORCENTAJE DE VARIACIÓN ((A2-A1) /A1)
Suelo	335,7	314,01	-0,06
Humedal	89,46	120,50	0,34
Espejo de Agua	19,8	10,44	- 0,4

6. DISCUSIÓN

Debido al bajo nivel de agua observado en área de estudio, en estación seca y estación húmeda, con un contexto de altas temperaturas y con ausencia de precipitaciones, es que el caudal en las tres estaciones muestreadas se observó con ausencia de flujo de caudal de agua superficial, lo cual generó un cuerpo de agua estancado. Situación esperable debido a la extracción para fines de riego en la zona, sumado a la mayor demanda de agua por especies macrofitas asociado al prematuro inicio de la época de crecimiento de la cobertura vegetacional y el aumento de la evaporación y evo-transpiracion por el incremento de las temperaturas, desde la vegetación y los suelos, ya que estos últimos son menos permeables (Elliot 2009), características típicas de zonas áridas y semiáridas, generando una menor disponibilidad hídrica en el sistema. Los caudales de la zona norte de Chile por lo general se presentan reducidos, situación que se agrava durante los periodos de sequía, en la cual los caudales se hacen prácticamente nulos (Salazar 2003), como lo registrado en este monitoreo.

Considerando el requisito para aguas de riego, según las Normas Chilenas Oficiales (NCh 1333), éstas deben tener un pH entre 5,5 y 9,0, por lo cual las aguas de las tres estaciones muestreadas son aptas para este uso (7,91 – 7,89– 8,14 estación seca y 7,89 – 7,72 – 8,86 estación húmeda). Los requisitos de pH para aguas destinadas a recreación y estética, según la Norma Chilena 1333, son 6,5 a 8,3 y en ningún caso menor de 5 o mayor de 9, de acuerdo a esta normativa las aguas de este río son aptas para ese uso. El requisito para la vida acuática, es de 6 a 9 unidades de pH, las aguas dulces presentan un pH entre 7,2 y 8,7, por lo tanto, las aguas de este río no presentan problemas.

La conductividad (25°C), en temporada seca registró los valores más altos en la Estación 3 (12652µs/mg) mientras en temporada húmeda los valores más altos también se encontraron en la Estación 3 (24522 µs/mg), esto se puede deber a la aridez de los suelos, caracterizados por escasas precipitaciones y alta radiación solar, los iones tienden a concentrarse (Cade-Idepe 2004).

El Manganeso es uno de los elementos más abundante en la corteza terrestre, generalmente asociado a la presencia de Hierro. Se origina naturalmente en muchas fuentes de agua superficiales y subterráneas, sobre todo en condiciones aireadas u oxidantes. La fuente más importante de Manganeso está en el agua de consumo, aunque habitualmente la mayor exposición proviene de los alimentos.

Según la OMS, el Manganeso es un elemento escencial para el ser humano y otros animales, por lo que tanto la falta como el exceso de este puede ocasionar efectos adversos en la salud de las personas (OMS 2016). Por otro lado la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) revela que el efecto más común que se observa en trabajadores expuestos a niveles altos de manganeso involucra al sistema nervioso. Estos efectos incluyen alteraciones del comportamiento y en movimientos lentos y sin coordinación. Cuando esta combinación de síntomas se torna grave, se le refiere como “manganismo”. En trabajadores expuestos a concentraciones más bajas de manganeso también se han observado otras alteraciones no tan graves del sistema nervioso, tales como lentitud de los movimientos de las manos. Por otro lado, La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) concluyó que la información científica existente es insuficiente para determinar si el exceso de manganeso puede producir cáncer (web 1)

Los sulfatos están presentes de forma natural en muchos minerales, los cuales se utilizan comercialmente, sobre todo en la industria química. Se liberan al agua procedentes de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera. Sin embargo, en regiones cuyas aguas de consumo contienen concentraciones altas de sulfato, el agua de consumo puede ser la principal fuente de ingesta (OMS 2006).

Las concentraciones de sulfatos en este año de monitoreo 2021 fueron en promedio para temporada seca de 3280 mg/l en las tres estaciones, muy por debajo está el límite máximo establecido por la NCh 1333 (250 mg/l) mientras que en estación húmeda el promedio fue de 2899 mg/l en las tres estaciones, al igual que la estación anterior muy por debajo está el límite máximo establecido por la NCh 1333 (250 mg/l). El sulfato presente en altas concentraciones a lo largo del río, contribuye a la salinidad de las

aguas, este anión permanece mayormente disuelto debido a su gran estabilidad y resistencia a la reducción. El sulfato es un contaminante presente en aguas residuales de la industria minera y en drenajes ácidos de minas. En altas concentraciones podría generar problemas ambientales, como aumentar la producción de ácido sulfhídrico, un gas tóxico, en las etapas anaerobias del tratamiento de aguas (Hurtado Carrasco, C. at el 2012).

El sodio porcentual en estación seca se encuentra por sobre la NCh 1333 (35,0%) en las tres estaciones, con porcentajes promedio de 50,4%, siendo la estación 3 el porcentaje más alto (53,6%) en estación húmeda el Sodio porcentual se encuentra por sobre la NCh 1333 (35,0%) en las tres estaciones, con porcentajes promedio de 53,2%, siendo la estación 3 el porcentaje más alto (62,9%). Los cationes de sodio presentes en el agua pueden contribuir al deterioro de los suelos aledaños al río, estos cationes logran un intercambio iónico mucho más afín que los cationes de Mg^{+2} y Ca^{+2}, los cuales dan las características de porosidad al suelo, provocando disminuciones en la permeabilidad, interfiriendo con el drenaje necesario para mantener una salinidad normal, debido a que las sales se irán acumulando y además disminuye la aireación necesaria para el crecimiento de especies vegetales, pudiendo llegar a deteriorar irreversiblemente los suelos, la vegetación y la biodiversidad existente en el humedal.

Según la OMS, no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud debido a que no se pueden extraer conclusiones definitivas con respecto a la posible asociación entre la presencia de sodio en el agua de consumo y la hipertensión. Sin embargo, a concentraciones sobre los 250 mg/L el sabor del agua puede volverse inaceptable, este valor depende del anión asociado al sodio y la temperatura del agua (OMS 2006).

En cuanto a los efectos en la vegetación, los síntomas de toxicidad incluyen quemazones, encrespamiento de la hoja y muerte de tejidos (lo cual ocurre inicialmente en los bordes externos). A medida que la severidad de la toxicidad aumenta, progresa en los tejidos intervenales. (web 4)

En el caso de los cloruro presente en los cuerpos de agua superficial provienen principalmente de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales, escorrentía urbana con sal de deshielo, e intrusiones salinas. Los valores registrados, al igual que en temporadas pasadas superan la Norma.

El valor de referencia según la OMS es de 250 mg/L, sin embargo no está basado en algún posible daño a la salud humana, si no más bien a que sobre esos valores, la presencia de este ión confiere un sabor perceptible en el agua.

El cloruro es un micronutriente esencial y todos los cultivos requieren cloruro en pequeñas cantidades. Sin embargo, a menudo es asociado con daño de salinidad y toxicidad, altos niveles de cloruro en la solución de suelo, pueden generar toxicidad por cloruro en los cultivos (Libro Azul, 2002). Los niveles elevados de cloruro, pueden dar lugar directamente a toxicidad de la planta, o reducción de la calidad de la parte cosechada de la planta. Además, algunas plantas pueden tolerar bien el cloruro, pero no el aumento asociado en la salinidad del suelo. (Libro azul, 2002). Entre los síntomas más comunes de la toxicidad de cloruro en las plantas, se incluye la necrosis de los márgenes de las hojas, la que normalmente aparece primero en las hojas más viejas. Un exceso de estas quemaduras puede resultar en pérdida de las hojas. Sin embargo, podría ser difícil de diagnosticar la toxicidad de cloruro. A menudo es difícil distinguir si el síntoma de toxicidad se relaciona directamente con el cloruro o con otros elementos que se absorben, como el sodio u otras sales como el boro.

Las concentraciones de cloruro excesivas aumentan la velocidad de corrosión de los metales en contacto con el agua según su alcanidad, incrementando la concentración de metales en el agua (OMS 2006)

Las concentraciones de Boro en estación seca presentaron un promedio de 9,43 mg/l detectándose problemas para su uso como agua para riego, en todas estaciones debido a que la Norma Chilena acepta como límite máximo 0,75 mg/l misma situación en temporada húmeda del presente año donde las concentraciones de boro presentaron un promedio de 7,99 mg/l detectándose problemas para su uso como agua para riego, en todas estaciones. Estos valores, en comparación con muestreos anteriores, continúan superando la Norma Chilena (informe anual de monitoreo Humedal rio Copiapó

2015, 2016 y 2017). El Boro es un elemento ampliamente distribuido en minerales de la corteza terrestre, por lo que puede ser liberado al aire, al agua o al suelo como consecuencia de la erosión natural de suelos y rocas. Las contribuciones antropológicas de este elemento se deben principalmente a plantas que manufacturan vidrio, plantas de energía que queman carbón, fundiciones de Cobre, uso de plaguicidas y de abonos agrícolas (web 6). El Boro puede entrar al cuerpo al consumir alimentos y tomar agua que lo contiene, al respirar polvo de boro en el aire o incluso cuando un área dañada de la piel entra en contacto con esta sustancia. La OMS establece un valor de referencia provicional de 0,05 mg/L de Boro presente en los cuerpos de aguas superficiales. El valor es provisional debido a la dificultad y costo económico que resulta una remoción efectiva de este metaloide en aguas que presentan altas concentracones de forma natural, es decir, condiciones semiáridas como el área donde se encuetra ubicado el humedal de Copiapó (OMS 2006).

En el caso del Litio es el elemento metálico más abundante y constituye alrededor del 8% de la corteza terrestre. Es frecuente la utilización de sales de Aluminio en el tratamiento del agua como coagulantes para reducir el color, la turbidez, y el contenido de materia orgánica y de microorganismos.

El sulfato contribuye a la salinidad de las aguas de regadío, en la cual la presencia de determinados iones puede inducir en la vegetación a desbalances nutricionales o deficiencias, causando una disminución en los rendimientos o daños a la planta. A modo de ejemplo, altos niveles de sulfato en el agua de riego, pueden inducir a deficiencias de Mg en la uva (Ehling, 1960), mientras que el corazón negro del apio en suelos salinos se debe a deficiencia de Ca causada por altos niveles de Sulfatos y bajo contenido de Ca (Geraldson, 1954).

En relación a los elementos químicos encontrados en los sedimentos, estos presentan valores heterogéneos en las tres estaciones de muestreo durante todo el año. Si bien en épocas de menor caudal, las concentraciones de metales fueron mayores en los sedimentos, similar a lo sucedido en otros cuerpos de aguas, como el río Aconcagua (Cenma 2008). En el análisis de sedimentos arrojo que el Hierro, Aluminio, Cloruro y Nitrógeno total se encontraron con mayor concentración superando los 2000 mg/kg.

Respecto al componente biótico y faunístico, a consideración de número de especies, número de individuos y diversidad señala que la dotación de aves es variable, dependiendo de una serie de factores, tales como perturbaciones, condiciones climáticas, presencia humana, entre otros (Sielfeld et al. 2012). En consecuencia, al intensivo uso del agua del río Copiapó y la baja recuperación del caudal natural afectando el número de especies observadas. Caso especial es el de este año, donde el número de aves registrada en ambas temporadas se elevó respecto a años anteriores.

El análisis de similitud (dendrograma) entrega información que indica una misma tendencia entre los ensambles de aves de las tres estaciones muestreadas durante ambas temporadas, observando que el valor de similitud en la temporada seca otorga un valor de 0,12% para E1 (Puente) y E2 (Chacra), y para la estación húmeda de un 0,30%, ambientes que compartían la mayor cantidad de especies, dejando a la desembocadura con baja similitud con respecto a éstas. Las diferencias presentes pueden ser ocasionadas por conductas o necesidades propias de aves que dependen más que otras de masas de agua de mayor superficie, por lo que las similitudes disminuyen ya que en las zonas con más agua predominaban las aves acuáticas, mientras que en la E1 (Puente) predominan especies más terrestres, por lo que se marca una diferencia notoria entre las tres zonas con respecto a la avifauna presente (Brandolin, Martori & Ávalos, 2007). Por otra parte, también los resultados se pueden asociar a variables climáticas, las cuales pueden influir en la abundancia y riqueza de avifauna en una misma área. Por ejemplo, el muestreo realizado para el 2015, se ha visto influenciado por el fenómeno climático “El Niño”, provocando que la isoterma suba generando precipitaciones altas ocasionando el aluvión, fenómeno natural producto de las intensas lluvias. Este acontecimiento permitió que el curso del río Copiapó pudiera llegar hasta el mar, situación vista por última vez en el año 1997. (Godoy, *op*. Cit.), además de ser un factor que ha influenciado el aumento de las especies de aves observadas en esta estación, ya que en épocas más lluviosas se relaciona con un aumento en la disponibilidad de alimento (Canevari et al. 1991).

Para la composición florística se registró un mayor número de ejemplares en la temporada seca (18 especies) y en la temporada húmeda 15 especies. Su diferencia se puede deber a la influencia de ganado, caprino y equino, el cual se observó en ambos monitoreos.

En cuanto a los porcentajes de cobertura y participación de las diferentes capas, solo en temporada seca se identificó la capa flotante. Para las otras capas, los porcentajes de cobertura y participación se mantuvieron constantes en ambas temporadas.

Las especies dominantes se han mantenido al largo de los monitoreos, las especies *Typha angustifolia, Tessaria absinthioides y distichlis spicata*, se mantienen como las especies dominantes de los sectores de análisis. El desarrollo de este tipo de vegetación cubre todas las capas presentes en las áreas de muestreo y su grado de dominancia limita (no impidiendo) el desarrollo de otro tipo de vegetación.

Según Urrutia *et al*. 2017, *Typha angustifolia* es una especie cosmopolita invasora, esto se debe a que genera compuestos alelopáticos lo cual inhibe el crecimiento e otras plantas, disminuyendo la diversidad de especies de una determinada zona. Se puede apreciar en la temporada húmeda un crecimiento de la cobertura de esta especie, producto que el espejo de agua creció en las estaciones Puente y Chacra.

En el análisis de las imágenes satelitales correspondiente al año 2021, se detectó un incremento en las superficies correspondientes a la unidad de Humedal, la cual se puede asociar a las precipitaciones ocurridas durante el mismo año, con posterior manifestación del evento de Desierto Florido en la Región de Atacama, principalmente en la provincia de Copiapó. Además, según lo observado en visitas a terreno y en imágenes satelitales históricas, la presencia de la vaguada costera influye en la vigorosidad de carácter tardío que aún se logra observar en dicha unidad. Respecto a las unidades de Espejos de agua y Suelo, de la primera se infiere que ante la presencia de mayor cantidad de vegetación y en estado vigoroso, los Espejos de agua son menos visibles o notorios, quedando bajo cubierta de las formaciones vegetacionales, mientras que la unidad Suelo, pierde protagonismo por el aumento de la misma cobertura vegetacional que se manifiesta y observa en el área de estudio.

7. CONCLUSIONES

En el monitoreo de variables hidrológicas, en las tres estaciones muestreadas, se presenta ausencia de caudal a pesar del volumen de agua observada en el área de estudio en ambas campañas del 2021 correspondiente a campaña seca y campaña húmeda.

De los valores comparados con la NCh1333, se observan valores superiores a lo establecido en la normativa vigentes en las tres estaciones, dentro de estos parámetros se encuentran: Sulfato, Cloruros, Boro, Litio cítrico y Sodio porcentual en ambas campañas.

Según la revisión de los censos de avifauna realizados desde el año 2009, en el área de estudio se han identificado 70 especies de aves pertenecientes a 28 familias distintas; de estas 14 especies fueron registradas en la temporada seca y 23 especies fueron registradas en la temporada húmeda en el área de estudio del presente año, para las especies en categoría de conservación en la temporada seca, destaca la presencia de *Coscoroba coscoroba* (Cisne coscoroba), en categoría de conservación en Peligro (EN) de acuerdo a lo señalado por la Ley de Caza y su Reglamento, edición 2015 del SAG, y sin categoría de acuerdo a lo señalado por el RCE. En la temporada húmeda, no se registraron especies en alguna categoría de conservación.

Los resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener, indican que, según los datos recogidos en las tres estaciones en ambas temporadas, el índice calculado para el sector de la Chacra (E2) se obtuvo un valor de H´= 1,271 (T. Seca) siendo el valor más alto en el año 2020, mientras que el sector Puente (1) se obtuvo un valor de H´=2,165 (T. Húmeda) siendo estos ambientes con mayor riqueza en diversidad de especies en las temporadas muestreadas.

En cuanto a la composición florística, se registran 13 y 15 especies (temporada seca y húmeda respectivamente), sin la presencia de plantas acuáticas a diferencia de otras temporadas.

El tipo biológico dominante es el herbáceo perenne y arbustivo, esto se debe a que la condición del humedal le favorece para el desarrollo, además mucha de estas especies se vería beneficiadas por la presencia de ganado y por la salinidad de los suelos, como es el caso de *Tessaria absinthioides* y *Distichlis spicata.* En la temporada húmeda se aprecia un aumento de superficie del espejo de agua en las estaciones Puente y Chacra (1 y 2), por lo que se pudo apreciar un mayor porcentaje de cobertura de la especie *Typha angustifolia.*

En cuanto al origen fitogeográfico un 20% temporada húmeda y un 23,1% en la temporada seca, corresponden a especies introducidas, esto se podría deber a la introducción de ganado en el área de estudio, se observan en terreno caballos lo cual propagarían distintas especies como especies de la familia Poaceae (*D. spicata).* No se observan en las temporadas analizadas especies del tipo biológico Hierba Anual.

De acuerdo al análisis espacio temporal de las imágenes correspondientes al satélite LANDSAT 8 OLI, se logra asociar que las variaciones porcentuales de las unidades Humedal, Espejos de agua y Suelo entre los años 2020 y 2021, se deben a diversos fenómenos que se manifiestan dentro del área de estudio. El más notable y de carácter único, corresponde al del Desierto Florido, el cual se manifestó durante el año 2021, con mayor notoriedad en la Provincia de Copiapó, el cual fue propiciado por las precipitaciones ocurridas a principios del año 2021. Además, debido a la vigorosidad de la cobertura vegetacional que aún se observa en la visita de monitoreo, se puede inferir que la vaguada costera que se logra evidenciar en imágenes satelitales y en las respectivas visitas al área de estudio, logra mantener niveles de humedad propicias para el desarrollo y turgencia de las especies vegetales presentes en el área de estudio.

En base a los resultados obtenidos y de acuerdo a las condiciones señaladas en el documento “Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica” (CONAMA-CEA, 2006), donde menciona que la estructura física de estos ecosistemas estuarinos, ya sea la barrera terminal del humedal, la vegetación y el caudal son elementos determinantes dentro de estos sistemas, los cuales en orden de importancia deben ser comparados con los parámetros químicos y los biológicos

particularmente la diversidad biológica, cabe señalar que en este monitoreo la ausencia de caudal es determinada mediante la velocidad del agua lo que no significa que existe una cantidad de agua insuficiente para el desarrollo de variables biológicas, principalmente para la vegetación evidenciando con los resultados que no presenta un deterioro físico con respecto a temporadas anteriores.

En base a los resultados del actual monitoreo se puede concluir que si bien la recuperación a la fecha ha sido bastante satisfactoria comparada desde el 2014 con la metodología utilizada por fundación Chile, se ha evidenciado cualitativamente una evolución favorable en materia física y biológica, si consideramos que a la fecha el humedal ha estado expuesto a eventos hidrometereológicos, los cuales han modificado la estructura morfológica la que conllevan cambios en la diversidad biológica del sector estudiado.

Estas perturbaciones han generado considerables impactos ecológicos y biológicos, tales como pérdida de hábitat para algunas especies y ganancia de hábitat para otras, lo que hace al humedal un sistema estable

Se observan aumentos de capas vegetaciones y pocas especies co-dominantes, junto a la colonización de especies que requieren menor humedad sobre los diferentes biotopos acuáticos

El estado de salud del humedal el año 2014, en general poseía una condición Regular (B) situación que se mantiene hasta la fecha.

8. BIBLIOGRAFIAS Y FUENTES

Fundación Chile. 2009. El agua del futuro herramientas para el manejo de Recursos Hídricos, introducción Método EMA Zonas estuarinas

Brandolin, P., Martori, R., & Ávalos, M. (2007). Variaciones temporales de los ensambles de aves de la Reserva Natural de Fauna Laguna La Felipa (Córdoba, Argentina). *El hornero*, *22*(1), 1-8.

Canevari M, Canevari P, Carrizo GR, Harris G, Rodríguez Mata J y Straneck RJ (1991). Nueva guía de las aves argentinas. Fundación Acindar, Buenos Aires.

CONAMA. 2005. Estrategia Nacional para la conservación y uso racional de los humedales. Chile. 30 pp.

CONAF. 2010. Convenio de eficiencia institucional 2010. "Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Gerencia de áreas silvestres protegidas. Departamento de conservación de la diversidad biológica. 52 pp

CONAMA-CEA, 2006. Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Santiago. 114 pp.

CONAF. 2010. Convenio de eficiencia institucional 2010. "Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Gerencia de áreas silvestres protegidas. Departamento de conservación de la diversidad biológica. 52 pp

Demangel D. 2011. Clasificación de humedales en la cuenca del rio Copiapó para la conservación de la fauna vertebrada, según su valor ambiental y la presión antrópica. Memoria de Título Universidad de Chile, Santiago, Chile

Figueroa R, M. L Suarez, A. Andreu, V. H. Ruiz & M. R. Vidal. 2009. Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile central. Gayana 73(1)

Gaymer, C., U. Rojas, F. Squeo, G. Luna-Jorquera, A. Cortés, G. Arancio, C. Dumont, M.Cortéz, D. Hiriart y D. López. 2008. AMCP-MU Isla Grande de Atacama: Flora y Fauna Marina y Terrestre, 12: 223 – 249, In: Squeo F., G. Arancio y J. Gutiérrez (Eds), Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 456 pp.

Hurtado Carrasco, C. (2012-06). Desarrollo de una tecnología para disminuir la concentración de sulfato en drenajes ácidos de minas y aguas contaminadas usando un consorcio microbiano reductor de sulfato. Disponible en http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/113424

Innis, S.A., R.J. Naiman, y S.R. Elliott, 2000. Indicators and assessment methods for measuring the ecological integrity of semi-aquatic terrestrial environments. Hydrobiologia 422/423: 111-131

Kusler, J.A, W.J Mitsch y J.S. Larson 1994. Humedales. Investigación y Ciencia 210:6-1

Lefeuvre JC, Laffaaille P, Feunteun E, Bouchard V, Radureau A. 2003. Bioliversity in salt marshes: from patrimonial value to ecosystem functioning. The case study of the Mont- Saint-Michel bay. C.R.Biol.326 (Suppl 1: S125-S131)

Millas, I. G. LA INDUSTRIA DEL LITIO EN CHILE.

MMA - Centro de Ecología Aplicada. 2011. Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago. Chile.164 pp.

Myers, N. 1990. Global biodiversity II: losess. pp.: 110-142; en: Meffe, G.K. y C.R. Carroll, eds. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.

Morzaria H.N.,& G.D. Danemann. 2008. Bahía de los Ángeles: Recursos naturales y comunidad. Línea base 2007. Capítulo 9; Humedales. Pronatura Noreste AC. México

Orians, G. 1994. Global biodiversity I: patterns and proceses. pp.: 78-109; En: Meffe, G.K. y C.R. Carroll, eds. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.

Pelliza A, L Borrelli & G Bonvissuto (2005). El pasto salado (Distichlis spp.) en la Patagonia: una forrajera adaptada a la aridez y a la salinidad. Revista científica agropecuaria 9(2): 119-131.

RAMSAR. 2006. Manual de la Convención de RAMSAR: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. 124 pp

Torres-Mura, J.C. 2002. Humedales, una oportunidad para Chile. Comité Nacional de Humedales, Santiago, 42pp (+CD ROM).

Urrutia J, P Sánchez, A Pauchard & E Hauenstein (2017). Flora acuática y palustre introducida en Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 92 pp.

World Conservation and Monitoring Centre. 1992. Global Biodiversity: State of the Earth's Living Resources. Chapman y Hall, London

Web 1: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts151.html [2]

Web 2: http://www.lenntech.es/sodio-y-agua.htm

Web 3: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 4: http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride [5]

Web 5: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs26.html

Web 6: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 7: http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/uno.pdf

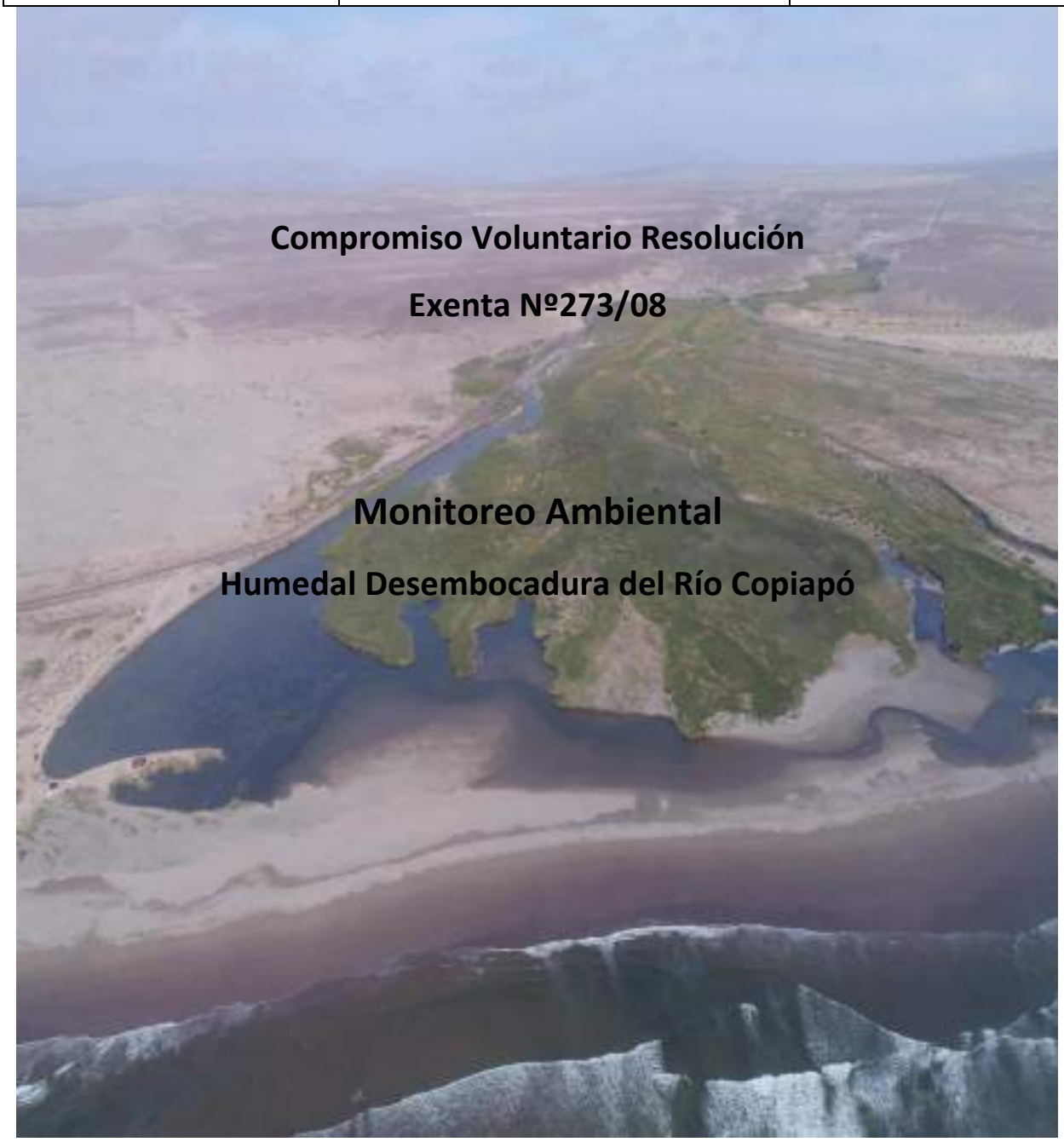
Web 8: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 9: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 10: Consultora on line estrucplan (Argentina): http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1800

web 11 http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride [5]

Web 12 http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf



Compromiso Voluntario Resolución Exenta Nº273/08

Monitoreo Ambiental

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Informe Anual 2022

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

Diciembre 2022

INDICE DE CONTENIDOS

1. ANTECEDENTES GENERALES 1
2. RESUMEN 2
3. INTRODUCCIÓN 4
4. OBJETIVOS 6
   - 4.1 Objetivo General 6
   - 4.2 Objetivos Específicos 6
     - 4.2.1 Aspectos Físico-Químicos-Microbiológicos 6
     - 4.2.2 Aspectos Biológicos 7
     - 4.2.3 Atributos Espaciales 7
5. METODOLOGIA 8
   - 5.1 Área de Estudio, parámetros y frecuencia de medición. 8
   - 5.2 Marco metodológico 8
   - 5.3 Implementación Plan de Monitoreo 12
   - 5.4 ATRIBUTO 1: Determinación del área de influencia y buffer 13
     - 5.4.1 Conectividad del área de influencia 13
     - 5.4.2 Porcentaje de los puntos de muestreo con buffer 14
     - 5.4.3 Condición del buffer 15
     - Respecto a la condición del buffer, ésta es evaluada de acuerdo a la extensión y calidad de cobertura vegetal y la condición general del sustrato que se registra dentro de su área. 15
   - 5.5 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Análisis espacio temporal 15
   - 5.6 ATRIBUTO 2: HIDROLOGIA 16
     - 5.6.1 Fuente de agua 16
     - 5.6.2 Régimen Hídrico 17
     - 5.6.3 Conectividad Hidrológica 19
   - 5.7 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Análisis físico-químicos y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento) 20
   - 5.8 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Composición florística 25
     - 5.8.1 Composición Florística 25
     - 5.8.2 Número de especies dominantes y codominantes 28
     - 5.8.3 Especies invasoras y porcentaje de invasión 29
   - 5.9 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Estudio Biótico avifauna 29
     - 5.9.1 Censos de Avifauna 29
     - 5.9.2 El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989) 30
   - 5.10 Estado de salud del humedal 31

5.11 Instrumentos / Equipos utilizados 32

6. RESULTADOS 33

6.1 Ubicación áreas de muestreo 33

6.2 ATRIBUTO 1: Determinación del área de influencia y buffer 34

6.2.1 Conectividad del área de influencia en las AE 34
6.2.2 Porcentaje de los puntos de muestreo con buffer 34
6.2.3 Condición del Buffer 34

6.3 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Análisis espacio temporal 35

6.3.1 Métricas de la comunidad vegetal 35

6.4 ATRIBUTO 2: HIDROLOGIA 40

6.4.1 Fuente de agua 40
6.4.2 Régimen Hídrico 40
6.4.3 Conectividad Hidrológica 40

6.5 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Análisis físico-químicos y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento) 41

6.5.1 Métricas régimen hídrico (hidro período) 41
6.5.2 Muestreo in situ de agua 41
6.5.3 Muestras de aguas según Nch1333 43
6.5.4 Muestras de aguas según NCh 409 48
6.5.5 Sedimentos 51

6.6 ATRIBUTO 3: Estructura Física 52

6.6.1 Riqueza estructural de parches 52
6.6.2 Complejidad Topográfica 53

6.7 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Comunidad florística 54

6.7.1 Cobertura vegetal. 63
6.7.2 Dominancia y codominancia de especies. 64

6.8 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Estudio Biótico avifauna 67

6.8.1 Censo de avifauna 67
6.8.2 Índice de Shannon-Wiener H´ 75

6.9 Estado de salud del humedal 77

7. DISCUSIÓN 80

8. CONCLUSIONES 87

9. BIBLIOGRAFIAS Y FUENTES 88

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Antecedentes generales del área del proyecto y las entidades implicadas. 1
Tabla 2. Detalle compromiso ambiental RCA 133/2015 considerando 9.1.4 Recursos Hídricos. 8
Tabla 3. Parámetros y frecuencia de muestreo de agua 20
Tabla 4.Parámetros y frecuencia de medición muestra de sedimentos 22
Tabla 5. Caracterización de las distintas capas vegetales. 26
Tabla 6. Caracterización de las distintas capas vegetales. 27
Tabla 7. Puntaje de números de capas. 27
Tabla 8. Valores de cobertura, según Braun-Blanquet 1932. 28
Tabla 9. Puntaje de especies dominantes. 28
Tabla 10. Puntaje de especies codominantes. 28
Tabla 11. Puntaje del porcentaje de invasión. 29
Tabla 12. Cálculo de puntaje Humedal. 31
Tabla 13. Valor del porcentaje del estuario. 32
Tabla 14. Coordenadas ubicación de puntos de muestreo (huso UTM-19 S). 34
Tabla 15. Áreas obtenidas mediante Clasificación supervisada y Porcentaje de variación 39
Tabla 16. Valores de los parámetros medidos en agua río Copiapó. 41
Tabla 17. Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333. 43
Tabla 18. Manganeso presentes en el Río Copiapó. 48
Tabla 19. Nitritos y Nitratos presentes en el río Copiapó y su comparación con la normativa vigente. 49
Tabla 20. Parámetros microbiológicos. 49
Tabla 21. Plaguicidas. 50
Tabla 22. Productos secundarios de la desinfección. 50
Tabla 23. Sedimentos. 51
Tabla 24. Resultados de riqueza estructural, en estaciones. 52
Tabla 25. Listado florístico, temporadas seco y húmeda 2022 (Humedal Río Copiapó). 54
Tabla 26. Distribución de las especies identificadas en Chile Continental. 56
Tabla 27. Cobertura vegetal temporadas seca y húmeda 2022. 63

Tabla 28. Dominancia y Codominancia, estación de muestreo 1 “Puente”, temporada seca y..... 64
Tabla 29. Registro histórico de las especies de aves observadas en el humedal. 67
Tabla 30. Índice de Shannon. 75
Tabla 31. Cálculo de puntaje Humedal 77
Tabla 32. Valorización para cada atributo Temporada Seca. 78
Tabla 33. Valorización para cada atributo Temporada Húmeda. 78
Tabla 34. Valor del porcentaje del estuario. 79

INDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Vista aérea del área de estudio, estación seca año 2022. 9
Ilustración 2. Sectores de evaluación dentro del humedal. Fuente: Google earth. 10
Ilustración 3. Sector 1 de monitoreo (puente) estación seca y estación húmeda, 2022. 11
Ilustración 4. Sector 2 de monitoreo (chacra) estación seca y estación húmeda, 2022 11
Ilustración 5. Sector 3 estación de monitoreo (desembocadura) estación seca y estación húmeda 2022 12
Ilustración 6. Uso de dron. 16
Ilustración 7. Medición de caudal en la estación 3 de muestreo, temporada húmeda 2022. 19
Ilustración 8. Toma de parámetros *in situ* estación 3 (Desembocadura) temporada húmeda 2022. ... 23
Ilustración 9. Toma de muestra de sedimentos en estación 1 (Puente) temporada Seca 2022 24
Ilustración 10. Toma de muestra de agua en estación 1 (Puente) temporada Seca 2022. 25
Ilustración 11. Temporada Seca (Izquierda) Temporada Húmeda (Derecha) 27
Ilustración 12. Monitoreo de avifauna 2022. 30
Ilustración 13. Área de interpretación visual. Fuente: Elaboración Propia. 33
Ilustración 14. Mapa con clasificación supervisada, temporada húmeda año 2021. Fuente: Elaboración Propia. 37
Ilustración 15. Mapa con clasificación supervisada, temporada húmeda año 2022. Fuente: Elaboración Propia. 38

Ilustración 16. *Coscoroba coscoroba* (Cisne coscoroba) observado en el sector Desembocadura, durante el monitoreo de la Temporada seca (izquierda) y húmeda (derecha). 71
Ilustración 17. (Huala) en sector desembocadura en Temporada Seca (izquierda) y húmeda (derecha). 71
Ilustración 18. *Fulica armillata* (tagua común) en sector desembocadura, Temporada húmeda 2022.72
Ilustración 19. *Phalacrocorax brasilianus* (Yeco) observado en estación 3, Temporada seca..... 72
Ilustración 20. Garza grande (*Casmerodius albus*) observado en el sector desembocadura, T. Seca.. 73
Ilustración 21. Garza cuca (*Ardea cocoi*) observado en el sector desembocadura, T. Seca. 73
Ilustración 22. *Numenius phaeopus* (Zarapito) en sector desembocadura, T. Húmeda..... 74
Ilustración 23. Taguas común en estación E3, Temporada Húmeda. 74
Ilustración 24. Taguas común, Zarapito y patos real en Estación 3, Temporada Húmeda. 75
Ilustración 25. Dendrograma de similitud Bray Curtis, para los tres puntos de muestreo en temporada seca y húmeda del 2021. (Izquierda T. Seca – Derecha T. Húmeda). 77

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico de porcentaje de área predominante, estación húmeda 2021. Fuente: Elaboración propia. 36
Gráfico 2. Gráfico de porcentaje de área predominante, estación húmeda 2021. Fuente: Elaboración propia. 36
Gráfico 3. Gráfico de porcentaje de área predominante, estación húmeda, año 2022. Fuente: Elaboración propia. 39
Gráfico 4. Valores de Conductividad in situ en temporada seca y húmeda. 42
Gráfico 5. Valores de Sólidos Totales Disueltos presentes en la estación de muestreos. 43
Gráfico 6. Valores de Cloruro presente en el río Copiapó. 45
Gráfico 7. Valores de Sulfato presentes en las aguas del río Copiapó. 46
Gráfico 8. Valores de Boro en aguas del río Copiapó. 46
Gráfico 9. Valores de Litio (Cítrico) presente en el río Copiapó. 47
Gráfico 10. Valores de Sodio Porcentual presente en el río Copiapó. 48

Gráfico 11. Gráfico comparativo, tipo biológico, temporadas seca y húmeda año 2022. 60

Gráfico 12. Valor promedio, tipos biológicos presentes en el humedal del Río Copiapó (año 2022). .. 60

Gráfico 13. Gráfico comparativo, origen fitogeográfico, temporadas seca y húmeda año 2022. 62

Gráfico 14. Valor promedio, origen fitogeográfico de las especies presentes en el humedal del Río Copiapó (año 2022). 62

Gráfico 15. índice de Shannon-Wiener. 76

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°1 Temporada Seca

Anexo N°2 Temporada Húmeda

1. ANTECEDENTES GENERALES

Tabla 1.Antecedentes generales del área del proyecto y las entidades implicadas.

NOMBRE	**Monitoreo Humedal Desembocadura del Río Copiapó"**
COMUNA	**Copiapó**
PROVINCIA	**Copiapó**
REGIÓN	**Atacama**
ENTIDAD MANDANTE	**Minera Candelaria**
ENTIDAD EJECUTORA	**Tierra del Sol Consultores**
PERIODO REPORTADO	**Informe consolidado temporada Seca y Húmeda**
FECHA ENTREGA INFORME	**10/01/2023**

2. RESUMEN

Compañía Contractual minera Candelaria, semestralmente desde el año 2009 ejecuta un plan de Monitoreo de bidiversidad en la desembocadura del Río Copiapó, como parte del compromiso ambiental voluntario suscrito en la Resolución Exenta Nº 273/08, del 01 de septiembre de 2008 de la COREMA Región de Atacama, la cual aprobó la declaración de impacto ambiental del proyecto "Acueducto Chamonate- Candelaria". Adicionalmente desde el año 2015 en cumplimiento al considerando 9.1.4 de la RCA 133/2015 "Candelaria 2030 - Continuidad Operacional

El monitoreo ambiental del humedal del Rio Copiapó, tiene como finalidad la obtención del estado de salud del humedal actual y a través del tiempo. Para ello desde el año 2009 se han realizado dos campañas anuales, una en temporada seco y otra en temporada húmedo.

Desde el año 2015 la metodología ha sido adaptada y/o modificada por el equipo de profesionales de Tierra del Sol Consultores, debido a la inexistencia de imágenes satelitales actualizadas posterior al aluvión del 25 de marzo del 2015 que permitieran el análisis espacial de las actuales condiciones del área de estudio y obtener las métricas que señala la metodología. La temporada seca del año 2022 fue realizada los días 28 de abril mientras la temporada humeda se realizó los dias 27, 28, 29 y 30 de septiembre del 2022, la cual fue desarrollada por 5 profesionales de las Ciencias Ambientales del equipo de Tierra del Sol consultores en conjunto con los profesionales del laboratorio AGQ Chile S.A: Cesar Mundy (Inspector Ambiental), Patricio Soto (Inspector Ambiental) y Pedro Acuña (técnico).

Los resultados del análisis en relación con los parámetros muestreados para aguas de distintos usos (riego, actividades recreativas, etc.) estos presentan valores superiores a los límites máximos establecidos por la Norma Chilena NCh1333, Sodio porcentual, Boro, Sulfato, Manganeso, Cloruros, Litio cítrico, y Sodio porcentual en ambas campañas del 2021 (seca y húmeda).

Respecto a las variables biológicas durante la temporada seca y húmeda del año 2022, el índice de diversidad de Shannon-Wiener muestra, que, para el grupo de las aves, un índice; en desembocadura H= 0,9374 y H= 1,867 en puente considerándose los lugares con más diversidad en el presente año. Además de un índice de similitud de hábitat del 0,12% entre chacra y desembocadura en la temporada

seca, mientras que en la temporada húmeda alcanzo un 0,4%. Por otro lado, se mostró un 0% de similitud para el puente en relación a las otras estaciones, durante el 2022.

Para el monitoreo de los atributos bióticos presente en el área, en las temporadas húmeda y seca del año 2022, se describe la composición florística presente en las tres estaciones, se identificó un total de 13 especies en la temporada seca y 28 en la humeda, entre ellas, *Cotula coronopifolia y Nastartium officinale*. El tipo biológico dominante es el arbóreo-arbustivo y el herbáceo perenne en ambas temporadas, esto se debe a que las condiciones del humedal son favorables para su desarrollo, además algunas de estas especies se verían beneficiadas por la presencia de ganado y por la salinidad de los suelos, como es el caso de *Tessaria absinthioides* y *Distichlis spicata.*

Para este informe correspondiente al periodo anual 2022, a través de métricas físicas, químicas y biológicas se puede inferir que el sistema se encontraría estable, a pesar de no cumplir con una de las tres condiciones señaladas en el documento “Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica” (CONAMA-CEA, 2006), donde menciona que la estructura física de estos ecosistemas estuarinos, ya sea la barrera terminal del humedal, la vegetación y el caudal son elementos determinantes dentro de estos sistemas, los cuales en orden de importancia deben ser comparados con los parámetros químicos y los biológicos particularmente la diversidad biológica. En esta oportunidad tanto el componente de vegetación como el componente avifauna se encuentran dentro de una condición ecológica estable, mientras el componente de hidrología, siguiendo la curva de años anteriores no presenta un flujo de caudales superficiales, provocado por la extracción para agua de riego y crecimiento de macrófitas, no presenta velocidad por lo tanto hay ausencia de caudales superficiales.

3. INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas complejos que actúan como interfase entre los hábitats terrestres y los acuáticos (Lefeuvre et al. 2003) considerados riqueza biológica del planeta, destacándose por su gran productividad y biodiversidad (Kusler et al. 1994; Innis et al. 2000), los cuales otorgan variadas funciones como la contribución en los ciclos de vida de plantas y animales, hábitat, alimento, sitios de nidificación y refugio para numerosas especies de animales (insectos, peces, batracios, crustáceos, aves, etc.) (Perotti et al. 2005; Correa-Araneda et al. 2011).

En Chile, desde el extremo norte hasta la cuidad de Santiago, donde existen zonas áridas o semiáridas los humedales son escasos, a diferencia de lo que ocurre a sur del país donde son cada vez más frecuentes (MMA - Centro de Ecología Aplicada, 2011). Los humedales costeros al sur del río Copiapó, están bajo la influencia de la zona mediterránea de Chile Central, una de las 18 zonas "Hot Spots" importantes por su biodiversidad en el mundo (Myers 1990, WCMC 1992, Orians 1994).

Los humedales son uno de los ecosistemas naturales más amenazados del planeta, las causas son muchas pero dentro de las más reconocidas es la acción humana asociada al crecimiento urbano que los estrangula transformándolos en canales o pozas temporales receptoras principalmente de basura, sumado al calentamiento global con cambios climáticos que han llevado a la disminución del área, estructura, hidrología y perdida de sus funciones biológicas y ecológicas (Boavida 1999, Figueroa et al., 2009; Mitsch 1994;Morzaria & Danemann 2008).

El 27 de diciembre de 2005, el consejo directivo de CONAMA aprueba la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile, la que tiene como objetivo principal promover la conservación de los humedales prioritarios de Chile. Documento que ha servido para avanzar a nivel país en la protección coordinada y eficiente de los humedales prioritarios, resaltando sus funciones y beneficios frente al desarrollo sustentable de los humedales (CONAF, 2010; CONAMA, 2005).

Compañía Contractual Minera Candelaria (CCMC) semestralmente desde el año 2009, ejecuta un plan de Monitoreo de biodiversidad en la desembocadura del Río Copiapó; como parte del compromiso voluntario asociado a la Resolución Exenta Nº 273 del 01 de septiembre de 2008 de la COREMA Región de Atacama, la cual aprobó la declaración de impacto ambiental del proyecto “Acueducto Chamonate

– Candelaria"; "*Considerando 1.8.5. Efectos sobre el humedal del Río Copiapó. CCMC se compromete a elaborar y proponer con el concurso y participación del SAG, DGS y CONAMA un Plan de Monitoreo del Humedal de la desembocadura del Río Copiapó, que permita verificar la evolución y comportamiento de dicho ecosistema a partir de la calificación favorable y por toda la vida útil del Proyecto".*

Adicionalmente a contar del año 2015 se incorpora como compromiso del Plan de seguimiento de las variables ambientales relevantes del proyecto "Candelaria 2030 - Continuidad Operacional" quedando establecido un *"Monitoreo semestral en la desembocadura del río Copiapó, de los atributos físicos, bióticos, paisajísticos e hidrobiológicos, durante la etapa de Construcción y operación del proyecto; considerando 9.1.4 Recursos hídricos"* de la RCA 133 del año 2015 que califica favorablemente el proyecto.

El humedal de la desembocadura del Rio Copiapó forma parte del Área Marina Protegida Costera de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama, (Gaymer et al., 2008).

Según criterios internacionales de clasificación de humedales en base a la hidro-geomorfología la desembocadura del río Copiapó corresponde a un humedal del tipo estuarino, donde el agua de la desembocadura del río llega a un ecosistema oceánico, generando mezclas de agua dulces y salada intercambiando a su vez salinidad, nutrientes, sedimentos y numerosos organismos. Según ecotipos de humedal, el humedal del rio Copiapó sería un humedal de tipo costero con intrusión salina, localizado en bahías, y desembocaduras de ríos y esteros, que se alimenta tanto de aguas marinas como continentales (CONAMA-CEA, 2006).

Según resultados de estudios realizados anteriormente en el sector, más criterios de hidro-geomorfología, el humedal es clasificado en dos subtipos de humedal; estuario no salino persistente correspondiente a la zona del sector puente Puerto Viejo y estuario estacional en el sector medio y desembocadura (Fundación Chile 2009). Los monitoreos correspondientes a las temporadas seca y húmeda 2022, fueron realizados bajo los estándares de la metodología presentada por Fundación Chile, aprobada por la Autoridad en el año 2009. Las actividades fueron realizadas por Tierra del Sol Consultores, por profesionales relacionados a las Ciencias Ambientales: Dorca Marchant, Eduardo Rubilar, Jeral Peña, Sebastián Álvarez, en conjunto con profesionales del laboratorio AGQ Chile S.A: Cesar Mundy (Inspector Ambiental), Patricio Soto (Inspecto Ambiental) y Pedro Acuña (técnico).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Desarrollar y ejecutar Semestralmente un Plan de Monitoreo del Humedal en la de la desembocadura del Río Copiapó, que permita verificar la evolución y comportamiento de dicho ecosistema considerando el monitoreo de los atributos físicos, bióticos, paisajísticos e hidrobiológicos; en Cumplimiento a la Resolución Exenta N°273/08 proyecto "Acueducto Chamonate- Candelaria" y de la RCA 133/2015 "Candelaria 2030 - Continuidad Operacional".

4.2 Objetivos Específicos

Implementar un sistema de monitoreo Anual del Humedal del Río Copiapó, dando cuenta de la variación del estado del ecosistema entre una estación seca y húmeda.

Realizar un consolidado con la información levantada de aspectos espaciales, hidrológicos y físico-químicos del humedal, incluyendo previo a la determinación y justificación del área de estudio y área de influencia de la estación seca y húmeda del 2022.

4.2.1 Aspectos Físico-Químicos-Microbiológicos

1. Realizar un seguimiento de los parámetros *in situ* de calidad de agua (temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos) y caudales.
2. Determinación de la concentración de los elementos contaminantes (metales pesados, contaminación orgánica y otros aspectos señalados en la Norma Chilena NCh Nº1333 "Requisitos de calidad de agua para diferentes usos")

3. Determinación de la calidad de aguas respecto a las normas de riego vigentes en Chile según lo señalado en la NCh Nº409/1.

4.2.2 Aspectos Biológicos

1. Realizar censos de avifauna asociada al humedal para estimar la comunidad presente.
2. Estimar la diversidad de las especies registradas, con el índice ecológico de Shannon según la potencia de los muestreos.
3. Evaluación de métricas de la comunidad vegetal presentes en el área de evaluación: nº de capas presentes; especies co-dominantes; porcentaje de invasión; intercepción horizontal y estructura biótica vertical

4.2.3 Atributos Espaciales

1. Clasificación de las unidades espaciales que componen el humedal.

5. METODOLOGIA

5.1 Área de Estudio, parámetros y frecuencia de medición.

Acorde a RCA 133/2015, considerando 9.1.4 Recursos Hídricos, para la componente ambiental Monitoreo Humedal, se debe desarrollar monitoreo semestral; los parámetros a monitorear en la desembocadura del río Copiapó, tanto en etapa de construcción y operación del proyecto, punto de control, frecuencia de medición y coordenadas se presentan en la Tabla 2)

Es importante señalar que en cuanto a situación "Caso Base" corresponde a la situación y punto de control considerados en la Resolución Exenta 273, manteniéndose en la RCA 133/2015.

Tabla 2. Detalle compromiso ambiental RCA 133/2015 considerando 9.1.4 Recursos Hídricos.

COMPONENTE AMBIENTAL	PARAMETROS	FRECUENCIA	SITUACIÓN	PUNTOS DE CONTROL	RFERENCIA UBICACIÓN	COORDENADAS UTM Datum WGS 84 Huso 19 J		Fase del Proyecto
						Este (m)	Norte (m)	
Monitoreo Humedal	Atributos Físicos Biológicos Paisajísticos hidrobiológicos	Semestral	Caso Base	D1	Desembocadura del río Copiapó	309.439	6976627	Construcción y operación.

5.2 Marco metodológico

Para definir el marco metodológico, se aplicó la metodología USEPA (CRAM) modificada por fundación Chile en el macro del proyecto SAG "Desarrollo de un Sistema de Evaluación Rápida de Humedales". Además, se utilizaron métodos y mecanismos existentes en la literatura con el fin de obtener una mejor referencia en cuanto a evaluación y monitoreo del humedal; entre estos se pueden mencionar:

- Método de evaluación integrada ecológica para la mitigación de humedales (Fafer Langendo en Nature Serve, 2006)

- Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica (CONAMA 2006)
- Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales (2006)
- El agua del futuro, Herramientas para el manejo de Recursos Hídricos; introducción Método EMA zonas Estuarinas (Fundación Chile, 2009).

Adicionalmente, se incorporó la recopilación de antecedentes de métodos y mecanismos utilizados en campañas de monitoreo y evaluación efectuados en este humedal en años anteriores en la evaluación y seguimiento del estado de salud actual del humedal.

Se utilizo de referencia las coordenadas de ubicación detalladas en la RCA, con el fin de proyectar la ubicación general de este (Ilustración 1). A pesar de esto, para la ejecución de la metodología y la representación de la condición del humedal, se proyectaron 3 áreas con distintos ecosistemas de los cuales para efectos de este informe se utilizaron para definir la ubicación de cada punto de muestreo.



Ilustración 1. Vista aérea del área de estudio, estación seca año 2022.

Las áreas de evaluación son porciones representativas del humedal que son evaluadas durante el trabajo en terreno (Ilustración 2)

- Sector 1: Del Puente a la Chacra (Ilustración 3)
- Sector 2: Chacra a la parte media del humedal donde se ubica la laguna (Ilustración 4)
- Sector 3: Desde la laguna a la Desembocadura (Ilustración 5)



Ilustración 2. Sectores de evaluación dentro del humedal. Fuente: Google earth.




Ilustración 3. Sector 1 de monitoreo (puente) estación seca y estación húmeda, 2022.




Ilustración 4. Sector 2 de monitoreo (chacra) estación seca y estación húmeda, 2022



Ilustración 5. Sector 3 estación de monitoreo (desembocadura) estación seca y estación húmeda 2022.

5.3 Implementación Plan de Monitoreo

A partir de la imagen satelital y la evaluación en terreno, se obtendrán algunas variables físicas y biológicas de relevancia para conocer el estado de salud del humedal. La evaluación sistemática de atributos y métricas permitirá obtener el puntaje de la condición ambiental de los siguientes atributos ambientales:

ATRIBUTOS		MÉTRICAS
En el contexto del buffer y el área de influencia		Conectividad del área de influencia en las AE
		Porcentaje de los puntos de muestreo con Buffer
		Condición del Buffer
Hidrología		Fuente de agua
		Hidroperíodo
		Conectividad hidrológica
Estructura	Físicas	Riqueza estructural de los parches
		Complejidad topográfica

ATRIBUTOS		MÉTRICAS
	Bióticas	Número de capas de plantas presentes
		Número de especies co-dominantes
		Porcentaje de invasión

Los atributos y métricas se obtendrán en dos períodos críticos del humedal, estos corresponden al período de mayor estrés hídrico (marzo) y a la época de crecimiento tardío de la vegetación (fines de septiembre).

Por lo tanto, se realizarán dos campañas de muestreo anuales:

- Campaña estación seca
- Campaña estación húmeda

- **Campaña de terreno**

Una vez determinadas las áreas de evaluación se realizó una inspección visual del humedal con el fin de determinar el primer diagnóstico del estado de salud, la campaña de terreno de la temporada seca fue realizada el 28 de abril mientras que el de la temporada humeda se realizó los dias 27, 28, 29 y 30 de septiembre del 2022, los dos monitoreos fueron realizados por siete profesionales de las Ciencias Ambientales.

5.4 ATRIBUTO 1: Determinación del área de influencia y buffer

5.4.1 Conectividad del área de influencia

Los atributos del paisaje guardan relación con la conectividad y el porcentaje del área de evaluación, estableciéndose una directa relación entre las unidades de muestreo correspondiente a Puente, Chacra y Desembocadura, logrando establecer el área de influencia.

Según las características del sector, sumado a la metodología de años anteriores, se determina un nuevo buffer de 500 m alrededor de cada objeto de estudio, estimando el porcentaje total del

perímetro del buffer que se encuentra con usos de suelo que cumplen con características propias (praderas naturales, senderos y rutas de turismo, tranques, dunas, etc.) Se asume que la función del buffer no se incrementa significativamente sobre los 500 m.

Para la evaluación en términos espaciales de las distintas zonas de muestreo, se establecen transectas de 500 m de distancia en las cuatro direcciones cardinales a partir de un determinado punto (Puente, Chacra y Desembocadura) donde a a partir de ellas se establece el porcentaje predominante.

Además, para tener capturas de del área de influencia del proyecto, se utiliza como equipo un dron (Ilustración 6).

Dirección de la Línea	% de la Línea que es humedal
A	76%-100% es parte de un ecosistema de humedal.
B	51-75% es parte de un ecosistema de humedal.
C	26-50% es parte de un ecosistema de humedal.
D	0-25% es parte de un ecosistema de humedal.

5.4.2 Porcentaje de los puntos de muestreo con buffer

Dentro del área del buffer definido para cada punto de muestreo (Puente, Chacra y Desembocadura), se determina el porcentaje total del perímetro del buffer que se encuentra con suelos en su estado natural o semi-natural, y que en la actualidad no se encuentran destinados a usos humanos, tales como: agrícola, forestal, recreacional, etc. De esta manera se logra otorgar un puntaje de acuerdo con el porcentaje de antropización respecto a los datos registrados en terreno.

Puntaje	Perímetro que posee buffer
A	Buffer abarca de un 75-100%
B	Buffer abarca de un 50-74%

C	Buffer abarca de un 25-49%
D	Buffer abarca < 25%

5.4.3 Condición del buffer

Respecto a la condición del buffer, ésta es evaluada de acuerdo a la extensión y calidad de cobertura vegetal y la condición general del sustrato que se registra dentro de su área.

Puntaje	Estado
A	El buffer de cada punto de muestreo está dominado por vegetación nativa, suelos no perturbados y aparentemente no posee efectos antrópicos.
B	El buffer de cada punto de muestreo se caracteriza por la presencia de gran cantidad de vegetación exótica y moderada degradación de suelos, se observan compactados y/o evidencia de presencia humana.
C	El buffer de cada punto de muestreo se caracteriza por la presencia de gran cantidad de vegetación exótica y moderada degradación de suelos, se observan compactados y/o evidencia de presencia humana.
D	El buffer de cada punto de muestreo se caracteriza por suelos erosionados y/o compactados, infértiles u otros disturbios. Evidencia de intenso uso antrópico.

5.5 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Análisis espacio temporal

Mediante el análisis multiespectral de imágenes satelitales Landsat 8-Oli y su posterior clasificación, se obtienen las unidades de cobertura correspondientes al humedal, las que se dividen en Suelo, Espejos de Agua y Humedal. Mediante dicho análisis se obtiene la información de superficie (ha) que cada unidad cubre en el área de estudio, para posteriormente realizar cuadros comparativos respecto al área

de cada temporada. Además, se calculan los porcentajes de variación de cada unidad respecto a las temporadas que se analizaron.



Ilustración 6. Uso de dron en captura de imágenes aéreas.

5.6 ATRIBUTO 2: HIDROLOGIA

5.6.1 Fuente de agua

Las fuentes de agua afectan directamente los procesos físicos: calidad, duración, y frecuencia de condiciones saturadas o acumuladas dentro del área de evaluación. Los tributarios corresponden a las entradas directas de agua en el Área de Evaluación (AE).

PUNTAJE	ESTADO
A	Las fuentes de agua que afectan al AE en su temporada húmeda y sus características del flujo, son las precipitaciones, escorrentía natural, aguas subterráneas y flujos naturales de

PUNTAJE	ESTADO
	fuentes cercanas. La falta de agua es natural en el periodo seco, no existiendo indicadores que en la temporada húmeda esté controlada por factores artificiales.
B	En general la mayoría de los factores que afectan al AE en la temporada húmeda son naturales, lo que incluye eventos ocasionales o pequeños que modifican la hidrología. Esto implica que, en un radio de 2 km desde el AE los suelos de uso agrícola irrigados son menores al 20%, no existiendo grandes fuentes puntuales o diques de control de flujo.
C	Los principales factores que afectan las fuentes de agua son la escorrentía de suelos urbanos, riego directo, bombeo de agua, descargas regulares de desechos y efluentes entre otros. Esto implica que el uso agrícola en los 2 km circundantes es mayor a un 20% en la micro-cuenca de drenaje o que existen descargas de efluentes directas al sistema.
D	Se han eliminado todos los recursos de agua fresca que afectan la temporada húmeda del AE en base a: la incautación de todos los recursos hídricos posibles, actividades de diversión o predominancia de vegetación xérica entre otros.

5.6.2 Régimen Hídrico

El régimen hídrico es la frecuencia característica y la duración del periodo de inundación o saturación del humedal dentro de un año típico. En el caso de los humedales del tipo estuarino, se encuentran regidos por la tasa de evapotranspiración diurna y los ciclos estacionales de lluvia y escorrentía. Dado que existe una variable estacional, se debe evaluar en la época de estrés hídrico y en la apertura de la barra sedimentaria.

Estuarios continuos

Puntaje	Estado
A	El área de evaluación se encuentra sometida a variaciones de la inundación anual naturales, presentando al menos dos rompimientos de la barrera de contención anualmente, por efecto de lluvias o escorrentía
B	Los patrones de inundación en el área de evaluación en general cumple las

	características del humedal, pero está sujeta a alteraciones de drenaje.
C	Los patrones de inundación están sustancialmente disminuidos y afectados en su duración, existe una apertura de la barrera escasamente una vez al año.
D	Tanto la inundación como el drenaje se encuentran afectados por efectos antrópicos.

El caudal es el principal factor que regula el comportamiento de los ecosistemas acuáticos en los ríos. La reducción del caudal por debajo de los valores históricos mínimos registrados instantáneamente y alteración del patrón temporal durante el ciclo hidrológico, modifican en forma importante la estructura y funcionamiento de los humedales.

La medición de caudales se realizó en cada una de las áreas de evaluación: Puente (Estación 1), Chacra (Estación 2) y Desembocadura del río (Estación 3). (Ilustración 7)

Para el cálculo se utilizó la ecuación de continuidad expresada:

$$Q = V \times S$$

Donde:

- Q es el caudal (m^3/s)
- V es la velocidad (m/s)
- S es la sección del cauce (m^2) (profundidad media x ancho de la sección)

La velocidad se midió *in situ*, en la porción central de la sección con un equipo del tipo micro-molinete FS101 Global Water, el cual entrega la velocidad promedio de un minuto (cm/s) (Ilustración 7)



Ilustración 7. Medición de caudal en la estación 3 de muestreo, temporada húmeda 2022.

5.6.3 Conectividad Hidrológica

La conectividad hidrológica describe la capacidad del agua de salir en forma abundante fuera del humedal o de inundar sus zonas adyacentes. Esta métrica es anotada determinando el grado a la cual la conectividad hidrológica del AE es restringida por las características artificiales y naturales tales como diques o bancos de arena, así como la existencia de canales secundarios presentes.

Puntaje	Estado
A	El aumento del agua en el humedal no posee restricciones para acceder a las áreas adyacentes
B	Existen construcciones no naturales como los niveles de los caminos que limitan la zona adyacente en el movimiento de las aguas, pero son menores al 50% del borde
C	El humedal se encuentra limitado entre un 50%-90%.
D	El humedal está completamente limitado.

5.7 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Análisis físico-químicos y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento)

De acuerdo con el programa de monitoreo, los parámetros analizados, para determinar la calidad de agua y sedimentos, se señalan en la Tabla 3 y Tabla 4 , donde se indica además la frecuencia de medición de cada parámetro, y normativa de referencia utilizada, según corresponda.

Las muestras de agua para potencial de Hidrogeno (pH), temperatura (T°), conductividad electica (CE), Salinidad (PSU) y Oxígeno disuelto (OD)(PPM) se miden in situ con equipo multiparamétrico de ión selectivo. (Ilustración 8) y los restantes se analizan en laboratorio.

La toma de muestra, medición de parámetros *in-situ*, y es realizada por Inspector Ambiental debidamente acreditado y análisis de laboratorio se encuentra a cargo de una Entidad técnica de Fiscalización ambiental (ETFA)

Tabla 3. Parámetros y frecuencia de muestreo de agua.

Parámetro	Unidad	Frecuencia	Normativa de referencia
Análisis *in situ*			
pH	---	Semestral	
Temperatura	°C	Semestral	
Conductividad	Us/cm	Semestral	
Salinidad	PSU	Semestral	
OD	%	Semestral	
DO	PPM	Semestral	
Parámetros de análisis en laboratorio			
Aluminio	mg/l	Semestral	Nch 1333
Arsénico	mg/l	Semestral	Nch 1333
Boro	mg/l	Semestral	Nch 1333
Cadmio	mg/l	Semestral	Nch 1333

Parámetro	Unidad	Frecuencia	Normativa de referencia
Cianuro	mg/l	Semestral	Nch 1333
Cinc	mg/l	Semestral	Nch 1333
Cloruro	mg/l	Semestral	Nch 1333
Cobalto	mg/l	Semestral	Nch 1333
Cobre	mg/l	Semestral	Nch 1333
Cromo	mg/l	Semestral	Nch 1333
Fluoruro	mg/l	Semestral	Nch 1333
Hierro	mg/l	Semestral	Nch 1333
Litio	mg/l	Semestral	Nch 1333
Litio cítrico	mg/l	Semestral	Nch 1333
Manganeso	mg/l	Semestral	Nch 1333
Mercurio	mg/l	Semestral	Nch 1333
Molibdeno	mg/l	Semestral	Nch 1333
Níquel	mg/l	Semestral	Nch 1333
Plata	mg/l	Semestral	Nch 1333
Plomo	mg/l	Semestral	Nch 1333
Selenio	mg/l	Semestral	Nch 1333
Sodio porcentual	%	Semestral	Nch 1333
Sulfato	mg/l	Semestral	Nch 1333
Vanadio	mg/l	Semestral	Nch 1333
Parámetros biológicos			
Manganeso	mg/l	Semestral	Nch 409
Nitrato (NO-3)	mg/l	Semestral	Nch 409
Nitrito (NO-2)	mg/l	Semestral	Nch 409
Coliformes totales	NMP/100mL	Semestral	Nch 409
Coliformes fecales	NMP/100mL	Semestral	Nch 409
2,4 – D	µg/l	Semestral	Nch 409
DDT + DDD + DDE	µg/l	Semestral	Nch 409
Lindano	µg/l	Semestral	Nch 409
Metoxicloro	µg/l	Semestral	Nch 409
Pentaclorofenol	µg/l	Semestral	Nch 409
Bromodiclorometano	mg/l	Semestral	Nch 409
Dibromoclorometano	mg/l	Semestral	Nch 409
Monocloramina	mg/l	Semestral	Nch 409
Tribromometano	mg/l	Semestral	Nch 409
Triclorometano	mg/l	Semestral	Nch 409

Parámetro	Unidad	Frecuencia	Normativa de referencia
Trihalometanos	mg/l	Semestral	Nch 409

Tabla 4.Parámetros y frecuencia de medición muestra de sedimentos

Parámetro	Unidad	Frecuencia	Normativa de referencia
Parámetros de análisis en laboratorio			
Aluminio	mg/kg	Semestral	
Arsénico	mg/kg	Semestral	
Cadmio	mg/kg	Semestral	
Cinc	mg/kg	Semestral	
Cloruro (*)	mg/kg	Semestral	
Cobre	mg/kg	Semestral	
Fósforo Total	mg/kg	Semestral	
Hierro	mg/kg	Semestral	
Manganeso	mg/kg	Semestral	
Molibdeno	mg/kg	Semestral	
Níquel	mg/kg	Semestral	
Nitratos (como N) (*)	mg/kg	Semestral	
Nitritos (como N) (*)	mg/kg	Semestral	
Nitrógeno Kjeldahl	mg/kg	Semestral	
Nitrógeno Total	mg/kg	Semestral	
Plomo	mg/kg	Semestral	
Selenio	mg/kg	Semestral	
Sulfato (*)	mg/kg	Semestral	



Ilustración 8. Toma de parámetros *in situ* estación 3 (Desembocadura) temporada húmeda 2022.

Dentro de las variables hidrológicas de las tres estaciones de monitoreo se midieron los parámetros físico-químico del agua, según lo establecido en la Norma Chilena NCh1333 Of. 1978 y Norma Chilena 409/1 Of. 2005

Se recolectaron en cada una de las estaciones, tres muestras de agua superficial y tres muestras de sedimento (Ilustración 9) para el análisis en un laboratorio certificado en la temporada de evaluación (temporada seca y temporada de crecimiento tardío) con objeto de comparar con los valores del puntaje final del sistema y poder establecer el grado de correlación existente entre el estado de salud del humedal con las variables evaluadas.

Para las muestras de agua (Ilustración 10) se analizaron los parámetros ya mencionados presentes en la NCh 1333/78 (Calidad de agua para diferentes usos) y aquellos adicionales contemplados NCh 409/2005 (Calidad de agua potable). Luego de la toma de muestras en terreno, éstas fueron enviadas al laboratorio A.G.Q Chile S.A, Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental y de Certificación Ambiental.



Ilustración 9. Toma de muestra de sedimentos en estación 1 (Puente) temporada Seca 2022

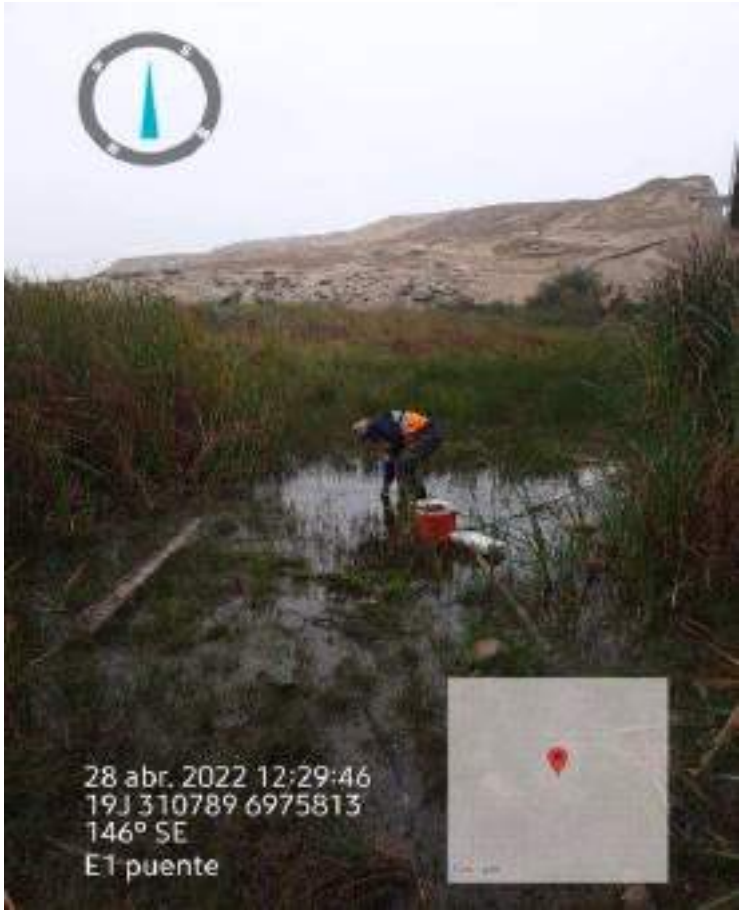


Ilustración 10. Toma de muestra de agua en estación 1 (Puente) temporada Seca 2022.

5.8 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Composición florística.

5.8.1 Composición Florística

Se determinó todas las especies vasculares presente en los puntos de muestreo: (1) Puente, (2) Chacra y (3) Desembocadura**.** La identificación de las especies se realizó con base en experiencias de campo (Ilustración 11), aquellas especies que no fueron identificadas en terreno, fueron colectadas y fotografiadas con una cámara Canon SX60, para ser trabajadas en gabinete con apoyo de literatura pertinente. Para la composición florística se confeccionó un listado florístico, el orden de las especies

se organizó según categoría sistemática *Pteridophyta* (helechos)*, Gymnospermae, Angiospermae (Dicotyledoneae)* y *Angiospermae (Monocotyledoneae)* y en orden alfabético las especies y familias.

Para la presencia y ausencia de especies se utilizó el índice de similitud de Jaccard (coeficiente de similitud $I_{j)}$ el cual expresa el grado de similitud entre un sitio y otro, el rango de valores es de 0 a 1, si tiende a 0 no hay similitud entre los sitios, por el contrario, si el valor tiende a 1, significara que existe similitud entre los sitios, el índice se expresa con la siguiente formula:

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

a= número de especies en el sitio A.

b= número de especies en el sitio B.

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartida

Basado en la metodología propuesta por Fundación Chile, en la guía de campo de estuarios "Evaluación y Monitoreo Ambiental (EMA)", se determinó los siguientes puntos:

- Cobertura de cada capa vegetal.
- Dominancia y codominancia de especies en cada capa vegetal.
- Métricas de la comunidad vegetal.

El método utilizado fue la observación *in situ* desde los bordes del humedal, el valor en cuanto a cobertura se utilizó lo establecido por Braun-Blanquet (1932) (Tabla 5).

Tabla 5. Caracterización de las distintas capas vegetales.

Porcentaje de cobertura (%)	Clasificación
75-100	Muy abundante
50-75	Abundante
25-50	Escasa
5-25	Muy escasa

Para la clasificación de las capas vegetales se considera la altura como factor determinante (Tabla 6).

Tabla 6. Caracterización de las distintas capas vegetales.

Capa Vegetal	Alturas	Características
Flotante	En la superficie de agua	Colchones fijos o móviles sobre el agua
Pequeña	<30 cm	Nunca supera los 30 cm
Mediana	30 a 75 cm	Vegetación emergente
Alta	75 a 150 cm	Arbustos
Muy Alta	>150 cm	Árboles y arbustos



Ilustración 11. Temporada Seca (Izquierda) Temporada Húmeda (Derecha).

El puntaje de riqueza estructural, basado en los resultados de la clasificación de las capas (Tabla 7).

Tabla 7. Puntaje de números de capas.

Puntaje	Registro
A	4-5
B	2-3
C	1
D	0

5.8.2 Número de especies dominantes y codominantes

Para cada capa presente en el área de estudio, se consideró a todas las plantas vivas, en las que se estimó su dominancia en base al valor en cuanto a cobertura, para lo cual se utilizó lo establecido por Braun-Blanquet (1932) (Tabla 8Tabla 8).

Tabla 8. Valores de cobertura, según Braun-Blanquet 1932.

Porcentaje de cobertura (%)	Clasificación
75-100	Muy abundante
50-75	Abundante
25-50	Escasa
5-25	Muy escasa

Una vez establecido los porcentajes de dominancia, se asigna valores en base a la cantidad de especies dominantes (Tabla 9) y codominantes (Tabla 10

Tabla 10).

Tabla 9. Puntaje de especies dominantes.

Puntaje	N° de especies dominantes
A	>3
B	2
C	1
D	0

Tabla 10. Puntaje de especies codominantes.

Puntaje	N° de especies codominantes
A	>5
B	4

C	2-3
D	0-1

5.8.3 Especies invasoras y porcentaje de invasión

Son especies exóticas que tienden a dominar una o más coberturas de vegetación dentro del área de estudio, donde él % de invasión (Tabla 11) fue estimado en base a las especies codominantes para todas las capas.

Tabla 11. Puntaje del porcentaje de invasión.

Puntaje	% Invasión
A	0-15
B	16-35
C	36-60
D	61-100

5.9 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Estudio Biótico avifauna

5.9.1 Censos de Avifauna

Para el estudio de avifauna se consideraron tres estaciones de observación; Estación 1 (Puente), Estación 2 (Chacra) y Estación 3 (Desembocadura). Para esta observación se utilizó el método de tipo mixto, en donde se utilizó (a) conteo por puntos fijos y (b) los recorridos pedestres en forma de transectos. Los puntos fijos de conteo consisten básicamente en establecer una serie de puntos en donde puede monitorearse los individuos y especies observadas y/o escuchadas en un tiempo determinado. La distancia aproximada entre cada punto es de 300 metros. El tiempo mínimo dedicado

a cada uno de los puntos de conteo fue de 15 minutos, tiempo suficiente para tener una muestra significativa de las especies presentes en el área de muestreo (Ralph et al. 1996).

Por otra parte, el método de recorrido en transectos consistió básicamente en establecer una línea imaginaria de recorrido en diferentes direcciones según lo permitiera el terreno. A esto se aplicó otra variante del método de transecto que fue incluir el recorrido de transectos en franja, el cual es el establecimiento de una franja imaginaria a ambos lados de la línea del transecto (generalmente 25 m a cada lado) y así se toma en consideración todos aquellos individuos observados y/o escuchados durante el recorrido del transecto que queden dentro de la franja imaginaria y además abarcar el mayor área vegetacional (Ralph et al. 1996).Los registros se realizaron con binoculares 12x50 marca Leupold modelo Olympic (Ilustración 12). Las descripciones de aves siguieron las descripciones de Araya & Millie (2005) y Jaramillo (2005).



Ilustración 12. Monitoreo de avifauna 2022.

5.9.2 El índice de diversidad de Shannon H' (Krebs, 1989)

Mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar proveniente de una comunidad de la que se conoce el número total de especies S. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y H' será máxima cuando todas las especies S estén presentes:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:

H': diversidad específica

P: ni/N

ni: número de individuos de cada especie.

N: número total de individuos.

5.10 Estado de salud del humedal

Basado en los atributos y métricas descritas anteriormente, el cálculo de puntaje del humedal se realizará convirtiendo todas las letras de caracterización de las diferentes métricas obtenidas de cada área de evaluación mediante la Tabla 12.

Tabla 12. Cálculo de puntaje Humedal.

Puntaje	Valor
A	4
B	3
C	2
D	1

Posteriormente se calcula el valor para cada atributo. Una vez obtenido el valor del porcentaje del estuario (Tabla 13), se puede categorizar su estado de salud y compararlo con otros humedales de condiciones similares. En segundo lugar, se divide el valor de cada atributo por el máximo según clase

y se calcula el promedio entre los tres atributos, este será el puntaje del humedal en todos sus atributos.

Tabla 13. Valor del porcentaje del estuario.

LETRA	%
A	82-100%
B	64-81%
C	44-63%
D	0-43%

5.11 Instrumentos / Equipos utilizados

Los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

- Camioneta Hilux 4x4 año 2022
- GPS Garmin 64X
- Dron DJI Phantom 4
- Sonda multiparamétrica Hanna
- Caudalímetro
- Binoculares.
- Cámara Fotográfica Profesional Canon
- Cinta métrica

6. RESULTADOS

6.1 Ubicación áreas de muestreo

Las distintas áreas (Puente, Chacra y Desembocadura) del humedal de Rio Copiapó se encuentra ubicado geográficamente en las siguientes coordenadas: huso UTM-19 S, 308482 (UTM X mínima), 310161 (UTM X máxima), 6980098 (UTM Y mínima) y 6976586 (UTM Y máxima) (Ilustración 13)



Ilustración 13. Área de interpretación visual. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 14. Coordenadas ubicación de puntos de muestreo (huso UTM-19 S).

ESTACION	X	Y
Puente	**310781**	**6975757**
Chacra	**309828**	**6977017**
Desembocadura	**308971**	**6977324**

6.2 ATRIBUTO 1: Determinación del área de influencia y buffer

6.2.1 Conectividad del área de influencia en las AE

En relación con los atributos del paisaje y características propias del sector respecto al uso de suelos, se establece un puntaje de categoría A para la dirección de la línea o transectas, representando entre un 76% a 100% de lo que vendría siendo un ecosistema de humedal, predominando este ecosistema en el paisaje natural del área de estudio.

6.2.2 Porcentaje de los puntos de muestreo con buffer

Respecto al porcentaje total del perímetro del buffer que se encuentra con suelos en su estado natural o semi-natural, y que a la actualidad no se encuentran destinados a usos humanos, se logra determinar que el buffer abarca entre 50-74% y lo que le otorga un puntaje de tipo B.

6.2.3 Condición del Buffer

En relación con la condición del buffer, se logra identificar que cada punto de muestreo se caracteriza por la presencia de gran cantidad de vegetación exótica y moderada degradación de suelos, se observan compactados y/o evidencia de presencia humano. Esto corresponde a un puntaje C.

6.3 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Análisis espacio temporal

Mediante la utilización de información geoespacial obtenida a partir del satélite LANDSAT 8 OLI, se procedió a realizar una clasificación de las unidades que componen al humedal, estableciendo para ellos las siguientes unidades: Humedal, Espejos de agua y Suelo.

Las imágenes satelitales corresponden a los años 2019 (LC08L1TP001079201910292019111401T1) y 2021 (LC08L1TP001079202108282021090602T1). Para dicha clasificación, en primer lugar se realizó una corrección atmosférica de las imágenes (radiancia y reflectancia) en el software ArcGis 10.3, para luego generar un análisis de clasificación supervisada en software ERDAS IMAGINE 2016, la cual fue sometida a un pre proceso de identificación visual de los cambios espectrales en ambas imágenes, logrando generar un archivo de firma espectral con las tres unidades descritas anteriormente (Área de Humedal, Suelo y Espejos de agua) para así determinar los parámetros de su posterior clasificación. El área de estudio se delimitó de acuerdo a interpretación visual, validando dicho método mediante vuelos de monitoreo en drone (RPAS) Phantom 4 Pro, abarcando de esta manera la zona de interés correspondiente al Humedal de la Desembocadura del río Copiapó, junto con las tres estaciones de muestreo: Puente, Chacra y Desembocadura. (Ilustración 13).

6.3.1 Métricas de la comunidad vegetal

El área correspondiente al Humedal de la Desembocadura del río Copiapó para ambos años, representa un total de 425,355 hectáreas, con diferencias significativas en su distribución entre el intervalo anual de análisis. Para el año 2021, el modelo de clasificación supervisada evidenció el área predominante entre las unidades analizadas respecto a la evaluación correspondiente a este período de tiempo. El modelo se aplica entonces en las dos temporadas definidas para el análisis: la primera es la temporada seca, que comprende los meses de enero a junio, y la segunda es la temporada húmeda, la cual analiza el período comprendido entre los meses de julio a diciembre. En la evaluación del humedal para la temporada seca del año 2021, se registraron los siguientes porcentajes de las unidades del humedal respecto a la superficie total; Espejo de agua con un 2,57%, Suelo 71,03% y Humedal 26,40%. Para la

temporada húmeda, la superficie de las unidades del humedal varía en comparación a la temporada seca. En este período de análisis, la unidad de Humedal aumento a 27,08% su área, mientras que, con la unidad de Espejos de agua, disminuye a 2,35% mientras que la unidad de Suelo disminuyo a 70,57%%. (Gráfico 1 y Gráfico 2).

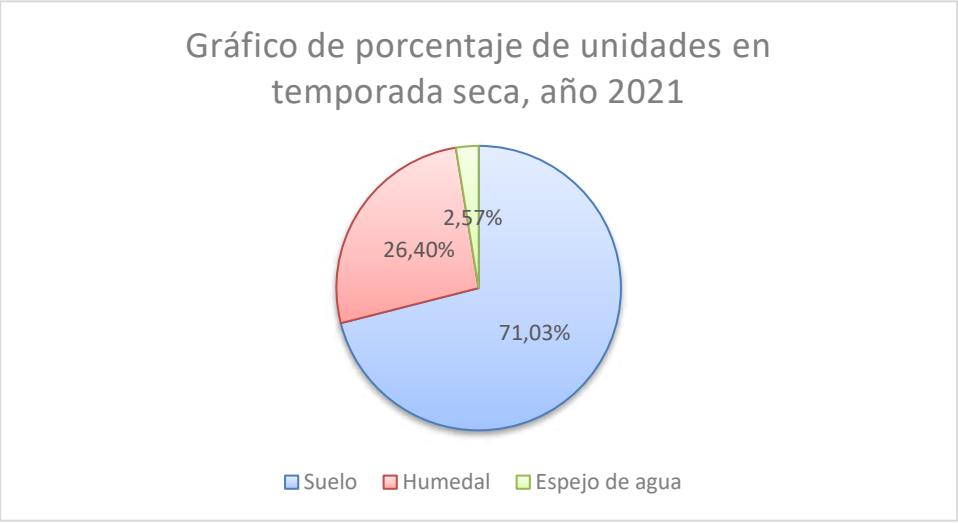


Gráfico 1. Gráfico de porcentaje de área predominante, estación húmeda 2021. Fuente: Elaboración propia.

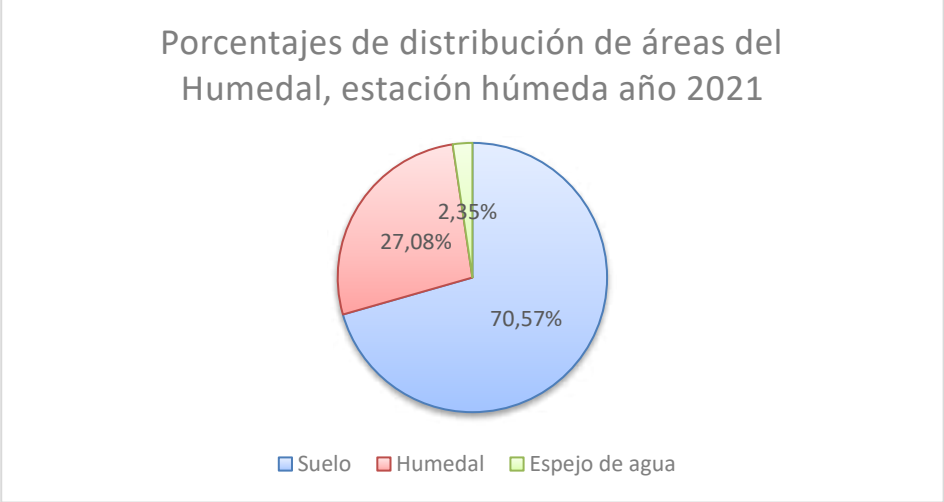


Gráfico 2. Gráfico de porcentaje de área predominante, estación húmeda 2021. Fuente: Elaboración propia.

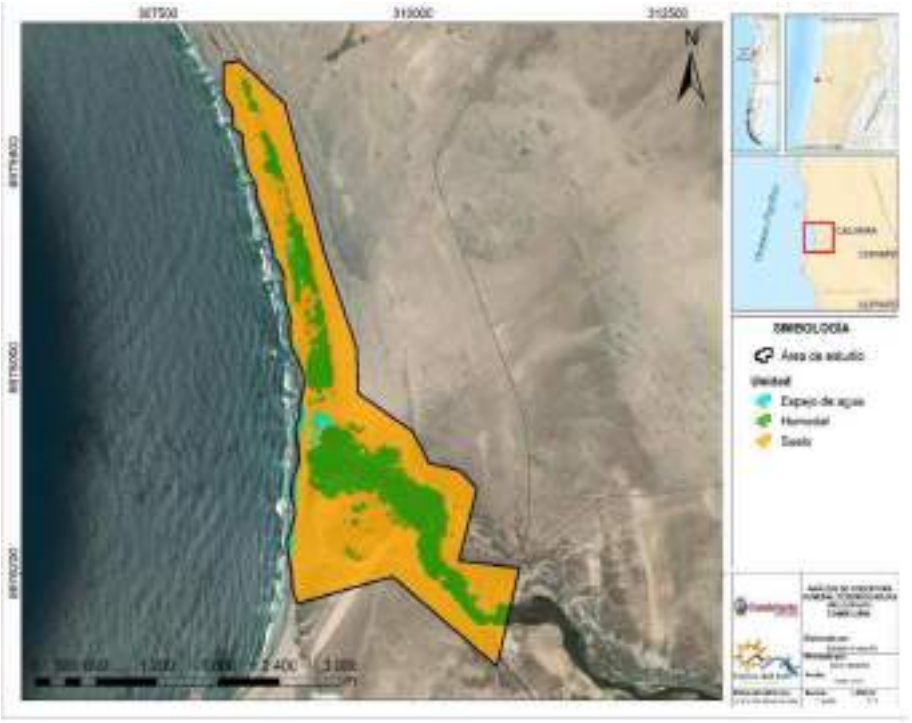


Ilustración 14. Mapa con clasificación supervisada, temporada húmeda año 2021. Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto al análisis realizado para el año 2022, se logró apreciar una diferencia entre el área de las unidades correspondientes a Humedal, Suelo y Espejos de agua, con relación a los datos obtenidos en el análisis del año 2021 (Ilustración 14). La unidad de Humedal aumentó a un 28,86 % de su área, mientras que la unidad Suelo disminuyó a un 68,09%, y la unidad de Espejos de agua, aumento alcanzando 3,05 % de la superficie total (Ilustración 15) (Gráfico 3Gráfico 3).

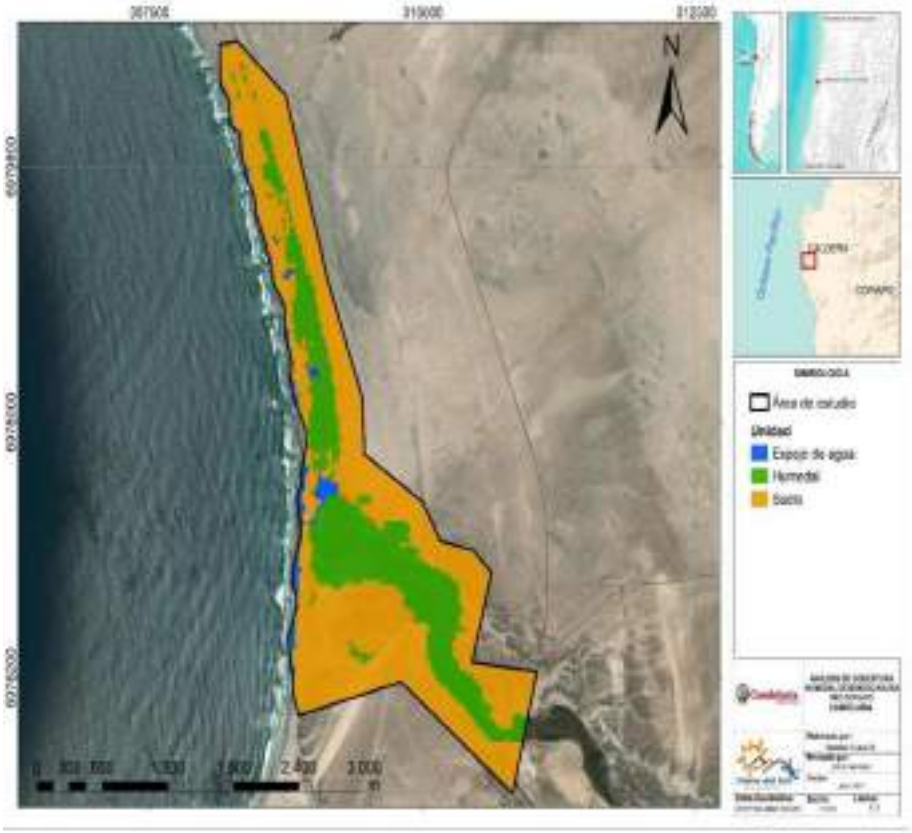


Ilustración 15. Mapa con clasificación supervisada, temporada húmeda año 2022. Fuente: Elaboración Propia.

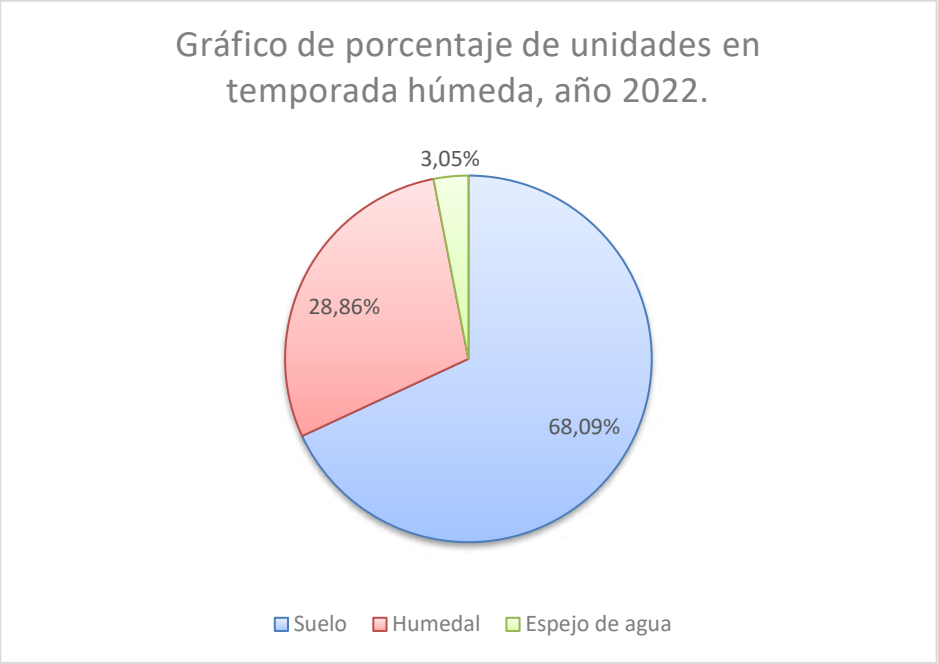


Gráfico 3. Gráfico de porcentaje de área predominante, estación húmeda, año 2022. Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla (Tabla 15**Tabla 15**), se muestran las superficies en hectáreas de las unidades determinadas, como también la variación porcentual entre ambos años de análisis. El porcentaje de variación que demuestra una diferencia negativa corresponde a la unidad de Suelo con un -0,05%. Mientras que las áreas de Humedal y Espejo de agua presentan una variación positiva respecto al año anterior, con un 0,09% y 0,24% respectivamente.

Tabla 15. Áreas obtenidas mediante Clasificación supervisada y Porcentaje de variación

ÁREA	AÑO 2021(ha)	AÑO 2022 (ha)	PORCENTAJE DE VARIACIÓN ((A2-A1) /A1)
Suelo	314,01	300,02	-0,05
Humedal	120,50	131,91	0,09
Espejo de Agua	10,44	12,91	0,24

6.4 ATRIBUTO 2: HIDROLOGIA

6.4.1 Fuente de agua

De acuerdo a lo registrado en la campaña de monitoreo seca y húmeda, se considera un puntaje de acuerdo a la metodología definida como fuente de agua donde la mayoría de los factores que afectan al AE en la temporada húmeda son naturales, lo que incluye eventos ocasionales o pequeños que modifican la hidrología (Puntaje B).

6.4.2 Régimen Hídrico

Según la metodología el régimen hídrico, para la temporada seca y húmeda se mantuvo la condición en los estuarios continuos por lo que los patrones de inundación en el área de evaluación en general cumplen con las características del humedal, pero está sujeta a alteraciones de drenaje (Puntaje B).

En cuanto al caudal de las tres estaciones monitoreadas durante las temporadas seca y húmeda se observó ausencia de caudal, a pesar de la cantidad de agua registrada, esta corresponde a agua sin movimiento o con un movimiento con una velocidad muy baja que no alcanza hacer registrada por el equipo de medición, caudalímetro con velocidad cero.

6.4.3 Conectividad Hidrológica

La conectividad hidrológica en la temporada seca y húmeda de acuerdo a lo descrito en la metodología es catalogada con letra A donde el aumento del agua en el humedal no posee restricciones para acceder a las áreas adyacentes.

6.5 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Análisis físico-químicos y microbiológicas (análisis químico de agua y sedimento)

6.5.1 Métricas régimen hídrico (hidro período)

En las tres estaciones monitoreadas se observó ausencia de caudal, debido a ser agua estancada con velocidad cero en ambas temporadas (seca y húmeda 2022).

6.5.2 Muestreo in situ de agua

A partir del muestreo realizado en 3 puntos *in situ* en cada temporada se obtuvieron los siguientes valores Tabla 16**Tabla 16**:

Tabla 16. Valores de los parámetros medidos en agua río Copiapó.

Parámetros	Unidad	Estación 1 temporada seca	Estación 1 Temporada húmeda	Estación 2 temporada seca	Estación 2 temporada húmeda	Estación 3 temporada seca	Estación 3 temporada húmeda
pH	---	7,94	7,90	7,77	7,69	8,19	8,09
Temperatura	°C	12,76	13,23	14,39	19,96	16,66	19,99
Conductividad	Us/cm	7149	5129	7800	6533	1101	7057
Salinidad	PSU	3,21	2,78	4,25	3,59	5,80	3,88
OD	%	83,3	83,5	81,8	85,1	75,2	70,4
DO	PPM	7,81	7,34	8,09	7,85	7,05	6,91
Sólidos Totales Disueltos	PPM	3575	2565	3900	3266	5510	3519
Presión	PSI	14942	14904	14795	14935	14150	14945
Potencial Oxido-Reducción	mV	-40,1	121,7	-22,6	185,1	-10,3	198,1

Para las estaciones 1, 2 y 3, el pH fue aumentando según se acercaba a la Estación 3. La temperatura que presentó los valores más bajos la Estación 1 (12,76 °C y 13,23 °C) y el más alto en la Estación 3 (16,66°C y 19,99 °C).

La salinidad, presentó un porcentaje mayor entre estaciones en la Estación 3 (4,84 PSU) y con la mayor concentración en su temporada seca (5,80). El porcentaje de Oxígeno disuelto fue menor en promedio en la Estación 3 (6,98%), seguido de la Estación 1 (7,57%).

El porcentaje de oxígeno Disuelto (OD) presentó los valores más altos en la Estación 1 con un promedio de 83,4 % y el oxígeno disuelto (DO) presento los valores más altos en la estación 2 con un promedio de 7,97 PPM.

La presión se mantuvo estable, registrando un promedio de 14779 PSI durante todo el año.

La conductividad *in situ*, registró en promedio los valores más altos en la Estación 2 (7166 µs/mg) mientras en los valores más bajos en promedio fueron encontrados en la estación 3 (3583 µs/mg) (Gráfico 4).

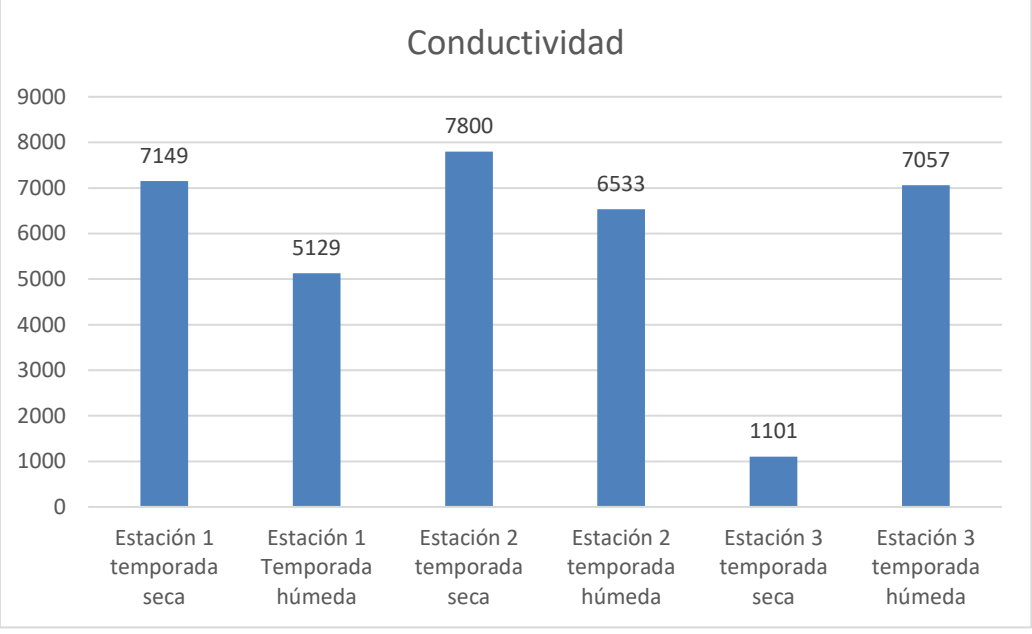


Gráfico 4. Valores de Conductividad in situ en temporada seca y húmeda.

En relación a los Sólidos Totales Disueltos (TDS), la Estación 3 temporada presentó el promedio de valores más altos (4514 PPM), mientras, que la Estación 1 presenta en promedio los más bajos (3070 PPM (Gráfico 5**Gráfico 5**).

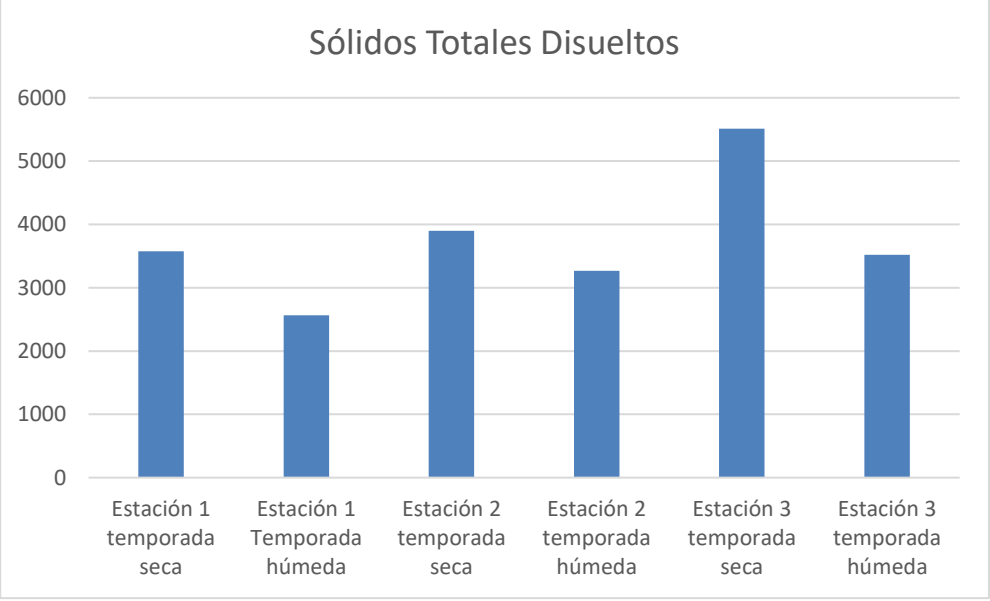


Gráfico 5. Valores de Sólidos Totales Disueltos presentes en la estación de muestreos.

6.5.3 Muestras de aguas según Nch1333

En la Tabla 17 se muestra la comparación de los valores obtenidos en los puntos de muestreos, junto con la Norma Chilena 1333: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos en las dos temporadas realizadas (seca y húmeda).

Tabla 17. Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego y su comparación con la NCh 1333.

Análisis	Unidad	Estación 1 Temporada seca	Estación 1 Temporada húmeda	Estación 2 Temporada seca	Estación 2 Temporada húmeda	Estación 3 Temporada seca	Estación 3 Temporada húmeda	LD	NCh 1333
Aluminio	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,06200	< 0,005	< 0,005	0,035	0,5	5,00
Arsénico	mg/l	0,00443	0,00223	0,00506	0,00084	0,00356	0,00117	0.001	0,10

Análisis	Unidad	Estación 1 Temporada seca	Estación 1 Temporada húmeda	Estación 2 Temporada seca	Estación 2 Temporada húmeda	Estación 3 Temporada seca	Estación 3 Temporada húmeda	LD	NCh 1333
Boro	**mg/l**	**7,31000**	**4,87**	**6,82000**	**5,59**	**9,77000**	**5,36**	**0.01**	**0,75**
Cadmio	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	0.01	0,010
Cianuro	mg/l	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0.02	0,20
Cinc	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0.01	2,00
Cloruro	**mg/l**	**1.024**	**896**	**1.204**	**1112**	**2.335**	**1160**	**0.02**	**200,00**
Cobalto	mg/l	0,00035	0,00095	0,00039	0,00112	0,00051	0,00103	0.05	0,050
Cobre	mg/l	< 0,00025	0,00362	< 0,00025	0,00588	< 0,00025	0,00527	0.01	0,20
Cromo	mg/l	0,00106	0,0006	0,00050	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	0.05	0,10
Fluoruro	mg/l	0,18000	0,17	0,21000	0,23	0,21000	0,16	0.5	1,00
Hierro	mg/l	0,03000	0,075	0,09600	0,067	0,12000	0,196	0.01	5,00
Litio	mg/l	0,47593	0,34819	0,52237	0,41848	0,65449	0,39566	0.01	2,50
Litio cítrico	**mg/l**	**0,47593**	**0,34819**	**0,52237**	**0,41848**	**0,65449**	**0,39566**	**0.01**	**0,075**
Manganeso	mg/l	0,01460	0,0076	0,04960	0,0301	0,02710	0,0102	0.01	0,20
Mercurio	mg/l	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	0.0005	0,001
Molibdeno	mg/l	0,00060	0,00143	0,00268	0,00487	0,00472	0,00399	0.005	0,010
Níquel	mg/l	0,00953	0,01947	0,01090	0,02288	0,01392	0,02061	0.05	0,20
Plata	mg/l	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0.01	0,20
Plomo	mg/l	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	< 0,00025	0.05	5,00
Selenio	mg/l	0,00038	< 0,00025	0,00110	0,00453	0,00213	0,01035	0.001	0,020
Sodio porcentual	**%**	**44,0**	**48**	**36,0**	**49**	**44,0**	**52**		**35,00**
Sulfato	**mg/l**	**2.359**	**2174**	**2.621**	**2491**	**2.878**	**2361**	**10**	**250,00**
Vanadio	mg/l	0,00137	0,00036	0,00121	< 0,00025	0,00239	0,00075	0.1	0,10

De los valores entregados, se observan valores superiores a lo establecido en la normativa vigentes en las tres estaciones. Dentro de estos parámetros se encuentran: Sulfato, Manganeso, Cloruros, Boro, Litio cítrico, y Sodio porcentual, en ambas temporadas.

En la temporada seca los Cloruros presentan valores máximos en la Estacion 3 (3335 mg/l) y mínimos en la Estación 1 (1024 mg/l), mientras en la temporada humeda los Cloruros presentan valores máximos en la Estacion 3 (1160 mg/l) y mínimos en la Estación 1 (896 mg/l). Todos los valores presentes en las estaciones, superan lo señalado en la NCh 1333 (200 mg/l) (Gráfico 6).

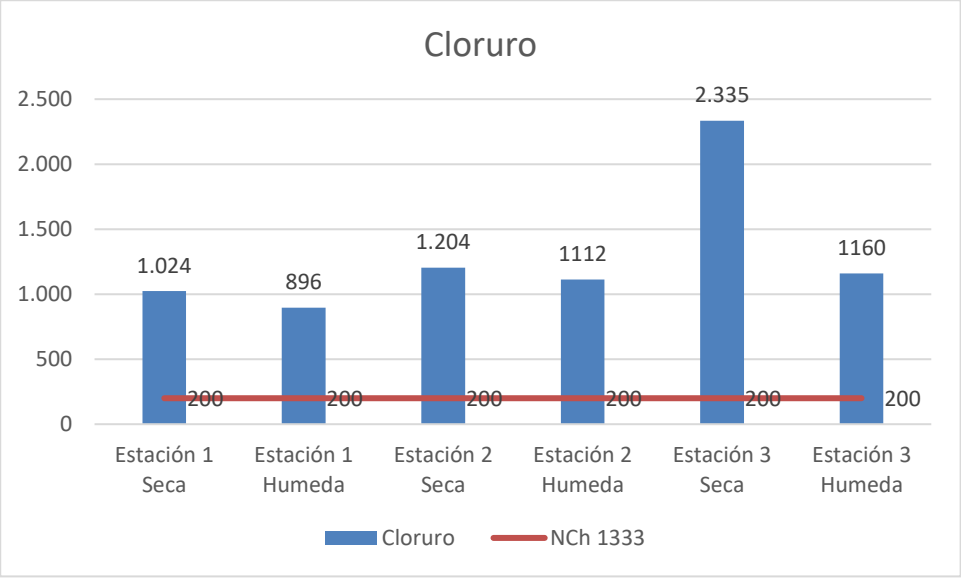


Gráfico 6. Valores de Cloruro presente en el río Copiapó.

En temporada seca el Sulfato presenta valores superiores a lo establecido en la NCh (límite máximo permitido 250 mg/l). La Estación 3 presenta los mayores valores (2878 mg/l), la sigue la Estación 2 (2621 mg/l) y la Estación 1 (2359 mg/l)

En temporada humeda el Sulfato presenta valores superiores a lo establecido en la NCh (límite máximo permitido 250 mg/l). La Estación 2 presenta los mayores valores (2621 mg/l), la sigue la Estación 3 (2361 mg/l) y la Estación 1 (2174 mg/l) (Gráfico 7).

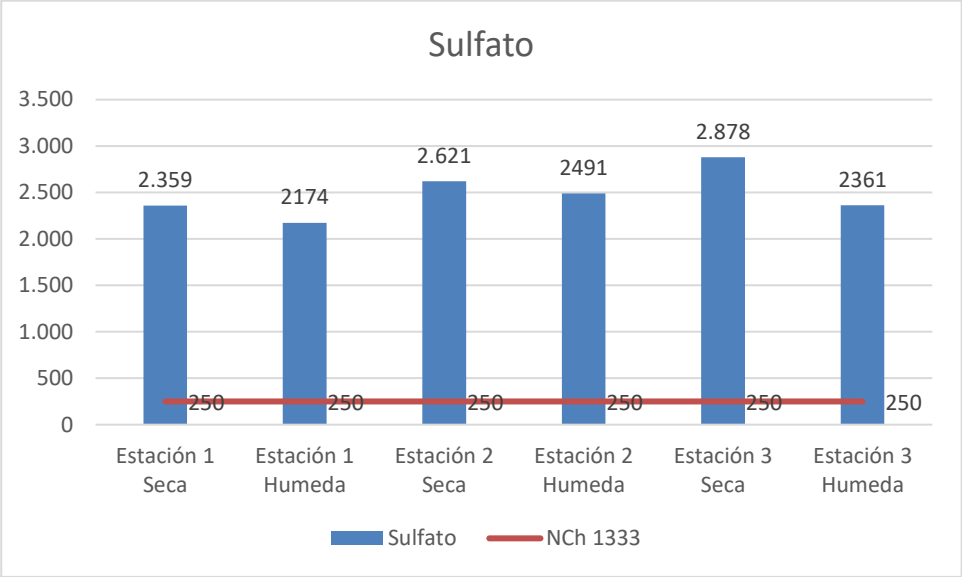


Gráfico 7. Valores de Sulfato presentes en las aguas del río Copiapó.

Los valores de Boro superan los límites establecidos (0,75 mg/l) en todas las estaciones promediando un 7,96 mg/l en temporada seca y un 5,27 mg/l en temporada húmeda (Gráfico 8**Gráfico 8**).

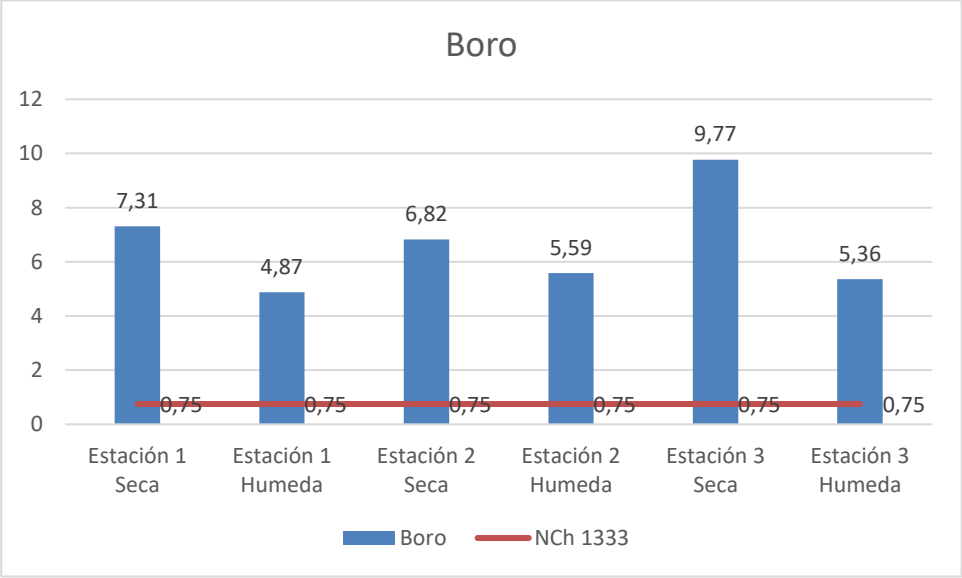


Gráfico 8. Valores de Boro en aguas del río Copiapó.

Para el Litio (Cítrico) en la temporada seca, se presentan valores en promedio de 0,55093 mg/l, el cual supera los máximos establecidos en la normativa vigente (0,075 mg/l), manteniéndose estable a través de las 3 estaciones.

En la temporada húmeda el Litio (Cítrico), presentan valores en promedio de 0,3874 mg/l, el cual supera los máximos establecidos en la normativa vigente (0,075 mg/l). El Litio (cítrico) aumenta medida que se aproxima a la desembocadura (Estación 3) (Gráfico 9**Gráfico 9**).

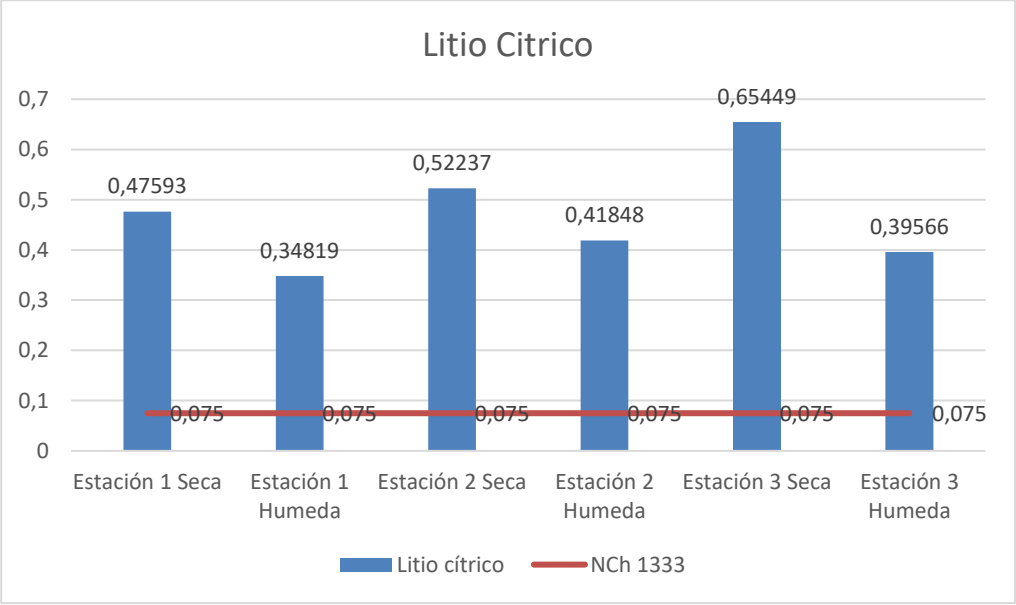


Gráfico 9. Valores de Litio (Cítrico) presente en el río Copiapó.

En temporada seca el Sodio porcentual tienen valores iguales entre las estación 1 y 3 (44 %), mientras en la Estación 2 tiene un valor muy cercano al límite Nch 1333 (36). En temporada húmeda, el Sodio porcentual señala valores muy similares entre puntos, encontrándose en mayor cantidad en la Estación 3 (52 %), seguida de la Estación 2 (49 %) y con menor concentración en la Estación 1 (48 %) (Gráfico 10). Todos los valores superan los máximos permitidos en la NCh 1333.

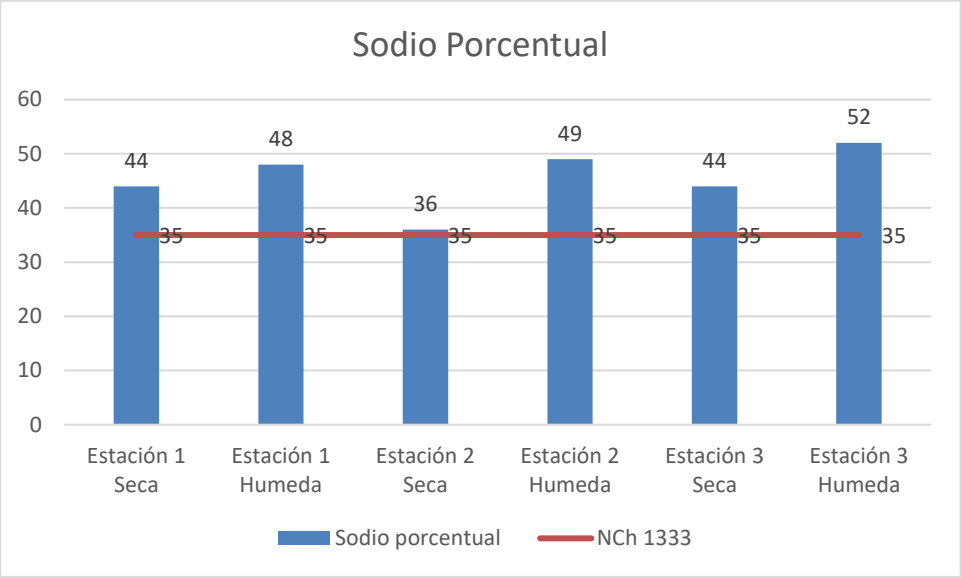


Gráfico 10. Valores de Sodio Porcentual presente en el río Copiapó.

6.5.4 Muestras de aguas según NCh 409.

El análisis de las muestras provenientes del curso principal, fueron comparados con la NCh 409/1 of. 2005, la cual establece los requisitos de calidad de agua potable en todo el territorio nacional.

Los resultados de las concentraciones de manganeso señalan un nivel más alto en las estaciones para la temporada húmeda con un promedio de 0,023 mg/l, por debajo de 0,1 mg/l (NCh 409), mientras en temporada seca los resultados de las concentraciones de manganeso presentan valores más bajos con respecto a la estación húmeda, donde el promedio es de 0,032 mg/l, de igual manera, por debajo de 0,1 mg/l (Tabla 18).

Tabla 18. Manganeso presentes en el Río Copiapó.

Elementos o sustancias	Unidad	Estación 1 Temporada seca	Estación 1 Temporada húmeda	Estación 2 Temporada seca	Estación 2 Temporada húmeda	Estación 3 Temporada seca	Estación 3 Temporada húmeda	LD	NCh 409
Manganeso	mg/l	0,0131	0,0075	0,0558	0,054	0,0297	0,009	0.01	0.1mg/l

En la temporada seca el análisis de los Nitratos y Nitritos, señala valores homogéneos para los Nitratos (< 0,05 mg/l) y Nitritos (<0,02 mg/l) a excepción de la estación 3 (< 2,00). Mientras en estación húmeda, los valores son homogéneo en todas las estaciones para Nitratos (< 0,05) y Nitritos (< 0,02). Todos los valores, se encuentran por debajo de la normativa vigente (Tabla 19).

Tabla 19. Nitritos y Nitratos presentes en el río Copiapó y su comparación con la normativa vigente.

Elementos o sustancias	Unidad	Estación 1 Temporada Seca	Estación 1 Temporada Húmeda	Estación 2 Temporada Seca	Estación 2 Temporada Húmeda	Estación 3 Temporada Seca	Estación 3 Temporada Húmeda	LD	NCh 409
Nitrato (NO-3)	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 2,00	< 0,05	0.5	50
Nitrito (NO-2)	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 2,00	< 0,02	0.02	3

Las estaciones con valores más elevados de parámetros microbiológicos son la Estación 1 seca con 540 NMP/100 ml. El límite de detección mediante laboratorio es 1.8. (Tabla 20).

Tabla 20. Parámetros microbiológicos.

Plaguicidas	Unidad	Estación 1 Temporada Seca	Estación 1 Temporada Húmeda	Estación 2 Temporada Seca	Estación 2 Temporada Húmeda	Estación 3 Temporada Seca	Estación 3 Temporada Húmeda	LD
Coliformes totales	NMP/100mL	540	79	79,0	170	70	240	1.8
Coliformes fecales	NMP/100mL	350	49	49,0	110	49	11	1.8

Los valores obtenidos en los plaguicidas presentan valores inferiores a lo establecido, evidenciándose una homogeneidad en las estaciones muestreadas (Tabla 21).

Tabla 21. Plaguicidas.

Plaguicidas	Unidad	Estación 1 Temporada Seca	Estación 1 Temporada Húmeda	Estación 2 Temporada Seca	Estación 2 Temporada Húmeda	Estación 3 Temporada Seca	Estación 3 Temporada Húmeda	LD	NCh 409
2,4 – D	µg/l	< 18,0	< 18,0	< 18,0	< 18,0	< 18,0	< 18,0	7	30
DDT + DDD + DDE	µg/l	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	0,1	2
Lindano	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,01	< 0,10	< 0,10	0,1	2
Metoxicloro	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,01	< 0,10	< 0,10	0,2	20
Pentaclorofenol	µg/l	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	1	9

Los productos secundarios de la desinfección en ambas temporadas se presentan en forma homogénea en cada una de las estaciones monitoreadas, señalando valores por debajo de los límites máximos establecidos en la normativa vigente (Tabla 22).

Tabla 22. Productos secundarios de la desinfección.

Producto	Unidad	Estación 1 Temporada Seca	Estación 1 Temporada Húmeda	Estación 2 Temporada Seca	Estación 2 Temporada Húmeda	Estación 3 Temporada Seca	Estación 3 Temporada Húmeda	LD	NCh 409
Bromodiclorometano	mg/l	< 5,00	< 0,0010	< 5,00	< 0,0010	< 5,00	< 0,0010	0.005	0,06
Dibromoclorometano	mg/l	< 5,00	< 0,0010	< 5,00	< 0,0010	< 5,00	< 0,0010	0.005	0,1
Monocloramina	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0.1	3
Tribrommetano	mg/l	< 5,00	< 1,00	< 5,00	< 1,00	< 5,00	< 1,00	0.005	0,1
Triclorometano	mg/l	< 5,00	< 1,00	< 5,00	< 1,00	< 5,00	< 1,00	0.005	0,2
Trihalometanos	mg/l	< 1,00	< 0,0050	< 1,00	< 0,0050	< 1,00	< 0,0050	0.2	1*

*Suma de las razones entre la concentración medida de cada uno y su respectivo límite máximo.

6.5.5 Sedimentos

El análisis de los sedimentos en temporada seca, se observa un amplio rango de valores de metales, los cuales oscilan entre 0,01mg/kg y 23050 mg/kg. Para el caso de hierro, aluminio y sulfatos, cuyos valores superan los 2000 mg/kg. La estación de muestreo en que se evidencia una mayor cantidad de metales en los sedimentos, corresponde a la Estación 3.

El análisis de los sedimentos en temporada húmeda, se observa un amplio rango de valores de metales, los cuales oscilan entre 0,01mg/kg y 28281 mg/kg. La estación de muestreo en que se evidencia mayor cantidad de metales en los sedimentos, corresponde a la Estación 3 (Tabla 23).

Tabla 23. Sedimentos.

Análisis	Unidad	LD	Estación 1 Temporada Seca	Estación 1 Temporada Húmeda	Estación 2 Temporada Seca	Estación 2 Temporada Húmeda	Estación 3 Temporada Seca	Estación 3 Temporada Húmeda
Aluminio	mg/kg	5	10948	7414	9265	7329	6840	6606
Arsénico	mg/kg	0.01	13,0	9	13	15	9	9
Cadmio	mg/kg	0.1	0,3	0,5	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
Cinc	mg/kg	5	47	28	40	36	36	39
Cloruro(*)	mg/kg	10	2986	8294	200	2573	234	227
Cobre	mg/kg	3.5	42,3	34	25	26	13	17
Fósforo Total	mg/kg	30	724	481,0	600,0	536,0	748,0	730,0
Hierro	mg/kg	5	16076	9508	19312	19571	23050	28281
Manganeso	mg/kg	2	579	493	534	2493	292	355
Molibdeno	mg/kg	5	1,0	1	1	2	< 0,5	1
Níquel	mg/kg	1.5	12	10,0	11,0	12,0	8,2	9,9
Nitratos (como N)(*)	mg/kg	10	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Nitritos (como N)(*)	mg/kg	0.5	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
Nitrógeno Kjeldahl	mg/kg	12.5	1597,0	720,0	423,0	687,0	117,0	293,0
Nitrógeno Total	mg/kg	20	1,36	1,77	< 0,02	0,89	< 0,02	0,03

Análisis	Unidad	LD	Estación 1 Temporada Seca	Estación 1 Temporada Húmeda	Estación 2 Temporada Seca	Estación 2 Temporada Húmeda	Estación 3 Temporada Seca	Estación 3 Temporada Húmeda
Plomo	mg/kg	0.5	12	8	7	8	8	10
Selenio	mg/kg	0.01	2	1	2	< 0,5	2	< 0,5
Sulfato(*)	mg/kg	30	5089,0	9737,0	2020,0	2856,0	435	569,0

6.6 ATRIBUTO 3: Estructura Física

6.6.1 Riqueza estructural de parches

Tabla 24. Resultados de riqueza estructural, en estaciones.

Parches	Puente Temporada Seca	Puente Temporada Húmeda	Chacra Temporada Seca	Chacra Temporada Húmeda	Desembocadura Temporada Seca	Desembocadura Temporada Húmeda
Madrigueras	1	1	1	1	1	1
Depresiones	1	1	1	1	1	1
Hojarasca	1	1	1	1	0	0
Dique	1	1	1	1	0	0
Macro-algas y macrófitas acuáticas	1	1	1	1	1	1
Planos áridos	0	0	0	0	0	0
Depresiones inundables	1	1	1	1	1	1
Canal sedimentario	1	1	1	1	0	1

Parches	Puente Temporada Seca	Puente Temporada Húmeda	Chacra Temporada Seca	Chacra Temporada Húmeda	Desembocadura Temporada Seca	Desembocadura Temporada Húmeda
Piscinas	0	0	0	1	0	0
Canales secundarios	0	0	0	0	0	0
Camas de conchilla	0	0	0	0	0	0
Grietas	1	1	1	1	0	0
Vegetación sumergida	1	1	1	1	1	1
Acumulación de desechos orgánicos	1	1	1	1	1	1
Total	**10**	**10**	**11**	**11**	**6**	**7**
Puntaje	**A**	**A**	**A**	**A**	**B**	**B**

El promedio de las tres estaciones en la temporada seca y húmeda es un aproximado de 9, asignando un puntaje de A para el área de estudio (Tabla 24) y se evidencia la presencia de ciertos parches.

6.6.2 Complejidad Topográfica

Se analiza de modo completo las tres estaciones en la temporada seca y húmeda, en cuanto a su complejidad correspondería a un tipo estuarino, el cual presenta canales grandes o pequeños y algunas islas.

Para el puntaje observado la estación 1 (Puente) se observa un plano con vegetación abundante con muy pocos micro relieves y un pequeño canal, dando un puntaje D. Para las estaciones 2 (Chacra) y 3 (Desembocadura)se observa vegetación abundante, presentando en su corte transversal relieves, formados por canales de regresión, asignando un puntaje de B. A nivel de Humedal se considera con puntaje C, promediando las estaciones.

6.7 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Comunidad florística

Mediante dos campañas de terreno (estación seca, mes de abril, y estación húmeda, mes de septiembre), se ejecutó la actividad de monitoreo ambiental del componente flora y vegetación en el humedal del Río Copiapó, actividad que se enmarca en el compromiso ambiental voluntario suscrito por Minera Candelaria, asociado a la Resolución Exenta N°273/08 la cual aprobó la DIA del proyecto "Acueducto Chamonate-Candelaria".

A través de recorridos pedestres en las tres estaciones de muestreo definidas para el humedal (1. Puente, 2. Chacra y 3. Desembocadura), se registró la presencia/ausencia de especies de flora y se realizó su respectiva identificación en terreno y/o gabinete (literatura y/o claves taxonómicas).
La composición de la flora vascular presente en el humedal del Río Copiapó durante las temporadas seca y húmeda del año 2022, (Tabla 25) está dada por la presencia de un total de 29 especies, 15 familias y 26 géneros. Para la temporada seca (verano - otoño) se registró una diversidad equivalente a 13 especies y 8 familias, mientras que en la temporada húmeda (invierno – primavera) se registró un total de 28 especies y 14 familias.

Tabla 25. Listado florístico, temporadas seco y húmeda 2022 (Humedal Río Copiapó).

Familia	Especies	Nombre común	OF	TB	Temporada Seca	Temporada Húmeda
Dicotyledoneae						
Aizoaceae	*Tetragonia angustifolia* (Barnéoud)	Aguanosa	E	Ar		**X**

Familia	Especies	Nombre común	OF	TB	Temporada Seca	Temporada Húmeda
Asteraceae	*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca	N	Ar	**X**	**X**
Asteraceae	*Cotula coronopifolia* (L.)	Botón de Oro	A	Hp		**X**
Asteraceae	*Tessaria absinthioides* (Hook. & Arn.) DC.	Brea	N	Ar	**X**	**X**
Asteraceae	*Chuquiraga ulicina* (Hook. & Arn.)	Hierba de la Yesca	E	Ar		**X**
Asteraceae	*Encelia canescens* (Lam.)	Coronilla del Fraile	N	Ar		**X**
Boraginaceae	*Tiquilia sp.* (Phil.) A.T. Richardson	--	N	Hp		**X**
Brassicaceae	*Nasturtium officinale* (W.T. Aiton)	Berro de Agua	A	Hp		**X**
Chenopodiaceae	*Atriplex clivicola (*I. M. Johnst.)	Cachiyuyo	E	Ar	**X**	**X**
Chenopodiaceae	*Sarcocornia fruticosa* (L.) A. J. Scott	Sosa	N	Hp	**X**	**X**
Chenopodiaceae	*Suaeda foliosa* (Moq.)	--	N	Ar	**X**	**X**
Fabaceae	*Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Chañar	N	A	**X**	**X**
Fabaceae	*Prosopis flexuosa* (DC.)	Algarrobo	N	A		**X**
Fabaceae	*Senna cumingii* (Hook. & Arn.)	Alcaparra	E	Ar		**X**
Lamiaceae	*Mentha spicata* (L.)	Hierba Buena	A	Hp	**X**	
Malvaceae	*Malvella leprosa* (Ortega) Krapov	Malva Amarilla	N	Hp		**X**
Solanaceae	*Nolana wendermannii* (I.M Johnst)	Suspiro	E	Ar		**X**
Solanaceae	*Nolana albescens* (Phil.) I.M. Johnst.	Suspiro	E	Ar		**X**
Solanaceae	*Nolana rupicola* (Gaud.)	Suspiro Costero	E	Hp		**X**

Familia	Especies	Nombre común	OF	TB	Temporada Seca	Temporada Húmeda
Solanaceae	*Nolana sedifolia* (Poepp.)	Sosa Brava	E	Ar		**X**
Tamaricaceae	*Tamarix ramosissima* (Ledeb.)	Tamarindo Rosa	A	Ar		**X**
Verbenaceae	*Phyla nodiflora var. reptans* (Kunth) Greene	Tiqui-tiqui	A	Hp		**X**
Monocotyledoneae						
Cyperaceae	*Schoenoplectus pungens* (Vahl) Palla	Totora	N	Hp	**X**	**X**
Juncaceae	*Juncus acutus* (L.)	Junco	N	Hp	**X**	**X**
Poaceae	*Cynodon dactylon* (L.)	Pata de Perdiz	A	Hp	**X**	**X**
Poaceae	*Distichlis spicata* (L.)	Pasto Salado	N	Hp	**X**	**X**
Poaceae	*Cortaderia speciosa* L. (Nees & Meyen) Stapf.	Cola de Zorro	N	Hp	**X**	**X**
Poaceae	*Arundo donax* (L.)	Carrizo	A	Hp		**X**
Typhaceae	*Typha angustifolia* (L.)	Totora	N	Hp	**X**	**X**

OF= Origen Fitogeográfico (A= Adventicia, N= Nativa, E= Endémica), TB= Tipo Biológico (A= Arbóreo, Ar= Arbustivo, Hp= Hierba Perenne, Ha= Hierba Anual, Hb= Hierba Bianual).

Tabla 26. Distribución de las especies identificadas en Chile Continental.

Especie	Distribución en Chile Continental															
	AP	TA	AN	AT	CO	VA	RM	LI	ML	NB	BI	AR	LR	LL	AI	MA
Tetragonia angustifolia (Barnéoud)			■	■	■											
Baccharis salicifolia (Ruiz & Pav.) Pers.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Cotula coronopifolia (L.) (adventicia)			■			■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Tessaria absinthioides (Hook. & Arn.) DC.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					

Especie	Distribución en Chile Continental															
	AP	TA	AN	AT	CO	VA	RM	LI	ML	NB	BI	AR	LR	LL	AI	MA
Chuquiraga ulicina (Hook. & Arn.)																
Encelia canescens (Lam.)																
Tiquilia sp. (Phil.) A.T. Richardson																
Nasturtium officinale (W.T. Aiton) (adventicia)																
Atriplex clivicola I. M. Johnst.																
Sarcocornia fruticosa (L.) A. J. Scott																
Suaeda foliosa Moq.																
Geoffroea decorticans (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart																
Prosopis flexuosa (DC.)																
Senna cumingii (Hook. & Arn.)																
Mentha spicata L. (adventicia)																
Malvella leprosa (Ortega) Krapov.																
Nolana wendermannii (I.M Johnst)																
Nolana albescens (Phil.) I.M. Johnst.																
Nolana rupicola (Gaud.)																
Nolana sedifolia (Poepp.)																
Tamarix ramosissima (Ledeb.) (adventicia)																

Especie	Distribución en Chile Continental															
	AP	TA	AN	AT	CO	VA	RM	LI	ML	NB	BI	AR	LR	LL	AI	MA
Phyla nodiflora var. reptans (Kunth) Greene (adventicia)	■	■	■	■	■	■	■					■				
Juncus acutus (L.)			■	■	■	■	■							■		
Cynodon dactylon (L.) (adventicia)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Distichlis spicata (L.)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Cortaderia speciosa L. (Nees & Meyen) Stapf.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Mentha spicata L. (adventicia)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Schoenoplectus pungens (Vahl) Palla		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Arundo donax (L.) (adventicia)				■	■	■	■	■	■	■	■					
Typha angustifolia L.	■	■				■			■	■	■	■	■			

Distribución en Chile Continental = (AP: Arica y Parinacota; TA: Tarapacá; AN: Antofagasta; AT: Atacama; CO: Coquimbo; VA: Valparaíso; RM: Metropolitana; LI: Libertador General B. O´Higgins; ML: Maule; NB: Ñuble; BI: Biobío; AR: Araucanía; LR: Los Ríos; LL: Los Lagos; AI: Aysén; MA: Magallanes). Fuente: Catálogo de las Plantas Vasculares de Chile (2018), Universidad de Concepción.

Para las 29 especies identificadas durante el año 2022 en el humedal del río Copiapó, se revisó literatura para definir su distribución a nivel nacional (Tabla 26). A través de este análisis se logró definir que 29 especies tienen presencia en esta área geográfica del país (región de Atacama, provincia de Copiapó), sólo para las especies *Typha angustifolia* y *Cotula coronopifolia* no se encontraron registros de presencia en la región de Atacama.

Sin embargo, *T. angustofolia* (Totora) cuenta con registros en las regiones de Tarapacá y Valparaíso, su hábito de crecimiento indica que es una planta perenne herbácea, en Chile crece en conjunto con herbazales palustres (vegetación helófita) casi siempre dominados por Ciperáceas, muy densos y asociados a aguas de curso lento o emergente (Tabilo et al. 2021). Su composición y estructura están determinadas por la profundidad del agua, normalmente se desarrolla en zonas que presentan una

elevación baja y cercanas a la costa, se encuentra principalmente en cursos de agua poco profundos y con un régimen hídrico permanente, como, vegas, bordes de lagos, pantanos o esteros, donde el desarrollo de rizomas subterráneos le permite extenderse rápidamente y formar grandes poblaciones. Para esta especie se registró su presencia en las dos campañas de terreno realizadas durante el año (temporadas seca y húmeda), por lo que se infiere una condición de inundación permanente del sector, debido a la ecología de esta especie que, en este caso, podría ser utilizada como un indicador biológico, acerca del flujo hídrico en el punto de muestreo 1, durante el año (sector "puente").

Para el caso de la especie *Cotula coronopifolia*, no se encontró en la literatura registros previos de su presencia en la región de Atacama, por lo que de acuerdo al presente estudio se trataría de una especie que ha traspasado sus límites biogeográficos establecidos con anterioridad en el territorio nacional, añadiendo en primera instancia su presencia en el humedal del río Copiapó y la región de Atacama. *C. coronopifolia* presenta un hábito de crecimiento del tipo hierba perenne, crece en el agua extendiendo sus raíces dentro de un curso de agua permanente, se desarrolla en áreas con constantes precipitaciones, esta condición resulta ser un factor excluyente para definir su distribución a nivel nacional, ya que la región de Atacama se caracteriza por tener un clima semiárido y por la presencia de desiertos, sin embargo en la zona costera la principal característica es la abundante nubosidad matinal que aporta precipitaciones que pueden alcanzar 18 mm al año aproximadamente (BCN 2021).

Para las formas de vida o tipo biológico que desarrollan las especies identificadas en las tres estaciones de muestreo en el humedal del Río Copiapó que fueron monitoreadas durante las temporadas seca y húmeda de 2022 (Gráfico 11**Gráfico 11**), corresponden en términos de abundancia a las siguientes clasificaciones: Con el mayor porcentaje de abundancia las Hierbas perennes (Hp) con un 55,8% es la forma de vida más abundante en el área de estudio, le sigue con un 36,8% el tipo Arbustivo (Ar) y en menor cantidad con un 7,4% el tipo Arbóreo (A), este último resulta ser el tipo biológico menos frecuente en esta área. Estos últimos valores corresponden al porcentaje en promedio de estos tipos biológicos presentes en el área de estudio, calculado con los datos obtenidos en ambas temporadas (Gráfico 12).

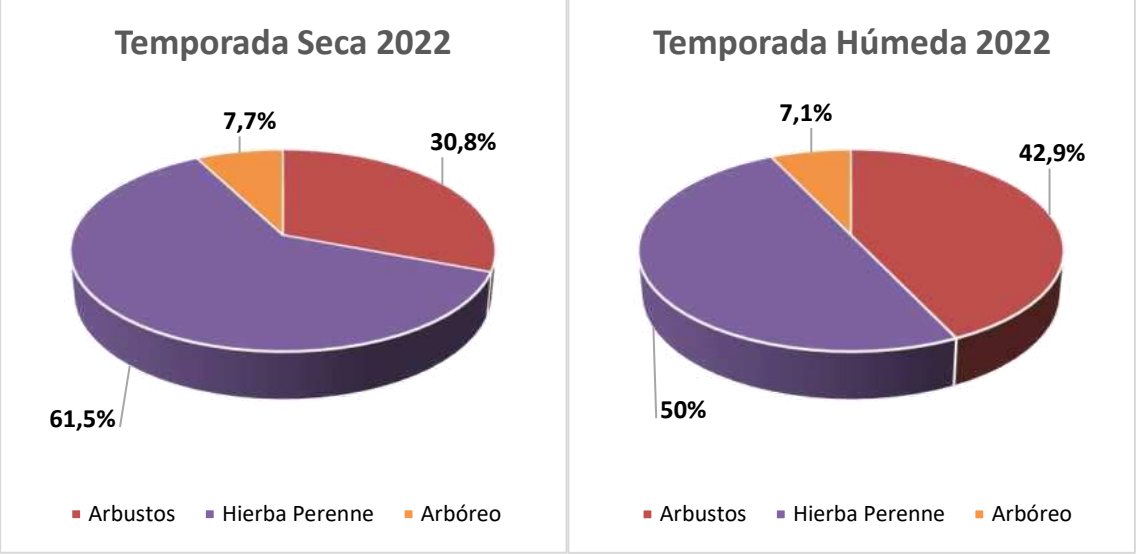


Gráfico 11. Gráfico comparativo, tipo biológico, temporadas seca y húmeda año 2022.

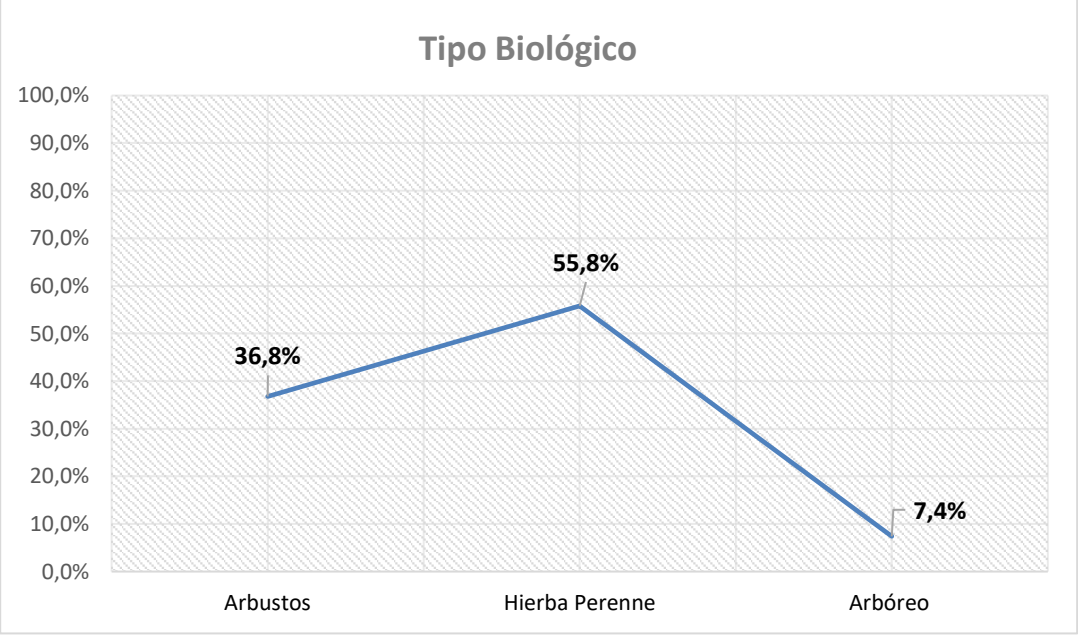


Gráfico 12. Valor promedio, tipos biológicos presentes en el humedal del Río Copiapó (año 2022).

El análisis comparativo de ambas temporadas en 2022, en cuanto a la abundancia de especies, tiene relación con el registro de nuevas especies (activación flora vascular) que no fueron identificadas en monitoreos anteriores en los puntos de muestreo, lo que indica que han ocurrido cambios en la composición florística del humedal, durante el último semestre del año principalmente, esta condición se debe a las precipitaciones invernales ocurridas durante el mes de julio, las que alcanzan a la fecha una precipitación mensual acumulada de 37,3 mm para la zona costera de la región, lo que contrasta con las precipitaciones del año 2021 las que hasta el mes de noviembre alcanzaron 11,4 mm de pp., mensual acumulada (Estación meteorológica "Desierto de Atacama, Caldera Ad.", DGAC Chile, 2022). Estas precipitaciones permiten la activación de flora vascular que permaneció en estado senescencia y/o latencia durante periodos prolongados de tiempo, a la espera de las condiciones ambientales (precipitación, temperatura, entre otras) necesarias para el desarrollo de su ciclo fenológico.

En cuanto al origen fitogeográfico de la flora vascular identificada en ambas temporadas, se registró un amento de la flora endémica en el área de estudio (Gráfico 13) (durante temporada húmeda), registrando 8 especies en el registro anual de monitoreo (1 especie endémica, temporada seca; 8 especies endémicas temporada húmeda). De acuerdo al valor promedio entre ambas temporadas de muestreo las especies nativas son las más abundantes con un 63,4%, seguidas por las especies adventicias con 18,4% y por último las especies endémicas con un 18,2% (Gráfico 14). Si bien existe una diferencia estadistica entre las especies adventicias y endémicas en el área de estudio, se puede inferir que las precipitaciones en cantidad, definen la activación de flora vascular endémica, puesto que en el presente monitoreo anual, las lluvias invernales marcaron definidamente la composición floristica del humedal.

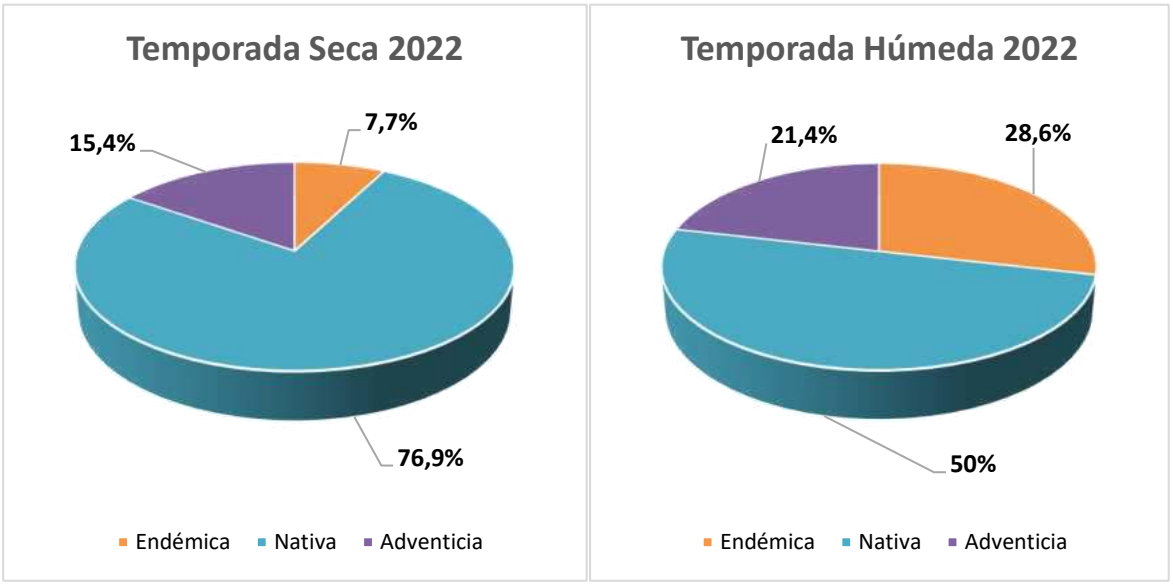


Gráfico 13. Gráfico comparativo, origen fitogeográfico, temporadas seca y húmeda año 2022.

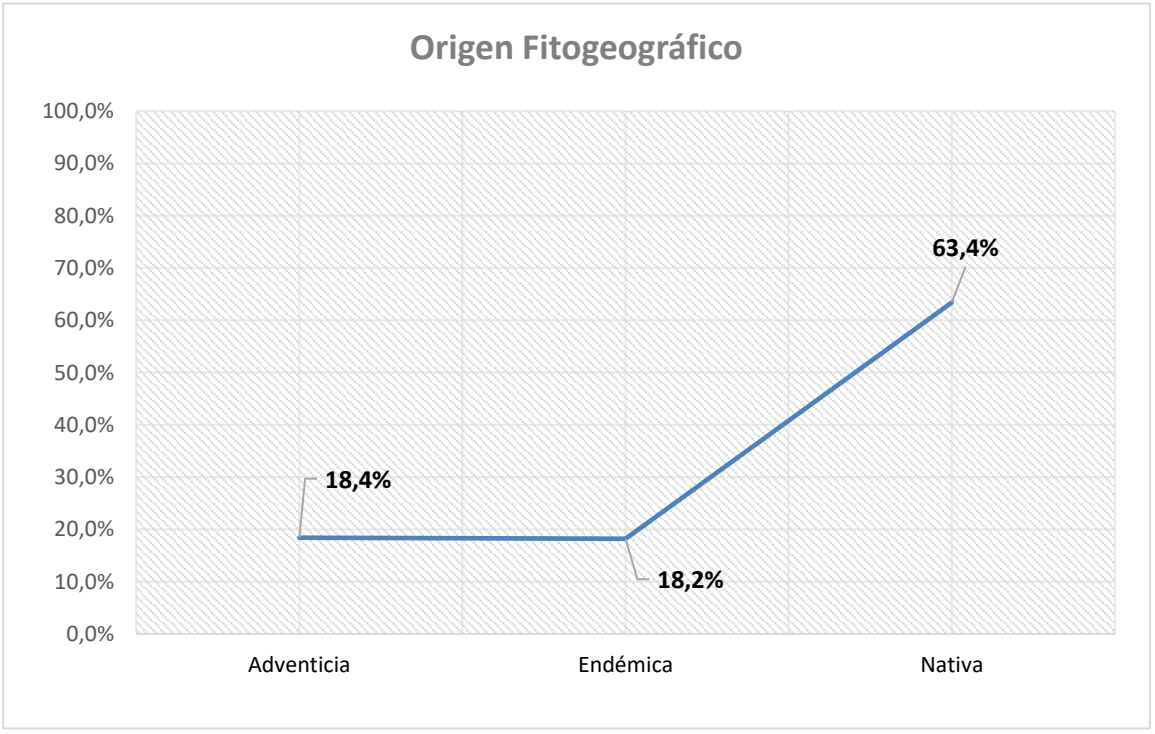


Gráfico 14. Valor promedio, origen fitogeográfico de las especies presentes en el humedal del Río Copiapó (año 2022).

6.7.1 Cobertura vegetal.

En las estaciones de muestreo se clasificaron las distintas capas vegetales presentes durante ambas temporadas, mediante el análisis de las asociaciones vegetacionales o estudio en base a la fisionomía vegetal (con la formación como unidad de base). La cual está dada por la metodología europea de Braun-Blanquet (1932), donde se denota una comunidad de plantas que poseen cualidades florísticas, ecológicas, biogeográficas, dinámicas e históricas (fitosociología).

El análisis de las asociaciones vegetales, permite conocer las relaciones espaciales y temporales entre las plantas, se define estadísticamente la composición florística de las comunidades vegetales estrechamente relacionadas con el área geográfica.

Durante el año 2022, las capas vegetales “pequeña”, “mediana”, “alta” y “muy alta” están presentes en humedal del Río Copiapó. En cuanto a la cobertura de las especies presentes en las capas vegetales, estas se mantienen en relación al año anterior. La capa "muy alta”, solo está presente en el punto de muestreo 1 (Puente), dónde es posible observar especies arbóreas como: *Geoffroea decorticans* (Chañar) y *Prosopis flexuosa* (Algarrobo) (Tabla 27**Tabla 27**).

Tabla 27. Cobertura vegetal temporadas seca y húmeda 2022.

Capa Vegetal	TEMPORADA SECA			Capa Vegetal	TEMPORADA HÚMEDA		
	Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)		Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)
Flotante	-	-	-	**Flotante**	-	-	-
Pequeña	25-50	40-50	25-50	**Pequeña**	25-50	25-50	25-50
Mediana	25-50	50-75	50-75	**Mediana**	25-50	50-75	50-75
Alta	75-100	50-75	25-50	**Alta**	75-100	50-75	25-50
Muy Alta	5-25	-	-	**Muy Alta**	5-25	-	-

Capa Vegetal	TEMPORADA SECA			Capa Vegetal	TEMPORADA HÚMEDA		
	Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)		Estación 1 Puente (%)	Estación 2 Chacra (%)	Estación 3 Desembocadura (%)
N° de capas	**4**	**3**	**3**	**N° de capas**	**4**	**3**	**3**
Puntaje	**A**	**B**	**B**	**Puntaje**	**A**	**B**	**B**

6.7.2 Dominancia y codominancia de especies.

Las especies dominantes corresponden a aquellas cuyas características morfológicas marcan fisionómicamente la vegetación, determinándose en base a los tipos biológicos de mayor representatividad en cada formación vegetal.

Para los puntos de muestreo en el humedal del Río Copiapó, la dominancia y codominancia se determinó de acuerdo con aspectos morfológicos y a la cobertura (densidad) que las especies identificadas presentan en el área de estudio (capa vegetal en la que se encuentran) (Tabla 28).

Tabla 28. Dominancia y Codominancia, estación de muestreo 1 "Puente", temporada seca y húmeda 2022.

Capa Vegetal	TEMPORADA SECA		Capa Vegetal	TEMPORADA HÚMEDA	
	Especie	Cobertura (%)		Especie	Cobertura (%)
Flotante	-	-	**Flotante**	-	.
Pequeña	*Distichlis spicata*	25-50	**Pequeña**	*Distichlis spicata*	25-50
	Mentha spicata	+		*Cynodon dactylon*	+
	Cynodon dactylon	+		*Cotula coronopifolia*	5-25
	-	-		*Nasturtium officinale*	5-25

Capa Vegetal	TEMPORADA SECA		Capa Vegetal	TEMPORADA HÚMEDA	
	Especie	Cobertura (%)		Especie	Cobertura (%)
	-	-		*Nolana albescens*	+
	-	-		*Nolana wendermannii*	+
	-	-		*Nolana rupicola*	+
	-	-		*Nolana sedifolia*	+
	-	-		*Encelia canescens*	+
Mediana	*Tessaria absinthioides*	25-50	**Mediana**	*Tessaria absinthioides*	25-50
	Baccharis salicifolia	5-25		*Baccharis salicifolia*	5-25
	Suaeda foliosa	5-25		*Suaeda foliosa*	5-25
	.	-		*Tetragonia angustifolia*	+
	.	-		*Chuquiraga ulicina*	+
	.	-		*Tiquilia sp.*	+
	.	-		*Senna cumingii*	+
	.	-		*Schoenoplectus pungens*	5-25
Alta	*Typha angustifolia*	75-100	**Alta**	*Typha angustifolia*	75-100
	Atriplex clivicola	5-25		*Atriplex clivicola*	5-25
	Cortaderia speciosa	5-25		*Cortaderia speciosa*	5-25
	.	-		*Tamarix ramosissima*	5-25
Muy Alta	*Geoffroea decorticans*	5-25	**Muy Alta**	*Geoffroea decorticans*	5-25
	.	-		*Prosopis flexuosa*	5-25
N° de especies dominantes		4	**N° de especies dominantes**		3
N° de especies codominantes		5	**N° de especies codominantes**		3

Capa Vegetal	TEMPORADA SECA		Capa Vegetal	TEMPORADA HÚMEDA	
	Especie	Cobertura (%)		Especie	Cobertura (%)
Puntaje especies dominantes		A	**Puntaje especies dominantes**		A
Puntaje especies codominantes		A	**Puntaje especies codominantes**		A

En la estación 1, temporada seca, se registraron 4 especies dominantes de acuerdo al porcentaje de cobertura donde *Typha angustifolia* (Totora) con una cobertura entre 75% a 100%, y se destaca la presencia de Tessaria *absinthioides, Atriplex clivicola y Geoffroea decorticans,* como otras especies dominantes. En la estación 2, se registraron 3 especies dominantes, *T. absinthioides* con 50% - 75% de cobertura en la capa mediana, mientras que *T. angustifolia* al igual que en la estación 1, domina en la capa alta con un porcentaje de cobertura entre 50% - 75%. La especie *S. pungens* (hierba perenne) muestra una cobertura entre 5% - 25% dominando en el estrato de las herbáceas. Finalmente, en la estación 3, hubo 2 especies dominantes *T. absinthioides* obtuvo el mayor valor en cuanto al porcentaje de cobertura en esta área entre 50% - 75%, en la capa "mediana", y la especie *D. spicata* domina en la capa "pequeña" (hierbas perennes) con una cobertura de 25% - 50%.

En cuanto a la temporada húmeda en la estación 1, se mantiene la dominancia de *Typha angustifolia* en la capa vegetal "alta" con 75% a 100% de cobertura, y las otras dos especies corresponden a *Tessaria absinthioides y Geoffroea decorticans.* Para las especies *Cynodon dactylon, Nolana albescens, N. wendermannii, N. rupicola, N. sedifolia, Tetragonia angustifolia, Chuquiraga ulicina, Tiquilia sp. y Senna cumingii,* no se les asigno un valor de cobertura, por su baja presencia. En la estación 2, se registraron 2 especies dominantes, *T. absinthioides* con 50% a 75% de cobertura en la capa mediana, mientras que *T. angustifolia* al igual que en la estación 1, domina en la capa alta con un 50% a 75% de cobertura. Las especies codominantes en este punto de muestreo son *Cortaderia speciosa y Baccharis salicifolia* ambas con una cobertura entre 25-50% en la capa alta. Finalmente, en la estación 3 se identificaron dos especies dominantes y 2 especies codominantes. La especie *T. absinthioides* con una cobertura entre 50% - 75%, dominando en la capa "mediana". La especie *D. spicata* domina en la capa "pequeña" (hierbas perennes) con una cobertura de 25% - 50%.

6.8 ATRIBUTO COMPLEMENTARIO: Estudio Biótico avifauna

6.8.1 Censo de avifauna

Según la revisión de los censos de avifauna realizados desde el año 2009, en el área de estudio se han identificado 70 especies de aves pertenecientes a 28 familias distintas; de éstas para la temporada seca 14 especies fueron registradas en el área de estudio, representadas por 10 familias, mientras que, en la temporada húmeda, fueron registradas 18 especies, representadas por 14 familias (Ilustración 17, Ilustración 18, Ilustración 19, Ilustración 20, Ilustración 22, Ilustración 23, Ilustración 24). De ellas las especies *Coscoroba coscoroba* (Cisne coscoroba) (Ilustración 16) y *Ardea cocoi* (Garza cuca) (Ilustración 21) se encuentran en categoría de conservación.

Considerando que el territorio nacional presenta un total de 462 especies de aves (Martínez & González 2005; Jaramillo 2005), en la temporada seca un 3,1% de estas especies se encuentra representado en este humedal esta temporada y un 4,07% de estas especies se encuentra representado en la temporada húmeda.

Es en la temporada seca y húmeda que se destaca la presencia de *Coscoroba coscoroba* (Cisne coscoroba), en categoría de conservación en Peligro (EN) de acuerdo a lo señalado por la Ley de Caza y su Reglamento, edición 2015 del SAG, y sin categoría por la RCE (Tabla 29).

Tabla 29. Registro histórico de las especies de aves observadas en el humedal.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	n° de individuos temporada Seca 2022	n° de individuos temporada Húmeda 2022
Accipitridae	*Buteo polyosoma*	Aguilucho	-	-	0	0
Accipitridae	*Circus cinereus*	Vari	-	-	0	0
Anatidae	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	LC	R	0	0

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	n° de individuos temporada Seca 2022	n° de individuos temporada Húmeda 2022
Anatidae	*Anas cyanoptera*	Pato colorado	-	-	0	0
Anatidae	*Anas georgica*	Pato jergón grande	-	-	0	0
Anatidae	*Anas sibilatrix*	Pato Real	-	-	0	13
Anatidae	*Coscoroba coscoroba*	Coscoroba		EN	2	7
Ardeidae	*Casmerodius albus*	Garza grande	-	-	1	0
Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza boyera	-	-	0	0
Ardeidae	*Ardea cocoi*	Garza cuca	-	R	1	0
Ardeidae	*Egretta thula*	Garza chica			0	0
Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo	-	-	1	0
Charadridae	*Vanellus chilensis*	Queltehue		-	0	0
Charadridae	*Charadrius alexandrinus*	Chorlo nevado	-	-	0	0
Charadridae	*Charadrius collaris*	Chorlo de collar			0	0
Cathartidae	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada		-	4	6
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Jote de cabeza negra	-	-	0	0
Cathartidae	*Caracara Plancus*	Traro		-	0	0
Columbidae	*Columbina picui*	Tortolita cuyana	-	-	0	0
Emberizidae	*Agelaius thilius*	Trile		-	0	5
Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol	-	-	15	15
Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo	-	-	1	0
Falconidae	*Milvago chimango*	Tiuque			0	0
Furnariidae	*Phleocryptes melanops*	Trabajador	-	-	0	2
Furnariidae	*Cinclode soustaleti*	Churrete chico	-	-	0	0
Furnariidae	*Pseudasthenes hunicola*	Canastero	-	-	0	0
Furnariidae	*Geositta marítima*	Minero chico	-	-	0	0
Furnariidae	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral			0	4
Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Pilpilén	-	-	0	2
Haematopodidae	*Hematopus ater*	Pilpilén negro	-	-	0	0

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	n° de individuos temporada Seca 2022	n° de individuos temporada Húmeda 2022
Hirudinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina bermeja			0	0
Hirudinidae	*Tachycineta meyeni*	Golondrina Chilena			0	11
Hirudinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina dorso negro	-	-	0	0
Laridae	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana	-	-	12	64
Laridae	*Larosterna inca*	Gaviotín monja	-	V	0	0
Laridae	*Larus modestus*	Gaviota garuma	-	V	0	0
Laridae	*Larus serranus*	Gaviota andina	LC		0	0
Laridae	*Larus belcheri*	Gaviota Peruana	LC		0	0
Oceanitidae	*Oceanites gracilis*	Golondrina de mar chica	-	-	0	0
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax bougainvillii*	Guanay	-		0	0
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	-	-	4	2
Pelecanoididae	*Pelecanoides garnotii*	Yunco	-	V	0	0
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión			15	11
Podicipedidae	*Podiceps occipitalis*	Blanquillo			0	0
Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala	-	-	2	1
Rallidae	*Fulica rufifrons*	Tagua frente roja	-	-	0	0
Rallidae	*Fúlica armillata*	Tagua común	-	-	153	150
Rallidae	*Fulica leucoptera*	Tagua chica			0	0
Rallidae	*Gallinula galeata pauxilla*	Taguita del norte	-	-	0	0
Rallidae	*Pardirallus sanguinolentus*	Pidén			0	0
Rynchopidae	*Rynchops niger*	Rayador	-	-	0	0
Spheniscidae	*Spheniscus humboldti*	Pingüino de Humboldt	VU	-	0	0
Strigidae	*Athene cunicularia*	Pequén	-	-	0	0
Scolopacidae	*Numenius phaeopus*	Zarapito	-	-	0	15
Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	-	-	0	0
Scolopacidae	*Gallinago paraguaiae*	Becacina	-	V	0	0
Scolopacidae	*Himantopus melanurus*	Perrito	-	-	4	3

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de conservación (RCE)	Categoría de conservación (LDC)	n° de individuos temporada Seca 2022	n° de individuos temporada Húmeda 2022
Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Pitotoy grande			0	0
Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico	-	-	0	0
Tharaupidae	*Sicalis luteola*	Chirigüe	-	-	0	0
Tharaupidae	*Diuca diuca*	Diuca	-	-	0	14
Tyrannidae	*Tachuris rubigastra*	Siete Colores			0	0
Tyrannidae	*Elaenia albiceps*	Fío-fío	-	-	0	0
Tyrannidae	*Lessonia rufa*	Colegial	-	-	8	7
Tyrannidae	*Muscisaxicola maclovianus*	Dormilona tontita			0	0
Tyrannidae	*Muscisaxicola maculirostris*	Dormilona chica	-	-	0	0
Tyrannidae	*Anairete sparulus*	Cachudito	-	-	0	0
Threskiornithidae	*Theristicus melanopis*	Bandurria	LC	P	0	0
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán	-	-	0	0
Trochilidae	*Sephanoides sephanoides*	Picaflor	-	-	0	0
Turnidae	*Tordus chiguanco*	Zorzal negro	-	-	0	0
TOTAL					**223**	**332**

RCE: CR = En peligro crítico; DD = Datos insuficientes; EN = En Peligro; EW= Extinta en estado silvestre; EX = Extinta; FP = Fuera de Peligro; IC = Insuficientemente Conocida; LC = Preocupación menor NT = Casi amenazada; R = Rara; VU = Vulnerable. LDC: P = especie catalogada como en Peligro de Extinción; V = especie catalogada en estado de conservación Vulnerable; R = especie catalogada como Rara; I = especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida; F = especie catalogada como Fuera de Peligro.



Ilustración 16. *Coscoroba coscoroba* (Cisne coscoroba) observado en el sector Desembocadura, durante el monitoreo de la Temporada seca (izquierda) y húmeda (derecha).



Ilustración 17. (Huala) en sector desembocadura en Temporada Seca (izquierda) y húmeda (derecha).



Ilustración 18. *Fulica armillata* (tagua común) en sector desembocadura, Temporada húmeda 2022.



Ilustración 19. *Phalacrocorax brasilianus* (Yeco) observado en estación 3, Temporada seca.



Ilustración 20. Garza grande (*Casmerodius albus*) observado en el sector desembocadura, T. Seca.



Ilustración 21. Garza cuca (*Ardea cocoi*) observado en el sector desembocadura, T. Seca.



Ilustración 22. *Numenius phaeopus* (Zarapito) en sector desembocadura, T. Húmeda.



Ilustración 23. Taguas comunes en estación E3, Temporada Húmeda.



Ilustración 24. Taguas comunes, Zarapito y patos real en Estación 3, Temporada Húmeda.

6.8.2 Índice de Shannon-Wiener H´

Los resultados del índice ecológico de Shannon-Wiener (Tabla 30**Tabla 30**), en cuanto a la diversidad nos indican que; según los datos recogidos en las tres estaciones, para la temporada seca destaca el sector de desembocadura donde se obtuvo un valor de H= 0,9374, mientras que en la temporada húmeda se obtuvo un H= 1,867 en el puente, ambos ambientes presentaron una mayor riqueza y diversidad de especies en relación a las otras estaciones en cada temporada del 2022. En general, en comparación con los datos de las otras estaciones, en la temporada húmeda se registraron mayores valores en cuanto a la diversidad de especies y riqueza en las estaciones del puente, chacra y desembocadura. Para el caso de la chacra, siguió la misma tendencia en relación a los registros de la temporada seca.

Tabla 30. Índice de Shannon.

Índice	Año	Puente (E1)	Chacra (E2)	Desembocadura (E3)

Shannon H'	Seca	0,6931	0,6634	0,9374
	Húmeda	1,867	1,106	1,288

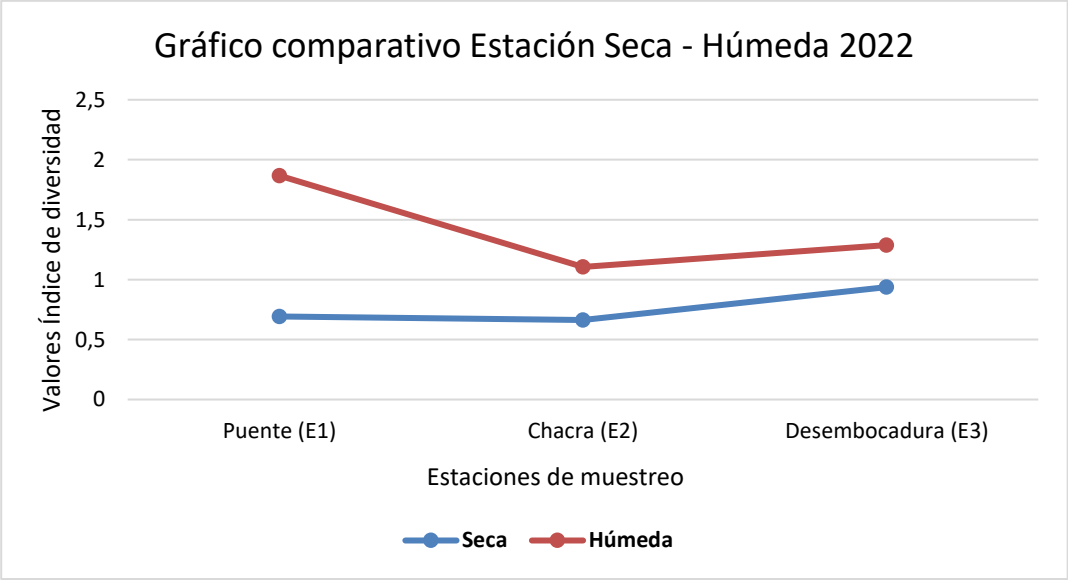


Gráfico 15. índice de Shannon-Wiener.

Además, el análisis de Bray-Curtis en cuanto a similitud entre estaciones muestreadas, nos indica que para en la temporada seca y húmeda hay distintos valores de similitud, presentando un comportamiento más restringido entre los grupos, manteniendo la misma relación en la estación seca y húmeda. Es así, como en la temporada seca se ve reflejada una similitud del 0,12% entre E2 (Chacra) y E3 (Desembocadura), compartiendo las mismas características ambientales, con presencia de cuerpo de agua y vegetación riparia. Para la estación húmeda la similitud entre estas estaciones es de un 0,4%, ambientes que compartían la mayor cantidad de especies, dejando al puente con baja similitud, este sector presenta características distintas en comparación a las otras estaciones de muestreo, con presencia de especies paseriformes (Ilustración 25**Gráfico 15**

).

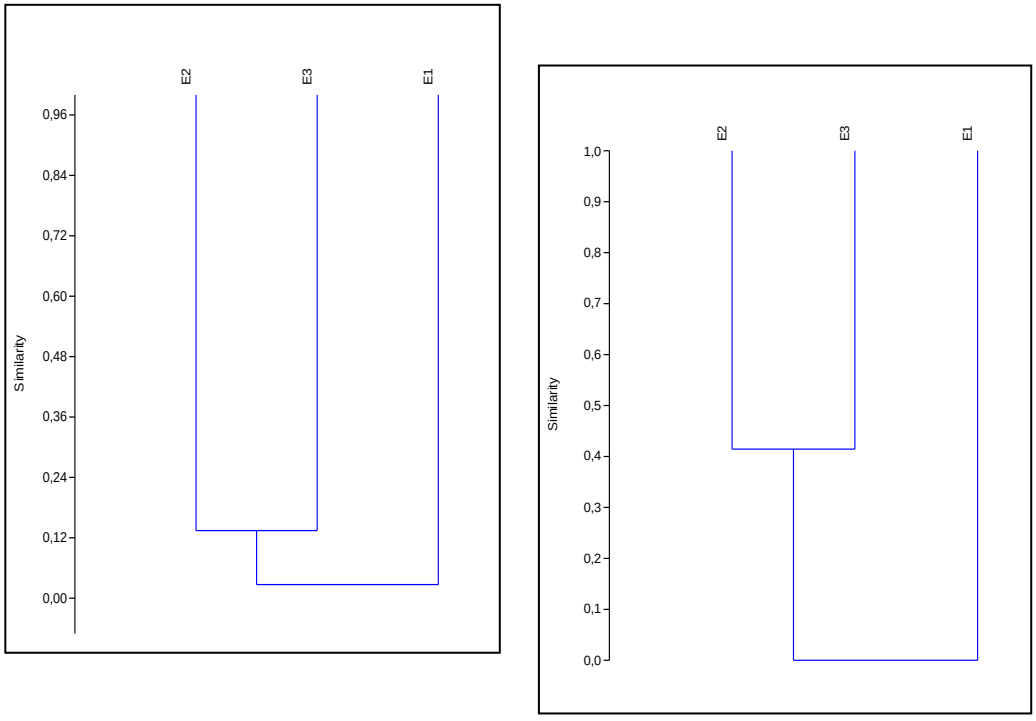


Ilustración 25. Dendrograma de similitud Bray Curtis, para los tres puntos de muestreo en temporada seca y húmeda del 2021. (Izquierda T. Seca – Derecha T. Húmeda).

6.9 Estado de salud del humedal

Basado en los atributos y métricas descritas anteriormente, el cálculo de puntaje del humedal se realizará convirtiendo todas las letras de caracterización de las diferentes métricas obtenidas de cada área de evaluación mediante la siguiente tabla (Tabla 31).

Tabla 31. Cálculo de puntaje Humedal

Puntaje	Valor
A	4
B	3
C	2

Posteriormente se calcula el valor para cada atributo (Tabla 32).

Tabla 32. Valorización para cada atributo Temporada Seca.

ATRIBUTOS		MÉTRICAS	Notas	N°
En el contexto del buffer y el área de influencia		Conectividad del área de influencia en las AE	A	4
		Porcentaje de los puntos de muestreo con Buffer	B	3
		Condición del Buffer	C	2
% Valor de estado por Atributo			**B**	**75%**
Hidrología		Fuente de agua	B	3
		Hidroperíodo	B	3
		Conectividad hidrológica	A	4
% Valor de estado por Atributo			**A**	**83%**
Estructura	Físicas	Riqueza estructural de los parches	A	4
		Complejidad topográfica	C	2
	Bióticas	Número de capas de plantas presentes	A	4
		Número de especies co-dominantes	A	4
		Porcentaje de invasión	A	4
% Valor de estado por Atributo			**A**	**90%**
% Valor de estado de Humedal			**A**	**83%**

Tabla 33. Valorización para cada atributo Temporada Húmeda.

ATRIBUTOS		MÉTRICAS	Notas	N°
En el contexto del buffer y el área de influencia		Conectividad del área de influencia en las AE	A	4
		Porcentaje de los puntos de muestreo con Buffer	B	3
		Condición del Buffer	C	2
% Valor de estado por Atributo			**B**	**75%**
Hidrología		Fuente de agua	B	3
		Hidroperíodo	B	3
		Conectividad hidrológica	A	4
% Valor de estado por Atributo			**A**	**83%**
Estructura	Físicas	Riqueza estructural de los parches	A	4
		Complejidad topográfica	B	3

ATRIBUTOS		MÉTRICAS	Notas	N°
	Bióticas	Número de capas de plantas presentes	B	3
		Número de especies co-dominantes	A	4
		Porcentaje de invasión	B	3
% Valor de estado por Atributo			**A**	**85%**
% Valor de estado de Humedal			**B**	**81%**

Una vez obtenido el valor del porcentaje del estuario, se puede categorizar su estado de salud y compararlo con otros humedales de condiciones similares.

En segundo lugar, para conocer el puntaje del humedal en todos sus atributos, se divide el valor de cada atributo por el máximo según clase y se calcula el promedio entre los tres atributos.

El valor del estado de salud del Humedal en la temporada Seca 2022 corresponde a la letra A.

El valor del estado de salud del Humedal en la temporada Húmeda 2022 corresponde a la letra B.

En base a los puntajes asignados según las métricas inidentificadas para entre temporada seca (Tabla 32) y húmeda (Tabla 33), se puede concluir que área de influencia y de hidrología mantuvieron la condición, mientras que el de estructura, disminuyo su condición en la temporada húmeda por su número de capas presentes y el aumento del porcentaje de invasión, debido a que los valores unitarios de los parámetros estructurales variaron con respecto a la temporada seca, generando un cambio o una diferencia de valor con respecto al estado del humedal, pero aun así manteniendo la calificación A (Tabla 34).

Tabla 34. Valor del porcentaje del estuario.

LETRA	%
A	82-100%
B	**63-81%**
C	44-63%
D	0-43%

7. DISCUSIÓN

Debido al bajo nivel de agua observado en área de estudio, en estación seca y estación húmeda, con un contexto de altas temperaturas y con ausencia de precipitaciones, es que el caudal en las tres estaciones muestreadas se observó con ausencia de flujo de caudal de agua superficial, lo cual generó un cuerpo de agua estancado. Situación esperable debido a la extracción para fines de riego en la zona, sumado a la mayor demanda de agua por especies macrofitas asociado al prematuro inicio de la época de crecimiento de la cobertura vegetacional y el aumento de la evaporación y evo-transpiracion por el incremento de las temperaturas, desde la vegetación y los suelos, ya que estos últimos son menos permeables (Elliot 2009), características típicas de zonas áridas y semiáridas, generando una menor disponibilidad hídrica en el sistema. Los caudales de la zona norte de Chile por lo general se presentan reducidos, situación que se agrava durante los periodos de sequía, en la cual los caudales se hacen prácticamente nulos (Salazar 2003), como lo registrado en este monitoreo.

Considerando el requisito para aguas de riego, según las Normas Chilenas Oficiales (NCh 1333), éstas deben tener un pH entre 5,5 y 9,0, por lo cual las aguas de las tres estaciones muestreadas son aptas para este uso (7,94 – 7,77– 8,19 estación seca y 7,90 – 7,69 – 8,09 estación húmeda). Los requisitos de pH para aguas destinadas a recreación y estética, según la Norma Chilena 1333, son 6,5 a 8,3 y en ningún caso menor de 5 o mayor de 9, de acuerdo a esta normativa las aguas de este río son aptas para ese uso. El requisito para la vida acuática, es de 6 a 9 unidades de pH, las aguas dulces presentan un pH entre 7,2 y 8,7, por lo tanto, las aguas de este río no presentan problemas.

La conductividad en temporada seca registró los valores más altos en la Estación 2 (7800 µs/mg) mientras en temporada húmeda los valores más altos se encontraron en la Estación 3 (7057 µs/mg), esto se puede deber a la aridez de los suelos, caracterizados por escasas precipitaciones y alta radiación solar, los iones tienden a concentrarse (Cade-Idepe 2004).

El Manganeso es uno de los elementos más abundante en la corteza terrestre, generalmente asociado a la presencia de Hierro. Se origina naturalmente en muchas fuentes de agua superficiales y subterráneas, sobre todo en condiciones aireadas u oxidantes. La fuente más importante de Manganeso está en el agua de consumo, aunque habitualmente la mayor exposición proviene de los alimentos.

Según la OMS, el Manganeso es un elemento escencial para el ser humano y otros animales, por lo que tanto la falta como el exceso de este puede ocasionar efectos adversos en la salud de las personas (OMS 2016). Por otro lado la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) revela que el efecto más común que se observa en trabajadores expuestos a niveles altos de manganeso involucra al sistema nervioso. Estos efectos incluyen alteraciones del comportamiento y en movimientos lentos y sin coordinación. Cuando esta combinación de síntomas se torna grave, se le refiere como “manganismo”. En trabajadores expuestos a concentraciones más bajas de manganeso también se han observado otras alteraciones no tan graves del sistema nervioso, tales como lentitud de los movimientos de las manos. Por otro lado, La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) concluyó que la información científica existente es insuficiente para determinar si el exceso de manganeso puede producir cáncer (web 1)

Los sulfatos están presentes de forma natural en muchos minerales, los cuales se utilizan comercialmente, sobre todo en la industria química. Se liberan al agua procedentes de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera. Sin embargo, en regiones cuyas aguas de consumo contienen concentraciones altas de sulfato, el agua de consumo puede ser la principal fuente de ingesta (OMS 2006).

Las concentraciones de sulfatos en este año de monitoreo 2022 fueron en promedio para temporada seca de 2619 mg/l en las tres estaciones, muy por debajo está el límite máximo establecido por la NCh 1333 (250 mg/l) mientras que en estación húmeda el promedio fue de 2342 mg/l en las tres estaciones, al igual que la estación anterior muy por debajo está el límite máximo establecido por la NCh 1333 (250 mg/l). El sulfato presente en altas concentraciones a lo largo del río, contribuye a la salinidad de las aguas, este anión permanece mayormente disuelto debido a su gran estabilidad y resistencia a la

reducción. El sulfato es un contaminante presente en aguas residuales de la industria minera y en drenajes ácidos de minas. En altas concentraciones podría generar problemas ambientales, como aumentar la producción de ácido sulfhídrico, un gas tóxico, en las etapas anaerobias del tratamiento de aguas (Hurtado Carrasco, C. at el 2012).

El sodio porcentual en estación seca se encuentra por sobre la NCh 1333 (35,0%) en las tres estaciones, con porcentajes promedio de 41,3 %, siendo la estación 3 el porcentaje más alto (52%) en estación húmeda el Sodio porcentual se encuentra por sobre la NCh 1333 (35,0%) en las tres estaciones, con porcentajes promedio de 49,6%, siendo la estación 3 el porcentaje más alto (52%). Los cationes de sodio presentes en el agua pueden contribuir al deterioro de los suelos aledaños al río, estos cationes logran un intercambio iónico mucho más afín que los cationes de Mg^{+2} y Ca^{+2}, los cuales dan las características de porosidad al suelo, provocando disminuciones en la permeabilidad, interfiriendo con el drenaje necesario para mantener una salinidad normal, debido a que las sales se irán acumulando y además disminuye la aireación necesaria para el crecimiento de especies vegetales, pudiendo llegar a deteriorar irreversiblemente los suelos, la vegetación y la biodiversidad existente en el humedal.

Según la OMS, no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud debido a que no se pueden extraer conclusiones definitivas con respecto a la posible asociación entre la presencia de sodio en el agua de consumo y la hipertensión. Sin embargo, a concentraciones sobre los 250 mg/L el sabor del agua puede volverse inaceptable, este valor depende del anión asociado al sodio y la temperatura del agua (OMS 2006).

En cuanto a los efectos en la vegetación, los síntomas de toxicidad incluyen quemazones, encrespamiento de la hoja y muerte de tejidos (lo cual ocurre inicialmente en los bordes externos). A medida que la severidad de la toxicidad aumenta, progresa en los tejidos intervenales. (web 4)

En el caso de los cloruro presente en los cuerpos de agua superficial provienen principalmente de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales, escorrentía urbana con sal de deshielo, e intrusiones salinas. Los valores registrados, al igual que en temporadas pasadas superan la Norma.

El valor de referencia según la OMS es de 250 mg/L, sin embargo no está basado en algún posible daño a la salud humana, si no más bien a que sobre esos valores, la presencia de este ión confiere un sabor perceptible en el agua.

El cloruro es un micronutriente esencial y todos los cultivos requieren cloruro en pequeñas cantidades. Sin embargo, a menudo es asociado con daño de salinidad y toxicidad, altos niveles de cloruro en la solución de suelo, pueden generar toxicidad por cloruro en los cultivos (Libro Azul, 2002). Los niveles elevados de cloruro, pueden dar lugar directamente a toxicidad de la planta, o reducción de la calidad de la parte cosechada de la planta. Además, algunas plantas pueden tolerar bien el cloruro, pero no el aumento asociado en la salinidad del suelo. (Libro azul, 2002). Entre los síntomas más comunes de la toxicidad de cloruro en las plantas, se incluye la necrosis de los márgenes de las hojas, la que normalmente aparece primero en las hojas más viejas. Un exceso de estas quemaduras puede resultar en pérdida de las hojas. Sin embargo, podría ser difícil de diagnosticar la toxicidad de cloruro. A menudo es difícil distinguir si el síntoma de toxicidad se relaciona directamente con el cloruro o con otros elementos que se absorben, como el sodio u otras sales como el boro.

Las concentraciones de cloruro excesivas aumentan la velocidad de corrosión de los metales en contacto con el agua según su alcanidad, incrementando la concentración de metales en el agua (OMS 2006)

Las concentraciones de Boro en estación seca presentaron un promedio de 7,96 mg/l detectándose problemas para su uso como agua para riego, en todas estaciones debido a que la Norma Chilena acepta como límite máximo 0,75 mg/l misma situación en temporada húmeda del presente año donde las concentraciones de boro presentaron un promedio de 5,27 mg/l detectándose problemas para su uso como agua para riego, en todas estaciones. Estos valores continúan superando la norma a lo largo de los años. El Boro es un elemento ampliamente distribuido en minerales de la corteza terrestre, por lo que puede ser liberado al aire, al agua o al suelo como consecuencia de la erosión natural de suelos y rocas. Las contribuciones antropológicas de este elemento se deben principalmente a plantas que manufacturan vidrio, plantas de energía que queman carbón, fundiciones de Cobre, uso de plaguicidas y de abonos agrícolas (web 6). El Boro puede entrar al cuerpo al consumir alimentos y tomar agua que lo contiene, al respirar polvo de boro en el aire o incluso cuando un área dañada de la piel entra en

contacto con esta sustancia. La OMS establece un valor de referencia provicional de 0,05 mg/L de Boro presente en los cuerpos de aguas superficiales. El valor es provisional debido a la dificultad y costo económico que resulta una remoción efectiva de este metaloide en aguas que presentan altas concentracones de forma natural, es decir, condiciones semiáridas como el área donde se encuetra ubicado el humedal de Copiapó (OMS 2006).

En el caso del Litio es el elemento metálico más abundante y constituye alrededor del 8% de la corteza terrestre. Es frecuente la utilización de sales de Aluminio en el tratamiento del agua como coagulantes para reducir el color, la turbidez, y el contenido de materia orgánica y de microorganismos.

El sulfato contribuye a la salinidad de las aguas de regadío, en la cual la presencia de determinados iones puede inducir en la vegetación a desbalances nutricionales o deficiencias, causando una disminución en los rendimientos o daños a la planta. A modo de ejemplo, altos niveles de sulfato en el agua de riego, pueden inducir a deficiencias de Mg en la uva (Ehling, 1960), mientras que el corazón negro del apio en suelos salinos se debe a deficiencia de Ca causada por altos niveles de Sulfatos y bajo contenido de Ca (Geraldson, 1954).

En relación a los elementos químicos encontrados en los sedimentos, estos presentan valores heterogéneos en las tres estaciones de muestreo durante todo el año. Si bien en épocas de menor caudal, las concentraciones de metales fueron mayores en los sedimentos, similar a lo sucedido en otros cuerpos de aguas, como el río Aconcagua (Cenma 2008). En el análisis de sedimentos arrojo que el Hierro, Aluminio, Cloruro y Nitrógeno total se encontraron con mayor concentración superando los 2000 mg/kg.

Respecto al componente biótico y faunístico, a consideración de número de especies, número de individuos y diversidad señala que la dotación de aves es variable, dependiendo de una serie de factores, tales como perturbaciones, condiciones climáticas, presencia humana, entre otros (Sielfeld et al. 2012). En consecuencia, al intensivo uso del agua del río Copiapó y la baja recuperación del caudal natural afectando el número de especies observadas. Caso especial es el de este año, donde el número de aves registrada en ambas temporadas se elevó respecto a años anteriores.

El análisis de similitud (dendrograma) entrega información que indica una misma tendencia entre los ensambles de aves de las tres estaciones muestreadas durante ambas temporadas, observando que el valor de similitud en la temporada seca otorga un valor de 0,12% para E2 (Chacra) y E3 (Desembocadura), y para la estación húmeda de un 0,4%, ambientes que compartían la mayor cantidad de especies, dejando al puente con baja similitud con respecto a estas. Las diferencias presentes pueden ser ocasionadas por conductas o necesidades propias de aves que dependen más que otras de masas de agua de mayor superficie, por lo que las similitudes disminuyen ya que en las zonas con más agua predominaban las aves acuáticas, mientras que en la E1 (Puente) predominan especies más terrestres, por lo que se marca una diferencia notoria entre las tres zonas con respecto a la avifauna presente (Brandolin, Martori & Ávalos, 2007). Por otra parte, también los resultados se pueden asociar a variables climáticas, las cuales pueden influir en la abundancia y riqueza de avifauna en una misma área. Por ejemplo, el muestreo realizado para el 2015, se ha visto influenciado por el fenómeno climático "El Niño", provocando que la isoterma suba generando precipitaciones altas ocasionando el aluvión, fenómeno natural producto de las intensas lluvias. Este acontecimiento permitió que el curso del río Copiapó pudiera llegar hasta el mar, situación vista por última vez en el año 1997. (Godoy, *op*. Cit.), además de ser un factor que ha influenciado el aumento de las especies de aves observadas en esta estación, ya que en épocas más lluviosas se relaciona con un aumento en la disponibilidad de alimento (Canevari et al. 1991).

Para la composición florística del humedal del Río Copiapó seca obtuvo una abundancia de 13 especies y 8 familias, y la cobertura predominante correspondió a la capa "media", por su parte durante la temporada húmeda se obtuvo una abundancia de 15 especies y 10 familias con una cobertura predominante en la capa "alta". Podemos determinar un aumento en las especies y familias desde el periodo seco al periodo húmedo, sustentada principalmente en las variables climáticas que definen las áreas de distribución, los límites de sobrevivencia y los pisos altitudinales de vegetación e influyen a una escala menor, en la distribución de especies y comunidades (Prentice et al., 1992).

Respecto a la dominancia de especies en ambas temporadas en la estación 1, *Typha angustifolia* (Totora) es la especie con mayor presencia con una cobertura entre 75% a 100%, esto, explica Urrutia

et al. 2017 se explica ya que *Typha angustifolia* es una especie cosmopolita invasora, esto se debe a que genera compuestos alelopáticos lo cual inhibe el crecimiento de otras plantas, disminuyendo la diversidad de especies de una determinada zona. Aún asi destacar la presencia de *Geoffroea decorticans, Tessaria absinthioides y Distichlis spicata,* especies que obtuvieron un porcentaje de cobertura relevante y que marca fisionómicamente el paisaje en las tres estaciones muestreadas en el humedal.

En el análisis de las imágenes satelitales correspondiente al año 2022, se detectó un incremento en las superficies correspondientes a la unidad de Humedal y Espejos de agua, fenómeno asociado a las precipitaciones ocurridas durante la estación de invierno en la región, lo que contribuyo de igual forma al desarrollo del fenómeno natural del evento de Desierto Florido en la Región de Atacama, principalmente en la provincia de Copiapó y Huasco. Además, según lo observado en visitas a terreno y en imágenes satelitales históricas, la presencia de la vaguada costera influye en la vigorosidad de carácter tardío que aún se logra observar en dicha unidad. Respecto a la unidad de Suelo, experimento una disminución de superficie la cual se debe al aumento de la capa de vegetación del humedal y el cuerpo de agua, la cobertura de suelo pierde protagonismo por el aumento de la misma cobertura vegetacional que se manifiesta y observa en el área de estudio.

Cabe destacar, que el compromiso ambiental adquirido con respecto al Monitoreo del Humedal del Rio Copiapó, está asociado con el posible impacto del uso de derechos consuntivos de aguas de la planta de tratamientos de Aguas Chañar (actualmente Nueva Atacama), los cuales, en cumplimiento de compromisos adquiridos, fueron utilizados por CCMC hasta abril del año 2019. La mejora en la condición del humedal de regular a buena desde el año 2020, se podría haber atribuido entre otras variables a esta situación. No obstante, esta condición se mantuvo por un corto periodo de tiempo, hasta la temporada seca del año 2022. Por lo tanto; no es posible atribuir una fuente especifica de los impactos que genera dicha condición en el Humedal del río Copiapó, debido a que alrededor de la rivera del rio existe asentamientos urbanizados los cuales por su estilo de vida pueden impactar al humedal.

8. CONCLUSIONES

En base a los puntajes asignados según las métricas inidentificadas para entre temporada seca y húmeda, se puede concluir que área de influencia y de hidrología mantuvieron la condición, mientras que el de estructura, disminuyo su condición en la temporada húmeda por su número de capas presentes y el aumento del porcentaje de invasión, debido a que los valores unitarios de los parámetros estructurales variaron con respecto a la temporada seca, generando un cambio o una diferencia de valor con respecto al estado del humedal, pero aun así manteniendo la calificación A.

Los puntajes obtenidos en los monitoreos permiten concluir que el estado de salud del humedal paso de un puntaje A (Bueno) hacia un B (Regular). Es importante señalar que desde el año 2014 hasta el 2019, en general el humedal se encontraba en condición Regular (B), pasando a situación Buena de humedal (A) hasta la temporada seca del 2022.

Cabe destacar, que el compromiso ambiental adquirido con respecto al Monitoreo del Humedal del Rio Copiapó, está asociado con el posible impacto del uso de derechos consuntivos de aguas de la planta de tratamientos de Aguas Chañar (actualmente Nueva Atacama), los cuales, en cumplimiento de compromisos adquiridos, fueron utilizados por CCMC hasta abril del año 2019. La mejora en la condición del humedal de regular a buena desde el año 2020, se podría haber atribuido entre otras variables a esta situación. No obstante, esta condición se mantuvo por un corto periodo de tiempo, hasta la temporada seca del año 2022. Por lo tanto; no es posible atribuir una fuente especifica de los impactos que genera dicha condición en el Humedal del río Copiapó, debido a que alrededor de la rivera del rio existe asentamientos urbanizados los cuales por su estilo de vida pueden impactar al humedal.

Con esto se concluye que se cumple el compromiso voluntario de la Resolución Exenta N°273/08 proyecto “Acueducto Chamonate- Candelaria” y de la RCA 133/2015 “Candelaria 2030 - Continuidad Operacional” que detalla “*Desarrollar y ejecutar Semestralmente un Plan de Monitoreo del Humedal en la de la desembocadura del Río Copiapó, que permita verificar la evolución y comportamiento de dicho ecosistema considerando el monitoreo de los atributos físicos, bióticos, paisajísticos e hidrobiológicos”*

9. BIBLIOGRAFIAS Y FUENTES

Fundación Chile. 2009. El agua del futuro herramientas para el manejo de Recursos Hídricos, introducción Método EMA Zonas estuarinas

Brandolin, P., Martori, R., & Ávalos, M. (2007). Variaciones temporales de los ensambles de aves de la Reserva Natural de Fauna Laguna La Felipa (Córdoba, Argentina). *El hornero*, *22*(1), 1-8.

Canevari M, Canevari P, Carrizo GR, Harris G, Rodríguez Mata J y Straneck RJ (1991). Nueva guía de las aves argentinas. Fundación Acindar, Buenos Aires.

CONAMA. 2005. Estrategia Nacional para la conservación y uso racional de los humedales. Chile. 30 pp.

CONAF. 2010. Convenio de eficiencia institucional 2010. "Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Gerencia de áreas silvestres protegidas. Departamento de conservación de la diversidad biológica. 52 pp

CONAMA-CEA, 2006. Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Santiago. 114 pp.

CONAF. 2010. Convenio de eficiencia institucional 2010. "Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Gerencia de áreas silvestres protegidas. Departamento de conservación de la diversidad biológica. 52 pp

Demangel D. 2011. Clasificación de humedales en la cuenca del rio Copiapó para la conservación de la fauna vertebrada, según su valor ambiental y la presión antrópica. Memoria de Título Universidad de Chile, Santiago, Chile

Figueroa R, M. L Suarez, A. Andreu, V. H. Ruiz & M. R. Vidal. 2009. Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile central. Gayana 73(1)

Gaymer, C., U. Rojas, F. Squeo, G. Luna-Jorquera, A. Cortés, G. Arancio, C. Dumont, M.Cortéz, D. Hiriart y D. López. 2008. AMCP-MU Isla Grande de Atacama: Flora y Fauna Marina y Terrestre, 12: 223 – 249,

In: Squeo F., G. Arancio y J. Gutiérrez (Eds), Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 456 pp.

Hurtado Carrasco, C. (2012-06). Desarrollo de una tecnología para disminuir la concentración de sulfato en drenajes ácidos de minas y aguas contaminadas usando un consorcio microbiano reductor de sulfato. Disponible en http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/113424

Innis, S.A., R.J. Naiman, y S.R. Elliott, 2000. Indicators and assessment methods for measuring the ecological integrity of semi-aquatic terrestrial environments. Hydrobiologia 422/423: 111-131

Kusler, J.A, W.J Mitsch y J.S. Larson 1994. Humedales. Investigación y Ciencia 210:6-1

Lefeuvre JC, Laffaaille P, Feunteun E, Bouchard V, Radureau A. 2003. Bioliversity in salt marshes: from patrimonial value to ecosystem functioning. The case study of the Mont- Saint-Michel bay. C.R.Biol.326 (Suppl 1: S125-S131)

Millas, I. G. LA INDUSTRIA DEL LITIO EN CHILE.

MMA - Centro de Ecología Aplicada. 2011. Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago. Chile.164 pp.

Myers, N. 1990. Global biodiversity II: losess. pp.: 110-142; en: Meffe, G.K. y C.R. Carroll, eds. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.

Morzaria H.N.,& G.D. Danemann. 2008. Bahía de los Ángeles: Recursos naturales y comunidad. Línea base 2007. Capítulo 9; Humedales. Pronatura Noreste AC. México

Orians, G. 1994. Global biodiversity I: patterns and proceses. pp.: 78-109; En: Meffe, G.K. y C.R. Carroll, eds. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.

Pelliza A, L Borrelli & G Bonvissuto (2005). El pasto salado (Distichlis spp.) en la Patagonia: una forrajera adaptada a la aridez y a la salinidad. Revista científica agropecuaria 9(2): 119-131.

RAMSAR. 2006. Manual de la Convención de RAMSAR: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. 124 pp

Torres-Mura, J.C. 2002. Humedales, una oportunidad para Chile. Comité Nacional de Humedales, Santiago, 42pp (+CD ROM).

Urrutia J, P Sánchez, A Pauchard & E Hauenstein (2017). Flora acuática y palustre introducida en Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 92 pp.

World Conservation and Monitoring Centre. 1992. Global Biodiversity: State of the Earth's Living Resources. Chapman y Hall, London

Web 1: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts151.html [2]

Web 2: http://www.lenntech.es/sodio-y-agua.htm

Web 3: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 4: http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride [5]

Web 5: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs26.html

Web 6: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 7: http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/uno.pdf

Web 8: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 9: http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

Web 10: Consultora on line estrucplan (Argentina): http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1800

web 11 http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride [5]

Web 12 http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

Humedal Desembocadura del Río Copiapó

PREPARADO POR:

FUNDACIÓN CHILE

COMPAÑÍA CONTRACTUAL MINERA CANDELARIA



Folio016448

TABLA DE CONTENIDO

Introducción 4

1.1 Aspectos generales de los ecosistemas del tipo humedal 4
1.2 Monitoreo de Humedales en Chile 5
1.3 Humedal Desembocadura del Río Copiapó 5

2 Objetivos Programa de Monitoreo Humedal Río Copiapó 10

2.1 Objetivo General 10
2.2 Objetivos Específicos 10

3 Metodología de Trabajo 11

4 ETAPA I: Evaluación Exploratoria 13

4.1 Exploración General 13
4.2 Análisis de Riesgo 13
4.3 Clasificación del Humedal 14

5 ETAPA II: Evaluación y Seguimiento 15

5.1 Definición Áreas de Evaluación (AE) 15
5.2 Implementación Plan de Monitoreo 18
5.3 Estado de salud del humedal 27

6 Difusión de Resultados 30

7 Responsables Programa de monitoreo 30

8 Anexos 31

9 Anexos 1. Figuras de ubicación y evaluación del humedal del Río Copiapó 31

10 Anexos 2. Metodologías de evaluación de diferentes métricas. 34

10.1 Atributo 1: Área de Influencia y Buffer 34
10.2 Atributo 2: Hidrología 40
10.3 Atributo 3: Estructura Física 42
10.4 Atributo 4: Estructura Biótica 45
10.5 Ficha de métricas por área de evaluación 50

Folio016449

11 Anexo 3: Parámetros químicos y orgánicos para análisis de agua y sedimento, así como normativa de comparación.....51

Folio016450

INTRODUCCIÓN

Según los requerimientos expresados por Compañía Minera Contractual Candelaria (CCMC), se presenta a continuación la propuesta para el Programa de Monitoreo del Humedal de la Desembocadura del Río Copiapó, dando cumplimiento al compromiso voluntario establecido en la Resolución de Calificación Ambiental que aprobó proyecto Acueducto Chamonate Candelaria. El objetivo de este compromiso voluntario es proveer apoyo técnico a un área sensible y de preocupación de la autoridad ambiental y otras.

Para cumplir con los objetivos planteados por CCMC y con miras a poner a disposición de este proyecto un sólido grupo de trabajo, Fundación Chile ha seleccionado su mejor equipo técnico, incluyendo asesores internacionales, conformando así un grupo multidisciplinario del más alto nivel, fuertemente orientado a proveer consejos con una sólida base científico-técnica, de manera de facilitar el proceso de toma de decisiones.

La propuesta describe, entre otros aspectos, el programa de monitoreo, metodología de trabajo y plazos propuestos para cada actividad.

1.1 Aspectos generales de los ecosistemas del tipo humedal

El impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas del tipo humedal ha sido ampliamente documentado, por lo que la necesidad de identificar y controlar el régimen de las perturbaciones constituye un tema prioritario para asegurar la sustentabilidad de estos sistemas en el tiempo y la protección de sus recursos naturales y actividades económicas que se desarrollan asociadas a estos.

El seguimiento de proyectos económicos actuales y futuros que afectan los cursos de agua y sus áreas de influencia, ha sido uno de los grandes desafíos a nivel país, el cual se ve reflejado con la próxima promulgación de las normativas secundarias de las aguas en diferentes cuencas del país así como, el hincapié expresado por la dirección general de aguas en la preservación de caudales mínimos.

La principal amenaza que enfrentan los humedales, es la disminución de sus fuentes de aguas, tanto por la explotación de las aguas superficiales y subterráneas como, los efectos asociados al cambio climática.

El carácter interdisciplinario y la creciente complejidad de los problemas hidro-económicos, requieren el uso de métodos de seguimiento estandarizados capaces de incorporar la expertise de una amplia gama de disciplinas científicas. Sin embargo, la selección del modelo más adecuado es compleja, dado el gran número de métodos disponibles, la amplia gama de objetivos del estudio potencial, las limitantes de los datos, las escalas espaciales y temporales de aplicación.

Así mismo, la falta de implementación de un sistema estandarizado de evaluación de ecosistemas de tipo humedal, lleva asociada una deficiente representatividad de la evaluación realizada, ya que las metodologías se basan en la normativa vigente, descuidando el enfoque de condición ambiental y riesgo de salud y ecológico. En efecto, la fiscalización de parámetros contenidos en las normas de calidad secundaria, o normas de emisión no necesariamente permiten evaluar la condición ambiental de los humedales y sus áreas de influencia, por tanto se puede caer en sub o sobre-estimaciones del riesgo real basado sólo en la simple comparación con la normativa o con valores de referencia. De esta manera, el

Folio016451

efecto acumulativo de perturbaciones antrópicas, el potencial efecto de bioacumulación o biomagnificación de elementos o sustancias nocivas en comunidades tróficas, efectos a nivel del paisaje y la presencia de agentes estresores y efectos ecotoxicológicos, entre tantos otros, son algunos factores que aún no se han considerado en Chile para determinar la condición ambiental y de salud en los sistemas del tipo humedal. Esto último adquiere una mayor relevancia si se toman en cuenta los procedimientos utilizados en Norteamérica y Europa para estos efectos, tales como las guías desarrolladas por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU (EPA) y la Unión Europea.

1.2 Monitoreo de Humedales en Chile

En el país se han desarrollado numerosas instancias de monitoreo, tanto por servicios públicos y privados. Actualmente una de las instancias más importantes a nivel país es desarrollada por el Programa de Medio Ambiente y Energía de Fundación Chile, iniciativa que se trabaja en tres humedales del país, uno del tipo lacustre ubicado en la V región, otro de tipo ribereño en la VI región y un estuario en la VIII región. La metodología aplicada es una adaptación del método de evaluación rápida de la agencia ambiental americana EPA, la cual tiene dentro de sus objetivos aplicar esta metodología de evaluación rápida a todos los humedales del país, en un plan de trabajo de tres años (2009-2011).

1.3 Humedal Desembocadura del Río Copiapó

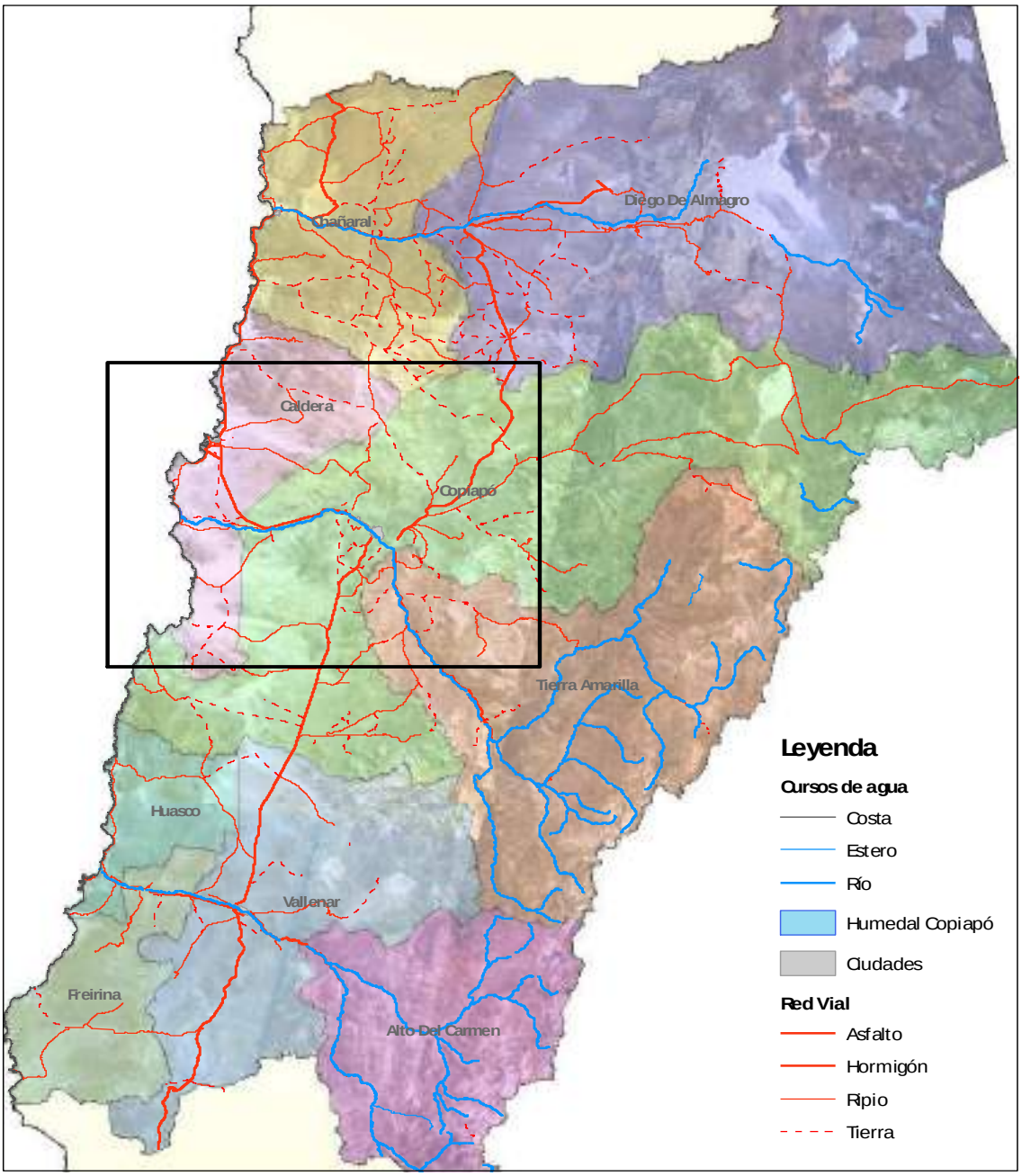
El humedal del Río Copiapó, es un humedal estratégico por su ubicación, ya que es considerado un lugar de descanso de aves migratorias y posee una función de control de la intrusión salina y proceso de desertificación. La sobreexplotación sostenida del recurso hídrico en la cuenca del río Copiapó en los últimos años, ha generado una modificación sustancial del tamaño y de las especies que habitan o utilizan este ecosistema, es así como la disminución del número de especies vegetales dulceacuícolas, el aumento de la superficie utilizada por las especies salino tolerantes (pe. *Sacocornia fruticosa*), da cuenta de una modificación importante de los aportes de agua proveniente del valle.

La iniciativa de generar un Programa de Monitoreo de la Desembocadura del Río Copiapó, surge en respuesta de una preocupación regional del estado y amenazas que afectan a este ecosistema, el cual actualmente se encuentra dentro del área de protección costera Isla Grande. En los últimos años los estudios asociados a este humedal han sido escasos, no pudiendo establecer grandes conclusiones de su estado y las principales amenazas que lo afectan, en este ámbito destaca el proyecto impulsado por el GEF marino de otorgar un reconocimiento oficial al sector como área de conservación de la biodiversidad, y la iniciativa actual de la Compañía Contractual Minera Candelaria, para desarrollar un programa de monitoreo durante la vida del proyecto Acueducto Chamonate Candelaria, el que permitirá evaluar la condición y evolución del sistema

Ubicación del área de estudio

La zona de estudio corresponde al Humedal del Río Copiapó localizado en la costa de la Región de Atacama, en la desembocadura del curso de agua del mismo nombre, en las siguientes coordenadas: huso UTM-19 S, 308482 (UTM X mínima), 310161 (UTM X máxima), 6980098 (UTM Y mínima) y 6976586 (UTM Y máxima). En las siguientes figuras se observa la localización del sector en evaluación.

Figura N°1: Localización regional del sector en estudio



Folio016453

Figura N°2: Localización Específica Humedal río Copiapó



Aproximación al estado actual del sistema

Con objeto de evaluar el estado actual del sistema, se realizó una evaluación de la variación del tamaño del humedal a través de imágenes satelitales tipo Landsat_TM, enfocados en establecer las áreas de uso vegetacional, a través del índice de vegetación (SAVI) para zonas áridas, el cual utiliza las bandas del rojo y del infrarrojo cercano, ajustados por la reflectancia del suelo, las imágenes resultantes resaltan la vegetación viva del humedal, ya que es esta la que establece los límites del sistema y presenta una tasa de variación de 1,5 a 2 años según las condiciones hídricas a las cuales se vea expuesto el sistema.

Para la detección de cambios en el Humedal de la desembocadura del Río Copiapó se utilizaron cuatro imágenes Landsat de los años 1975, 1987, 2000 y 2008. El espaciamiento entre los años de las imágenes fue tan uniforme como lo permitía la biblioteca de archivos a la que se tuvo acceso. Se utilizó una imagen del satélite L-2 MSS de la órbita 251 y la fila 79 tomada el 16 de mayo de 1975; una imagen del satélite L-5 TM de la órbita 001 y la fila 79 tomada el 30 de julio de 1987; y dos imágenes del satélite L-7 ETM+ también de la órbita 001 y la fila 79 fechadas el 25 de mayo de 2000 y el 06 de octubre de 2008. Para la

Folio016454

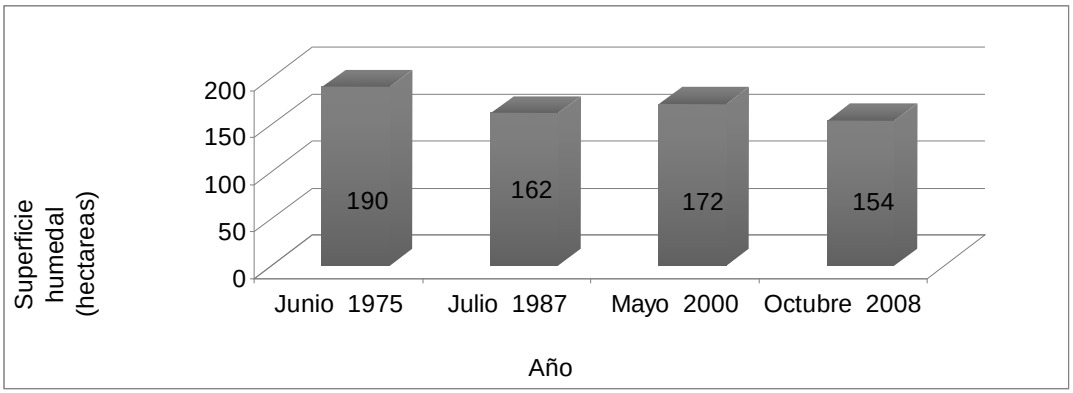
realización de este método se ha privilegiado el uso de imágenes que presentan recubrimiento nuboso bajo o nulo.

Debido a la extrema falta de lluvia (con un promedio mensual de precipitación menor a 5 mm. en la estación metereológica del Aeropuerto Desierto de Atacama), la vegetación es extremadamente escasa en toda la región. Por esto, la teledetección de áreas cubiertas por vegetación a partir de índices de vegetación de imágenes satelitales es un proceso fiable como primera aproximación para comenzar a entender la evolución y los cambios sufridos por un humedal en un ámbito desértico o semidesértico.

En la imagen de cada año fue calculada el área cubierta por el humedal y a partir de esto se pudieron evaluar las tendencias en cuanto a la evolución de su superficie.

En la Figura N°3 se presentan los valores obtenidos según el análisis de imágenes satelitales y la superposición de capas a partir de la digitalización de los límites del humedal para cada año. La presencia de la vegetación fue la principal característica que distingue al humedal de sus alrededores, por esto, sus variaciones fueron particularmente importantes como indicador de cambios en el humedal. Se puede observar el comportamiento regular de la superficie del humedal con un aumento en el año 2000 que da cuenta de los efectos de las lluvias de la zona de finales de los años 90.

Figura N°3: Superficie del humedal Río Copiapó según mes y año.



En la imagen de junio de 1975 la superficie del humedal alcanzaba las 190 hectáreas aproximadamente. Este valor puede ser considerado el más cuestionable de todos los obtenidos, debido a que el tamaño del pixel de la imagen Landsat MSS es de 79x79 metros lo cual tiende a generalizar de mayor manera los límites del humedal en comparación con el resto de los años analizados. Sin embargo, la diferencia en el área del humedal entre los años 1975 y 1987 es lo suficientemente alta para definir una tendencia de disminución de superficie entre ambos años, siendo esta disminución de casi 30 hectáreas, la más fuerte que se observa entre dos casos seguidos.

Entre 1987 y 2000 se produce un leve incremento de la superficie del humedal de diez hectáreas, esto puede estar explicado por las altas precipitaciones que se produjeron el año 1997, lo que provocó un aumento en el nivel del río Copiapó. Para el caso del año 2008 se observa una disminución de 18 hectáreas en el área cubierta por el humedal. Entre 2000 y 2008 se produce una importante pérdida de

Folio016455

superficie de humedal en el sector suroeste del área de estudio, donde aproximadamente 11 hectáreas tienen una notoria disminución de vegetación.

En la Figura N°2 del Anexo 1, es posible observar un mapa con la evolución del humedal entre los años de estudio, quedando muy clara la notoria disminución en el área sur donde se pierde la mayor cantidad de vegetación entre los años analizados.

Para finalizar, es necesario señalar que a pesar de las limitaciones por el uso de imágenes Landsat, es posible reconocer una importante disminución en la superficie del humedal en el periodo analizado (1975 -2008). La pérdida de casi 40 hectáreas de vegetación es un fenómeno que potencia esta iniciativa de monitoreo de manera de evaluar en un plazo de 10 años el proceso que está siguiendo el humedal y proponer medidas de manejo coherentes a la situación de escasez del recurso hídrico de la cuenca.

Folio016456

2 OBJETIVOS PROGRAMA DE MONITOREO HUMEDAL RÍO COPIAPÓ

2.1 Objetivo General

Elaboración de un sistema de monitoreo costo efectivo del Humedal del Río Copiapó durante la vida útil de proyecto Acueducto Chamonate Candelaria, que permita su seguimiento en el tiempo, dando cuenta del estado de salud del sistema.

2.2 Objetivos Específicos

Realizar levantamiento de información de aspectos espaciales, físico-químicos y bióticos del humedal incluyendo:

Aspectos Espaciales

- Evaluar la conectividad del paisaje, a fin de verificar el potencial de corredor biológico.
- Identificación de factores hidrodinámicos estacionales que inciden en el volumen y superficie de los cuerpos de agua.

Aspectos Físico-químicos

- Realizar un seguimiento en las dos temporadas críticas del sistema de los parámetros in situ de calidad de agua (temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos).
- Determinación de la concentración de elementos contaminantes (metales pesados, contaminación orgánica y otros respecto a la norma chilena NCH Nº 1333 "Requisitos Generales de Aguas Destinadas a la Vida Acuática").
- Determinación de la calidad de aguas respecto a las norma de riego vigente en Chile, incluyendo además, los siguientes parámetros: nitritos, nitratos, fósforo total, amonio, nitrógeno total y fósforo total, aceites y grasas, hidrocarburos totales, DQO y DBO5, coliformes totales, detergentes, turbiedad, transparencia SECCHI, según NCH Nº 409.

Aspectos Biológicos

- Revisión de las líneas bases de flora y fauna existentes para el humedal.
- Actualización de la categoría de especies vegetales (invasoras o nativas) presentes en el humedal.
- Establecimiento de métricas de estado, asociadas a los Recursos Naturales (RRNN) que permitan un seguimiento del humedal en el tiempo de manera costo efectiva.

Folio016457

3 METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología que se describe a continuación, surge como resultado de un exhaustivo análisis de los métodos y mecanismos existentes en la literatura internacional que han sido ampliamente utilizados para la evaluación y monitoreo de la condición ambiental de humedales en el mundo (America y Unión Europea) y en el país. De esta manera, de una variada gama de metodologías se han seleccionado algunos documentos claves para el presente proyecto, los cuales han sido utilizados como referencia en el marco de la propuesta metodológica. Entre éstos se pueden mencionar:

(i) Revisión de métodos Internacionales para la Evaluación Rápida de Humedales (desarrollada por Fenecí, 2004).
(ii) Método de Evaluación Integrada Ecológica para la Mitigación de Humedales (Fafer Langendöen, Nature Serve, 2006).
(iii) Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica (CONAMA 2006).
(iv) Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales (SAG 2006).

Adicionalmente a lo anterior, la propuesta metodológica incorpora otros mecanismos de análisis bajo distintos niveles, lo que permitirá avanzar progresivamente en función de los resultados de cada etapa con el fin de orientar la toma de decisiones y la utilización eficiente de los recursos disponibles.

En este contexto, la metodología propuesta se divide en dos grandes etapas (ver Figura N°4):

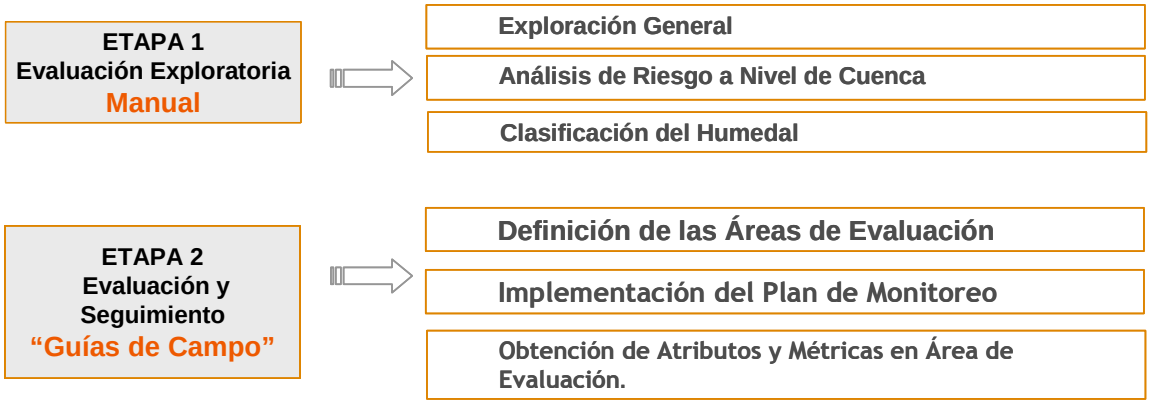
1. Evaluación exploratoria de la condición ambiental del humedal.

2. Evaluación y seguimiento de la condición de salud del humedal.

A modo de resumen, el proyecto comienza con una evaluación exploratoria a nivel de micro cuenca que evalúa los componentes ecológicos y de paisaje en el territorio utilizando Sistemas de Información Geográfica (en adelante SIG) para orientar un rápido diagnóstico en terreno de la condición ambiental del humedal.

Posteriormente se definen las áreas de evaluación (AE) a escala sitio específica e implementa un plan de monitoreo del humedal para obtener un estado de salud basado en métricas indicativas y representativas del sistema.

Figura N°4: Diagrama explicativo de las dos etapas del programa de monitoreo



A continuación, se detalla el método de trabajo en la etapa de evaluación exploratoria y seguimiento del humedal.

Folio016459

4 ETAPA I: EVALUACIÓN EXPLORATORIA

4.1 Exploración General

La evaluación exploratoria consiste en determinar la condición ambiental del humedal, para lograrlo, se deben realizar las siguientes actividades.

- Trabajo de gabinete: Contempla la recopilación y análisis de los antecedentes disponibles en el área de estudio.
- Inspección general del humedal: Mediante la aplicación de un chequeo rápido en terreno, donde se evaluará visualmente presencia o ausencia de un posible efecto negativo significativo otorgando una visión general del área a evaluar.

4.2 Análisis de Riesgo

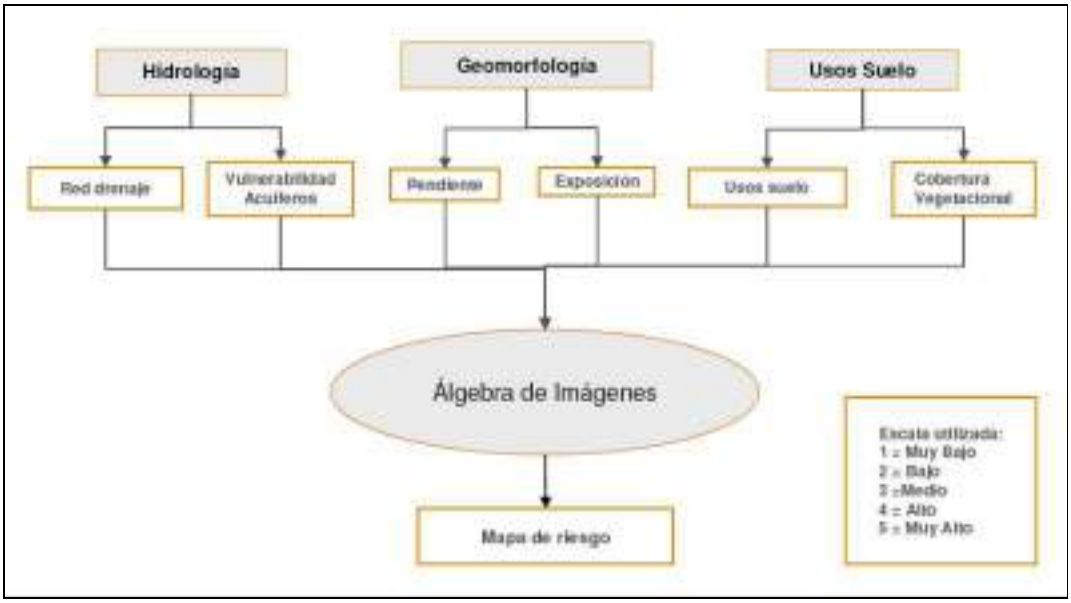
El análisis del riesgo del territorio, se define como el grado en el cual un humedal es susceptible a sufrir daño como resultado de un peligro y servirá principalmente para:

1. Definir áreas críticas del humedal y su entorno desde el punto de vista de su fragilidad y susceptibilidad a la alteración antrópica.
2. Entregar una rápida visión sistémica de los peligros asociados a cada humedal dentro de los límites de su microcuenca, sean estos perturbaciones, actividades económicas y/o agentes estresores, entre otros.
3. Permitir orientar un plan de monitoreo indicador y representativo del estado de salud según los peligros identificados en cada microcuenca, de manera de lograr una evaluación consistente con las actividades presentes en el entorno.

El análisis de riesgo se realizará utilizando SIG basado en geoinformación disponible por Fundación Chile y CCMC, así como otras fuentes para realizar un álgebra de imágenes relativo a criterios espaciales que permiten identificar zonas más susceptibles a sufrir daño dentro del territorio evaluado (ver Figura N°5).

Folio016460

Figura N°5: Esquema de generación de Mapa de riesgo



4.3 Clasificación del Humedal

Una de las consideraciones claves en el desarrollo de métodos de evaluación rápida es la definición del tipo de humedal y la necesidad de la clasificación a nivel regional, ya que esto evita desarrollar diferentes métodos para una misma clase.

En este contexto se propone realizar la clasificación del humedal utilizando los siguientes criterios de selección:

- **Criterios Internacionales de Clasificación de Humedales en base a la Hidro-Geomorfología (HGM):** (U.S. Army Corps of Engineers, 1995 y Bradley, 2005), ha sido ampliamente utilizado y permite la comparación de humedales de diferentes continentes, así como la utilización de humedales de referencia fuera del territorio de evaluación para su calibración y monitoreo de los esfuerzos de su restauración o mitigación del riesgo.

El diagrama de clasificación de los humedales se incluye en el Anexo 1.

Folio016461

5 ETAPA II: EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

La evaluación detallada tiene por finalidad entregar un puntaje representativo de la condición de salud/ambiental del humedal a escala sitio específico considerando parámetros físico-químicos, microbiológicos y territoriales dentro un área de evaluación.

La diferencia con respecto a la etapa anterior radica en ser una evaluación sitio específica (no de micro cuenca) usando parámetros indicativos de áreas seleccionadas del humedal para la evaluación de la condición de salud de éste.

Esta etapa consta de los siguientes pasos:

1. Definición de las áreas de evaluación
2. Diseño de un plan de monitoreo
3. Obtención de atributos y métricas en las áreas de evaluación

En términos generales el sistema se basa en otorgar letras (A, B, C o D) a los diferentes atributos evaluados (buffer, hidrología, físicos, químicos entre otros) en cada una de las áreas de evaluación representativas del humedal, la media estadística de estas áreas dará cuenta del estado de salud del sistema, permitiendo identificar sectores con un gran deterioro y sectores con mejor condición,

5.1 Definición Áreas de Evaluación (AE)

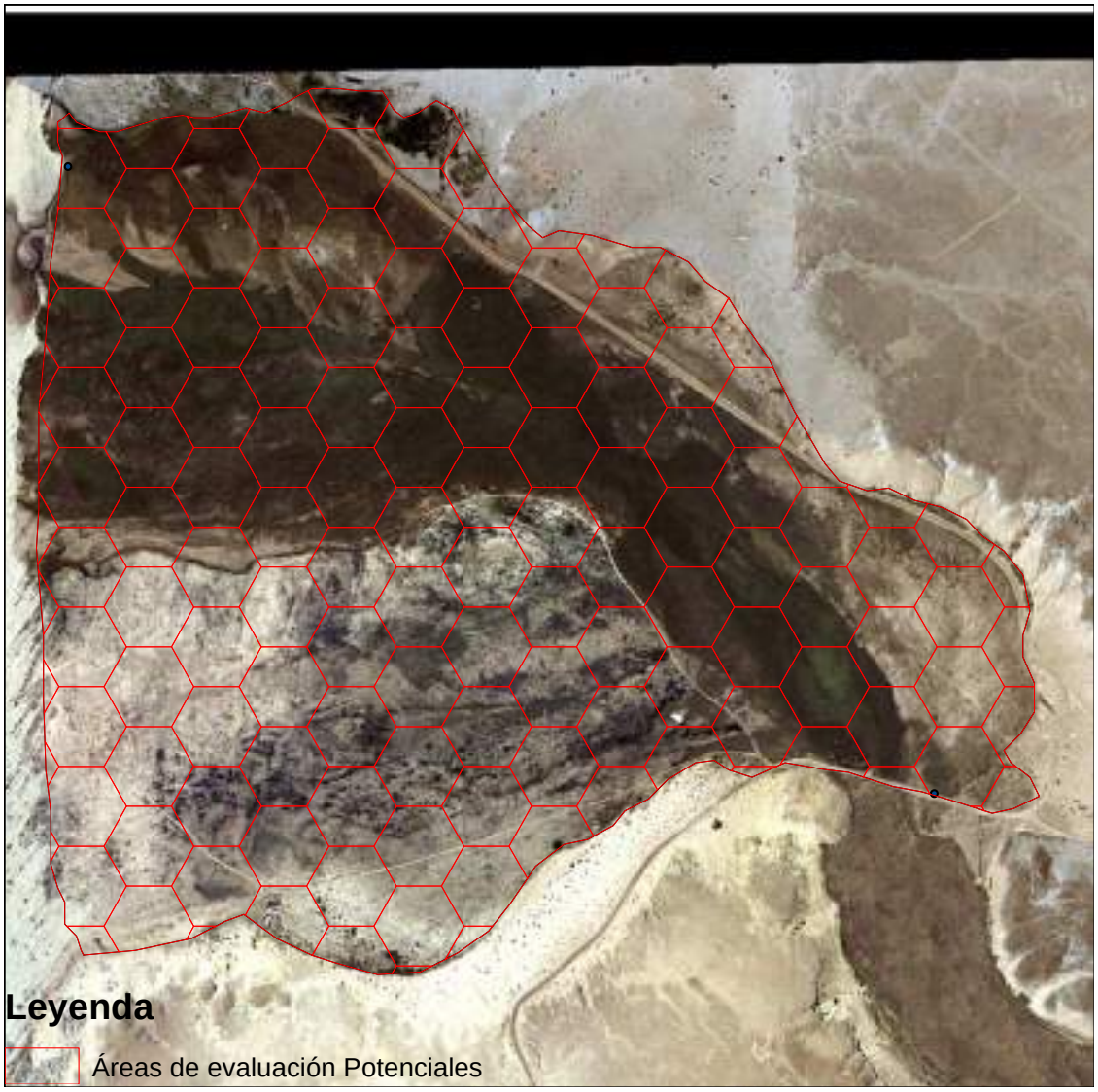
Las áreas de evaluación son porciones representativas del humedal que serán evaluadas en el trabajo de campo. Su establecimiento es uno de los pasos críticos en la implementación de métodos rápidos de evaluación ya que una mala selección del área podrá generar datos de baja replicabilidad y falta de asociación entre las perturbaciones y las medidas de manejo.

Para la definición de las AE se utilizará una imagen de alta resolución (QuickBird multibanda, RGB+NIR) que abarque toda el área de estudio (Fig. 6). Esta imagen es parte fundamental en la aplicación del método, ya que se utilizará para la obtención de la mayoría de los atributos del paisaje, así como para la obtención de atributos bióticos, lo que permitirá un ahorro sustancial de tiempo y recursos. Las imágenes no deben tener una antigüedad mayor a los dos años.

El establecimiento de estas áreas se realiza al concluir la Etapa I de evaluación exploratoria, para delimitar las áreas de evaluación se debe basar en el Mapa de riesgo del humedal y las siguientes características del terreno.

Ribereños, Estuarios y de Escorrentía
• Diques • Fuentes puntuales • Estructuras de control de altura del agua • Cambios mayores en los cursos de los ríos • Confluencia de canales importantes • Caídas de agua • Transición entres clases de humedales • Estructuras de control de flujo • Aguas abiertas de mas de 50 metros de ancho en los remansos

Figura 6: Áreas de Evaluación Potenciales en el Humedal del Río Copiapó



Folio016463

Diagnóstico Preliminar de la Condición Ambiental y Verificación del AE

Una vez determinadas las áreas de evaluación se debe realizar una inspección de terreno, cuya finalidad será obtener un primer diagnóstico de la condición del estado de salud mediante la aplicación de una ficha de evaluación rápida para los sectores más vulnerables. De esta manera, el encargado en aplicar la ficha obtendrá una aproximación a la condición del humedal que servirá como estado inicial para determinar el plan de monitoreo a implementar en el humedal.

El contar con un sistema de evaluación rápido, contribuye en el proceso de predecir y evaluar el cambio en la salud del humedal, con especial hincapié en la aplicación de técnicas de "alerta temprana" mediante indicadores, espaciales, químicos o bióticos, con una frecuencia dada por las características hidro-geomorfológicas del humedal, la aplicación acertada de indicadores y la valoración de la respuesta de éstos es esencial para seleccionar, analizar y basar las decisiones adoptadas.

Tamaño recomendado para el Área de Evaluación

El tamaño recomendado por área de evaluación, debe ser de 0,1 a 1 Ha, de forma hexagonal cuya suma de superficies represente entre un 5 al 10% del área total de evaluación.

Folio016464

5.2 Implementación Plan de Monitoreo

A partir de la imagen satelital y la evaluación en terreno, se obtendrán algunas variables físicas y biológicas de relevancia para conocer el estado de salud del humedal. La evaluación sistemática de atributos y métricas permitirá obtener el puntaje de la condición ambiental de los siguientes atributos ambientales:

ATRIBUTOS		MÉTRICAS
En el contexto del buffer y el área de influencia		Conectividad del área de influencia en las AE
		Porcentaje del AE con Buffer
		Promedio del ancho del Buffer
		Condición del Buffer
Hidrología		Fuente de agua
		Hidroperiodo
		Conectividad hidrológica
		Físico- químicas
		Químicas y Microbiológicas (Análisis Qco. de agua y sedimento)
Estructura	**Físicas**	Riqueza estructural de los parches
		Complejidad topográfica
	Bióticas	Comunidad Vegetal
		Número de capas de plantas presentes
		Número de especies co-dominantes
		Porcentaje de invasión
		Intercepción horizontal y zonificación
		Estructura biótica vertical

Los atributos y métricas se obtendrán en dos períodos críticos del humedal, estos corresponden al periodo de mayor estrés hídrico (marzo) y a la época de crecimiento tardío de la vegetación (fines de septiembre). Por lo tanto se realizarán dos campañas de muestreo anuales:

- Campaña estación seca (Marzo)
- Campaña estación húmeda (Septiembre)

El objetivo de estas campañas será obtener el puntaje de salud del humedal, para lo que se medirán diferentes atributos y métricas en las áreas de evaluación definidas.

Folio016465

5.2.1 Atributo 1: Área de Influencia y del Buffer

Los atributos del buffer y paisaje guardan relación con la conectividad y el porcentaje del área de evaluación, ancho promedio y condición del buffer, estableciendo el buffer como el área de influencia en la cual está el área de evaluación. La mayoría de los atributos del paisaje, así como algunos de los atributos biológicos son obtenidos a través de SIG, lo que reduce el tiempo de obtención, y aporta los diseños para la evaluación en terreno. En general los atributos del paisaje no son sensibles a la estacionalidad, por lo que el puntaje obtenido es un valor de referencia frente a eventos antrópicos.

a. Conectividad del Área de Influencia

La conectividad del área de influencia evalúa en terminos espaciales la asociación existente con otras áreas de recursos acuáticos, tales como otros humedales, lagos, esteros etc. Se asume que humedales cercanos entre sí poseen mayor potencial de interacción ecológico e hidrológico, siendo estas generalmente benéficas.
Para todos los humedales estuarinos, el método para su obtención es a través de imagen satelital, donde se dibujan transectos lineales de 500 m en las cuatro direcciones cardinales a partir de los bordes respectivos, estimando el porcentaje del segmento que pasa a través de un hábitat acuático o un humedal (más detalles Anexo 2).

b. Porcentaje del Área de Evaluación con Buffer

El buffer del AE, son las áreas vecinas que se encuentran en su estado natural o semi-natural y actualmente no están destinadas a usos humanos (agrícola, forestal, etc.) Los que limitarán la habilidad natural de estas áreas de controlar contaminantes y proteger al humedal de perturbaciones.

El método utilizado es por medio de la creación de un buffer de 250 m. del polígono del área de evaluación, estimando el porcentaje total del perímetro del buffer que se encuentra con usos de suelo que cumplen con características de buffer (praderas naturales, senderos y rutas de turismo, tranques, etc.).

Para ser considerado un uso de suelo como buffer para el AE, debe tener un ancho y extensión de a lo menos 5 m por el perímetro. Las pautas para identificar buffers y quiebres en buffers de humedales se Incluyen en el Anexo 2

c. Promedio del ancho del buffer

El promedio del ancho del buffer vecino al AE se estima promediando el largo de las líneas rectas dibujadas en intervalos regulares alrededor del AE, desde su perímetro hasta la cobertura de suelo más cercana sin características de buffer con un ancho al menos de 30 m y una distancia máxima de 250 m, pues se asume que la función del buffer no se incrementa significativamente sobre los 250 m. Cualquier área que posea menos de 5 m de ancho y 5 m de largo, no será capaz de actuar como zona buffer.

d. Condición del buffer

La condición del buffer es evaluada de acuerdo a la extensión y calidad de cobertura vegetal y la condición general del sustrato. La evidencia de impactos directos de actividades humanas es excluida en esta métrica, siendo incorporada en la fase inicial de vulnerabilidad y en checklist de terreno.

Un ejemplo de la tabla de asignación de puntaje se adjunta en el Anexo 2.

Folio016466

5.2.2 Atributo 2: Hidrología

La hidrología incluye la fuente, cantidad y movimiento de las aguas, sumado al flujo de transporte de sedimento. Siendo la hidrología uno de los determinantes directos más importantes de la función del humedal (Mitsh y Gossenlink 1993)[1]. La hidrología de un humedal afecta directamente muchos procesos físicos, incluido el ciclo de nutrientes, quelación en el sedimento y la filtración de contaminantes (Richard et al 2002[2] y Sanderson et al 2000[3]).

La hidrología es uno de los factores claves de los ecosistemas del tipo humedal, la vegetación característica de estos ecosistemas, da cuenta de la disponibilidad de fuentes de agua, la emergencia de especies tolerantes a la salinidad es una respuesta de estos sistemas a la intrusión salina y el aumento del área de usos de estas especies en el humedal, es medido en los atributos biológicos de la metodología.

a. Fuente de Agua

Las fuentes de agua afectan directamente los procesos físicos: calidad, duración, y frecuencia de condiciones saturadas o acumuladas dentro del área de evaluación. Los tributarios corresponden a las entradas directas de agua en el Área de Evaluación (AE). Las bifurcaciones se consideran una fuente de agua porque afectan a la capacidad del AE de funcionar como fuente para otros hábitat, además afectan directamente a la hidrología del AE. Esta métrica se centra en las fuentes de agua dulce que se manifiestan durante la estación seca.

- Una fuente de agua es directa si suministra el agua principalmente al AE, las fuentes naturales directas incluyen la precipitación, la descarga del agua subterránea, y la inundación del AE debido a las altas mareas o a los ríos.

- Las fuentes artificiales directas incluyen los colectores de aguas lluvia que vacían directamente en el AE o en un área inmediatamente adyacente.

Estructuras de control hidrológico dirigido pueden utilizarse para marcar los límites del AE pero estas no son consideradas como fuentes de agua.

Un ejemplo de la tabla de asignación de puntaje se adjunta en el Anexo 2.

b. Régimen Hídrico (Hidroperiodo)

El régimen hídrico es la frecuencia característica y la duración del periodo de inundación o saturación del humedal dentro de un año típico, en el caso de los humedales del tipo estuarino se encuentran regidos por la tasa de evapo-transpiración diurna y los ciclos estacionales de lluvia y escorrentía. Dado que existe una variable estacional, se debe evaluar en la época de stress hídrico y en la apertura de la barra sedimentaria (Marzo y Septiembre).

[1] Mitch, W.J. and J.G. Gosselink. 1993. Wetlands. New York, Van Nostrand Reinhold.

[2] Richards, K., J. Brasington, and F. Hughes. 2002. Geomorphic dynamics of floodplains: ecological implications and a potential modeling strategy. *Freshwater Biology* 47(4):559- 579.

[3] Sanderson, E.W., S.L. Ustin, and T.C. Foin. 2000. The influence of tidal channels on the distribution of salt marsh plant species in Petaluma Marsh, CA, USA. *Plant Ecology* 146:29-41.

Indicadores de alteración del régimen hídrico

Evidencia Directa (ingeniería)	Evidencia Indirecta (ecológica)
Reducción de la extensión y duración de la inundación	
Tranques de regadío río arriba (primavera)	Evidencia de mortalidad de vida acuática (peces, anfibios u otros)
Bocatomas, bombas	Invasión de vegetación terrestre
Reservorios menores	Estrés o mortalidad e hidrófitas
	Compresión o reducción de la zonación de plantas
Aumento de la extensión y duración de la inundación	
Diques	Florecimiento tardío de la vegetación anual
Bombas y descargas de canales	Vegetación sumergida reciente
Taludes	Depósitos extensos de arena fina

Un ejemplo de la tabla de asignación de puntaje se adjunta en el Anexo 2.

c. Conectividad Hidrológica

La conectividad hidrológica describe la capacidad del agua de salir en forma abundante fuera del humedal o de inundar sus zonas adyacentes. Esta métrica es anotada determinando el grado a la cual la conectividad hidrológica del AE es restringida por las características artificiales y naturales tales como diques o bancos de arena, así como la existencia de canales secundarios presentes.

Estas características pueden restringir o favorecer la hidrología del estuario, estableciendo el grado de conectividad hidrológica de este, permitiendo aproximarse al volumen de agua disponible en el humedal en los dos periodos de evaluación.

Un ejemplo de la tabla de asignación de puntaje se adjunta en el Anexo 2.

d. Métricas Físico-Químicas

Dentro de las variables hidrológicas se obtendrán de las tres estaciones de monitoreo de la figura Nº9 métricas físico-químicas de agua y sedimento como son:

- pH
- OD
- Conductividad
- Salinidad
- Potencial de Oxido Reducción
- Temperatura

Además, se colectarán tres muestras de agua y tres de sedimento para análisis de laboratorio en la temporada de evaluación (temporada seca y temporada de crecimiento tardío) con objeto de comparar con los valores del puntaje final del sistema y poder establecer el grado de correlación existente entre el estado de salud del humedal con las variables evaluadas.

Folio016468

Estos valores se pueden comparar con los parámetros establecidos en la normativa de calidad secundaria de las aguas por cuencas en el caso de los ríos y con los valores de calidad de las aguas según clase de CONAMA 2005[4].

Los parámetros y normativa de comparación se encuentran en el Anexo 3.

e. Química y Microbiológica (Calidad de agua y sedimento)

Se obtendrán tres muestras de agua superficial dos veces al año para su análisis químico en un laboratorio certificado. Los sitios de muestreo serán las tres estaciones ya utilizadas en estudios anteriores[5], denominadas Puente, Chacra y Desembocadura (ver Figura Nº7).

Se obtendrán dos muestras compuestas de sedimento con el propósito de caracterizar, establecer valores de referencia y nivel de asociación con el estado de salud del humedal.

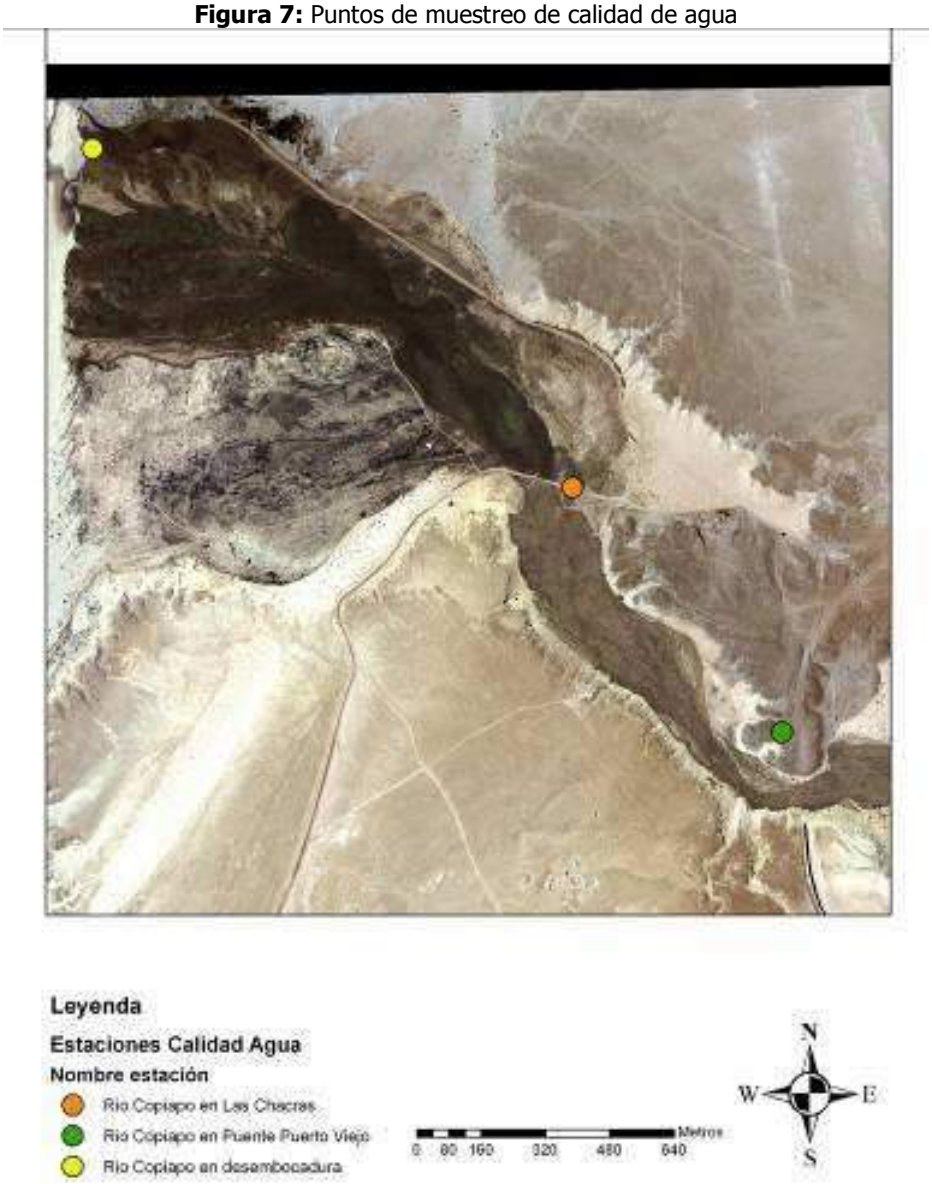
Para las muestras de agua se analizarán los parámetros ya mencionados de la NCh1333/78 (Norma Chilena de Riego) y aquellos adicionales contemplados NCh409/98 (Norma Chilena de Agua Potable).

Adicionalmente se obtendrán parámetros *in situ* en cada estación de parámetros tales como: pH, Oxígeno Disuelto, Conductividad, Nitrito, Nitratos, Amonio, obtenidos con equipo multiparámetro de ión selectivo y transparencia de SECCHI.

[4] CONAMA 2005. Guía CONAMA Para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales y Marinas..
[5] Andrade, 2007. Conservación de la Biodiversidad de Importancia mundial a lo Largo de la Costa Chilena

Folio016469

Figura 7: Puntos de muestreo de calidad de agua



Será necesario establecer la correlación estadística entre los valores de calidad de agua y sedimento a través de pruebas de correlación como wilcoxon, u otras, se estimarán los caudales y profundidad de los canales con ecosonda o equipos que lo permitan, según profundidad del canal (métrica rígida, u otro), información que será utilizada para calcular la carga de compuestos en la sección y obtener correlaciones más ajustadas.

Folio016470

5.2.3 Atributo 3: Estructura Física

Las métricas evaluadas para este tipo de atributo dentro del área de evaluación, son las que indican la capacidad de un humedal de sustentar la flora y la fauna característica.

La riqueza estructural y la complejidad topográfica se definen como la organización espacial de la superficie que proporciona el hábitat para la biota (Maddock 1999[6]). Por ejemplo, la distribución y la abundancia de los organismos en sistemas ripícolas son controlados en gran parte por procesos físicos y las características físicas resultantes de los hábitat (e.g., Frissell[7] y otros 1986).

a. Riqueza Estructural de Parches

Referida a la riqueza de los parches presentes en el AE, corresponde al número de superficies físicas diferentes o diversas características que puedan proporcionar el hábitat para especies acuáticas o especies riparianas. El parche debe poseer un tamaño mínimo de 3m² para ser considerado en la evaluación. La tabla indica presencia o ausencia del tipo de hábitat asignándole valor 1 o 0 respectivamente.

La definición de los tipos de parches, así Un ejemplo de la tabla de asignación de puntaje se adjunta en el Anexo 2

b. Complejidad Topográfica

La complejidad topográfica se refiere a la variedad de elevaciones dentro de un humedal producto de las características abióticas y la presencia de gradientes físicos. Evalúa el arreglo espacial y los tipos de interacción entre ellos. La estructura puede ser natural o artificial.

Un ejemplo de la tabla de asignación de puntaje se adjunta en el Anexo 2

[6] Maddock, I. 1999. The Importance of Physical Habitat Assessment for Evaluating River Health.*Freshwater Biology* 41:373-391.

[7] Frissell, C.A., W.J. Liss, C.E. Warren, and M.C. Hurley. 1986. A Hierarchical Framework for Stream Habitat Classification: Viewing Streams in a Watershed Context. Environmental Management 10(2): 199-214.

Folio016471

5.2.4 Atributo 4: Estructura Biótica

La estructura biótica de un humedal, incluye toda la materia orgánica que contribuya a su estructura física. La vegetación viva y el detrito grueso son ejemplos que influencian fuertemente la cantidad, calidad, distribución espacial del agua y del sedimento dentro de humedales.

La estructura biótica se evalúa con las siguientes tres métricas:

a) Métrica de Comunidad Vegetal
b) Intercepción Horizontal y Zonación
c) Estructura Biótica Vertical

a. Métrica dela Comunidad Vegetal

Las métricas de comunidad vegetal son comunes a todos los humedales, estas métricas se basan en la presencia de capas de vegetación

Una planta es definida como un individuo de cualquier especie de árbol, arbusto, herbácea, musgo, macrófitas flotantes, sumergidas, nativas o exóticas. Para los propósitos de Programa, una capa de plantas es un estrato de vegetación característico de una altura del dosel y que contribuye en al menos un 5% a la vegetación del AE.

La métrica de la comunidad vegetal se compone de las siguientes tres sub-métricas y el diagrama de obtención de las capas vegetales se incluye en el Anexo 2.

5.2.1.a.1 Número de capas vegetales

Una capa vegetal es el estrato de vegetación de un área y una altura específica, que debe abarcar por lo menos el 5% del área de evaluación y se debe registrar la altura actual de la comunidad evaluada

5.2.1.a.2 Número de especies vegetales dominantes

Número de coberturas presente en el AE, se clasifican en flotantes, pequeñas, mediana y altas. Identificando las especies que representan por lo menos el 10% de la superficie total del AE.

5.2.1.a.3 Número de especies Co-dominates

Para cada capa de plantas presentes en el área de evaluación, considere a todas aquellas que están vivas y cubren al menos un 10% del >AE. En esta métrica solo considere la vegetación viva.

El método de obtención de cada una se describe en el Anexo 2.

b. Intercepción Horizontal y Zonación

Se refiere a la variedad e intercepción de los parches de vegetación (mono-cultivos o mixtos), seleccionados en base a criterios de dominancia, altura o textura. La intercepción permite la obtención de variables del efecto borde.

La existencia de zonas horizontales múltiples en un parche indica una comunidad vegetal bien desarrollada, procesos sedimentarios y bioquímicos íntegros. La cantidad de intercepción entre estas zonas es indicativo de la heterogeneidad espacial de estos procesos. Comunidades vegetales nativas más ricas en flora y fauna tienden a ser asociadas a la mayor división en zonas y a más intercepción de las zonas de la planta.

Diagrama explicativo de intercepción horizontal de coberturas vegetales en un sistema de estuario se adjunta en el Anexo 2

c. Estructura Biótica Vertical:

Relacionada con la apertura del dosel, la capacidad de penetración de los rayos solares. Evalúa el número de coberturas vegetales; extensión espacial; así como la densidad vegetacional. Es sensible a la estacionalidad por lo que se debe medir en campañas de terreno en época de crecimiento tardío (fines de septiembre)

Folio016473

5.3 Estado de salud del humedal

Basado en los atributos y métricas descritas anteriormente, el cálculo de puntaje del humedal se realizará convirtiendo todas las letras de caracterización de las diferentes métricas obtenidas de cada área de evaluación mediante la siguiente tabla.

Calculo de puntaje Humedal

Puntaje	Valor
A	4
B	3
C	2
D	1

Posteriormente se calcula el valor para cada atributo.

Valorización para cada atributo

ATRIBUTOS	CALCULO	VALOR MAXIMO
Atributos del búfer y del paisaje	(condición búfer x (%AE con búfer x promedio del largo del búfer)1/2) 1/2 + (conectividad del paisaje)	8
Atributos Hidrológicos	Suma de todas las métricas	12
Atributos Biológicos	Suma de todas las métricas	8
Puntaje de salud (promedio)		9

Luego, se divide el valor de cada atributo por el máximo según clase y se calcula el promedio entre los tres atributos, este será el puntaje de cada área de evaluación, el puntaje de condición de salud del humedal estará dado por la media de todas las áreas de evaluación, siendo un humedal de muy mala condición, aquel que posea un valor de 9 y uno de muy buena condición uno de valor 16

Una vez obtenido el valor del porcentaje del estuario, se puede categorizar su estado de salud y compararlo con otros humedales de condiciones similares.

Folio016474

Tabla de categoría de Humedales.

Letra	%
A	82 – 100
B	63 - 81
C	44 - 63
D	0 - 43

El peor estado de salud de un sistema es la categoría D, en el cual tan solo se reconoce la existencia del humedal.
La ficha de registro de valores por área de evaluación se adjunta en el Anexo 2.

Valores de referencia del Programa de Monitoreo

Posterior al análisis de riesgo de las subcuencas y de sitio específico, la primera campaña de monitoreo del periodo de mayor estrés hídrico servirá como valor de referencia para evaluar la condición futura del estuario, de manera que la ejecución de las otras campañas de terreno darán cuenta de la salud del sistema.

Obtención de valores de referencia:

Con Objeto de obtener valores de referencia y poder establecer una línea base de comparación se obtendrán los atributos físicos y bióticos (métricas de paisaje) a partir de la imagen de archivo existente para la zona, con fecha de octubre de 2007.

Folio016475

Figura N°10: Imagen satelital del Humedal del Río Copiapó



El proceso de calibración requerirá al menos de un seguimiento inicial de dos (2) años, a fin de establecer las métricas de estado que otorgarán un balance que permita conocer el estado de salud actual del sistema. Al final los dos años de calibración, se deberá actualizar la imagen satelital existente a fin de evaluar el estado del sistema respecto de la imagen anterior.

La siguiente tabla muestra un ejemplo de cómo la información obtenida en las diferentes campañas de evaluación será utilizada para monitorear el Humedal de Río Copiapó.

Valorización de atributos en el tiempo

Atributos	Temporada Húmeda	Temporada Seca	Temporada n....
Atributos del búfer y del paisaje	5	5.5	7
Atributos Hidrológicos	8	9	10
Atributos Biológicos	4	4.5	5
Puntaje de salud humedal	6	6	7

Folio016476

6 DIFUSIÓN DE RESULTADOS

El monitoreo ambiental de la Desembocadura del Río Copiapó, contempla un programa de difusión dirigido a los servicios públicos de la tercera región de Atacama y a la comunidad en general. El programa contempla la realización de diversas actividades, dentro de las cuales se incluyen:

- La participación del personal de los servicios públicos en las campañas de terreno, para ello se comunicará con antelación las fechas de realización de cada campaña de monitoreo en el humedal.
- Se llevará un registro escrito y fotográfico de la información levantada en cada campaña de monitoreo, tras la cual se elaborará un informe de resultados que será remitido semestralmente a los servicios públicos regionales involucrados.
- Presentación anual con los estados de avance y resultados del monitoreo efectuado en la Desembocadura del Río Copiapó.
- Luego de transcurrido el primer año de monitoreo, se presentarán los resultados obtenidos a la fecha a personeros públicos y privados, en el marco del Consejo Regional de Conservación de la Biodiversidad de Atacama.
- Para lograr una conciencia social acerca de la importancia de conservar el humedal de la Desembocadura del Río Copiapó, se distribuirán dípticos informativos con las especies de flora y fauna presentes, así como de los alcances del programa de monitoreo desarrollado.

7 RESPONSABLES PROGRAMA DE MONITOREO

Para cumplir con los objetivos planteados por CCMC de manera óptima, el equipo de trabajo estará integrado por personal de Fundación Chile y personal de CCMC, durante los primeros dos años de ejecución del proyecto, una ves consolidada la transferencia se realizaran controles de calidad de los resultados, por parte del equipo de Fundación Chile.

Folio016477

8 ANEXOS

9 ANEXOS 1. FIGURAS DE UBICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL HUMEDAL DEL RÍO COPIAPÓ

Figura N°1: Ubicación Comunal Humedal Río Copiapó

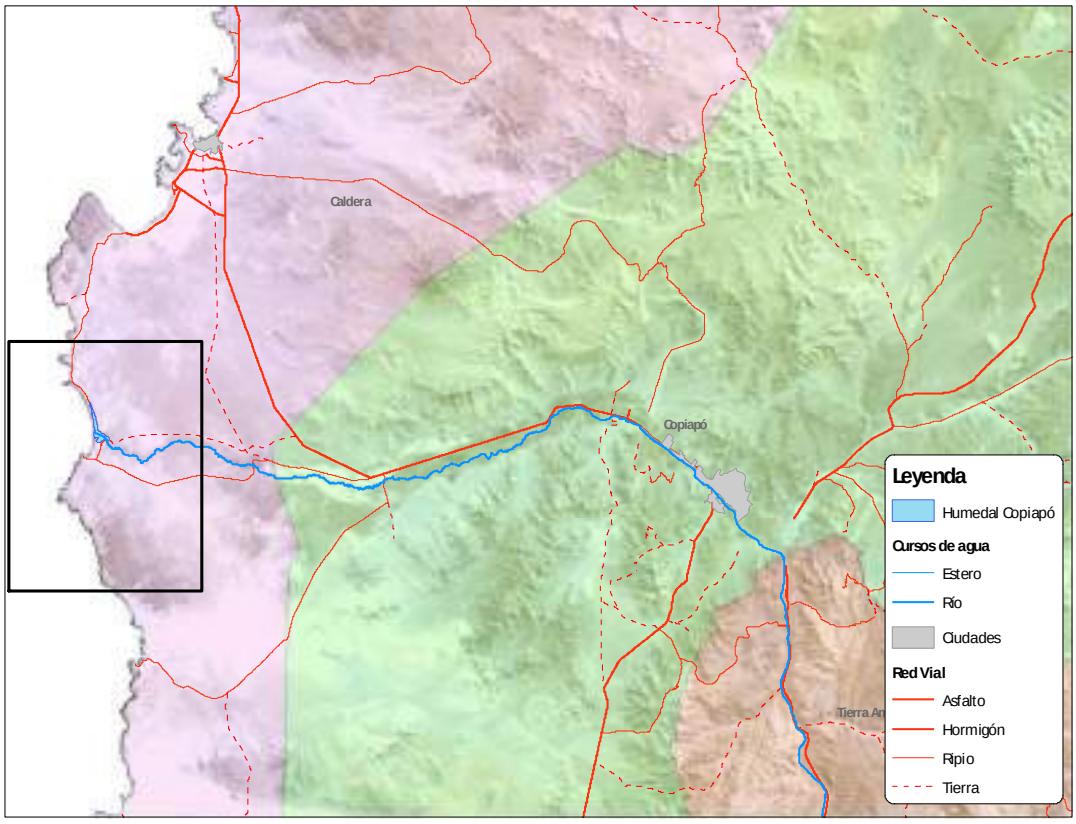
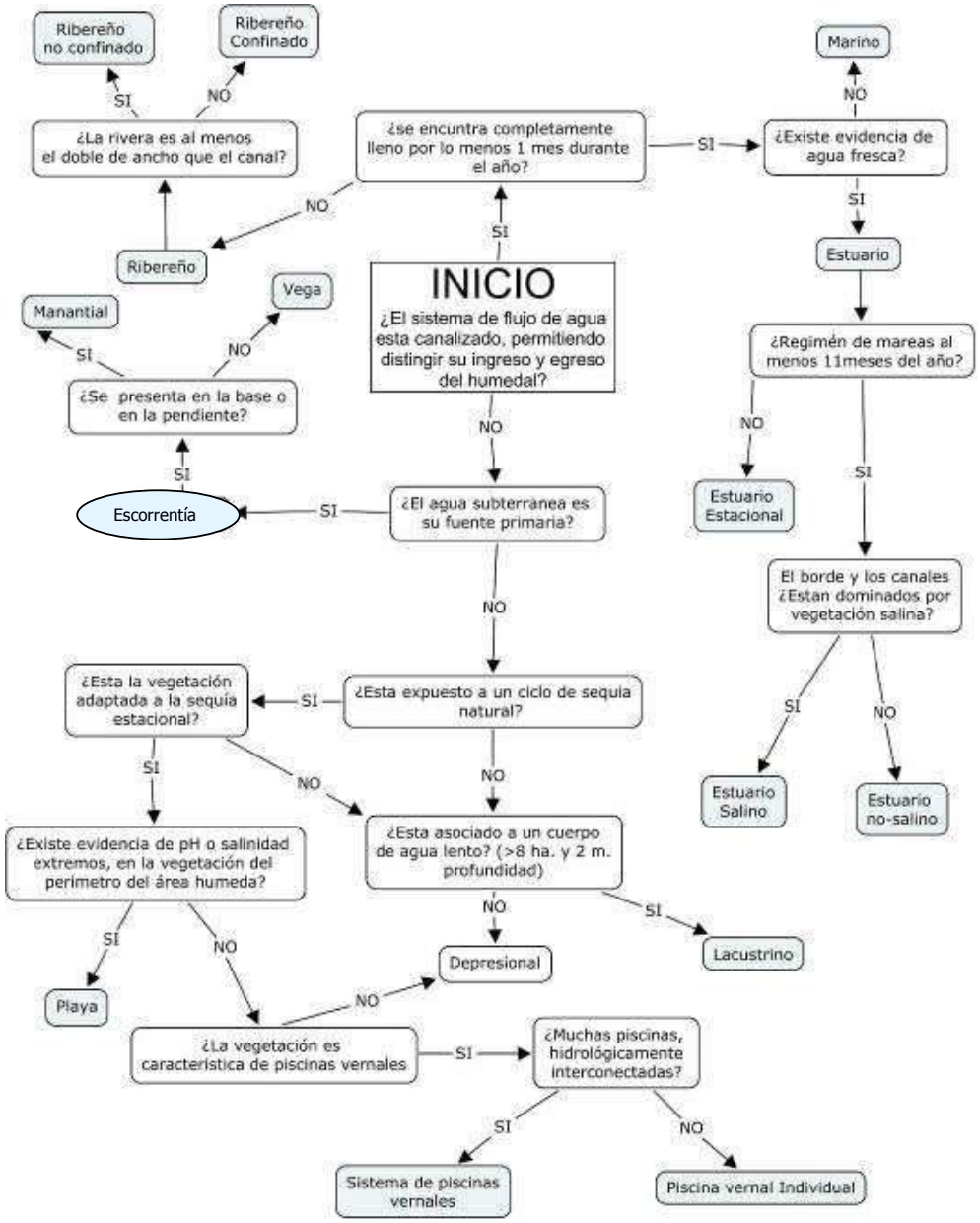


Figura N°2: Evolución Humedal 30 años



Folio016479

Figura N°3: Diagrama de Clasificación de un Ecosistema del Tipo Humedal



Folio016480

10 ANEXOS 2. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE DIFERENTES MÉTRICAS.

10.1 Atributo 1: Área de Influencia y Buffer

Conectividad del Área de Influencia

Porcentaje de líneas continuas que contienen hábitat de humedal	
Dirección de la línea	**Porcentaje de transecto sobre el humedal**
Norte	
Sur	
Este	
Oeste	
Porcenaje promedio de transecto que abarca el humedal	

Dirección de la línea	% de la Línea que es humedal
A	76-100% es parte de un ecosistema de humedal
B	51-75% es parte de un ecosistema de humedal
C	26-56% es parte de un ecosistema de humedal
D	0-25% es parte de un ecosistema de humedal

Folio016481

Figura N°4: Ejemplo de la evaluación de la conectividad del área de influencia en un sistema salobre



Porcentaje del Área de Evaluación con Buffer

Ejemplos de coberturas de suelo incluidas en buffers	Ejemplos de coberturas de suelo excluidas de buffers Nota: Buffers no cruzan coberturas de agua abierta adyacentes a AE
▪ Huellas de bicicleta ▪ Suelos de Cultivo ▪ Senderos ▪ Rastros ecuestres ▪ Campos de golf ▪ Planicie natural ▪ Parques naturales o silvestres ▪ Suelo desnudo ▪ Vía férrea ▪ Canales secundarios ▪ Diques	▪ Expansión comercial ▪ Cercos que interfieren con el movimiento de fauna silvestre ▪ Agricultura intensiva ▪ Caminos pavimentados ▪ Césped ▪ Estacionamientos ▪ Franjas de forrajes, ranchos etc. ▪ Áreas residenciales ▪ Campos deportivos ▪ Parques urbanos recreativos

Puntaje	Perímetro que posee buffer
A	Buffer abarca de un 75-100%
B	Buffer abarca de un 50-74%
C	Buffer abarca de un 25-49%
D	Buffer abarca <25%

Folio016483

Figura N°5: Ejemplo de obtención de coberturas con función de amortiguación (Buffer)



Ancho promedio del buffer

En el buffer de 250 m se eliminan las áreas que no actúan como buffer, tales como aguas abiertas y suelo desnudo, en ella se dibujan 8 líneas rectas de 250m perpendiculares en intervalos regulares y en las porciones del perímetro del AE que son zonas buffer. Se estima el largo que posee zona buffer de cada línea, estimando el promedio general y se asigna el puntaje correspondiente.

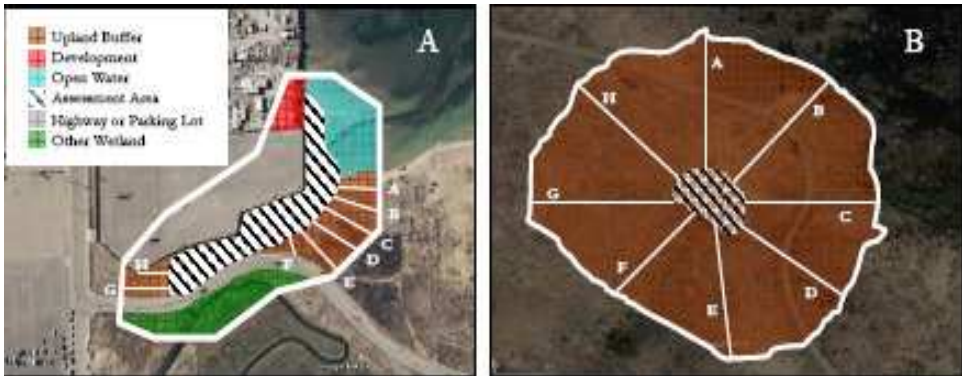
Pasos para estimar ancho promedio del buffer en humedales

Paso 1	**Identificar las áreas de agua abierta que son adyacentes al AE sin vegetación ripariana. Estas áreas son excluidas para los cálculos de buffer.**
Paso 2	Dibujar líneas rectas de 250 m. en dirección perpendicular al AE por el área del buffer, en intervalos regulares desde su perímetro hasta la cobertura de suelo más cercana sin características de buffer.
Paso 3	Estimar el ancho del buffer con la extensión de cada una de las líneas en el AE. Registre estas longitudes en la ficha de registro.
Paso 4	Estimar el ancho promedio del buffer. Registrar el ancho de cada línea en la hoja de trabajo

Ficha de registro para calcular promedio del ancho de buffer con AE

Linea	Ancho buffer (m)
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	
Promedio Ancho buffer	

Figura 6. Ejemplos abtencion de Ancho de buffer



Ejemplos del método usado para estimar ancho de buffer. Este ancho es basado en la longitud de ocho lineas A-H, dispuestas a intervalos regulares, sólo unas pequeñas porciones de 250 m en la zona alrededor es buffer (A) o toda la zona alrededor del AE es buffer (B).

Puntaje ancho promedio

Puntaje	Estado
A	Promedio del largo del buffer 190-250 m
B	Promedio del largo del buffer 130-189 m
C	Promedio del largo del buffer 65-129 m
D	Promedio del largo del buffer 0-64 m

Condición del buffer

Puntaje	Estado
A	El buffer del AE está dominado por vegetación nativa, suelos imperturbados y aparentemente no posee efectos antrópicos
B	El buffer del AE se caracteriza por una mixtura de vegetación nativa y exótica, pero suelos imperturbados y aparentemente baja o ninguna presencia humana.
C	El buffer del AE se caracteriza por la presencia de gran cantidad de vegetación exótica y moderada degradación de suelos, se observan compactados y/o evidencia de presencia humano.
D	Buffer del AE se caracteriza por suelos erosionados y/o compactados, infértiles u otros disturbios. Evidencia de intenso uso antrópico.

Folio016486

10.2 Atributo 2: Hidrología

Fuentes de agua

Puntaje	Estado
A	Las fuentes de agua que afectan al AE en su temporada seca y sus características del flujo, son las precipitaciones, escorrentía natural, aguas subterráneas y flujos naturales de fuentes cercanas o la falta de agua es natural en el periodo seco, no existiendo indicadores que en la temporada seca esté controlada por factores artificiales.
B	En general la mayoría de los factores que afectan al AE en la temporada seca son naturales, lo que incluye eventos ocasionales o pequeños que modifican la hidrología. Esto implica que en un radio de 2 km desde el AE, los suelos de uso agrícola irrigados son menores al 20%, no existiendo grandes fuentes puntuales o diques de control de flujo.
C	Los principales factores que afectan las fuentes de agua son la escorrentía de suelos urbanos, riego directo, bombeo de agua, descargas regulares de desechos y efluentes entre otros, lo que implica que el uso agrícola en los 2 km circundantes es mayor a un 20% en la micro-cuenca de drenaje o que existen descargas de efluentes directas al sistema.
D	Se han eliminado todos los recursos de agua fresca que afectan la temporada seca del AE en base a: la incautación de todos los recursos hídricos posibles, actividades de diversión o predominancia de vegetación xérica entre otros.

Régimen Hídrico.

Puntaje	Estado
A	El área de evaluación se encuentra sometida a variaciones de la inundación anual naturales, presentando al menos dos rompimientos de la barrera de contención anualmente, por efecto de lluvias o escorrentía
B	Los patrones de inundación en el área de evaluación en general cumple las características del humedal, pero está sujeta a alteraciones de drenaje
C	Los patrones de inundación están sustancialmente disminuidos y afectados en su duración, existe una apertura de la barrera escasamente una ves al año
D	Tanto la inundación como el drenaje se encuentran afectados por efectos antrópicos.

Conectividad Hidrológica

Puntaje	Estado
A	El aumento del agua en el humedal no posee restricciones para acceder a las áreas adyacentes
B	Existen construcciones no naturales como los niveles de los caminos que limitan la zona adyacente en el movimiento de las aguas, pero son menores al 50% del borde
C	El humedal se encuentra limitado entre un 50%-90%
D	El humedal está completamente limitado

Folio016488

10.3 Atributo 3: Estructura Física

Riqueza Estructural de Parches

Definición de tipos de parches

- **Madrigueras**: Nidos, camas de vegetación, cuevas de roedores (cururerras)
- **Depresiones**: socavamientos de los bancos en canales a lo largo de líneas del borde de inundación
- **Piedra y piedrecillas**: 6 a 25 cm. en el lecho del río
- **Zonas concéntricas**: líneas paralelas producto de las marcas de inundación alta
- **Hojarasca**: flotando en el agua y obstruyendo canales de agua
- **Dique**: restos vegetales o acumulación de sedimentos
- **Islas**: Presentes en estado de inundación alta
- **Macro-algas y macrófitas acuáticas:.** Corresponden a especies vegetales, que habitan en el agua, arraigadas al sustrato y crecen en la columna de agua
- **Planos áridos**: barreras, zonas planas sin vegetación, zonas con arcilla, grava, conchas. Adyacentes a lo largo de la marca de inundación
- **Depresiones inundables**: depresión topográfica sin vegetación y rodeado de vegetación (se llena estacionalmente, sitios de nidificación de avifauna y anfibios)
- **Canal sedimentario**: características sedimentarias, zona de sedimentos mezclado con otros materiales más gruesos, puede o no tener vegetación
- **Piscinas**: Presentes en los canales mareales o fluviales más profundos que el promedio de la profundidad del canal, retienen agua en periodos de baja o nulo flujo superficial
- **Rápidos o caídas**: aumento de oxigenación para la vida acuática
- Canales secundarios: planos de inundación a través de la línea de bajo nivel de agua, tributarios del principal afluente, se divide antes de ingresar
- **Camas de conchilla**: Moluscos bivalvos que generalmente crean arenas o camas sobre el estrato del humedal.
- **Grietas**: mínimo 2.5 cm. de profundidad
- **Perchas**: Al menos de 3 m. de altura
- **Vegetación sumergida**: macrófitas acuáticas, poseen sus raíces en el estrato sub-acuoso, no crecen sobre la columna de agua
- **Amplias depresiones con vegetación**: puede atrapar el agua cuando el flujo de inundación decrece, puede recibir aguas subterráneas
- **Borde de la línea baja marea**: no hay sectores definidos visto desde arriba, puede ser curvilíneo o variegado
- **Acumulo de desechos orgánicos**: Presente en el plano de inundación o en el tributario en la línea de alta marea.

Folio016489

Ficha de registro riqueza estructural de parches para humedales

Riqueza Estructural de Parches (presencia tipos hábitat)	**Estuarinos**
Tamaño mínimo del parche	3 m²
Madrigueras	1
Depresiones	1
Hojarasca	1
Dique de restos vegetales	1
Macro-algas, macrófitas	1
Planos áridos	1
Depresiones Inundables	1
Canal sedimentario	1
Piscinas en los canales	1
Canales secundarios	1
Camas de conchilla	1
Grietas	1
Perchas	1
Vegetación sumergida	1
Acumulo de desechos orgánicos	1
Máximo Puntaje Posible	**15**

Puntaje de riqueza estructural (basado en los resultados de la ficha de registro)

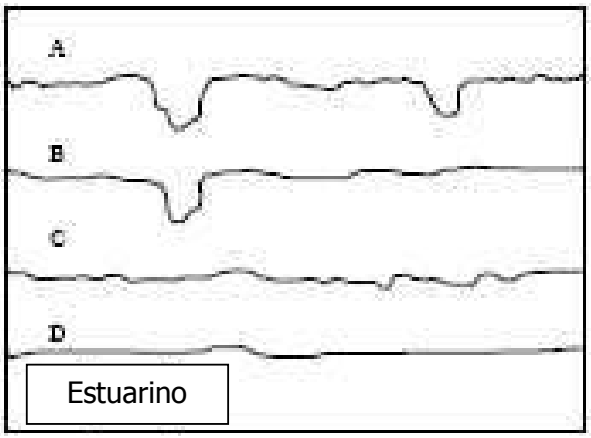
Puntaje	**Depresional, Escorrentía**	**Estuarino**
A	≥ 11	≥ 11
B	**8 – 10**	**8 - 10**
C	5 - 7	6 - 7
D	≤ 4	≤ 5

Complejidad Topográfica

Indicadores de macro y micro complejidad topografía por tipo de humedal

Tipo	Ejemplos de Características Topograficas
Estuarino	islas, canales largos y cortos, presencia de hojarasca, camas de conchillas, acantilados, piedras

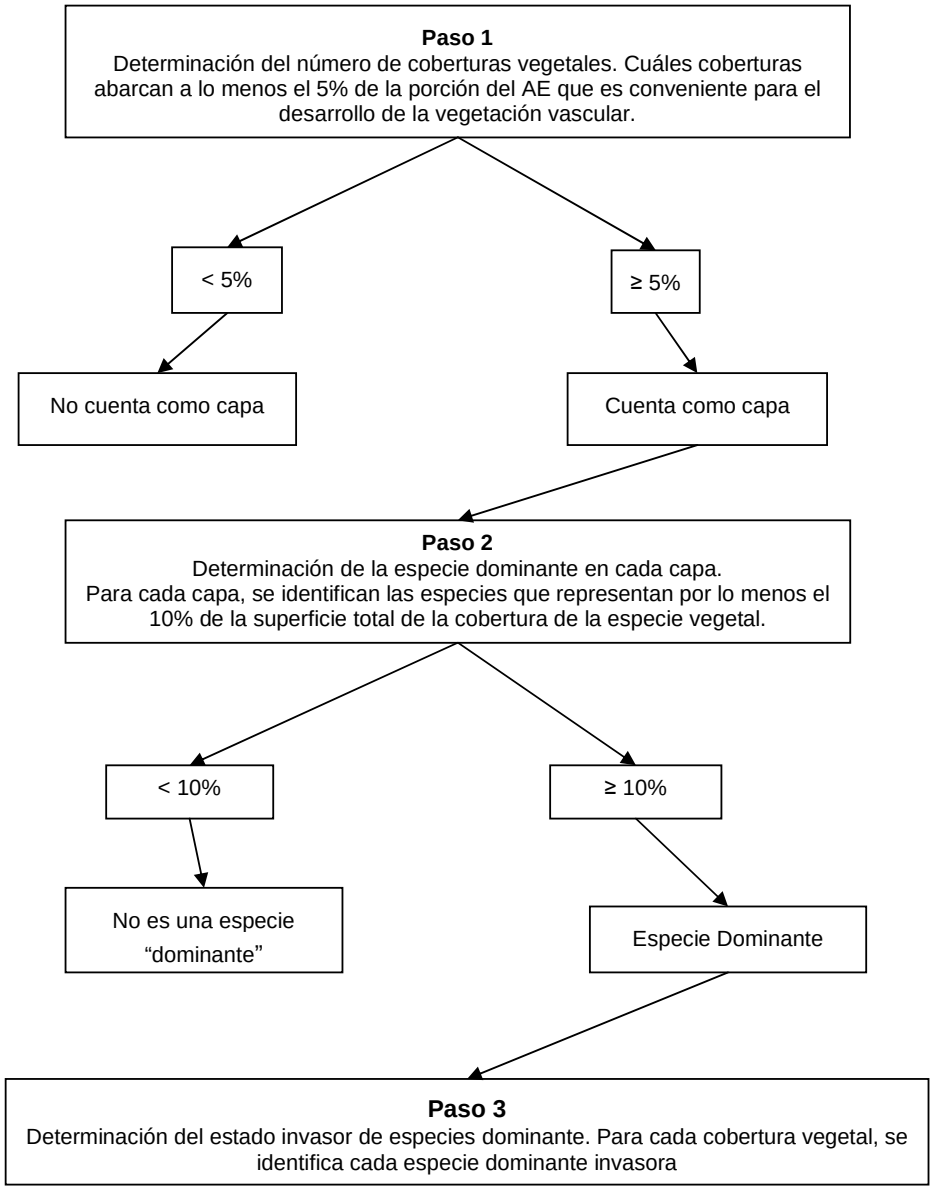
Diagrama esquemático de complejidad topográfica



Folio016491

10.4 Atributo 4: Estructura Biótica

Diagrama flujo dominancia



Folio016492

Definición de capas

- Flotante: Incluye las especies macrófitas acuáticas con raíces que crean colchones fijos sobre el agua, además incluye a macrófitas sin raíces que crean cojines móviles.
- Pequeña: Capa que puede variar según el tipo de humedal, pero nunca sobrepasa 50 cm.
- Mediana: Capa superior a los 75 cm de altura, puede incluir a la vegetación emergente.
- Alta: Esta capa puede abarcar comunidades con una máxima altura de 1,5 m incluye arbustos y arbustivas.
- Muy alta: Esta capa considera árboles y arbustos sobre 1,5 m de altura.

Altura de las capas vegetales considerada para humedales estuarinos

Humedal	**Capas Vegetales**				
	Acuáticas	**Semi acuáticas y riparianas**			
Estuario	**Flotantes**	**Bajas**	**Medianas**	**Altas**	**Muy altas**
	En la superficie del agua	< 0.5 m	0.5 - 1,5 m	1,5 - 3,0 m	> 3,0 m

a. Métricas de Comunidad Vegetal

10.4.1.a.1 Número de especies vegetales dominantes

Número de coberturas presente en el AE, se clasifican en flotantes, pequeñas, mediana y altas. Identificando las especies que representan por lo menos el 10% de la superficie total del AE.

10.4.1.a.2 Número de especies Co-dominantes

Para cada capa de plantas presentes en el área de evaluación, considere a todas aquellas que están vivas y cubren al menos un 10% del >AE. En esta métrica solo considere la vegetación viva.

Folio016493

10.4.1.a.3 Especies Invasoras

Son las especies exóticas que tienden a dominar una o más coberturas de vegetación dentro del AE. Las aplicaciones de las métricas permiten determinar el estado invasor de plantas.

El porcentaje de invasión, es el número de especies invasoras co-dominantes para todas las capas de plantas, se evalúa como el porcentaje del total de especies encontradas en las capas.

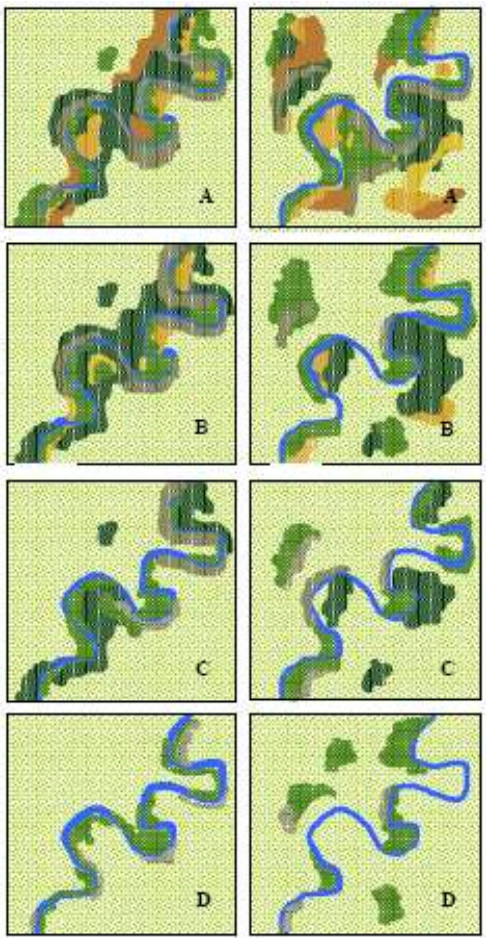
Registro de métricas de comunidades

Flotantes o Formas de Dosel	Invasiva?	Pequeñas	Invasiva?
Medianas	**Invasiva?**	**Grandes**	**Invasiva?**
Muy altas	**Invasiva?**		
		Número Total de especies co-dominantes para todas las capas	
		Porcentaje de invasión	

Puntajes de sub-métricas de comunidades vegetales

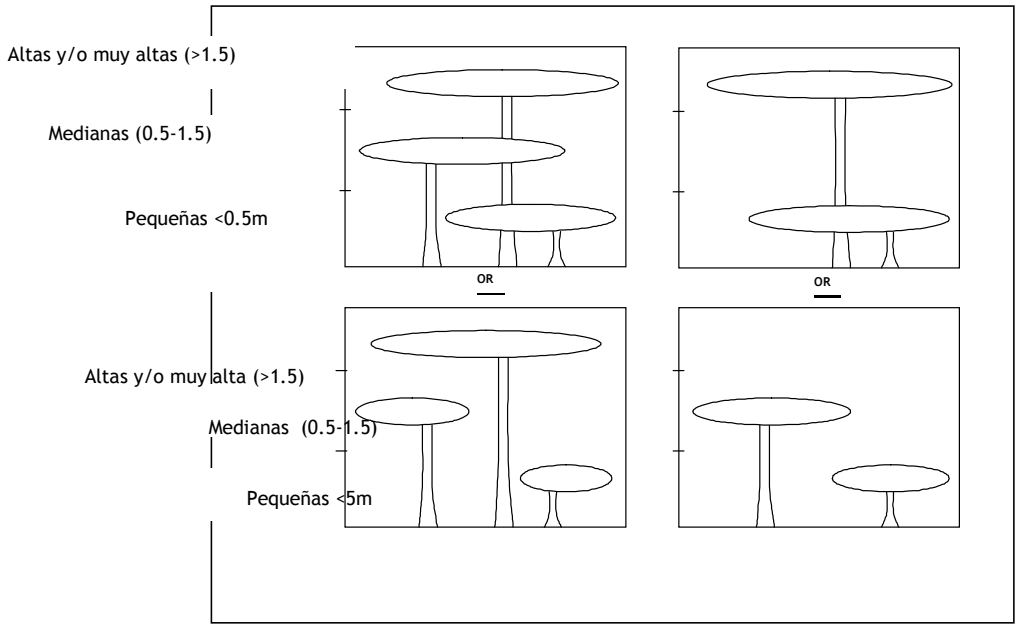
Puntaje	Capas de plantas Presentes	Especies Co-dominantes	% Invasión (solo sp. co-dominantes)
A	**4-5**	**≥ 12**	**0 – 15%**
B	**3**	**9 – 11**	**16 – 30%**
C	**1-2**	**6 – 8**	**31 – 45%**
D	**0**	**0 – 5**	**46 – 100%**

b. Intercepción Horizontal y Zonación



Folio016495

c. Estructura Biótica Vertical.



La sobreposición vertical abundante involucra tres capas de Plantas

La sobreposición vertical moderara involucran dos capas de Plantas

Tabla de Puntaje de estructura vertical para AE en humedales estuarinos que soportan capas de plantas altas o muy altas

Puntaje	Estados Alternativos
A	Más del 50% de las áreas donde puede haber vegetación del AE, existe sobreposición abundante de las capas de plantas.
B	Más del 50% de las áreas donde puede haber vegetación del AE, existe sobreposición moderada de las capas de plantas
C	25-50% de las áreas donde puede haber vegetación del AE, existe al menos una sobreposición moderada de las capas de plantas o las capas de árboles se encuentran presentes en el AE, pero presentan una sobreposición pequeña
D	Menos del 25% de las áreas donde puede haber vegetación del AE, poseen sobreposición o al menos dos capas se encuentran representadas con poca sobreposición o el AE posee vegetación dispersa.

Folio016496

10.5 Ficha de métricas por área de evaluación

Nombre Área de Evaluación:				**Fecha**		
Atributos y Métricas	**Puntaje**			**Comentarios**		
Buffer y Paisaje						
Conectividad del Paisaje (D)						
Buffer Submetrica A: Porcentaje de AE con Buffer						
Buffer Submetrica B: Promedio Ancho del Buffer						
Buffer Submetrica C: Condición Buffer						
D + [C x (A X B) $^{1/2}$] $^{1/2}$ = **Puntaje del atributo**		Valor	Final	Puntaje final del atributo = (valor final / 24) 100		
Hidrología						
Fuente de agua						
Hidroperiodo o estabilidad del canal						
Conectividad hidrológica						
Puntaje del Atributo		Valor	Final	Puntaje final del atributo = (valor final / 36) 100		
Estructura Física						
Riqueza estructural de los parches						
Complejidad topográfica						
Puntaje del Atributo		Valor	Final	Puntaje final del atributo = (valor final / 24) 100		
Estructura Biótica						
Comunidad vegetal Submetrica A: Número de capas vegetales						
Comunidad vegetal Submetrica B: Número de especies Co-dominantes						
Comunidad vegetal Submetrica C: Porcentaje de Invasión						
Métrica de comunidad vegetal *(promedio de submetricas A-C)*						
Intercepción horizontal y zonificación						
Estructura Biótica vertical						
Puntaje del Atributo		Valor	Final	Puntaje final del atributo = (valor final / 36) 100		
100 x (suma de valores de los atributos final / 120) = Puntaje total Área de Evaluación						

Folio016497

11 ANEXO 3: PARÁMETROS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS PARA ANÁLISIS DE AGUA Y SEDIMENTO, ASÍ COMO NORMATIVA DE COMPARACIÓN.

- **Compuestos inorgánicos como Metales Totales**

ANÁLISIS	METODOLOGÍA	LIMITE DE DETECCION (mg/l)
Aluminio Total	Método 3111 D - Absorción Atómica (N - Ac)	0.5
Arsénico Total	Absorción Atómica - Generación de Hidruros	0.001
Boro Total	Método 4500 B - C, Absorción Molecular - Carmine	0.5
Cadmio Total	Método 3111 B - Absorción Atómica (A - Ac)	0.01
Cinc Total	Absorción Atómica (A - Ac)	0.01
Cobre Total	Absorción Atómica (A - Ac)	0.01
Cromo Total	Absorción Atómica (A - Ac)	0.05
Hierro Total	Absorción Atómica (A - Ac)	0.01
Manganeso Total	Absorción Atómica (A - Ac)	0.01
Molibdeno Total	Método 3113 B - Absorción Atómica - Horno Grafito	0.1
Niquel Total	Método 3113 B - Absorción Atómica - Horno Grafito	0.05
Plomo Total	Absorción Atómica (A - Ac)	0.05
Selenio Total	AA (GH)	0.001

- **Inorgánicos como metales disueltos**

ANÁLISIS	METODOLOGÍA	LIMITE DE DETECCION (mg/l)
Aluminio Disueltos	Método 3111 D - Absorción Atómica (N - Ac)	0.5
Arsénico Disuelto	Absorción Atómica - Generación de Hidruros	0.001
Boro Disuelto	Método 4500 B - C, Absorción Molecular - Carmine	0.5
Cadmio Disuelto	Método 3111 B - Absorción Atómica (A - Ac)	0.01
Cinc Disuelto	Absorción Atómica (A - Ac)	0.01
Cobre Disuelto	Absorción Atómica (A - Ac)	0.01
Cromo Disuelto	Absorción Atómica (A - Ac)	0.05
Hierro Disuelto	Absorción Atómica (A - Ac)	0.01
Manganeso Disuelto	Absorción Atómica (A - Ac)	0.01
Molibdeno Disuelto	Método 3113 B - Absorción Atómica - Horno Grafito	0.1
Niquel Disuelto	Método 3113 B - Absorción Atómica - Horno Grafito	0.05
Plomo Disuelto	Absorción Atómica (A - Ac)	0.05
Selenio Disuelto	AA (GH)	0.001

Folio016498

- **Sedimentos**

ANÁLISIS	METODOLOGÍA	LIMITE DE DETECCION (mg/l)
Aluminio Total	AA (N-AC)	5
Arsénico Total	AA (GH)	0.01
Cadmio Total	AA (A-Ac)	0.1
Cianuro Total	Dest-Electr. Específico	1
Cinc Total	AA (A-Ac)	0.1
Cloruros	Volumétrico	5
Cobre Total	AA (A-Ac)	0.1
Cromo Total	AA (A-Ac)	0.5
Fluoruro	Electrodo Específico	2.5
Fosfato	Espectrofotometría	5
Fósforo Total	Espectrofotometría	5
Hierro Total	AA (A-Ac)	*
Manganeso Total	AA (A-Ac)	0.1
Molibdeno Total	AA (N-AC)	1
Niquel Total	AA (A-Ac)	0.5
Nitrógeno Amoniacal	Electrodo Específico	0.05
Nitrógeno Total	Cálculo	5
Plomo Total	AA (A-Ac)	1
Selenio Total	AA (GH)	0.01
Sulfato Total	Turbidimétrico	*

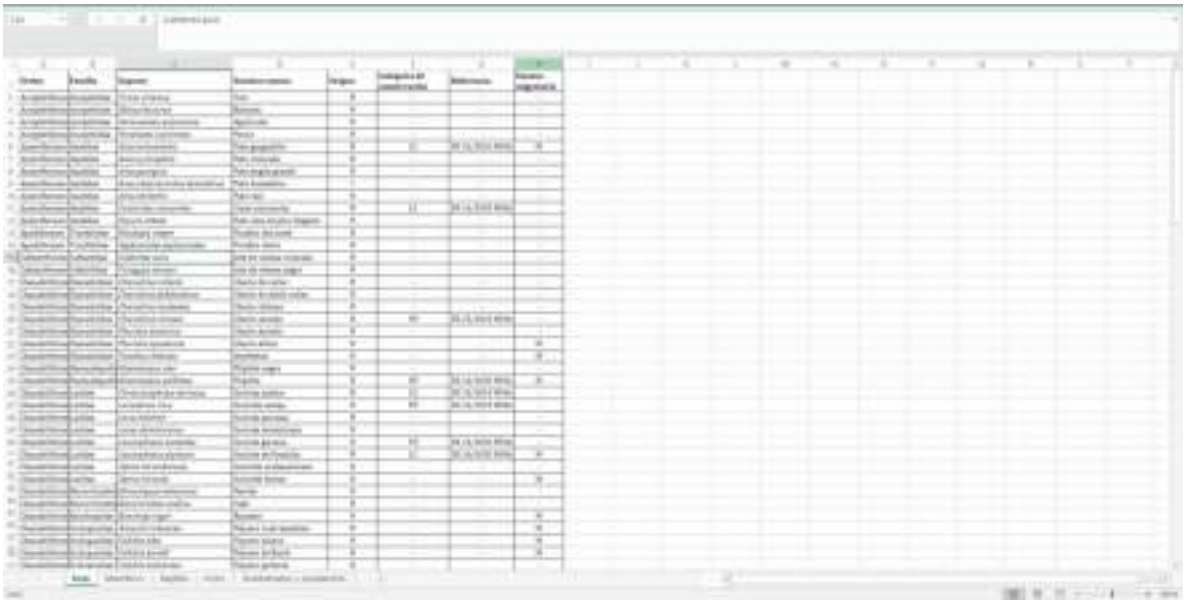
Parámetros de comparación establecidos por la normativa NCH1333

Parámetro	Expresión	Unidad	NCh 1333 Agua de riego
Aceites y grasas	A y G	mg/L	-
Aluminio	Al	mg/L	5
Arsénico	As	mg/L	0,1
Bario	Ba	mg/L	4
Berilio	Be	mg/L	0,1
Boro	B	mg/L	0,75
Benceno	C 6 H 6	mg/L	
Cadmio	Cd	mg/L	0,01
Cianuro	CN -	mg/L	0,2
Cloruros	Cl-	mg/L	200
Cobalto	Co	mg/L	0,05
Cobre	Cu	mg/L	0,2
Coliformes totales y fecales	Coli/100 ml	NMP/100 mL	1000
Cromo Hexavalente	Cr6+	mg/L	-
Cromo Total	Cr	mg/L	0,1
DBO	DBO 5	mg/L	-
Estaño	Sn	mg/L	-
Fluoruro	F -	mg/L	1
Fósforo	P	mg/L	-
Hidrocarburos fijos	HF	mg/L	-
Hidrocarburos totales	HCT	mg/L	-
Hidrocarburos volátiles	HCV	mg/L	-
Hierro disuelto	He	mg/L	5
Indice de fenol	Fenoles	mg/L	-
Litio	Li	mg/L	2,5
Litio Cítricos	Li	mg/L	0,075
Manganeso	Mn	mg/L	0,2
Mercurio	Hg	mg/L	0,001
Molibdeno	Mo	mg/L	0,01
N-Nitrato + N-Nitrito			
Níquel	Ni	mg/L	0,2
Nitrógeno total	NKT	mg/L	-
Pentaclorofenol	C 6 OHCL 5	mg/L	-
pH	pH		5,5 - 9,0
Plata	Ag	mg/L	0,2
Plomo	Pb	mg/L	5
Poder Espumógeno	PE	mm	-
SAAM	SAAM	mg/L	-
Selenio	Se	mg/L	0,02
Sodio porcentual	Na	%	35
Sólidos sedimentables	S SED	mL/L 1 hora	-
Sólidos suspendidos totales	SS	mg/L	-
Sulfatos	SO 4 2-	mg/L	250
Sulfuros	S 2-	mg/L	-
Temperatura	T °	°C	-
Tetracloroetileno	C 2 Cl 4	mg/L	-
Tolueno	C 6 H 5 CH 3	mg/L	-
Triclorometano	CHCl 3	mg/L	-
Vanadio	V	mg/L	0,1
Xileno	C 6 H 4 C 2 H 6	mg/L	-
Zinc	Zn	mg/L	2

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio 2024, cuyos nombres de archivos son los siguientes:

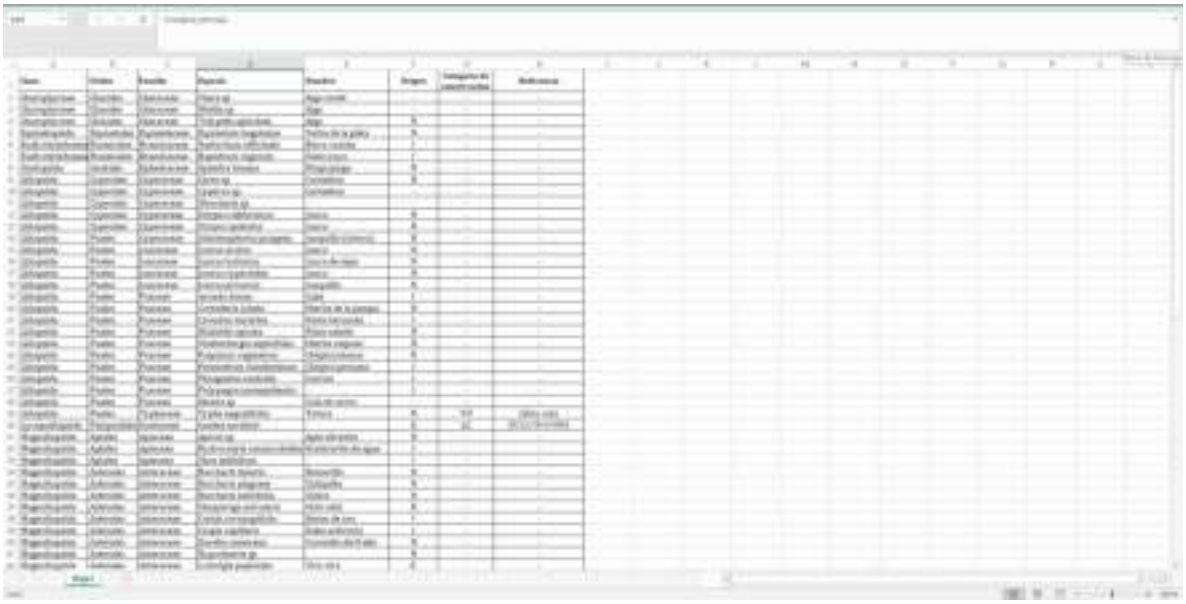
“Fauna_SN Copiapó.xlsx”



CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio 2024, cuyos nombres de archivos son los siguientes:

“Flora_SN Copiapó.xlsx”



Anexo 5. Invertebrados bentónicos y zooplancton en Humedal Desembocadura del río Copiapó.

Phyllum	Orden	Familia	Género/Especie
Annelida	Oligochaeta	Lumbriculiidae	Lumbriculus sp.
Chelicerata	Acari	Hydracarina	*No determ.*
Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella sp.
Crustacea	Anostraca	Artemiidae	Artemia salina
Crustacea	Calanoidea	Boeckellidae	Boeckella sp.
Crustacea	Cladocera	Daphnidae	Daphnia sp.
Crustacea	Decapoda	Palaemonidae	Cryphiops caementarius
Insecta	Coleoptera	Dystiscidae	No determ.
Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	Gyrinus sp
Insecta	Coleoptera	Hydrophiliidae	Berosus sp.
Insecta	Coleoptera	Hydrophiliidae	No determ.
Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	Nyctelia corrugada
Insecta	Díptera	Athericidae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Blephariceridae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Calliphoridae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Ceratopogonidae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Chironomidae	*Chironomus sp.*
Insecta	Díptera	Chironomidae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Culicidae	*Culex sp.*
Insecta	Díptera	Limoniidae	*Aphrophila bidentata*
Insecta	Díptera	Limoniidae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Muscidae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Simulidae	*Simulium sp.*
Insecta	Díptera	Tabanidae	*No determ.*
Insecta	Díptera	Tipulidae	*No determ.*
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	*Baetis sp.*
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	*Callibaetis sp.*
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Atalophlebia sp.*
Insecta	Ephemeroptera	Onicigastridae	*Siphlonella sp.*
Insecta	Hemiptera	Belostomatidae	Belostoma sp.
Insecta	Hemiptera	Corixidae	Corixa sp.
Insecta	Hemiptera	Gerridae	Gerris sp.
Insecta	Hymenoptera	Cabronidae	Zyzzyx chilensis
Insecta	Megaloptera	Corydalidae	Protochauloides sp.
Insecta	Odonata	Aeshnidae	Aesna sp.
Insecta	Odonata	Lestidae	Lestes undulatus
Insecta	Plecoptera	Gripopteridae	*Limnoperla jaffueli*
Insecta	Trychoptera	Glossosomatidae	*Mastigoptyla sp.*
Insecta	Trychoptera	Hydropsychidae	*Smicridea chilensis*

Insecta	Trychoptera	Hydroptilidae	*Metrichia sp.*
Insecta	Trychoptera	Leptoceridae	*No determ.*
Mollusca	Archeogastropoda	Anmicolidae	*No determ.*
Mollusca	Basomatophora	Lymnaeidae	Lymnaea sp.
Platyhelminthes	Tricladida	Planaridae	Dugesia sp.

Folio016504

Mandante Ejecuta



Informe Final de calidad de aguas de la cuenca Hidrográfica Río Huasco Campañas de terreno I - V (2017-2018)

III INFORME

"Análisis Integral de calidad de agua para el aseguramiento de la competitividad del sector social y productivo y la sustentabilidad de ecosistemas acuáticos, en el marco de elaboración de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental de las aguas superficiales de la cuenca del río Huasco"

ENERO, 2019

Instituto de Investigaciones Agropecuaria (INIA, INTIHUASI)

[1] Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

Ejecutor de proyecto: Viviana Andaur Pavez

Jefe de proyecto: Francisco Meza Álvarez

[1] Co-ejecutor de proyecto INNOVA-CORFO

INDICE

1.- Sintesis del Proyecto 4

- Objetivo General 4
- Objetivos específicos 4

2.- Introducción 5

3.- Metodología del proyecto 6

3.1. Campañas de terreno 6

3.1.1. Calidad de agua 6

3.1.2. Normativa referencial para calidad de agua 11

3..1.2.1. Metodología aplicada para la obtención de los valores para el resguardo de la calidad de los sistemas de agua dulce. 11

3..1.2.2. Valores de normativas referenciales. 12

3.1.3. Normativa referencial para sedimentos fluviales 14

3.1.4. Muestreo de calidad de agua, sedimentos fluviales y biota 15

3.1.5. Metodología para relación sedimento- columna de agua 19

3.2. Metodologías analíticas de laboratorio 19

3.3. Metodología estadística aplicada 19

3.4. Talleres de difusión 20

4.- Resultados 24

4.1. Análisis estadístico espacial de calidad de agua 24

4.1.1. Campaña de Invierno 2017 24

4.1.2. Campaña de primavera 2017 27

4.1.3. Campaña de otoño 2018 29

4.1.4. Campaña de invierno 2018 33

4.1.5. Campaña de primavera 2018 36

4.1.6. Análisis estadístico todas las campañas del proyecto 39

4.2. Análisis estadístico espacial de sedimentos 43

4.3. Análisis de relación entre química de sedimentos – columna de agua 45

4.4. Establecimiento de criterios para la elaboración de la base de datos para análisis de componentes principales histórico 50

4.5. Análisis espacial de calidad de agua del proyecto 54

4.5.1. Parámetros *"in situ"* 54

4.5.1.1. Temperatura 54

4.5.1.2. pH 54

4.5.1.3. Conductividad eléctrica 57

4.5.1.4. Turbidez y sólidos suspendidos totales 57

4.5.2. Sales y nutrientes 61

4.5.2.1. Cloruro y sulfato 61

4.5.2.2. Fosfato, fosforo, nitrato y nitrógeno total 65

4.5.2.3. Cobre, aluminio, hierro y zinc 72

4.5.2.4. Arsénico y manganeso 77

4.5.2.5. Coliformes fecales y totales 80

4.6. Análisis histórico de calidad de agua por áreas de vigilancia 83

4.6.1. Río Estrecho: ES-10 83

4.6.2. Río Tres Quebradas: QU-10 92

4.6.3. Río Huasco Bajo: HU-40 102

4.7. Análisis de sedimentos fluviales en las campañas otoño e invierno 2018 108

5.- Conclusiones 111

6.- Bibliografía 112

7.- Anexo estadístico 114

8.- Índice anexos en carpetas externas 128

1. Síntesis del Proyecto

El proyecto se centra en la cuenca hidrográfica del río Huasco, Región de Atacama. Busca analizar de manera integral la calidad de sus aguas para diferentes usos, de manera de asegurar la competitividad del sector social y productivo y la sustentabilidad de sus ecosistemas acuáticos, en el marco de elaboración de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental de las aguas superficiales de la cuenca del río Huasco.

Para ello es primeramente necesario, reconocer y caracterizar la dinámica de la calidad fisicoquímica y biológica de sus aguas para definir los márgenes de concentración de diversas variables y sus diferentes usos tanto humanos como ecológicos, de modo de definir un accionar de recuperación, si corresponde, siendo información elemental para el levantamiento de la Norma Secundaria de Calidad de Agua de la cuenca del río Huasco.

El proyecto, expuso toda la información levantada durante los años de ejecución 2017 y 2018 ante el Comité Operativo y el equipo técnico participó activamente en la determinación de áreas de vigilancia en la cuenca del río Huasco, llamados estaciones de calidad integral del agua o áreas de vigilancia en 10 ríos que componen la cuenca, asociados a las actividades antrópicas y a las condiciones naturales y sus respectivas implicancias en la calidad de las aguas.

- **Objetivo General**

Análisis Integral de calidad de agua para el aseguramiento de la competitividad de sectores social, productivo y la sustentabilidad de ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Huasco

- **Objetivos específicos**

1.- Recopilar antecedentes y analizar los requerimientos de calidad del agua en relación a usos productivos, sociales y ecosistémicos en la cuenca del río Huasco.

2.- Generar información técnica para la formulación de la Norma Secundaria de Calidad de Agua de la cuenca del río Huasco.

3.- Capacitar a actores de la sociedad civil, regantes y servicios públicos presentes en la provincia, respecto a los factores que determinan una adecuada calidad del agua para diversos usos, así como las consideraciones de integralidad y necesidades de resguardo de los recursos hídricos y ecosistemas acuáticos de la cuenca del Huasco.

2. Introducción

El informe final, entrega una completa recopilación de los estudios de la cuenca del Huasco, y una selección de 15 estaciones de muestreo o áreas de vigilancia con información disponible que presentaron datos histórica con gran cantidad de información: 3 a 27 años, cumpliendo así con el requisito de antigüedad de Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marinas 2017, desarrollada por el **Ministerio del Medio Ambiente, 2017**.

Se presentó la información levantada en las 5 campañas de terreno durante los años 2017-2018 en las 15 estaciones de muestreo o áreas de vigilancia en que se disponía de información histórica. Junto con ello se presentaron los resultados de sedimentos fluviales en 9 estaciones de muestreo, durante dos campañas en 2018 y fueron contrastados con normativa referencial extranjera.

Las variables de calidad del agua se muestrearon de manera decreciente, desde la primera campaña con 75 variables de manera exploratoria con gran cantidad de elementos orgánicos contaminantes y se van reduciendo hasta la quinta campaña con 42 variables, las que son debidamente justificadas y discutidas con el Comité Operativo, para obtener finalmente 17 variables a ser normadas. Dichas variables se apoyan también, en la Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas continentales y marinas 2017, (MMA, 2017).

Las diferentes condiciones geográficas, geológicas, y de presiones humanas entregan diferentes condiciones de la calidad de las aguas. Para clasificar la gran cantidad de datos, se realizaron análisis estadísticos para agrupar las estaciones o áreas de vigilancia con comportamiento químico similar, y definir así qué variables son más importantes que otras y en que ríos.

Finalmente se analizan las tendencias históricas de las estaciones más importantes y se comparan con normativa referencial australiana y norteamericana.

3. Metodología

3.1. Campañas de terreno

3.1.1. Calidad de agua

El levantamiento de la información de calidad de agua fisicoquímica y biológica se realizó mediante la realización de campañas de terreno estacionales, ejecutadas por el INIA INTIHUASI y la Universidad de Chile, durante los períodos: 04 -07 de septiembre 2017 (**Invierno 2017**), 20-22 de noviembre 2017 (**Primavera 2017**), 23-5 abril 2018 (**Otoño 2018**) 23-26 julio 2018 (**Invierno 2018**), y 05-07 noviembre (**Primavera 2018**).

El **Cuadro 1**, indica las cinco campañas de terreno realizadas a la fecha y los respectivos muestreos realizados. Se determinó tanto la calidad fisicoquímica del agua, como la componente biológica, mediante el muestreo de macroinvertebrados bentónicos y diatomeas. Las campañas de otoño e invierno 2018, contemplan el muestreo de sedimentos fluviales.

Cuadro 1: Campañas de terreno realizadas por proyecto y las matrices ambientales muestreadas la cuenca de Río Huasco

			Matriz ambiental muestreada		
CAMPAÑA DE TERRENO	**ESTACIONALIDAD**	**FECHA**	**BIOTA ACUATICA (*)**	**CALIDAD DE AGUA**	**SEDIMENTOS**
Campaña 1	Invierno 2017	04-07 septiembre 2017	√	√	-
Campaña 2	Primavera 2017	20-22 noviembre 2017	√	√	-
Campaña 3	Otoño 2018	23-25 abril 2018	√	√	√
Campaña 4	Invierno 2018	23-26 julio 2018	√	√	√
Campaña 5	Primavera 2018	05-07 noviembre 2018	-	√	-

* Determinación de microorganismos bioindicadores de calidad del agua **macroinvertebrados y perifiton.**

El muestreo de la componente biológica, consistió en la determinación de 6 replicas en 6 puntos de monitoreo, que posteriormente serán llamadas áreas de vigilancia.

La primera campaña de terreno, de carácter exploratorio (**Cuadro 2**), consideró un análisis completo de 75 variables fisicoquímicas.

Posteriormente y con el análisis expuesto en el informe anterior (**II Informe de Avance: ABRIL 2018**), se van reduciendo las variables fisicoquímicas paulatinamente, con el objeto de proporcionar información útil y técnicamente argumentada como insumo para el levantamiento de la normativa secundaria. Así es, como la Campaña 2, consideró 43

variables fisicoquímicas, las campañas 3 y 4 que consideraron 40 variables y la última, 42 variables.

Cuadro 2: Campañas de terreno realizadas por proyecto y las matrices ambientales muestreadas la cuenca de Río Huasco

		Unidad	Campaña 1	Campaña 2	Campaña 3	Campaña 4	Campaña 5
			Invierno 2017	Primavera 2017	Otoño 2018	Invierno 2018	Primavera 2018
Número	Variables	Unidad	04-07 septiembre 2017	20-22 noviembre 2017	23-25 abril 2018	23-26 julio 2018	05-07 noviembre 2018
1	Temperatura	°C	√	√	√	√	√
2	pH	-	√	√	√	√	√
3	Turbidez	FNU	√	√	√	√	√
4	CE	uS/cm	√	√	√	√	√
5	OD	mg/l	√	√	√	√	√
6	SST	mg/l	√	√	√	√	√
7	DBO5	mg/l	√	√	√	√	√
8	Cloruro	mg/l	√	√	√	√	√
9	Sulfato	mg/l	√	√	√	√	√
10	Fosfato (PO4-)	mg/l	√	√	√	√	√
11	Boro Total	mg/l	√	√	√	√	√
12	Nitrogeno amoniacal (NH4+)	mg/l	√	√	√	√	√
13	Nitrogeno Total (NT)	mg/l	√	√	√	√	√
14	Nitrato (NO3)	mg/l	√	√	√	√	√
15	Nitrato (N-NO3-)	mg/l	X	X	√	√	X
16	Potasio total	mg/l	√	√	√	√	√
17	Cobre total (Cu)	mg/l	√	√	√	√	√
18	Zinc total (Zn)	mg/l	√	√	√	√	√
19	Hierro total (Fe)	mg/l	√	√	√	√	√
20	Manganeso total (Mn)	mg/l	√	√	√	√	√
21	Molibdeno total (Mo)	mg/l	√	√	√	√	√
22	Vanadio Total (V)	mg/l	√	√	√	√	X
23	Cromo total (Cr)	mg/l	√	√	√	√	X
24	Cobalto Total (Co)	mg/l	√	√	√	√	X
25	Bario total (Ba)	mg/l	√	√	√	√	X
26	Estaño Total (Sn)	mg/l	√	X	√	√	X
27	Cadmio total (Cd)	mg/l	√	√	√	√	X
28	Niquel total (Ni)	mg/l	√	√	√	√	X
29	Mercurio total (Hg)	mg/l	√	√	√	√	√

		Unidad	Campaña 1	Campaña 2	Campaña 3	Campaña 4	Campaña 5
			Invierno 2017	Primavera 2017	Otoño 2018	Invierno 2018	Primavera 2018
Número	Variables	Unidad	04-07 septiembre 2017	20-22 noviembre 2017	23-25 abril 2018	23-26 julio 2018	05-07 noviembre 2018
30	Plomo total (Pb)	mg/l	√	√	√	√	X
31	Aluminio total (Al)	mg/l	√	√	√	√	√
32	Arsenico total (As)	mg/l	√	√	√	√	√
33	Coliformes totales	mg/l	√	√	√	√	√
34	Cianuro (CN-)	mg/l	√	√	√	√	√
35	STD (*in situ*)	mg/l	√	√	√	√	√
36	Bicarbonato	mg/l	√	√	X	X	√
37	Carbonato	mg/l	√	X	X	X	√
38	Nitrito (N-NO2-)	mg/L	√	√	√	√	X
39	Nitrito (NO2-)	mg/L	√	√	√	√	√
40	NKT	mg/L	√	X	√	√	√
41	Demanda Quimica de Oxigeno (DQO)	mg/L	√	X	√	√	√
42	Fosforo (P)	mg/L	√	X	√	√	√
43	Alcalinidad Parcial (CaCO3)	mg/L	√	√	X	X	√
44	Alcalinidad Total (CaCO3)	mg/L	√	√	X	X	√
45	Berilio total (Be)	mg/L	√	√	X	X	X
46	Calcio Total	mg/L	√	√	X	X	√
47	Sodio Total	mg/L	√	√	X	X	√
48	Magnesio total (Mg)	mg/L	√	√	X	X	√
49	Aceites y Grasas	mg/L	√	X	X	X	X
50	Coliformes fecales	NMP/100mL	√	X	X	X	√
51	Plata	mg/L	√	X	X	X	X
52	Benceno	ug/L	√	X	X	X	X
53	Cromo Hexavalente (Cr +6)	mg/L	√	X	X	X	X
54	Tolueno	ug/L	√	X	X	X	X
55	Xilenos Totales	ug/L	√	X	X	X	X
56	Fluoruro (F-)	mg/L	√	X	X	X	√
57	pH 25?C Laboratorio	U pH	√	X	X	X	X
58	Bromodiclorometano	mg/L	√	X	X	X	X
59	Solidos Suspendidos Totales	mg/L	√	X	X	X	X
60	Sulfuro (S-2)	mg/L	√	X	X	X	√
61	E. coli	NMP/100mL	√	X	X	X	√
62	Trihalometanos	mg/L	√	X	X	X	X
63	Triclorometano (Cloroformo)	mg/L	√	X	X	X	X

		Unidad	Campaña 1	Campaña 2	Campaña 3	Campaña 4	Campaña 5
			Invierno 2017	Primavera 2017	Otoño 2018	Invierno 2018	Primavera 2018
Número	Variables	Unidad	04-07 septiembre 2017	20-22 noviembre 2017	23-25 abril 2018	23-26 julio 2018	05-07 noviembre 2018
64	Tribromometano (Bromoformo)	mg/L	√	X	X	X	X
65	Tetracloroeteno	ug/L	√	X	X	X	X
66	Dibromoclorometano	mg/L	√	X	X	X	X
67	2-4 D	ug/L	√	X	X	X	X
68	Pentaclorofenol	ug/L	√	X	X	X	X
69	Lindano	ug/L	√	X	X	X	X
70	Metoxicloro	ug/L	√	X	X	X	X
71	Litio Total (Li)	mg/L	√	X	X	X	√
72	Selenio total (Se)	mg/L	√	X	X	X	X
73	DDT+DDD+DDE	ug/L	√	X	X	X	X
74	Detergentes Anionicos	mg/L	√	X	X	X	X
75	Hidrocarburos Aromaticos Policiclicos	ug/L	√	X	X	X	X
76	PCBs	mg/l	√	X	X	X	X
77	Amoniaco (NH3)	mg/L	X	√	X	X	X
			75	43	40	40	42

El **cuadro 3**, presenta las coordenadas de los puntos propuestos como nuevas áreas de vigilancia, homologados a las estaciones de calidad de agua DGA disponibles, y estaciones de muestreo levantadas por área publica y privada.

Cuadro 3: Coordenadas de las áreas de vigilancia propuestas por el proyecto en la cuenca de Río Huasco

Cauce	Cobertura de cada área de vigilancia	Área de Vigilancia Propuestos en taller	Código Estaciones Unificadas	Coordenadas UTM WGS 84	
				Norte	Este
Río Huasco	Desde punto de encuentro del Río Tránsto y Río del Carmen hasta estación DGA Chépica	HU-10	Estación DGA Chepica 03820002-K	6823906	348477
	Desde estación DGA Chepica hasta estación DGA Panamericana	HU-20	Estación DGA Panamericana 03823001-8	6838960	324493
	De estación DGA Panamericana hasta estación INIA 03-H	HU-30	INIA 03-H Nicolasa	6843990	302996

Cauce	Cobertura de cada área de vigilancia	Área de Vigilancia Propuestos en taller	Código Estaciones Unificadas	Coordenadas UTM WGS 84	
				Norte	Este
	De estación INIA 03-H hasta estación DGA Huasco Bajo	HU-40	Estación DGA Huasco Bajo 03826001-4	6848713	286808
Río Carmen	Desde inicio del Río Carmen hasta estación CMN CA4	CA-10	Estación CMN CA4	6786630	355570
	Desde estación CMN CA4 hasta intersección de Río Carmen con Río Huasco	CA-20	Estación DGA Ramadillas 03815001-4	6818346	355150
Río Potrerillos	Desde inico del Río Potrerillos hasta estación CMN VIT5	PO-10	Estación CMN VIT5	6744643	382403
	Desde estación CMN VIT5 hasta final Río Potrerillos	PO-20	Estación CMN VIT3	6745438	381388
Río Tres Quebradas	Desde inicio Río Tres Quebradas hasta intersección con Río Potrerillos	QU-10	Estación CMN VIT4	6744974	382410
Río del Toro	Desde inicio del Río Toro, hasta inicio Río Tres Quebradas	TO-10 (no muestreada por acceso)	Estación CMN TO3	6754460	394561
Río El Tránsito	Desde confluencia del Río Conay y Río Collay hasta intersección con rios Huasco y Carmen	TR-10	Estación DGA 03806001-5	6818555	355067
Río Chollay	Desde inicio del Río Chollay hasta intersección con Río El Tránsito	CH-10	Estación DGA 03803001-9	6794225	387478
Río Estrecho	Desde inico del Río Estrecho hasta inicio del Río Collay	ES-10	Estación CMN NE4	6769472	389489
Río Conay	Desde estaciones El Morro RH-7 y RH-8 hasta estación DGA 03802001-3	CO-10	Estación DGA 03802001-3	6797190	392723
Río Valeriano	Desde inicio del Río Valeriano (y sus subcuencas) hasta estación El Morro RH-7	VA-10	Estación El Morro RH-7	6804207	398168
Río Laguna Grande	Desde estación El Morro LG-10 hasta estación El Morro RH-8	LG-10	Estación El Morro RH-8	6804361	398221
Río Cazadero	Desde inicio del Río Cazadero (y subcuencas de éste) hasta estación El Morro LG-10	RC-10 (no muestreada por acceso)	Estación El Morro LG-10	6818157	403280

3.1.2. Normativa referencial para calidad de agua

3..1.2.1. Metodología aplicada para la obtención de los valores para el resguardo de la calidad de los sistemas de agua dulce.

La Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marinas 2017, desarrollada por el **Ministerio del Medio Ambiente, 2017**, valida el uso de normativa de referencia de Australia, la que ha sido validada por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

Estos valores referenciales normados, llamados "valores de activación" utilizaron la distribución estadística de los datos de referencia recopilados en cinco regiones geográficas de Australia y Nueva Zelanda. Aquí, dependiendo del factor estresante, se ha definido una perturbación medible en ecosistemas de perturbación leve a moderada utilizando el percentil 80 y / o 20 de los datos de referencia. Los representantes del estado y el territorio de Nueva Zelanda y Australia utilizaron distribuciones porcentuales de los datos disponibles y el juicio profesional para derivar valores desencadenantes para cada tipo de ecosistema en sus regiones.

Los valores desencadenantes se cotejaron, debatieron y acordaron para el sudeste de Australia, el sudoeste de Australia, la Australia tropical, el centro sur de Australia, el área de baja precipitación y Nueva Zelanda. En el caso de la cueca del Huasco, este trabajo fue presentado en el informe II de avance de Abril 2018.

3..1.2.2. Valores de normativas referenciales.

Para la evaluación de las condiciones climáticas de la Región de Atacama versus la condición climática homóloga más cercana en Australia, se recurrió a los mapas de Köppen-Geiger usando los algoritmos de reducción de escala descritos por Rubel et al. (2017). Este mapa es representativo del período más reciente de 25 años 1986-2010 y se presenta en el **Anexo 1. Mapa climático global**.

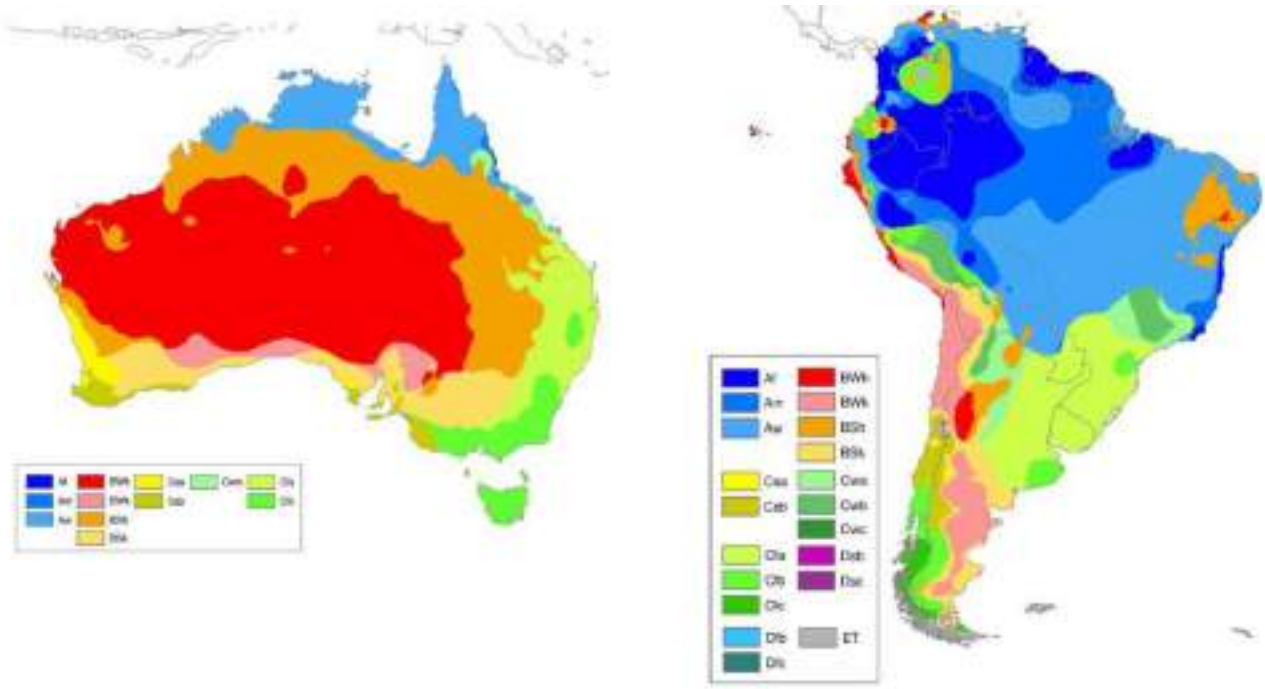


Figura 1: Mapa climático de KÖPPEN- GEIGER de Australia (izquierda)y Sudamérica (derecha).
Fuente: High resolution map and data (version March 2017)
http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm#GoogleEarth

La **Figura 1**, presenta el mapa climático de Sudamérica a la derecha donde se observa la región de Atacama en rosado, con referencia climática BWk, que corresponde a una de las clasificaciones de clima árido, la cual se corresponde con la región de South Australia. Los valores límites permitidos para la protección de los ecosistemas acuáticos en South Central Australia, se presentan en el **Cuadro 4**.

Según la guía ANZECC (2000), para los ecosistemas que pueden clasificarse como altamente perturbados, pueden aplicarse los valores desencadenantes de protección del 95%. Sin embargo, dependiendo del estado del ecosistema, los objetivos de manejo y la aprobación de la autoridad de la región en consulta con la comunidad, se sugiere aplicar un valor de activación de la guía menos estricto, por ejemplo, protección del 90% de las especies o incluso del 80%. Los valores límites permitidos para la protección de los ecosistemas acuáticos en 80% y 90%, se presentan en el **Cuadro 5**.

Estos valores se proporcionan como objetivos intermedios para la mejora de la calidad del agua.

Cuadro 4: Valores límites permitidos para la protección de los ecosistemas acuáticos en South Central Australia.

Parámetro	Unidad	Tipo de ecosistema				
		Ríos de zonas bajas	Rios de zonas altas (> 150 m)	Estuarios	Marino	Notas
Nitrógeno total	mg/l	1	Data insuficiente	1	1	-
Fosfato (PO4-)	mg/l	0,04	Data insuficiente	0,01	0,01	
Fósforo total	mg/l	0,1	Data insuficiente	0,1	0,1	-
Clorofila *a*	mg/l	Data insuficiente	Data insuficiente	0,005	0,001	-
NOx	mg/l	0,1	Data insuficiente	0,1	0,1	-
Amonio	mg/l	0,1	Data insuficiente	0,05	0,05	-
pH	mg/l	6,5-9,0	Data insuficiente	6,5-9,0	8,0-9,0	-
OD	%	90	Data insuficiente	90	Data insuficiente	-
CE	uS/cm	100-5000	Data insuficiente	Data insuficiente	Data insuficiente	Altamente variable, depende del caudal.
Turbiedad	NTU	1,0-50	Data insuficiente	0,5-10	0,5-10	La turbidez es muy variable y depende de la escorrentía estacional de la lluvia.

Fuente: ANZECC (2000).

Cuadro 5: Valores límites permitidos para la protección de los ecosistemas acuáticos en 80% y 90% de las especies.

Parámetro	Unidad	Valores de proteccion para 90% de las especies	Valores de proteccion para 80% de las especies
Cloruro	mg/l	0,006	0,013
Amonio	mg/l	1,4	2,3
Nitrato (NO3)	mg/l	3,4	17
Cobre total (Cu)	ug/l	1,8	2,5
Zinc total (Zn)	ug/l	15	31
Hierro total (Fe)	ug/l	Data insuficiente	Data insuficiente
Manganeso total (Mn)	ug/l	2500	3600
Aluminio total (Al)	(ug/l) pH > 6,5	80	150
Arsenico total (As III)	ug/l	94	360
Arsenico total (As V)	ug/l	42	140
Cianuro	ug/l	11	18

Fuente: ANZECC (2000).

3.1.3. Normativa referencial para sedimentos fluviales

Es difícil normalizar niveles de concentraciones en sedimentos fluviales, por lo cual se recurrió a normativa internacional vigente. La guía australiana, no posee valores propios, pero cita otras referencias internacionales. Se consideran apropiadas las guías del NOAA (Administración Nacional Atmosférica y Oceanográfica, USA), por haberse desarrollado sobre la base de la evaluación del potencial de los efectos biológicos de los contaminantes absorbidos por sedimentos en varios cientos de sitios muestreados en Estados Unidos. Dicho estudio examinó los datos obtenidos a partir de bioensayos de sedimentos enriquecidos y otros criterios diferentes para calidad de sedimentos. Los datos del percentil 10 inferior se identificaron como **rango de efectos bajo** (ERL) y la mediana como **rango de efectos mediano** (ERM).

El **Cuadro 6**, presentó los límites del NOAA para sedimentos, de los que se utilizó el nivel de efecto bajo, el más estricto para el resguardo de la biota.

Cuadro 6: Valores límites permitidos para la protección de los ecosistemas acuáticos en sedimentos fluviales según NOAA.

Parametro	Unidad	NOAA	
		ERL	ERM
		Rango de efecto bajo	Rango de efecto mediano
Cadmio	**mg/kg peso seco**	1,2	9,6
Cromo	**mg/kg peso seco**	81	370
Cobre	**mg/kg peso seco**	34	270
Plomo	**mg/kg peso seco**	46,7	218
Mercurio	**mg/kg peso seco**	0,15	0,71
Niquel	**mg/kg peso seco**	20,9	51,6
Plata	**mg/kg peso seco**	1	3,7
Zinc	**mg/kg peso seco**	150	410

Fuente: ANZECC (2000)

Algunos de los metales indicados en este **Cuadro 7**, no pudieron ser comparados con la data obtenida en el presente proyecto, debido a que se obtuvieron fracciones TCLP (Siglas en inglés para: "***Procedimiento de lixiviación característico de toxicidad***") el que entrega el valor del parámetro en sedimentos en **unidades de volumen (mg/L),** procedimiento en el que se somete la muestra en una solución lixiviante (pH bajo) durante 16 horas aproximadamente y luego se analizan los metales, con el objetivo de simular la fracción disponible para la biota.

3.1.4. Muestreo de calidad de agua, sedimentos fluviales y biota

En cuanto a la logística realizada, las muestras de calidad de agua y sedimentos colectadas durante un día de muestreo en la cuenca, de acuerdo con el programa de terreno (**Anexo 2. Programas terreno**), se envían las muestras en coolers debidamente preservadas y etiquetadas sin revelar su ubicación, durante las primeras 24 horas del muestreo y siguiendo cadena de frio de acuerdo con los requerimientos para el muestreo de aguas superficiales indicados en la NCh 411/96, según las etapas indicadas a continuación en el **Cuadro 7**:

Cuadro 7: Imágenes de etapas de muestreo de calidad de aguas, biota acuática y sedimentos fluviales por estación de muestreo o área de vigilancia

I Muestreo de agua en Huasco Bajo	
II Determinación de parámetros *in situ* en río Valeriano	  (* Equipo multiparámetro HANNA HI 9829 y pH HI 98191)

Cuadro 7: Imágenes de etapas de muestreo de calidad de aguas, biota acuática y sedimentos fluviales por estación de muestreo o área de vigilancia

III Muestreo de Macroinvertebrados bentónicos en río Chollay	 (*IZQ : Muestreo con red surber, DER: llenado envases)
IV Muestreo de perifiton en río Valeriano	

Cuadro 7: Imágenes de etapas de muestreo de calidad de aguas, biota acuática y sedimentos fluviales por estación de muestreo o área de vigilancia

V Medición de flujo del agua	
VI Muestreo de sedimentos de río Valeriano	

Cuadro 7: Imágenes de etapas de muestreo de calidad de aguas, biota acuática y sedimentos fluviales por estación de muestreo o área de vigilancia

VII Almacenamiento, preservación y rotulación de muestras	 
VIII Envío de las muestras a laboratorio certificado.	

3.1.5. Metodología para relación sedimento- columna de agua

En la búsqueda de relaciones entre el sedimento y la columna de agua, se realizaron correlaciones de Pearson entre las concentraciones de elementos totales en los sedimentos y las concentraciones totales en el agua, entendiendo que las correlaciones entre pares de elementos pueden indicar fuente u origen común.

3.2. Metodologías analíticas

Las metodologías analíticas de cada una de las variables fisicoquímicas se representaron en los **Anexo 3. Informes de laboratorio.**

El laboratorio elegido fue ANAM (Análisis Ambientales S.A.) en Santiago, el que cuenta con acreditación y con límites de detección de mejor sensibilidad, en relación con otros laboratorios ambientales.

3.3. Metodología estadística aplicada

El presente proyecto, levantó 5.637 datos apróx. entre datos de calidad de agua y sedimentos cuya tabulación completa de la data registrada durante las 5 campañas de terreno se presentó en el **Anexo 4. Calidad de agua y sedimentos (Tablas 1 y 2 Excel).** Para el análisis espacial de las estaciones / áreas de vigilancia, se utilizó la herramienta estadística del **Análisis de Componentes Principales (PCA)**, que consiste en encontrar transformaciones ortogonales de las variables originales para conseguir un nuevo conjunto de variables incorreladas, denominadas Componentes Principales, que se obtienen en orden decreciente de importancia. Este análisis determina las diferencias espaciales (similitud con base en la distancia euclidiana) entre variables en cada profundidad (Arévalo-Martinez y Franco-Herrera, 2008; Villardón, J. 2002)

El análisis por componentes principales tiene la ventaja de incorporar gran cantidad de variables independientes de la química de las aguas, determinadas en distintos lugares en el espacio, y permite correlacionar entre si qué variables estuviesen gobernando las características fisicoquímicas del agua y en qué sectores geográficos.

Junto con el análisis de componentes principales, se aplicó el **Análisis Cluster, conocido como Análisis de Conglomerados**, técnica estadística multivariante que busca agrupar variables, tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos (De la Fuente, 2011).

El software utilizado para la realización de estos análisis es Infostat, 2017.

3.4. Talleres de difusión

La etapa N°3 del proyecto, difusión de los resultados, considera las actividades de entrega de los resultados una vez levantada la información por medio de la obtención de resultados de las campañas de terreno.

En total se realizaron 6 talleres de difusión en los meses de junio y septiembre de 2018, y 1 monitoreo participativo a solicitud de la comunidad de Huasco Bajo. Los detalles de los talleres, presentaciones y medios de verificación se detallan en el **Cuadro 8**, y se adjuntan archivos en el **Anexo 5. Talleres de difusión**.

Cuadro 8: Información de talleres de difusión y monitoreos participativos realizados en el proyecto, con expositores INIA, Universidad de Chile y Ministerio del Medio Ambiente (SEREMI Atacama).

Taller	Versión por Cuenca	Fecha / Hora	Lugar	Tema	Presentación (verificación en ruta carpetas)	Expositor	Medios de verificación (verificación en ruta carpetas)
Taller I	1. Vallenar	13 junio 2018 / 10:00 – 12:30 hrs	Junta de vecinos hermanos Carrera (Vallenar).	Estado de avance del proceso Normativo de la NSCA del Huasco	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 1. PPT MMA	Natalia Penroz (Profesional MMA)	**Anexo 5. Talleres de difusión / Taller I** 6. **Lista de asistencia** 7. **Programa talleres** 8. **Fotografías**
				Calidad de agua de la cuenca del Huasco, en relación con las principales actividades antrópicas.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 2. PPT 1 INIA	Francisco Meza (Jefe de Proyecto)	
				Resultados calidad química del agua.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 3. PPT 2 INIA	Viviana Andaur (Ejecutor de proyecto)	
				Resultados de la biota acuática.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 4. PPT U Chile Macroinvertebrados	Alejandro Angel, Claudio Castillo (Profesionales U de Chile)	
	2. Huasco bajo	13 junio 2018 / 15:00 – 17:30 hrs	Centro Comunitario Carmen Araya Largo, (2° piso), Maipú # 107, población O´Higgins, Huasco Bajo.	Estado de avance del proceso Normativo de la NSCA del Huasco	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 1. PPT MMA	Natalia Penroz (Profesional MMA)	
				Calidad de agua de la cuenca del Huasco, en relación con las principales actividades antrópicas.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 2. PPT 1 INIA	Francisco Meza (Jefe de Proyecto)	
				Resultados calidad química del agua.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 3. PPT 2 INIA	Viviana Andaur (Ejecutor de proyecto)	

Taller	Versión por Cuenca	Fecha / Hora	Lugar	Tema	Presentación (verificación en ruta carpetas)	Expositor	Medios de verificación (verificación en ruta carpetas)
				Resultados de la biota acuática.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 4. PPT U Chile Macroinvertebrados	Alejandro Angel, Claudio Castillo (Profesionales U de Chile)	9. **Afiche difusión e invitación**
	3. Tránsito	14 junio 2018 / 10:00 – 12:30 hrs	Junta de Vecinos El Tránsito	Estado de avance del proceso Normativo de la NSCA del Huasco	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 1. PPT MMA	Natalia Penroz (Profesional MMA)	
				Calidad de agua de la cuenca del Huasco, en relación con las principales actividades antrópicas.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 2. PPT 1 INIA	Francisco Meza (Jefe de Proyecto)	
				Resultados calidad química del agua.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 3. PPT 2 INIA	Viviana Andaur (Ejecutor de proyecto)	
				Resultados de la biota acuática.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 4. PPT U Chile Macroinvertebrados	Alejandro Angel, Claudio Castillo (Profesionales U de Chile)	
	4. Carmen	15 junio 2018 / 15:00 – 17:30 hrs	Junta de Vecinos Alto del Carmen	Estado de avance del proceso Normativo de la NSCA del Huasco	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 1. PPT MMA	Natalia Penroz (Profesional MMA)	
				Calidad de agua de la cuenca del Huasco, en relación con las principales actividades antrópicas.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 2. PPT 1 INIA	Francisco Meza (Jefe de Proyecto)	
				Resultados calidad química del agua.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 3. PPT 2 INIA	Viviana Andaur (Ejecutor de proyecto)	
				Resultados de la biota acuática.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller I -> 4. PPT U Chile Macroinvertebrados	Claudio Castillo (Profesionales U de Chile)	
					Anexo 5. Talleres de difusión --> Taller I -> 5. PPT U Chile Diatomeas	Alejandro Angel, (Profesionales U de Chile)	

Taller	Versión por Cuenca	Fecha / Hora	Lugar	Tema	Presentación (verificación en ruta carpetas)	Expositor	Medios de verificación (verificación en ruta carpetas)
Taller II	5. Huasco	12 septiembre 2018 / 15:00 – 18:00 hrs	Centro Comunitario Vallenar, Calle Erasmo Escala # 420, Vallenar.	Calidad de agua de la cuenca del Huasco, en relación con las principales actividades antrópicas.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller II -> 10. PPT 1 INIA	Francisco Meza (Jefe de Proyecto)	**Anexo 5. Talleres de difusión / Taller II** 14. **Lista de asistencia** 15. **Programa talleres** 16. **Fotografías** 17. **Afiche difusión e invitación**
				Resultados de la NSCA: Calidad fisicoquímica del agua en la cuenca.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller II -> 11. PPT 2 INIA	Viviana Andaur (Ejecutor de proyecto)	
				Resultados del muestreo de biota acuática y su uso como bioindicadores de calidad ambiental.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller II -> 12. PPT U Chile Macroinvertebrados	Claudio Castillo (Profesionales U de Chile)	
					Anexo 5. Talleres de difusión --> Taller II -> 13. PPT U Chile Diatomeas	Alejandro Angel, (Profesionales U de Chile)	
	6. Carmen	13 septiembre 2018 / 19:00 – 21:30 hrs	Junta de Vecinos Alto del Carmen	Calidad de agua de la cuenca del Huasco, en relación con las principales actividades antrópicas.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller II -> 10. PPT 1 INIA	Francisco Meza (Jefe de Proyecto)	
				Resultados de la NSCA: Calidad fisicoquímica del agua en la cuenca.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller II -> 11. PPT 2 INIA	Viviana Andaur (Ejecutor de proyecto)	
				Resultados del muestreo de biota acuática y su uso como bioindicadores de calidad ambiental.	**Anexo 5. Talleres de difusión** --> Taller II -> 12. PPT U Chile Macroinvertebrados	Claudio Castillo (Profesionales U de Chile)	
					Anexo 5. Talleres de difusión --> Taller II -> 13. PPT U Chile Diatomeas	Alejandro Angel, (Profesionales U de Chile)	
Monitoreo participativo de biota acuática y calidad de agua con la comunidad.	1. Huasco Bajo	23 julio 2018 / 15: 30 hrs	Sector puente Huasco Bajo	Presentación a la comunidad de el trabajo de monitoreo ambiental del agua, sedimentos y biota acuática que se realiza en cada estación o área de vigilancia en el presente proyecto.	**Anexo 5. Talleres de difusión** -->Monitoreo participativo	INIA-U de Chile	**Anexo 5. Talleres de difusión / Monitoreo participativo** 18. **Fotografías.**

Taller	Versión por Cuenca	Fecha / Hora	Lugar	Tema	Presentación (verificación en ruta carpetas)	Expositor	Medios de verificación (verificación en ruta carpetas)
							19. **Lista de asistencia**
							20. **Programa monitoreo**

4. Resultados

4.1. Análisis estadístico espacial de calidad de aguas

4.1.1. Campaña de Invierno 2017

El análisis de componentes principales de la campaña de **invierno 2017 (Figura 2)**, que consideró como factor las estaciones o áreas de vigilancia muestreadas en el presente proyecto, explicó una buena parte de la variabilidad de los datos con un 65,5 % entre los ejes 1 y 2.

El **Cuadro 9**, destaca la información que fue utilizada en el análisis, el cual representó 10 estaciones y 40 parámetros. Se eliminaron algunos parámetros y estaciones ya que, para ser realizado el análisis, se consideró una matriz completa de datos sin celdas vacías. Otro criterio considerado fue la imposibilidad de variación en casos en que los datos se mantienen menores al límite de detección en toda el área de estudio.

Cuadro 9: Detalle de las estaciones y parámetros, consideradas y eliminadas en el PCA Invierno 2017.

ESTACIONES			PARÁMETROS			
N°	CONSIDERADAS EN PCA	ELIMINADAS POR FALTA DE DATOS y NULA VARIACION	CONSIDERADOS EN PCA			ELIMINADOS POR FALTA DE DATOS
1	LG-10	ES-10	Temperatura	Manganeso total (Mn)	Alcalinidad Parcial (CaCO3)	Bario total (Ba)
2	VA-10	HU-30	pH	Molibdeno total (Mo)	Alcalinidad Total (CaCO3)	Cadmio total (Cd)
3	CH-10	CA-10	Turbidez	Cromo total (Cr)	Calcio Total	Berilio total (Be)
4	TR-10	PO-20	CE	Cobalto Total (Co)	Sodio Total	Sulfuro (S-2)
5	QU-10	Embalse Sta Juana*	OD	Níquel total (Ni)	Magnesio total (Mg)	E. coli
6	PO-10	CO-10	SST	Plomo total (Pb)	Coliformes fecales	Vanadio Total (V)
7	CA-20	Río Potrerillos antes río Carmen	Cloruro	Aluminio total (Al)	Plata	Litio Total (Li)
8	HU-10	Carmen 8,7 Km antes San Felix	Sulfato	Arsénico total (As)	Fluoruro (F-)	Selenio total (Se)
9	HU-20	Rio Huasco en Quebrada Maitencillo	Fosfato (PO4-)	Coliformes totales	pH 25?C Laboratorio	DDT+DDD+DDE

ESTACIONES			PARÁMETROS			
N°	**CONSIDERADAS EN PCA**	**ELIMINADAS POR FALTA DE DATOS y NULA VARIACION**	**CONSIDERADOS EN PCA**			**ELIMINADOS POR FALTA DE DATOS**
10	HU-40	Río Huasco en Pte Los Guindos	Nitrógeno Total (NT)	STD (*in situ*)	Solidos Suspendidos Totales	Amoniaco (NH3)
11	-	Conay en acceso particular	Nitrato (NO3)	Bicarbonato	-	Vanadio Total (V)
12	-	-	Potasio total	Carbonato	-	Boro Total
13	-	-	Cobre total (Cu)	NKT	-	Nitrógeno amoniacal (NH4+)
14	-	-	Zinc total (Zn)	Demanda Química de Oxigeno (DQO)	-	Nitrato (N-NO3-)
15	-	-	Hierro total (Fe)	Fosforo (P)	-	-

La **Figura 2**, representa la distribución espacial de las estaciones de muestreo durante la campaña de invierno 2017, en el que se identifican 4 grupos de comportamiento químico común. Los resultados de los análisis estadísticos detallados se presentaron en el capítulo ***7. Anexo estadístico.***

El análisis indicó que la estación HU-40, hacia el sector de Huasco Bajo, presentó las mayores concentraciones de toda la cuenca de iones asociados a la salinidad del agua, entre ellos: **calcio, sodio, potasio, magnesio, carbonato, alcalinidad, cloruro, sulfato y fosfato,** además de **coliformes totales**, y un par de metales como el **cromo y molibdeno.**

Por otro lado**,** el río Chollay **(estación CH-10)**, representa las menores concentraciones de estas sales, mientras que las restantes estaciones de la cuenca, presentarían concentraciones intermedias entre HU-10 y CH-10. Cabe destacar que CH-10, presentó las mayores concentraciones de metales: **zinc, hierro, aluminio, cobalto, plomo, cobre, manganeso, níquel, turbidez.**

Un tercer grupo, quedó representado por la estación en el río Tres Quebradas**: QU-10**, destacado por presentar las mayores concentraciones de **nitrato, nitrógeno total y pH**.

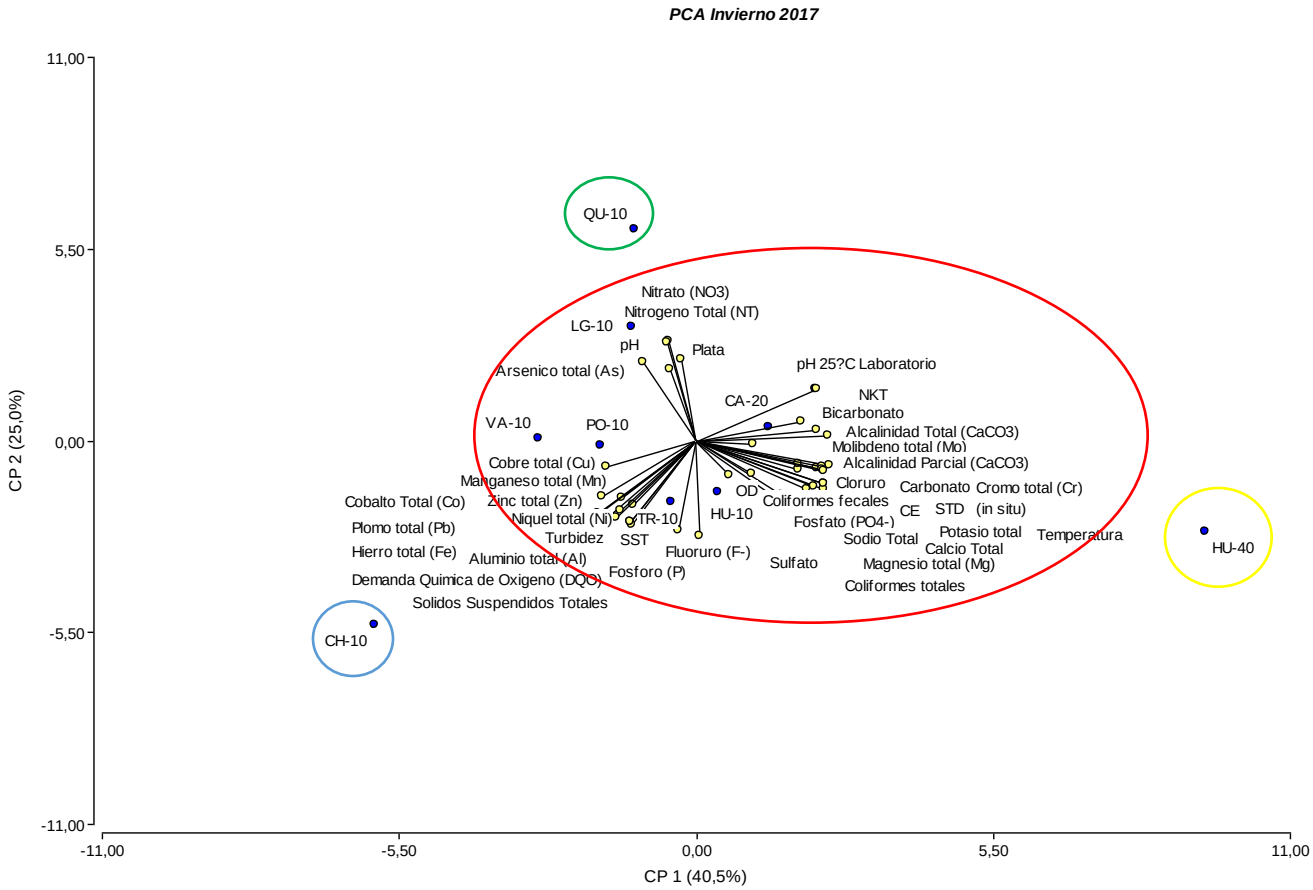


Figura 2: Análisis de componentes principales y análisis de claster en círculos coloreados. Campaña invierno 2017.

4.1.2. Campaña de primavera 2017

En cuando al análisis de componentes principales de la campaña de primavera 2017 (**Figura 2**), explicó una buena parte de la variabilidad de los datos, con un 56 % entre los ejes 1 y 2.

El **Cuadro 10**, destaca la información que fue utilizada en el análisis, el cual representó 15 estaciones y 33 parámetros, según los mismos criterios representados en el análisis de la campaña invierno 2017.

Cuadro 10: Detalle de las estaciones y parámetros, consideradas y eliminadas en el PCA primavera 2017.

ESTACIONES			PARAMETROS				
N°	CONSIDERADAS EN PCA	ELIMINADAS POR FALTA DE DATOS	CONSIDERADOS EN PCA			ELIMINADOS POR FALTA DE DATOS	
1	LG-10	Conay en acceso particular	pH	Hierro total (Fe)	Alcalinidad Total (CaCO3)	Nitrato (N-NO3-)	Fosforo (P)
2	VA-10	Río Potrerillos antes río Carmen	CE	Manganeso total (Mn)	Berilio total (Be)	Coliformes fecales	Temperatura
3	CO-10	Carmen 8,7 Km antes San Felix	SST	Molibdeno total (Mo)	Calcio Total	Plata	Turbidez
4	CH-10	Río Huasco en Pte Los Guindos	Cloruro	Vanadio Total (V)	-	Fluoruro (F-)	STD (*in situ*)
5	ES-10	Rio Huasco en Quebrada Maitencillo	Sulfato	Cromo total (Cr)	-	pH 25?C Laboratorio	Oxígeno disuelto (OD)
6	TR-10	Embalse Sta Juana*	Fosfato (PO4-)	Cobalto Total (Co)	-	Solidos Suspendidos Totales	Nitrógeno amoniacal (NH4+)
7	QU-10	-	Boro Total	Bario total (Ba)	-	Sulfuro (S-2)	-
8	PO-10	-	Nitrógeno Total (NT)	Cadmio total (Cd)	-	E. coli	-
9	PO-20	-	Nitrato (NO3)	Níquel total (Ni)	-	Vanadio Total (V)	-
10	CA-10	-	Potasio total	Plomo total (Pb)	-	Litio Total (Li)	-
11	CA-20	-	Cobre total (Cu)	Sodio Total	-	Selenio total (Se)	-
12	HU-10	-	Aluminio total (Al)	Magnesio total (Mg)	-	DDT+DDD+DDE	-
13	HU-20	-	Arsénico total (As)	Amoniaco (NH3)	-	Carbonato	-

ESTACIONES			PARAMETROS				
N°	CONSIDERADAS EN PCA	ELIMINADAS POR FALTA DE DATOS	CONSIDERADOS EN PCA			ELIMINADOS POR FALTA DE DATOS	
14	HU-30	-	Coliformes totales	Zinc total (Zn)	-	NKT	-
15	HU-40	-	Bicarbonato	Alcalinidad Parcial (CaCO3)	-	Demanda Química de Oxigeno (DQO)	-

La **Figura 3**, representa la distribución espacial de las estaciones de muestreo durante la campaña de primavera 2017, en el que se identifican 4 grupos de comportamiento químico común. Los resultados de los análisis estadísticos detallados se presentaron en el capítulo 7. ***Anexo estadístico.***

El análisis indicó que las estaciones **HU-20, HU-30** y **HU-40**, es decir desde Huasco en panamericana hasta el sector de Huasco Bajo, presentaron las mayores concentraciones de toda la cuenca de iones asociados a la salinidad del agua, entre ellos: **calcio, sodio, potasio, magnesio, alcalinidad, cloruro, bicarbonato, sulfato, fosfato,** además de **conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos** y **boro**.

Por otro lado**,** en esta campaña surgen nuevas estaciones en un segundo grupo: el río Chollay **(estación CH-10)**, río Estrecho **(ES-10), que no había sido muestreado en la campaña de invierno 2017**, río Valeriano **(VA-10),** río Potrerillos antes de Tres Quebradas **(PO-10)** y río Conay **(CO-10)**, **esta última estación no había sido considerada en la campaña de invierno 2017 por falta de datos**. Este grupo presentó menores concentraciones de los iones anteriormente señalados, y por otro lado, registraron las mayores concentraciones de otros elementos metálicos, tales como: **zinc, cadmio, aluminio, cobalto, plomo, cobre, manganeso y níquel.**

Un tercer grupo, quedó representado por la estación en el río Tres Quebradas **(QU-10),** al igual que en la campaña de invierno 2017, sumado a las estaciones en río Potrerillos (**PO-20**), río Laguna Grande **(LG-10)** y río Carmen (**CA-10** y **CA-20**), constituido mayoritariamente por las estaciones de la cuenca del Carmen, y destacados por presentar las mayores concentraciones de **nitrato, nitrógeno total, pH, plomo, hierro, vanadio, cromo y bario**.

El cuarto grupo, ubicó a las estaciones del río Tránsito (**TR-10**) y Huasco en Chépica (**HU-10**), que al igual que en el análisis de campaña anterior, se presentaron cercanas en su composición química.

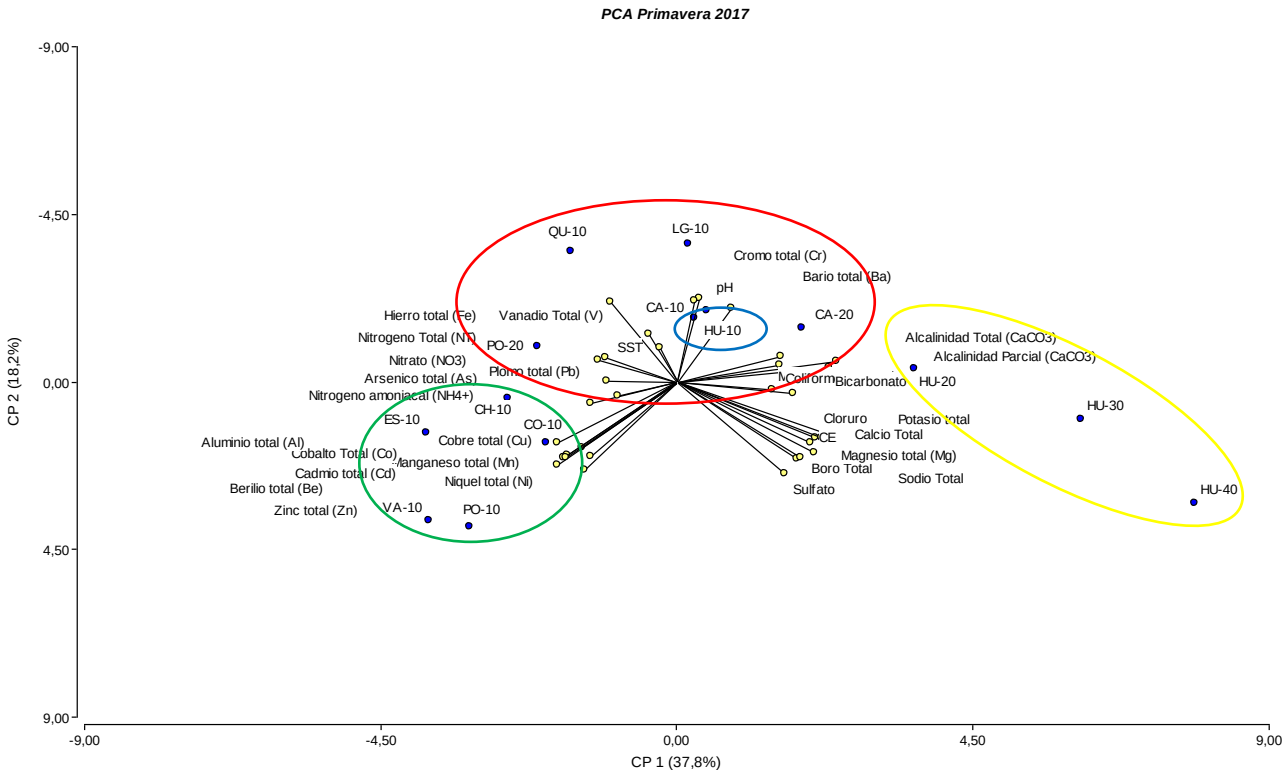


Figura 3: Análisis de componentes principales y análisis de claster en círculos coloreados. Campaña primavera 2017.

4.1.3. Campaña de otoño 2018

En cuando al análisis de componentes principales de la campaña de otoño 2018 (**Figura 3**), explicó una buena parte de la variabilidad de los datos, con un 49,5 % entre los ejes 1 y 2.

El **Cuadro 11**, destaca la información que fue utilizada en el análisis, el cual representó 15 estaciones y 33 parámetros, según los mismos criterios representados en los análisis de componentes principales anteriores.

Cuadro 11: Detalle de las estaciones y parámetros, consideradas y eliminadas en el PCA otoño 2018.

ESTACIONES			PARAMETROS				
N°	CONSIDERADAS EN PCA	ELIMINADAS POR FALTA DE DATOS	CONSIDERADOS EN PCA			ELIMINADOS POR FALTA DE DATOS	
1	LG-10	Rio Huasco en Quebrada Maitencillo	Temperatura	Zinc total (Zn)	NKT	Nitrato (N-NO3-)	Fluoruro (F-)
2	VA-10	Conay en acceso particular	pH	Hierro total (Fe)	Demanda Química de Oxigeno (DQO)	Bicarbonato	pH 25?C Laboratorio
3	CO-10	Río Huasco en Pte Los Guindos	Turbidez	Manganeso total (Mn)	Fosforo (P)	Carbonato	Solidos Suspendidos Totales
4	CH-10	Embalse Sta Juana	CE	Molibdeno total (Mo)	Vanadio Total (V)	Litio Total (Li)	Sulfuro (S-2)
5	ES-10	Río Potrerillos antes río Carmen	OD	Vanadio Total (V)	-	Selenio total (Se)	E. coli
6	TR-10	Carmen 8,7 Km antes San Félix	SST	Cromo total (Cr)	-	DDT+DDD+DDE	-
7	QU-10	-	Cloruro	Cobalto Total (Co)	-	Amoniaco (NH3)	-
8	PO-10	-	Sulfato	Bario total (Ba)	-	Alcalinidad Parcial (CaCO3)	-
9	PO-20	-	Fosfato (PO4-)	Cadmio total (Cd)	-	Alcalinidad Total (CaCO3)	-
10	CA-10	-	Boro Total	Niquel total (Ni)	-	Berilio total (Be)	-
11	CA-20	-	Nitrógeno amoniacal (NH4+)	Plomo total (Pb)	-	Calcio Total	-
12	HU-10	-	Nitrógeno Total (NT)	Aluminio total (Al)	-	Sodio Total	-
13	HU-20	-	Nitrato (NO3)	Arsenico total (As)	-	Magnesio total (Mg)	-
14	HU-30	-	Potasio total	Coliformes totales	-	Coliformes fecales	-
15	HU-40	-	Cobre total (Cu)	STD (*in situ*)	-	Plata	-

La **Figura 4**, representa la distribución espacial de las estaciones de muestreo durante la campaña de otoño 2018, en el que se identifican 4 grupos de comportamiento químico común. Los resultados de los análisis estadísticos detallados se presentaron en capítulo 7. ***Anexo estadístico.***

El análisis indicó que las estaciones **HU-30** y **HU-40**, es decir desde Huasco en Puente Nicolasa hasta el sector de Huasco Bajo, presentaron las mayores concentraciones de toda la cuenca de iones: **potasio, fosfato, fósforo total, vanadio total** además de **conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos** y **boro**.

Por otro lado**,** en esta campaña el segundo grupo se compone únicamente de la estación en el río Potrerillos **(PO-10)**, apartándose de las demás estaciones con las que estaba agrupada en la campaña anterior. Es así como presentó menores concentraciones de los iones anteriormente señalados en el grupo de HU-30 y HU-40, registró las mayores concentraciones de otros elementos metálicos, tales como: **zinc, cadmio, aluminio, cobalto, hierro, manganeso, arsénico y níquel.**

Un tercer grupo, quedó representado por la estación en el río Estrecho (**ES-10**), que presentó el menor valor de pH, con 6.8 unidades y lo destaca de entre las demás estaciones.

Un cuarto grupo, representado por las restantes estaciones, al igual que en la campaña de primavera 2017, con las estaciones del río Tres Quebradas **(QU-10),** río Potrerillos después de Tres Quebradas (**PO-20**), río Valeriano (**VA-10**), río Laguna Grande **(LG-10)** y río Carmen (**CA-10** y **CA-20**), río Conay (**CO-10**), río Chollay (**CH-10**) y Huasco en Chépica y Panamericana (**HU-10** y **HU-20**). Este grupo constituido mayoritariamente por las estaciones de la cuenca del Carmen, y destacados por presentar mayores concentraciones de coliformes totales en **HU-20**, presentó sub-grupos de estaciones con comportamiento químico distinto y concentraciones de aluminio, zinc, manganeso, níquel menores para las estaciones en **río Valeriano** y **Potrerillos después de Tres Quebradas**.

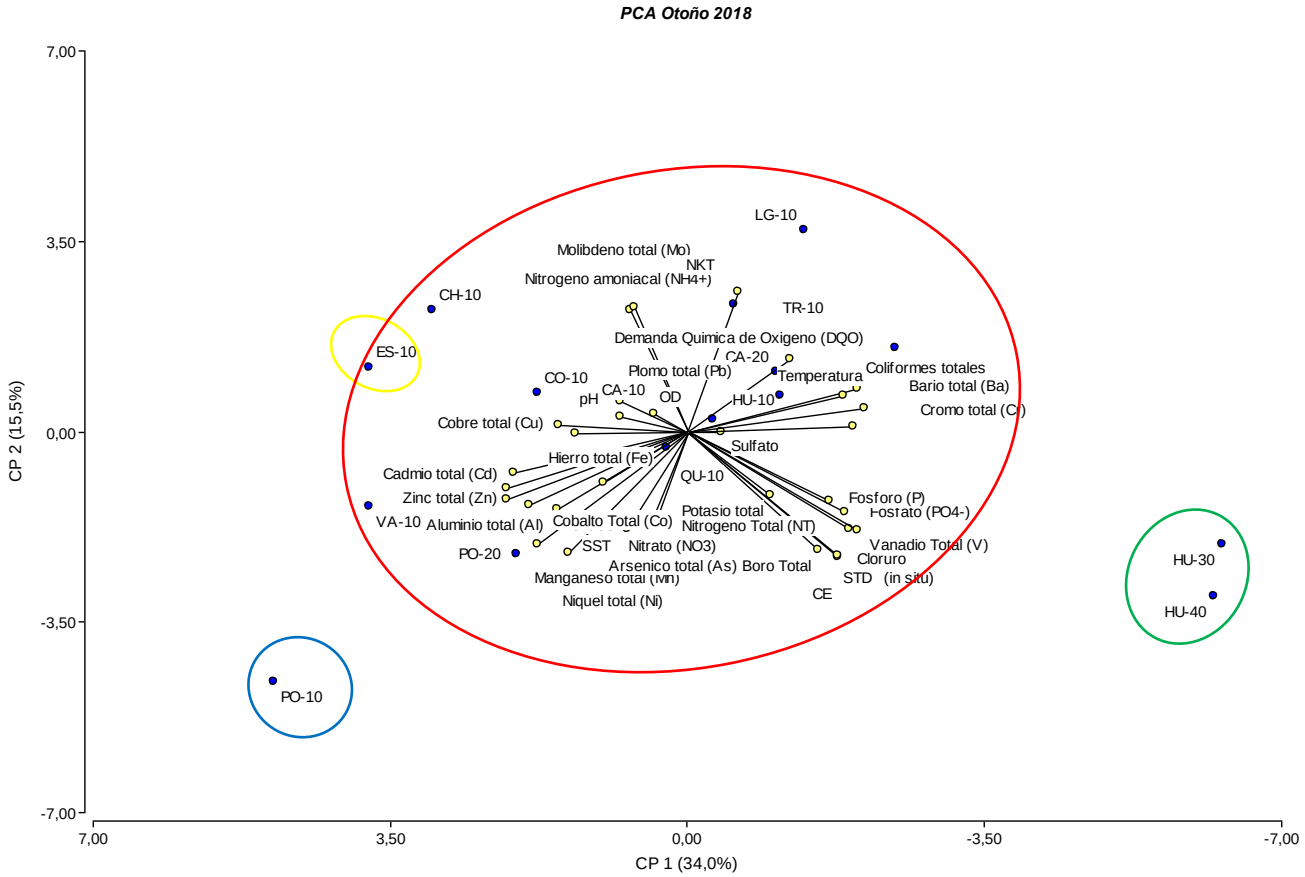


Figura 4: Análisis de componentes principales y análisis de claster en círculos coloreados. Campaña otoño 2018.

4.1.4. Campaña de invierno 2018

En cuando al análisis de componentes principales de la campaña de invierno 2018 (**Figura 4**), explicó una buena parte de la variabilidad de los datos, con un 55.7 % entre los ejes 1 y 2.

El **Cuadro 12,** destaca la información que fue utilizada en el análisis, el cual representó 14 estaciones y 33 parámetros, según los mismos criterios representados en los análisis de componentes principales anteriores.

Cuadro 12: Detalle de las estaciones y parámetros, consideradas y eliminadas en el PCA invierno 2018.

ESTACIONES			PARAMETROS				
N°	CONSIDERADAS EN PCA	ELIMINADAS POR FALTA DE DATOS	CONSIDERADOS EN PCA			ELIMINADOS POR FALTA DE DATOS	
1	**LG-10**	Conay en acceso particular	Temperatura	Potasio total	Coliformes totales	Vanadio Total (V)	Sulfuro (S-2)
2	**VA-10**	Río Potrerillos antes río Carmen	pH	Cobre total (Cu)	STD (*in situ*)	Bicarbonato	E. coli
3	**CO-10**	Carmen 8,7 Km antes San Felix	Turbidez	Zinc total (Zn)	NKT	Carbonato	Vanadio Total (V)
4	CH-10	Rio Huasco en Quebrada Maitencillo	CE	Hierro total (Fe)	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Alcalinidad Parcial (CaCO3)	Litio Total (Li)
5	**TR-10**	Embalse Sta Juana*	OD	Manganeso total (Mn)	Fosforo (P)	Alcalinidad Total (CaCO3)	Selenio total (Se)
6	**QU-10**	Río Huasco en Pte Los Guindos	SST	Molibdeno total (Mo)	-	Berilio total (Be)	DDT+DDD+DDE
7	**PO-10**	ES-10	Cloruro	Cromo total (Cr)	-	Calcio Total	Amoniaco (NH3)
8	**PO-20**	HU-20	Sulfato	Cobalto Total (Co)	-	Sodio Total	-
9	**CA-10**	-	Fosfato (PO4-)	Bario total (Ba)	-	Magnesio total (Mg)	-
10	**CA-20**	-	Boro Total	Cadmio total (Cd)	-	Coliformes fecales	-

ESTACIONES			PARAMETROS				
N°	CONSIDERADAS EN PCA	ELIMINADAS POR FALTA DE DATOS	CONSIDERADOS EN PCA			ELIMINADOS POR FALTA DE DATOS	
11	HU-10	-	Nitrogeno amoniacal (NH4+)	Niquel total (Ni)	-	Plata	-
12	HU-30	-	Nitrogeno Total (NT)	Plomo total (Pb)	-	Fluoruro (F-)	-
13	HU-40	-	Nitrato (NO3)	Aluminio total (Al)	-	pH 25?C Laboratorio	-
-	-	-	Nitrato (N-NO3-)	Arsenico total (As)	-	Solidos Suspendidos Totales	-

La **Figura 5**, representa la distribución espacial de las estaciones de muestreo durante la campaña de invierno 2018, en el que se identificaron 4 grupos de comportamiento químico común. Los resultados de los análisis estadísticos detallados se presentaron en el capítulo 7. ***Anexo estadístico.***

El análisis indicó un grupo para las estaciones **HU-30** y **HU-40** (al igual que en las campañas anteriores), es decir desde Huasco en Puente Nicolasa, hasta el sector de Huasco Bajo, que presentaron las mayores concentraciones de toda la cuenca de iones: **fosfato, fósforo, cromo, amonio (NH_4^+), potasio, cloruro, sulfato, sólidos totales disueltos, coliformes totales, bario, molibdeno** y **nitrógeno Kjeldahl (NKT).**

El segundo grupo se compone únicamente de la estación en el río Potrerillos **(PO-10)** y Tres Quebradas **(QU-10)**, registrándose menores concentraciones de los iones anteriormente señalados en el grupo de **HU-30** y **HU-40**, y mayores concentraciones de otros elementos metálicos, tales como **nitrato, nitrógeno total** y **arsénico.**

Un tercer grupo, quedó representado por la estación en el río Potrerillos (**PO10**) antes del río Tres Quebradas, al igual que en la campaña de otoño 2018, que presentó las mayores concentraciones de los metales: **aluminio, níquel, hierro, cobre, plomo, cobalto, cadmio, manganeso** y **zinc.**

Un cuarto grupo, representado por las restantes estaciones, al igual que en la campaña de otoño 2017, con las estaciones del río Tres Quebradas **(QU-10),** río Potrerillos después de Tres Quebradas (**PO-20**), río Valeriano (**VA-10**), río Laguna Grande **(LG-10)** y río Carmen (**CA-10** y **CA-20**), río Conay (**CO-10**), río Chollay (**CH-10**) y Huasco en Chépica (**HU-10**).

Este grupo fue constituido mayoritariamente por las estaciones de la cuenca del Carmen, y destaca por presentar menores concentraciones de las mismas sales del primer grupo, especialmente en las estaciones **HU-10** y **CA-10**. Se presentaron subgrupos de estaciones

Folio016538

con comportamiento químico distinto, como **LG-10** de concentraciones de nitrato y nitrógeno total más elevadas, y otras estaciones como **TR-10, CO-10** y **CH-10** y concentraciones de metales **aluminio, níquel, hierro, cobre, plomo, cobalto, cadmio, manganeso** y **zinc,** aunque menores a las del tercer grupo.

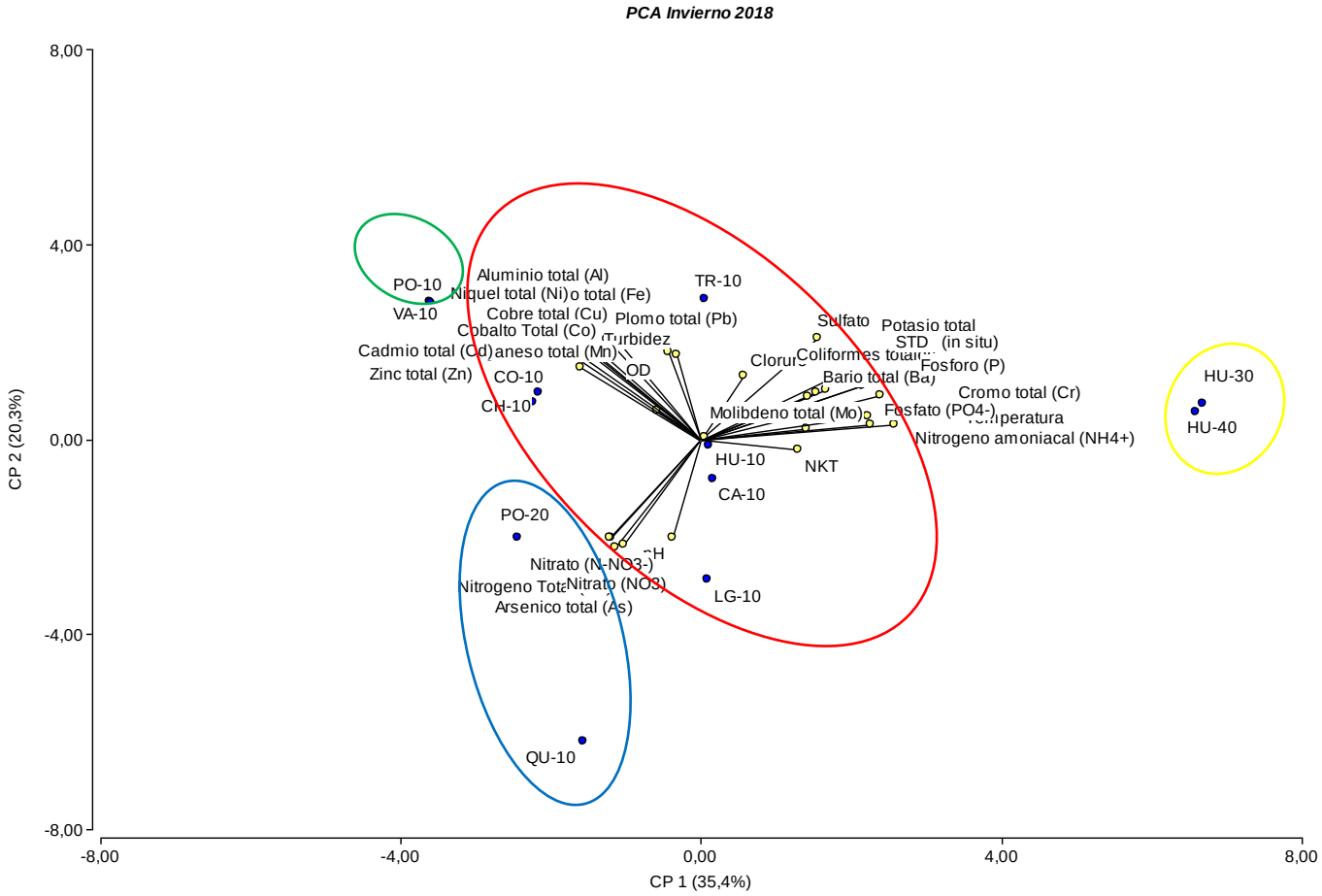


Figura 5: Análisis de componentes principales y análisis de claster en círculos coloreados. Campaña invierno 2018.

4.1.5. Campaña de primavera 2018

En cuando al análisis de componentes principales de la campaña de primavera 2018 (**Figura 6**), explicó una buena parte de la variabilidad de los datos, con un 66.8 % entre los ejes 1 y 2.

El **Cuadro 13,** destaca la información que fue utilizada en el análisis, el cual representó 15 estaciones y 34 parámetros, según los mismos criterios representados en los análisis de componentes principales de las campañas anteriores.

Cuadro 13: Detalle de las estaciones y parámetros, consideradas y eliminadas en el PCA Primavera 2018.

ESTACIONES			PARAMETROS					
N°	CONSIDERADAS EN PCA	ELIMINADAS POR FALTA DE DATOS	CONSIDERADOS EN PCA			ELIMINADOS POR FALTA DE DATOS		
1	LG-10	Conay en acceso particular	Temperatura	Zinc total (Zn)	Sodio Total	Plata	DBO5	Pentaclorofenol
2	VA-10	Río Potrerillos antes río Carmen	pH	Hierro total (Fe)	Magnesio total (Mg)	Benceno	Nitrato (N-NO3-)	Lindano
3	CO-10	Carmen 8,7 Km antes San Felix	Turbidez	Manganeso total (Mn)	Coliformes fecales	Cromo Hexavalente (Cr +6)	Vanadio Total (V)	Metoxicloro
4	CH-10	Rio Huasco en Quebrada Maitencillo	CE	Molibdeno total (Mo)	Fluoruro (F-)	Tolueno	Cromo total (Cr)	Litio Total (Li)
5	ES-10	Embalse Sta Juana*	OD	Aluminio total (Al)		Xilenos Totales	Bario total (Ba)	
6	TR-10	Río Huasco en Pte Los Guindos	SST	Arsenico total (As)		pH 25?C Laboratorio	Estaño Total (Sn)	Selenio total (Se)
7	QU-10		Cloruro	Coliformes totales		Bromodiclorometano	Cadmio total (Cd)	DDT+DDD+DDE
8	PO-10		Sulfato	STD (in situ)		Sulfuro (S-2)	Niquel total (Ni)	Detergentes Anionicos
9	PO-20		Fosfato (PO4-)	Bicarbonato		E. coli	Mercurio total (Hg)	Hidrocarburos Aromaticos Policiclicos
10	CA-10		Boro Total	NKT		Trihalometanos	Plomo total (Pb)	PCBs
11	CA-20		Nitrogeno amoniacal (NH4+)	Demanda Quimica de Oxigeno (DQO)		Triclorometano (Cloroformo)	Coliformes totales	Amoniaco (NH3)

ESTACIONES			PARAMETROS					
N°	CONSIDERADAS EN PCA	ELIMINADAS POR FALTA DE DATOS	CONSIDERADOS EN PCA			ELIMINADOS POR FALTA DE DATOS		
12	HU-10		Nitrogeno Total (NT)	Fosforo (P)		Tribromometano (Bromoformo)	Carbonato	
13	HU-20		Nitrato (NO3)	Alcalinidad Parcial (CaCO3)		Tetracloroeteno	Nitrito (N-NO2-)	
14	HU-30		Potasio total	Alcalinidad Total (CaCO3)		Dibromoclorometano	Nitrito (NO2-)	
15	HU-40		Cobre total (Cu)	Calcio Total		2-4 D	Aceites y Grasas	

La **Figura 6**, representa la distribución espacial de las estaciones de muestreo durante la campaña de primavera 2018, en el que se identificaron 4 grupos de comportamiento químico común. Los resultados de los análisis estadísticos detallados se presentaron en el capítulo 7. ***Anexo estadístico.***

El análisis indicó un grupo para las estaciones **HU-30** y otro grupo para la estación **HU-40** (al igual que en las campañas anteriores), es decir Huasco en Puente Nicolasa y Huasco Bajo, se presentaron en grupos separados a diferencia de las campañas anteriores. Sin embargo, ambas presentaron mayores concentraciones de toda la cuenca de iones: **fosfato, fósforo, potasio, cloruro, sulfato, sodio, calcio, conductividad eléctrica, magnesio, demanda química de oxígeno, alcalinidad parcial y total, bicarbonato, sólidos totales disueltos y coliformes totales.**

El tercer grupo se compone de la mayoría de las estaciones de muestreo: Huasco en Chépica (**HU-10**), río Carmen (**CA-10** y **CA-20**), río Transito (**TR-10**), río Laguna Grande **(LG-10),** río Chollay (**CH-10**), río Potrerillos **(PO-10),** río Estrecho **(ES-10),** río Conay (**CO-10**) y río Valeriano (**VA-10**). Sin embargo, las estaciones del río Carmen y Huasco en Chépica presentaron mayores concentraciones de los compuestos **nitrógeno amoniacal** y **nitrógeno Kjeldahl**. En tanto que el río Transito (**TR-10**) y río Laguna Grande (**LG-10**), presentó mayores concentraciones de **arsénico, molibdeno, nitrato, nitrógeno total** y **pH**. Mientras que un último sub-grupo, ubicó las estaciones de muestreo de los ríos Valeriano, Conay y Estrecho, con mayores concentraciones de **aluminio, zinc, hierro, cobre, manganeso, turbidez y sólidos suspendidos totales.**

En tanto que un último grupo, se presentó con la estación **QU-10** en el río Tres Quebradas**,** con mayores concentraciones de **nitrógeno total**, **nitrato** y **pH**.

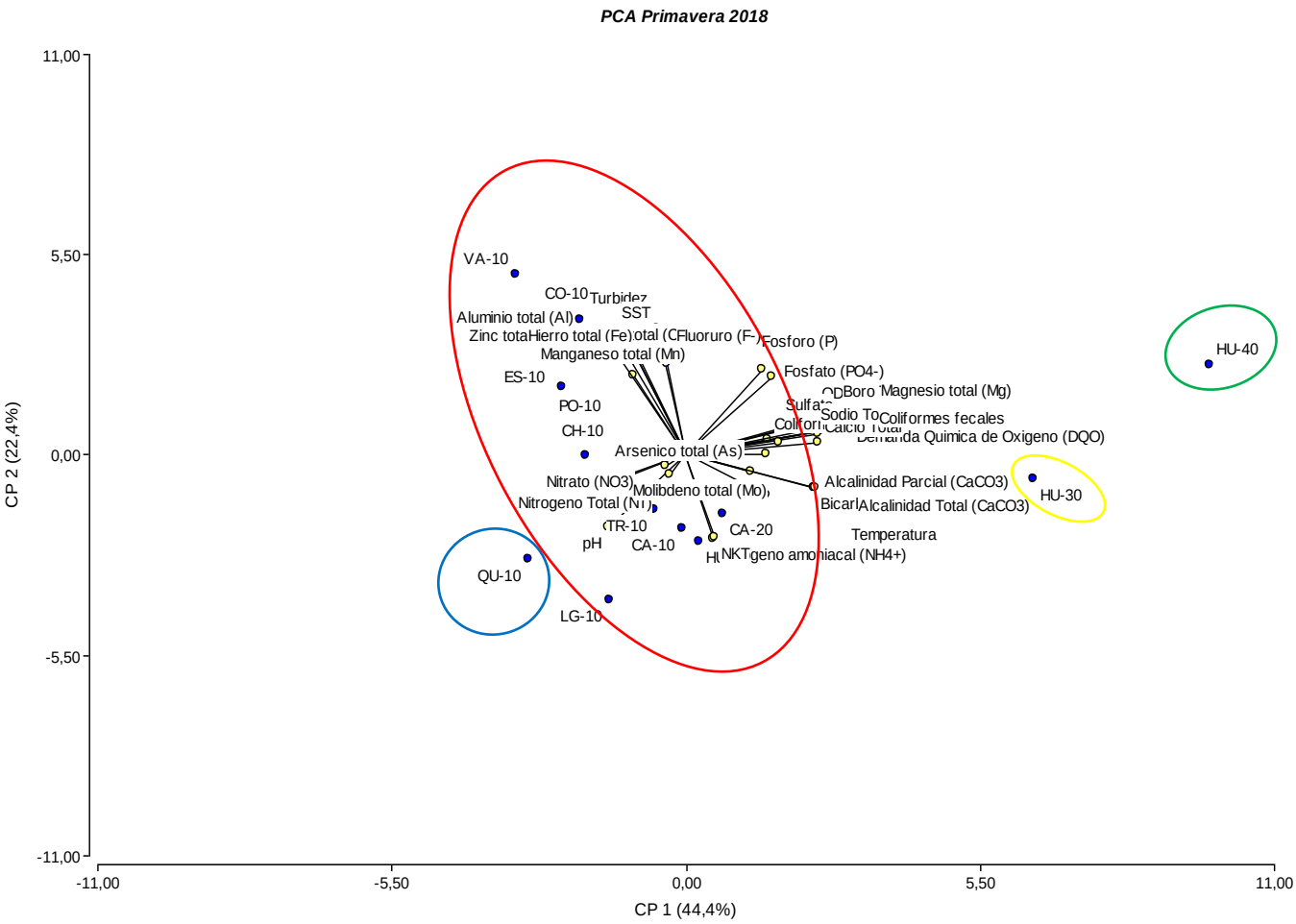


Figura 6: Análisis de componentes principales y análisis de claster en círculos coloreados. Campaña primavera 2018.

4.1.6. Análisis estadístico todas las campañas del proyecto

En cuando al análisis de componentes principales histórico considerando las 5 campañas levantadas en el proyecto entre el 2017-2018, se presentó en la **Figura 7**, y explicó una buena parte de la variabilidad de los datos, con un 58.5 % entre los ejes 1 y 2.

En el **Cuadro 14,** se destacan los 21 parámetros que presentaron data completa para ser considerados en el análisis de componentes principales históricos, según los mismos criterios representados en los análisis de componentes principales anteriores. Algunos parámetros se eliminaron debido a que no registraron datos para todas las campañas.

Cuadro 14: Parámetros de calidad de agua usados en el análisis de componentes principales de los años 2017-2018.

Parametros del PCA historico 2017-2018	
Temperatura	Potasio total
pH	Cobre total (Cu)
Turbidez	Zinc total (Zn)
CE	Hierro total (Fe)
OD	Manganeso total (Mn)
SST	Molibdeno total (Mo)
Cloruro	Aluminio total (Al)
Sulfato	Arsenico total (As)
Fosfato (PO4-)	Coliformes totales
Nitrogeno Total (NT)	STD (*in situ*)
Nitrato (NO3)	

La **Figura 7**, presenta el análisis de componentes principales que explicó buen porcentaje de la variabilidad total de los datos con **58,5%.** Al igual que en los análisis anteriores por campaña, se presentaron 4 grupos de estaciones con comportamientos químicos definidos con mayores concentraciones de ciertos parámetros.

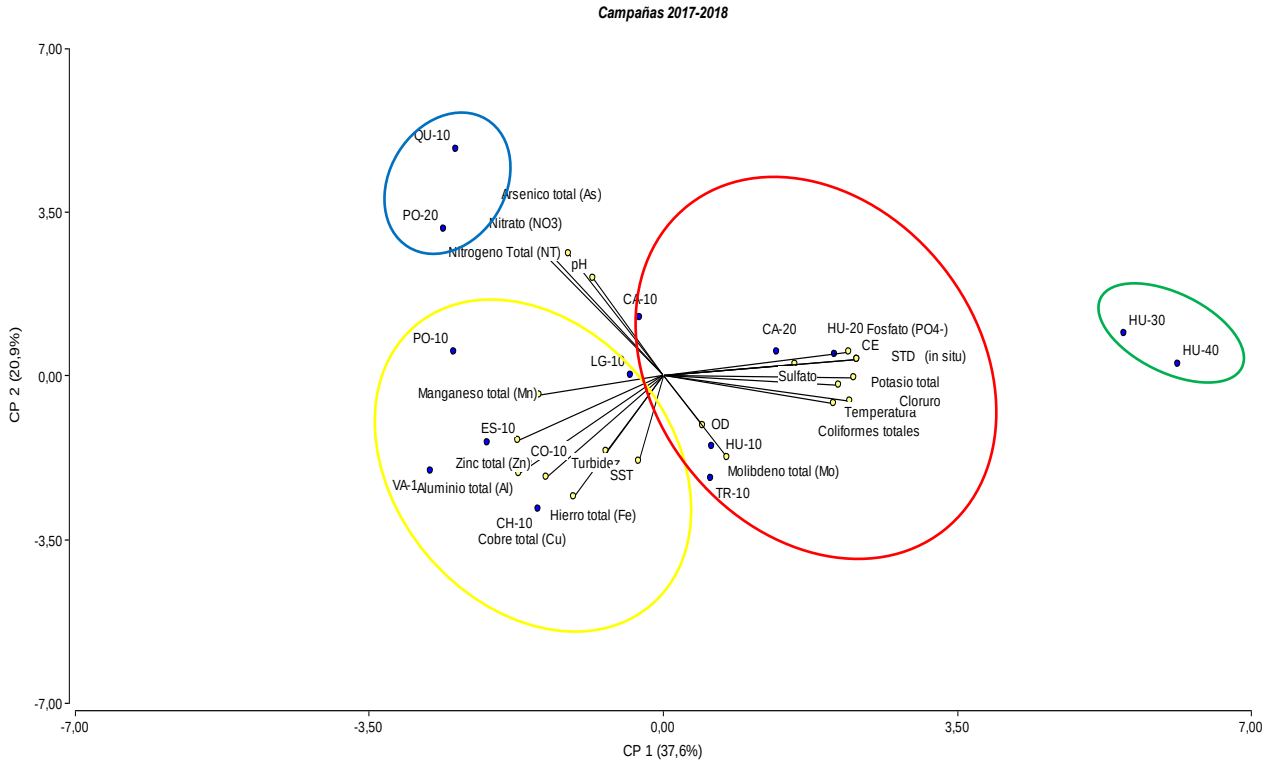


Figura 7: Análisis de componentes principales y análisis de claster en círculos coloreados. Todas las campañas del proyecto 2017-2018

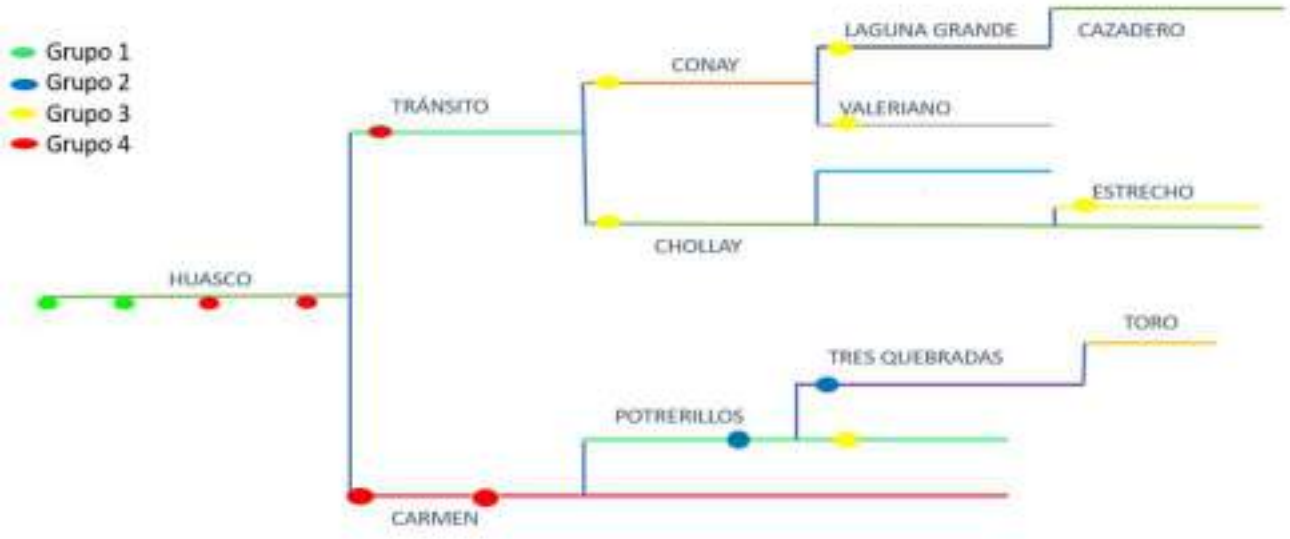


Figura 8: Unifilar que presenta los grupos de estaciones con comportamiento químico de calidad de agua similar. Todas las campañas del proyecto 2017-2018

Las **Figuras 7 y 8**, representa la distribución espacial de las estaciones de muestreo durante la duración del proyecto, en él se identificaron 4 grupos de comportamiento químico común, cuyas estaciones o áreas de vigilancia se detallan en el **Cuadro 15.** Los resultados de los análisis estadísticos detallados se presentaron en el capítulo 7. ***Anexo estadístico.***

El análisis final, indicó que las estaciones de **Huasco bajo y Nicolasa**, se caracterizaron por presentar mayores concentraciones de los aniones: **fosfato, potasio, sulfato, cloruro, coliformes totales, sólidos totales disueltos**, **conductividad eléctrica y temperatura.**

Normalmente los **sulfatos** provienen de diversas fuentes, tanto de forma natural en muchos minerales (yeso, anhidrita, azufre orgánico, oxidación de sulfuros), como antrópica, sobre todo formando parte de fertilizantes, pesticidas, colorantes, jabón, papel, vidrio, fármacos, etc., como agentes de sedimentación (sulfato de aluminio) o para controlar algas (sulfato de cobre) en tranques y redes de agua y, por último, como aditivos en los alimentos. Se liberan a las aguas también procedentes de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera. No obstante, las concentraciones más altas suelen encontrarse en aguas subterráneas. El **sulfato** es uno de los principales aniones responsables de la **conductividad eléctrica del agua**, y es además nutriente esencial para las plantas, como azufre, absorbido vía radical.

Por otro lado, los **cloruros** son de origen diverso, producto de fuentes tanto naturales como antrópicas. Las aguas naturales presentan contenidos muy variables en cloruros, dependiendo de las características de los terrenos que atraviesen, pero, en cualquier caso, esta cantidad siempre es menor que las que se encuentran en las aguas residuales. El cloruro de sodio es también ampliamente usado en la producción de químicos industriales tales como soda cáustica, cloro, soda carbonatada, clorito de sodio, bicarbonato de sodio e hipoclorito de sodio. El **cloruro de potasio** es usado en la producción de fertilizantes. Otras fuentes de cloruro al medio ambiente son disolución de depósitos de sales, efluentes de industrias químicas, **aguas residuales**, **riego, percolado de desechos**, considerando que el cloruro de sodio es común en la dieta y circula inalterado a través del aparato digestivo, es una evidencia de contaminación de aguas residuales. Los contenidos en cloruros de las aguas naturales no suelen sobrepasar los 50-60 mg/L.

En tanto que la **conductividad eléctrica**, se relaciona con la cantidad de sales presentes en el agua y resume las sales analizadas anteriormente, lo cual permite entregar una mirada general sobre el exceso de sales en el agua.

Estos resultados de mayor contenido de **sales, temperatura,** y **coliformes totales** se presentaron en la parte baja de la cuenca debido a que son los puntos que capta toda la escorrentía, siendo las zonas con mayor intervención antrópica de la cuenca del Huasco.

Por otro lado, las estaciones de **Huasco en Chépica** y **Huasco en Panamericana** presentaron los mismos parámetros de calidad de agua característicos del grupo anterior, pero en menores concentraciones. A este mismo grupo, pertenecen las estaciones del **río Carmen**, las que se caracterizaron por presentar concentraciones aún menores de los mismos parámetros de **fosfato, potasio, sulfato, cloruro, coliformes totales, sólidos totales disueltos**, **conductividad eléctrica y temperatura.**

El **río Transito**, presentó concentraciones de sales similares a la estación de **Huasco en Chépica,** pero mayores concentraciones de molibdeno total.

Un tercer grupo de estaciones con características similares, fueron las estaciones de la cuenca del tránsito de los **ríos Chollay, Conay, Valeriano** y el **Estrecho**, caracterizadas por presentar una química de agua basada en mayores concentraciones de los metales: **manganeso total, zinc total, aluminio total, hierro total y turbidez** debido a la mayor coloración producto de los metales que incorpora en la alta cordillera. **Laguna grande,** se presenta con menores turbiedades y menores concentraciones de los mismos metales. Otra estación que presentó concentraciones de estos metales similares fue Potrerillos antes de Tres Quebradas, que pese a encontrarse en otra cuenca, las calidades de agua la ubican en el mismo sector de la franja metalogénica.

Un último grupo representativo de las características químicas de las aguas, fue el formado por los ríos **Tres Quebradas** y **Potrerillos bajo Tres Quebradas**, los que presentaron las mayores concentraciones de la cuenca de **nitrógeno total, nitrato y arsénico** de origen natural.

Cuadro 15: Detalle de las estaciones de monitoreo o áreas de vigilancia, agrupadas en 4 grupos según la estacionalidad del año.

Campaña	Año	GRUPOS	Estaciones									
INVIERNO	2017	1			HU-40							
		2	QU-10									
		3	CH-10									
		4	VA-10	PO-10	LG-10	HU-20	HU-10	TR-10	CA-20			
PRIMAVERA	2017	1	HU-20	HU-30	HU-40							
		2	TR-10	HU-10								
		3	VA-10	PO-10	CO-10	ES-10	CH-10					
		4		QU-10	LG-10	CA-10		PO-20	CA-20			
OTOÑO	2018	1		HU-30	HU-40							
		2		PO-10								
		3				ES-10						
		4	VA-10	CH-10	LG-10	HU-20	HU-10	TR-10	CA-20	CA-10	QU-10	CO-10
INVIERNO	2018	1		HU-30	HU-40							
		2	QU-10	PO-20								
		3		PO-10								
		4	VA-10		LG-10		HU-10	TR-10	CA-20	CA-10	CH-10	CO-10
PRIMAVERA	2018	1			HU-40							
		2		HU-30								
		3	QU-10									
		4	VA-10	PO-10	LG-10	ES-10	HU-10	TR-10	CA-20	CA-10	CH-10	CO-10
HISTÓRICO	2017-2018	1		HU-30	HU-40							
		2	QU-10	PO-20								
		3	VA-10	PO-10	CO-10	ES-10	CH-10					
		4			LG-10	HU-20	HU-10	TR-10	CA-20	CA-10		

4.2. Análisis estadístico espacial de sedimentos

En cuando al análisis de componentes principales histórico y de cluster, que consideró las 2 campañas levantadas en el proyecto durante otoño e invierno de 2018, se presentó en la **Figura 9**, y explicó una buena parte de la variabilidad de los datos, con un 66.1 % entre los ejes 1 y 2.

En el **Cuadro 16,** se destacan los 7 parámetros que presentaron data incompleta en las campañas de otoño e invierno 2018, eliminados debido al no registro de data continua en alguna de las campañas. Esto se debió, al otorgar prioridades para algunos elementos para evaluar sus contenidos en las diferentes campañas. No obstante, el análisis estadístico requiere composición continua en ambas campañas, razón por la que fueron eliminados.

Cuadro 16: Parámetros de sedimentos eliminados por falta de datos en campañas otoño e invierno 2018.

Parametros eliminados PCA SEDIMENTOS por falta de datos			
Otoño 2018	Cobre Total TCLP	Niquel Total (Ni) M.S.	Boro Total (B) M.S.
Invierno 2018	Cobre Total	Vanadio Total (V) M.S.	-
	Silice total SiO2)	Coliformes totales	-

La **Figura 9**, representa la distribución espacial de las estaciones de muestreo durante la duración del proyecto, en él se identificaron 4 grupos de comportamiento químico común. Los resultados de los análisis estadísticos detallados se presentaron en el capítulo 7. ***Anexo estadístico.***

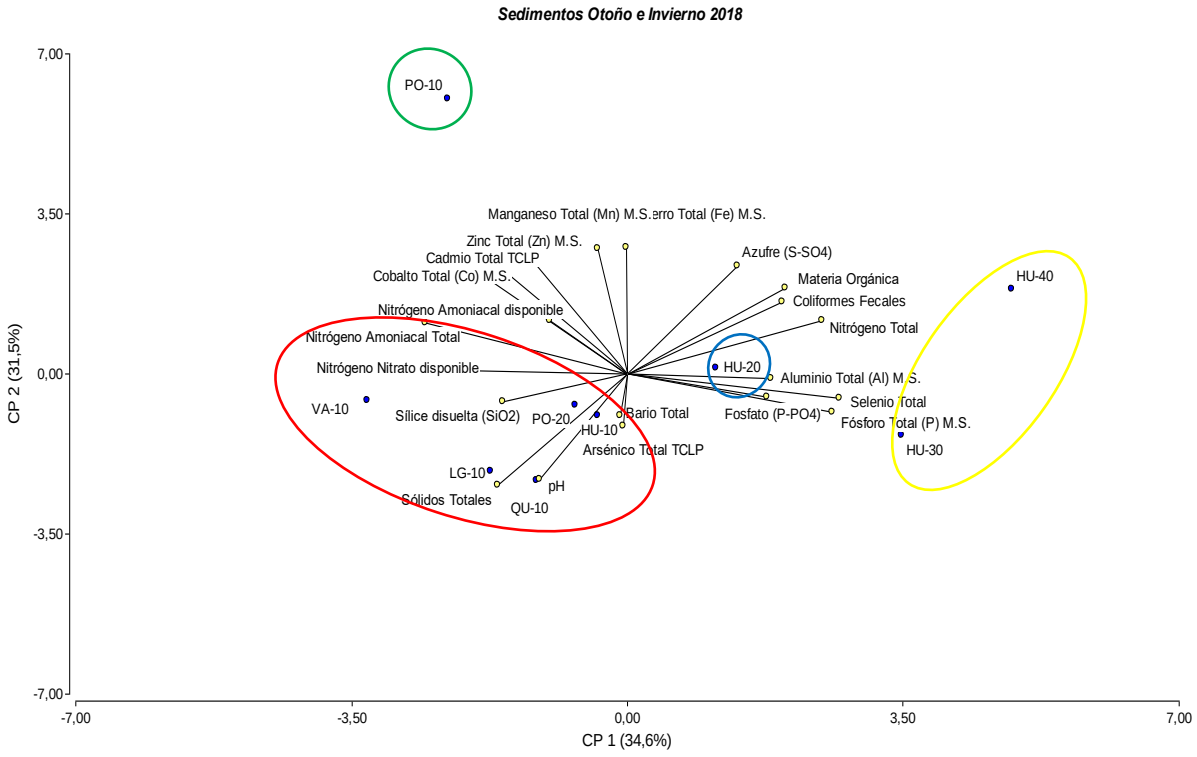


Figura 9: Análisis de componentes principales y análisis de claster en círculos coloreados considerando las campañas de sedimentos del proyecto durante el año 2018.

El análisis estadístico de componentes principales y de cluster para sedimentos, indicó un comportamiento similar al de todas las campañas de calidad de aguas (**Figura 7**). Los sedimentos de los ríos, se presentan como verdaderos sumideros la calidad de aguas, otorgando una visión más estable de la calidad ambiental, aunque la química intersticial es totalmente distinta a la que se establece en la columna de agua.

Así es como, las estaciones de **Huasco bajo y Nicolasa**, se caracterizaron por presentar mayores concentraciones de los iones y metales: **fosfato, fósforo, selenio, aluminio, nitrógeno total, materia orgánica, azufre y coliformes fecales,** lo que tiene correspondencia con las actividades de la zona, donde se recibe todos los aportes antrópicos y naturales de la cuenca del río Huasco por escorrentía.

La estación **Huasco en Panamericana (HU-20)**, corrobora el comportamiento del grupo anterior aguas abajo del río Huasco, con menores concentraciones de los mismos parámetros químicos antes mencionados.

Un tercer grupo de estaciones con comportamiento químico diferente a las del grupo anterior, fueron aquellas enmarcadas en la línea roja, es decir, **río Valeriano (VA-10)**, **Laguna Grande (LG-10)**, **Tres Quebradas (QU-10)**, que al igual que en el caso de calidad de agua, y pese a encontrarse en las cuencas del Transito y Carmen, respectivamente, presentaron características químicas similares con mayores niveles de **nitrato disponible, sílice disuelta, solidos totales, y pH**. Se puede observar un subgrupo con las estaciones de **Huasco en Chépica (HU-10)** y **Potrerillos después de Tres Quebradas (PO-20),** con menores concentraciones de los parámetros antes mencionados y menores concentraciones también de **fosfato, fósforo, selenio, aluminio, nitrógeno total, materia orgánica, azufre y coliformes fecales.**

Un último grupo identificado con la línea azul del cluster, corresponde al **río Potrerillos después de Tres Quebradas (PO-10)**, caracterizado por acumular las mayores concentraciones de los metales: **cobalto total, cadmio total, zinc total, manganeso total y hierro total.**

4.3. Análisis de relación entre química de sedimentos – columna de agua

Las correlaciones de Pearson entre las concentraciones de elementos totales en los sedimentos y las concentraciones totales en el agua, entendiendo que las correlaciones entre pares de elementos pueden indicar fuente u origen común.

Respecto de los resultados de correlación, se presentan en el **Cuadro 17,** destacadas en rojo, aquellas que fueron estadísticamente significativas. Cabe destacar que para aquellas variables que no presentaron correlaciones significativas, no es posible identificar un intercambio sedimento-agua, y probablemente se deba a otros factores hidrodinámicos del sistema, más allá del alcance de este análisis.

Cuadro 17: Correlaciones de Pearson sedimento-agua en los 9 puntos de muestreo del Huasco durante las campañas: a) otoño 2018, b) invierno 2018. (Marcadas en rojo las correlaciones significativas, p<0.05).

p < 0,05		a) Sedimento - otoño 2018								
		Al-sed-oto	Fe-sed-oto	Zn-sed-otoño	Mn-sed-otoño	Cu-sed-oto	Fosfato-sed-oto	NO3-sed-oto	NH4-sed-oto	NT-sed-oto
Agua otoño 2018	Al-agua-oto	-0,68								
	Fe-agua-oto		-0,05							
	Zn-agua-otoño			0,73						
	Mn-agua-otoño				0,71					
	Cu-agua-oto					-0,01				
	Fosfato-agua-oto						0,94			
	NO3-agua-oto							-0,15		
	NH4-agua-oto								0,15	
	NT-agua-oto									-0,27

p < 0,05		b) Sedimento - invierno 2018								
		Al-sed-inv	Fe-sed-inv	Zn-sed-inv	Mn-sed-inv	Cu-sed-inv	Fosfato-sed-inv	NO3-sed-inv	NH4-sed-inv	NT-sed-inv
Agua invierno 2018	Al-agua-inv	0,21								
	Fe-agua-inv		-0,52							
	Zn-agua-inv			0,98						
	Mn-agua-inv				0,75					
	Cu-agua-inv					0,62				
	Fosfato-agua-inv						-0,73			
	NO3-agua-inv							0,82		
	NH4-agua-inv								-0,79	
	NT-agua-inv									-0,48

Los resultados de las correlaciones entre concentraciones de metales en sedimentos y calidad de agua en la campaña otoño 2018, fueron significativas y positivas en los casos de **zinc**, **manganeso**, y **fosfato** (**Cuadro 17.a** y **Figura 10**), es decir se incrementan y disminuyen al mismo tiempo las concentraciones de estos metales en el agua y en el sedimento en todas las estaciones de muestreo de sedimentos. Esto demuestra un intercambio sedimento-agua, una fuente u origen común ya que se incrementan de igual forma en agua y sedimentos. Esta correlación también puede tener causa en variaciones de pH, potencial redox, en los contenidos de materia orgánica, la asociación a óxidos de hierro, manganeso y aluminio, como también a la combinación de estos parámetros.

En tanto, que la campaña de invierno 2018, se presentaron más metales con correlaciones positivas significativas (**Cuadro 17.b**), como los casos del **zinc, manganeso, cobre** y **nitrato,** demostrando un intercambio sedimento-agua, una fuente u origen común ya que se incrementan de igual forma en agua y sedimentos.

Por otro lado, las concentraciones de **fosfato** y **amonio** presentaron correlaciones negativas estadísticamente significativas, lo cual sugiere un claro intercambio entre la columna de agua y el sedimento. En el caso de amonio, se detectó disminución del mismo en la columna de agua, mientras que se incrementó en los sedimentos, lo que sugiere un aporte de la columna de agua a los sedimentos. En tanto que el fosfato presentó la correlación inversa, lo que sugeriría aporte desde la columna de agua hacia los sedimentos en cuanto a este parámetro.

Figura 10: Gráficos de correlaciones sedimento-agua.

Campañas otoño (izquierda) e invierno 2018 (derecha).

(Eje X: Las 9 estaciones de sedimentos en toda la cuenca**)**

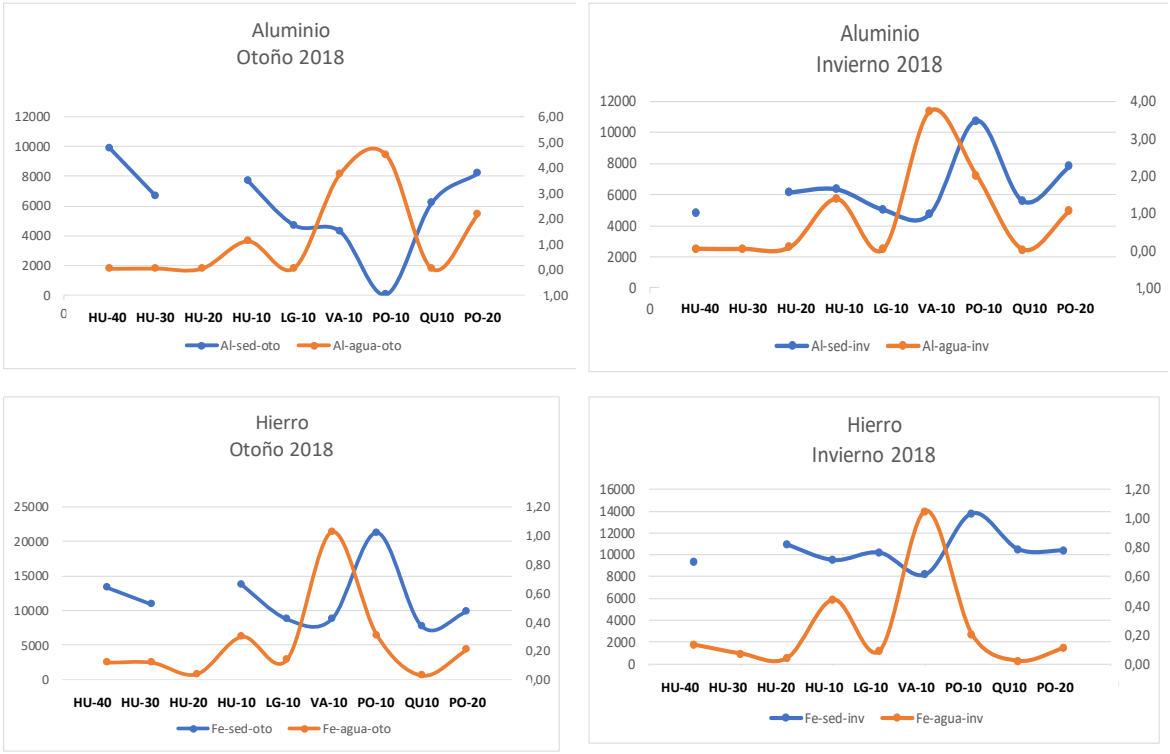
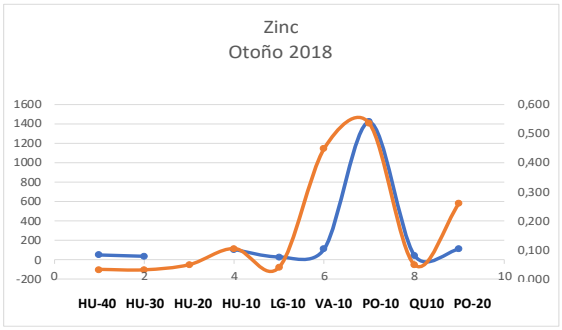
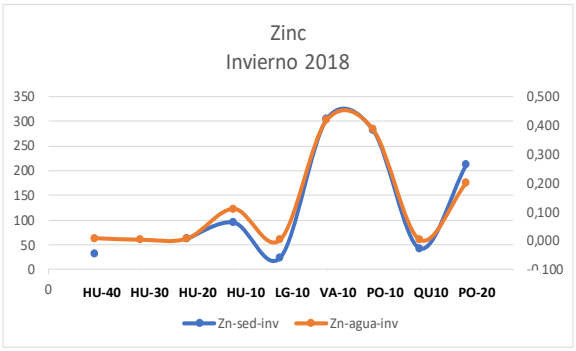


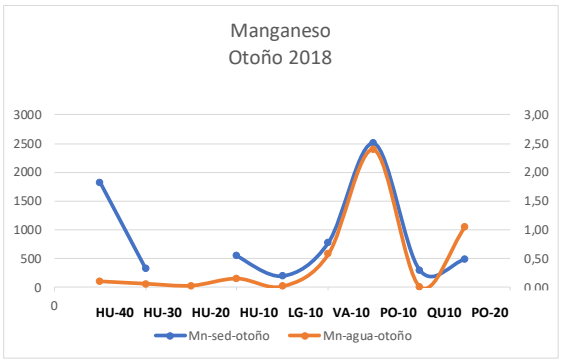
Figura 10: Gráficos de correlaciones sedimento-agua.

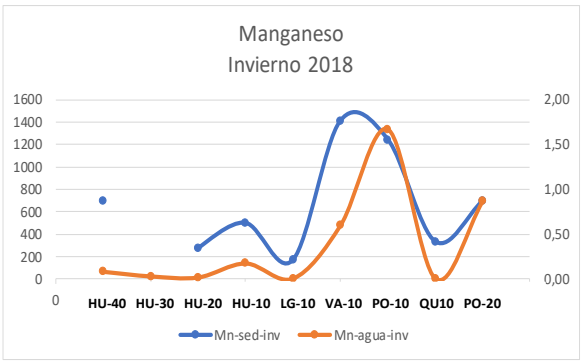
Campañas otoño (izquierda) e invierno 2018 (derecha).

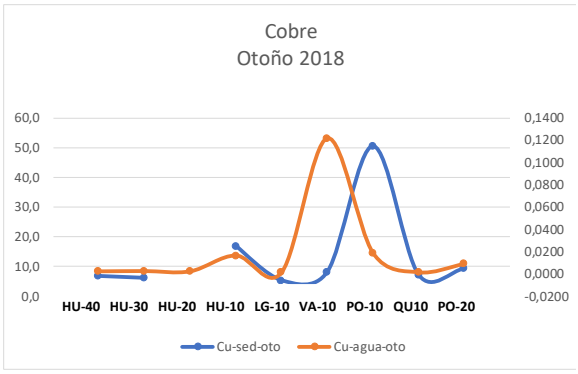
(Eje X: Las 9 estaciones de sedimentos en toda la cuenca**)**

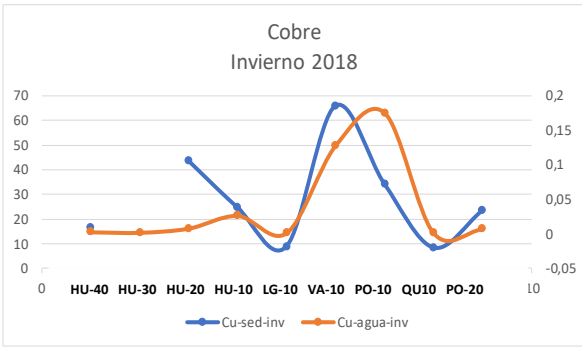


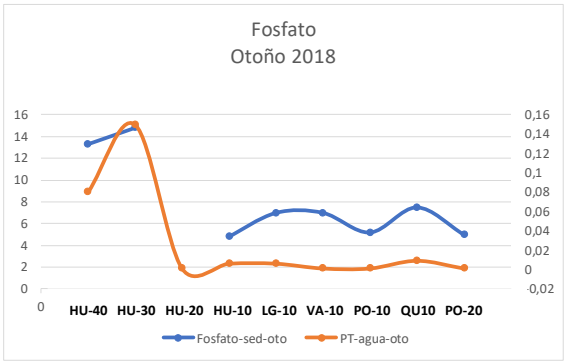












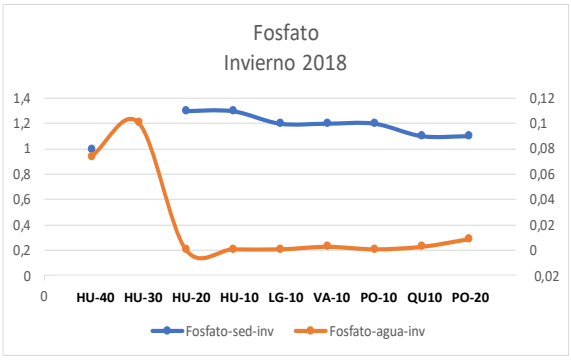


Figura 10: Gráficos de correlaciones sedimento-agua.

Campañas otoño (izquierda) e invierno 2018 (derecha).

(Eje X: Las 9 estaciones de sedimentos en toda la cuenca**)**



4.4. Establecimiento de criterios para la elaboración de la base de datos para análisis de componentes principales histórico

Se elaboró una base de datos para la elaboración del análisis de componentes principales histórico (ver en **Anexo 4. Calidad de agua y sedimentos, Tabla 14, Excel**). Esta información, fue levantada en el ***II informe de avance de abril 2018***, y se presenta actualizada en el **Cuadro 18**.

Cuadro 18: Estaciones de calidad de agua homologadas y utilizadas en los períodos de información histórica disponible en las subcuencas del Huasco, Tránsito y Carmen.

N° de estación	Sub cuenca	Nombre estación	Código DGA	Código área de vigilancia	Data histórica homologable disponible
1	Cuenca del Huasco	Río Huasco en Huasco Bajo / Estacion DGA	BNA: 03826001-4	**HU-40**	28 años
2		Río Huasco en Pte Nicolasa	-	**HU-30**	7 años
3		Río Huasco en Pte. Panamericana / Estación DGA	BNA: 03823001-8	**HU-20**	28 años
4		Río Huasco en Chepica (antes de embalse) / Estación DGA	BNA: 03820002-K	**HU-10**	8 años
5	Cuenca del Carmen	Río Carmen en Ramadillas antes del río Transito / Estación DGA	BNA: 03815001-4	**CA-20**	28 años
6		Río Carmen (12 Km antes San Felix)	-	**CA-10**	7 años
7		Río Potrerillos despues río Tres Quebradas	-	**PO-20**	20 años
8		Río Potrerillos antes río Tres Quebradas	-	**PO-10**	19 años
9		Río Tres Quebradas antes río Potrerillos / Estacion DGA	-	**QU-10**	21 años
10	Cuenca del Transito	Río Transito antes río Carmen / Estación DGA	BNA: 03806001-5	**TR-10**	28 años
11		Río Chollay antes Conay / Estacion DGA	BNA: 03803001-9	**CH-10**	28 años
12		Río Conay en las Lozas / Estacion DGA	BNA: 03802001-3	**CO-10**	28 años
13		Río Laguna Grande antes Valeriano	-	**LG-10**	6 años
14		Río Valeriano antes Laguna Grande	-	**VA-10**	10 años
15		Río Estrecho antes del río Blanco	-	**ES-10**	28 años

Dentro de la data histórica disponible, se encontraron algunos parámetros que presentaron discontinuidad en los datos que impedía ser considerados en el Análisis de Componentes Principales (PCA) del programa Infostat. Por esta razón, se contaron las celdas por cada parámetro para luego seleccionar sólo los que contenían al menos el 50% de los datos, para ser analizados.

Así es como los parámetros que fueron excluidos por insuficiente número de datos, se presentan en el **Cuadro 19**:

Cuadro 19: Parámetros considerados y eliminados en el análisis de componentes principales histórico.

PARAMETROS				
CONSIDERADOS EN PCA		**ELIMINADOS POR DISCONTINUIDAD DE DATOS**		
pH	Zinc	Temperatura	Vanadio	Mercurio
Conductividad	Hierro	Oxígeno disuelto	Estaño	Plomo
Cloruro	Manganeso	SST	Boro	Cianuro
Sulfato	Molibdeno	DBO5	Cromo	Níquel
Nitrato	Aluminio	Fosfato	Cobalto	-
Potasio	Arsénico	NH4+	Bario	-
Cobre	Coliformes totales	Nitrógeno total	Cadmio	-

Por otro lado, lo siguiente fue entregar un valor para aquellas variables que presentaban vacíos siendo variables seleccionadas con más del 50 % de los datos según el criterio anterior. Por tanto, se completó con los valores promedios aquellas celdas en blanco, de manera de no insertar variabilidad fuera de la tendencia histórica y puesto que el programa elimina las filas que contienen vacíos. Ver en **Anexo 4. Calidad de agua y sedimentos, Tabla 14, Excel.**

En la **Figura 11** se presentó el análisis de componentes principales y de cluster, en los cuales se aprecian como las estaciones están agrupadas según sus similitudes con respecto a la dirección y magnitud de los vectores o parámetros químicos. El resultado de esta agrupación refleja la composición geoquímica de la cuenca, desde planicie litoral hasta la Cordillera de los Andes, con una fuerte tendencia de concentración de metales hacia la cuenca del Tránsito. Los resultados del análisis de componentes principales histórico, representó buena parte de la variabilidad de los datos con un 63,4 %. Se identificaron 4 grupos de comportamiento químico similar:

Grupo 1: El grupo 1 marcado en la línea roja, se sitúa en la zona alta de la cuenca, reuniendo estaciones de altura pertenecientes a las cuencas del Tránsito y Carmen, entre los ríos: **Carmen, Potrerillos, Tres Quebradas, Laguna Grande**, **Tránsito, Chollay** y **Conay**.

Dentro de las variables químicas que estarían gobernando la variabilidad de esta zona estarían principalmente los metales: **Arsénico, Molibdeno, Hierro, Aluminio, Manganeso, Zinc y Cobre.**

De esta forma las estaciones en el río Potrerillos y Chollay, a pesar de que se ubican en distintas cuencas, presentan mayores concentraciones de los metales: **Manganeso, Zinc, Cobre, Aluminio y Hierro**. En tanto que las estaciones de los ríos Conay y Tránsito, presentaron menores concentraciones de los mismos metales.

Un comportamiento químico levemente distinto, aún dentro del mismo grupo, estarían representando las estaciones del río Tres Quebradas (**QU-10**), con mayores concentraciones de arsénico y Laguna Grande (**LG-10**) y Carmen (**CA-10**), con mayores concentraciones de nitrato y pH.

Grupo 2: El grupo 2 demarcado por la línea verde, se sitúa en la zona próxima a la desembocadura del río Huasco, la planicie litoral de la región. Este grupo lo conforman destacadamente las estaciones en Huasco Bajo y Puente Nicolasa (**HU-40** y **HU-30),** las que, a diferencia de las estaciones de la parte alta de la cuenca, se destacan por elevados contenidos de sales, es así como los parámetros que representaron mayor importancia fueron los **cloruros, conductividad eléctrica, potasio, sulfatos y coliformes totales.** En el caso de los cloruros y la conductividad eléctrica, se explican como fuente de la intrusión marina. Se aprecia que a medida que bajan las aguas del río Huasco, desde las estaciones aguas arriba del embalse con la estación de **HU-10** (Huasco en Chépica antes del Embalse) hasta la desembocadura en **HU-40** (Huasco Bajo), se incrementan las concentraciones de estos parámetros de mayor importancia, atribuidos tanto a la intrusión marina (conductividad eléctrica, sulfato, cloruro y potasio) como a las actividades antrópicas de la cuenca (con mayores concentraciones de coliformes totales).

Grupo 3: El grupo 3 se presentó anexo al grupo 1, con la estación en el río Valeriano, que se caracterizó por una importancia aún mayor de las concentraciones de **Cobre y Hierro**.

Grupo 4: Finalmente la estación del río Estrecho, presentó el comportamiento químico más diferente, con las mayores concentraciones de los metales en la cuenca de **Hierro, Aluminio, Manganeso, Zinc y Cobre,** que por su proximidad a la Cordillera de los Andes, se caracteriza por presentar suelos principalmente del tipo monzogranitos y sienogranitos rosados, de grano grueso, con presencia de biotita y hornblenda (UCN, 2010) y depósitos mineralógicos.

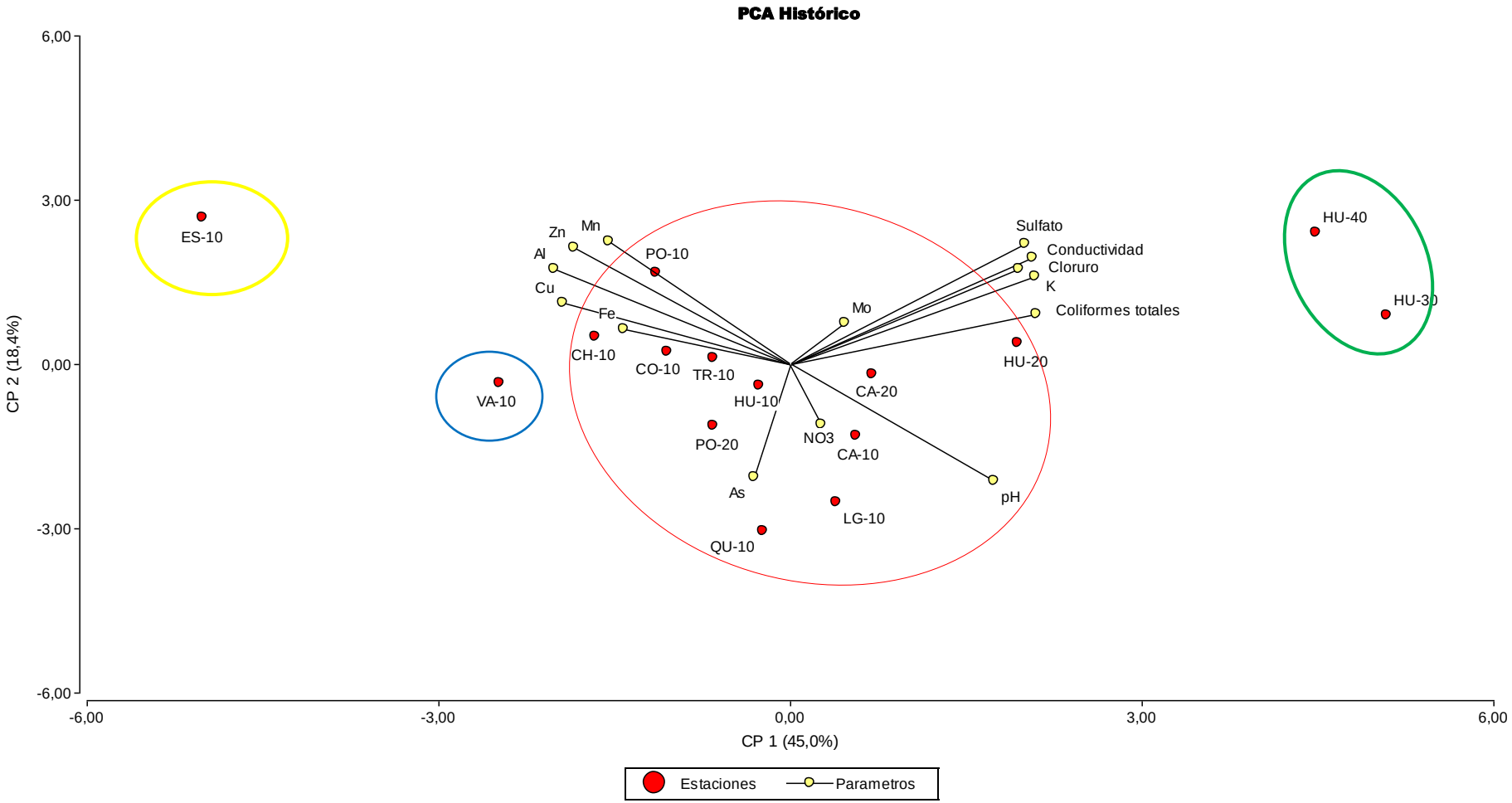


Figura 11: Combinación PCA y análisis de conglomerados con información histórica de 28 años de calidad de agua

4.5. Análisis espacial de calidad de agua del proyecto

Los resultados de cada una de las campañas realizadas en 2017 y 2018, en cada una de las áreas de vigilancia, se presentan en el análisis a continuación.

4.5.1. Parámetros *"in situ"*

4.5.1.1. Temperatura

La **Figura 12,** presenta los resultados de temperatura en las cuencas del Tránsito, Carmen y Huasco. Las mayores temperaturas fueron registradas en campaña de primavera, en tanto que las menores en invierno.

En la cuenca del Tránsito, se registraron temperaturas similares en las estaciones **Laguna Grande, Valeriano, Conay** y **Chollay**, entre 4,4 °C y 16,6 °C. En tanto que las mayores temperaturas se presentaron agua debajo de la cuenta en el río Transito antes del río Carmen, llegando a 25°C, la mayor temperatura registrada en la cuenca.

En la cuenca del río Carmen, el **río Potrerillos antes de Tres Quebradas**, registró los menores valores, con 2,5 °C en la campaña de invierno 2018, y en contraste las mayores temperaturas aguas abajo de la cuenca en la estación **río Carmen antes del Tránsito,** con 24,5 °C en la campaña primavera 2018.

Finalmente, la cuenca del **río Huasco** presentó condiciones similares de temperatura a lo largo de toda la cuenca, que fluctuaron entre 10,2°C hasta 24,2°C.

4.5.1.2. pH

La **Figura 13,** presenta los resultados de pH en las cuencas del Tránsito, Carmen y Huasco. La línea gris del gráfico representa el límite de referencia normado para el resguardo de los ecosistemas acuáticos South Australia (ANZECC, 2000) indicado entre 6,5- 9,0, cuyo limite inferior se cumple en las tres cuencas, y el superior fue sobrepasado en la estación del río **Laguna Grande** durante la campaña de invierno 2018, y río **Potrerillos después de Tres Quebradas,** en las campañas de otoño e invierno de 2018. Este valor limite normado, coincide con el indicado por la NCh. 1333 para la vida acuática de 6,0-9,0.

La mayoría de las estaciones o áreas de vigilancia, presentaron condiciones de pH alcalinas entre 7,0 a 9,0, excepto los ríos **Chollay, Estrecho, Embalse Sta. Juana** y **Huasco Bajo,** que presentaron condiciones levemente ácidas en alguna de las campañas estudiadas, lo que puede estar asociado a la mayor disponibilidad de metales en la columna de agua, reportado en los análisis de componentes principales del capitulo anterior.

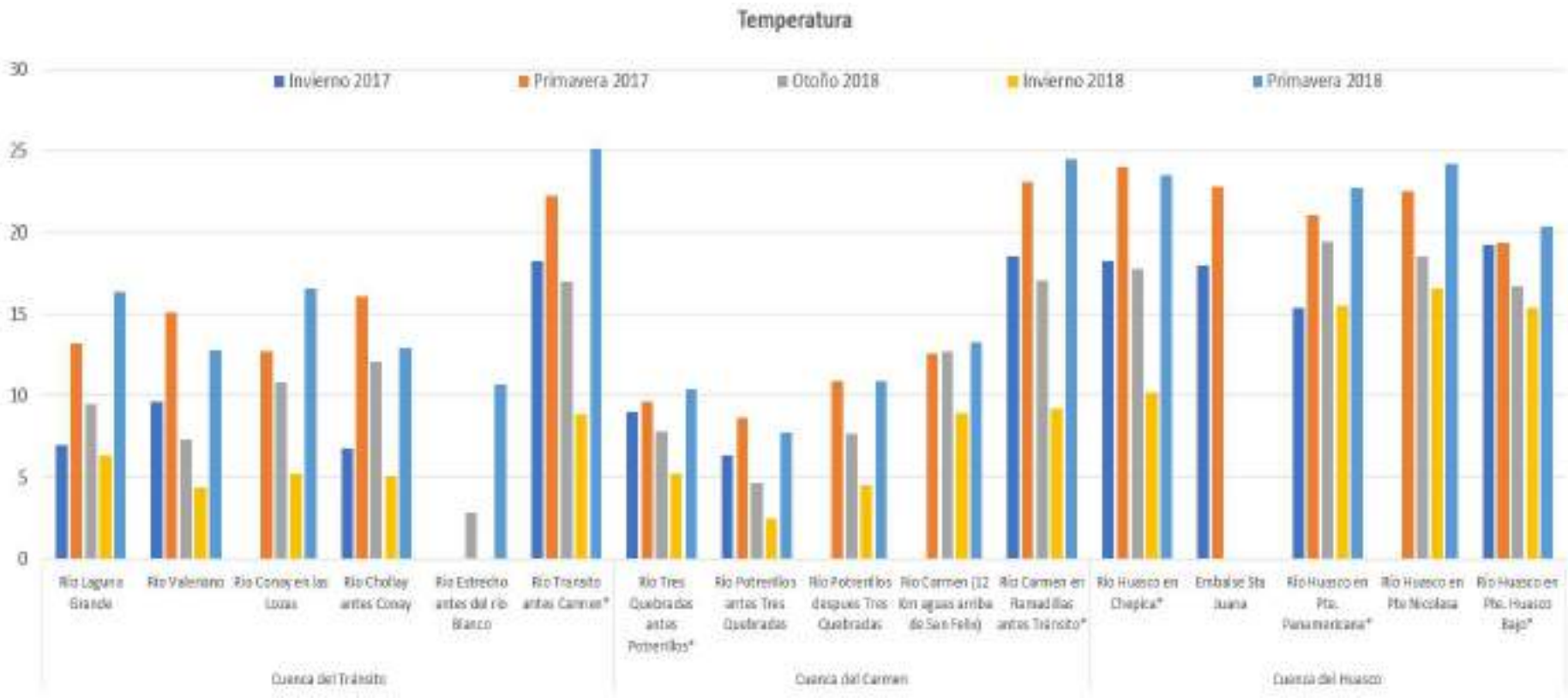


Figura 12: Temperatura por área de vigilancia, en las 5 campañas de muestreo del proyecto.

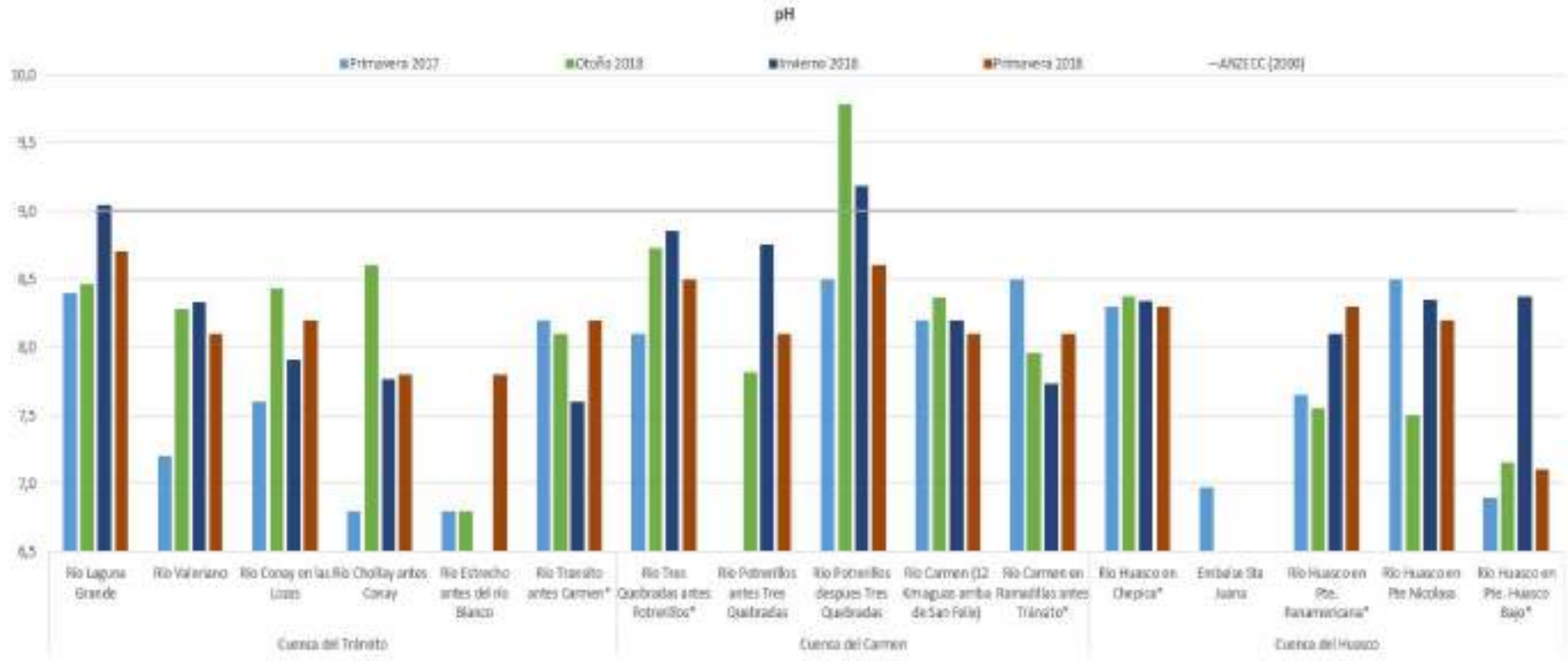


Figura 13: pH por área de vigilancia, en las 5 campañas de muestreo del proyecto.
Línea gris: Normativa referencial South Central Australia (pH = 6,5 – 9,0)

4.5.1.3. Conductividad eléctrica

La **Figura 14,** presenta los resultados de la conductividad eléctrica en las cuencas del Tránsito, Carmen y Huasco, la cual constituye una medida de la concentración de las sales existentes en las aguas.

La línea naranja del gráfico representa el límite inferior de referencia normado para el resguardo de los ecosistemas acuáticos South Australia (ANZECC, 2000) indicado en 100 uS/cm, el que se presenta bastante sobrepasado en todas las áreas de vigilancia de la cuenca, debido a razones de la geología natural de la misma. El límite superior se indica en 5000 uS/cm (**Cuadro 4, capitulo 3.2.1**) y donde cada una de las áreas de vigilancia, se presentaron muy por debajo.

Por otro lado, la línea azul representa el límite de la NCh. 1333 requisito riego de 750 uS/cm bajo el cual no se presentan efectos perjudiciales para los cultivos.

En términos generales, la conductividad eléctrica presentó un patrón de comportamiento ascendente aguas abajo de la cuenca y mucha estabilidad inter-estacional. Los menores registros se presentaron en la cuenca del Tránsito, específicamente en **Laguna Grande**, con valores alrededor de los 300 uS/cm, los que se fueron incrementando progresivamente hasta los 1500 uS/cm en **Huasco en Puente Nicolasa** y **Huasco Bajo.**

4.5.1.4. Turbidez y sólidos suspendidos totales

La turbidez en los ríos de tierras bajas puede ser extremadamente variable, los valores reflejan una alta variabilidad regional y específica del sitio. El grado de turbidez depende de la escorrentía estacional y la lluvia.

Las **Figuras 15 y 16,** presentan los resultados de la turbidez y los sólidos suspendidos totales en las cuencas del Tránsito, Carmen y Huasco, los cuales registraron un patrón de comportamiento similar entre sí a lo largo de la cuenca, registrándose los menores valores para la subcuenca del Huasco, pese a que registró mayores contenidos de sales, según lo indicado en la **Figura 13**.

En el caso particular de la cuenca del Huasco, los más elevados niveles de turbiedad se relacionan a las mayores concentraciones de sólidos suspendidos totales, que otorgan coloración a las aguas de los ríos asociadas a su vez a las diferentes composiciones químicas de los ríos. Las estaciones del **río Tránsito antes del río Carmen** y **Huasco en Chépica** presentaron peaks de sólidos suspendidos totales y turbiedad en la campaña de primavera 2017, debido al incremento de la escorrentía por derretimiento de hielos y lluvias.

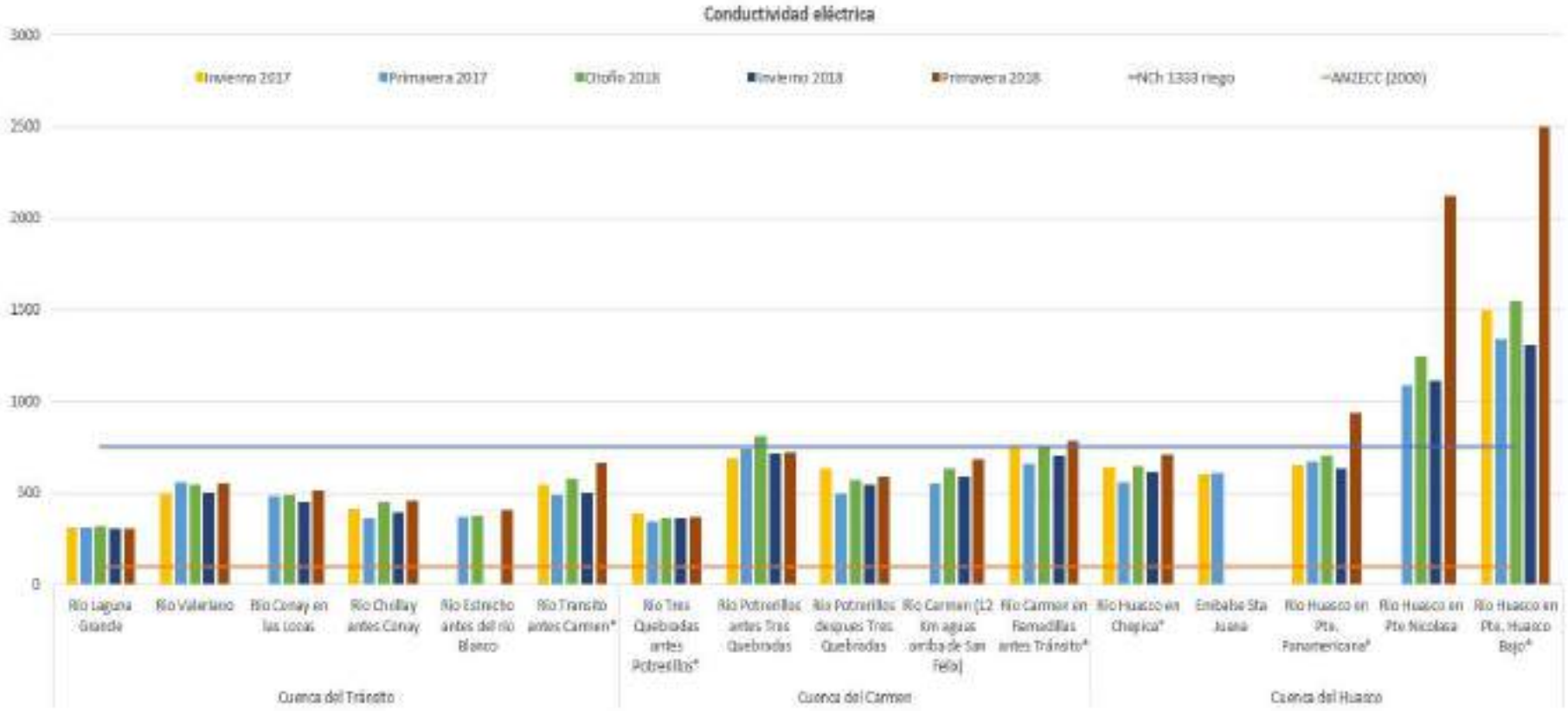


Figura 14: Conductividad eléctrica por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Línea naranja: limite inferior normativa referencial South Central Australia (100 – 5000 uS/cm)
Línea azul: límite inferior Norma Chilena 1333 requisito riego (750 uS/cm)

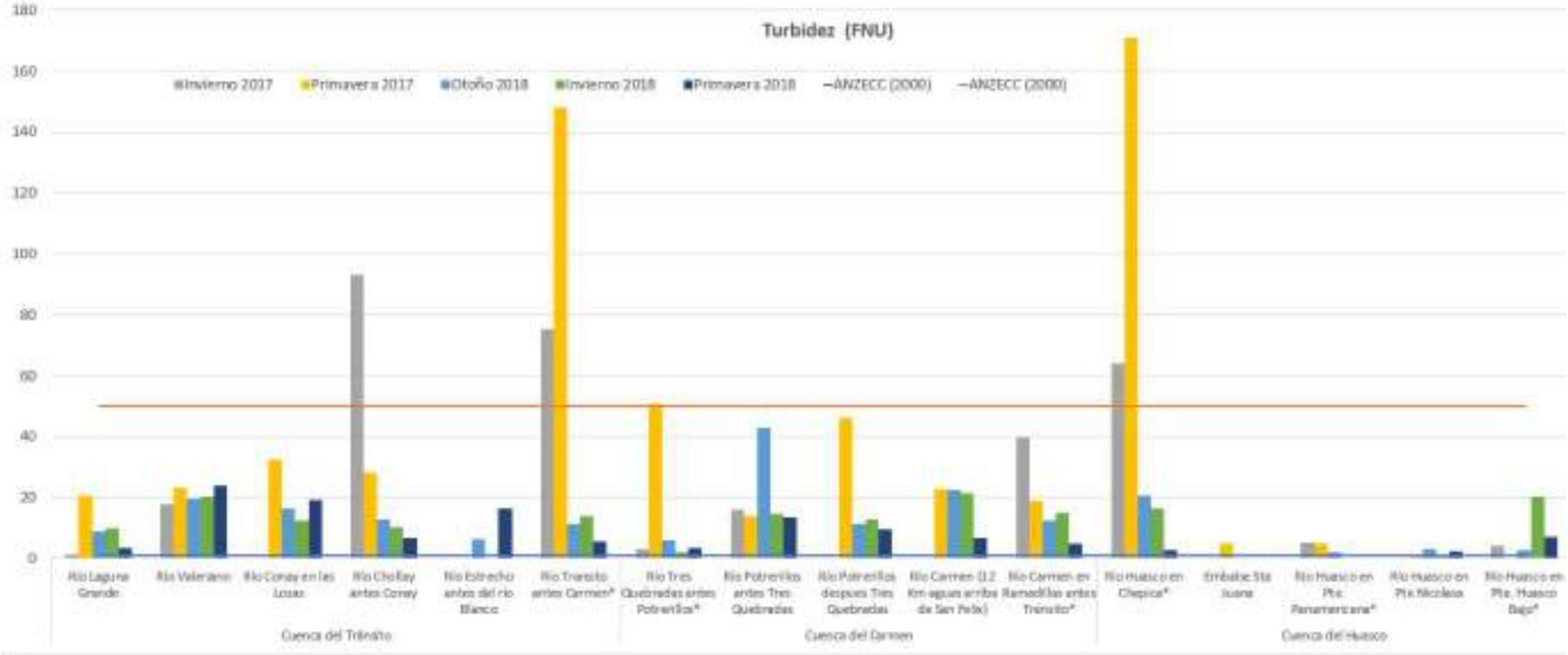


Figura 15: Turbidez por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Líneas azul y naranja: limite inferior y superior de normativa referencial South Central Australia (1 – 50 NTU)

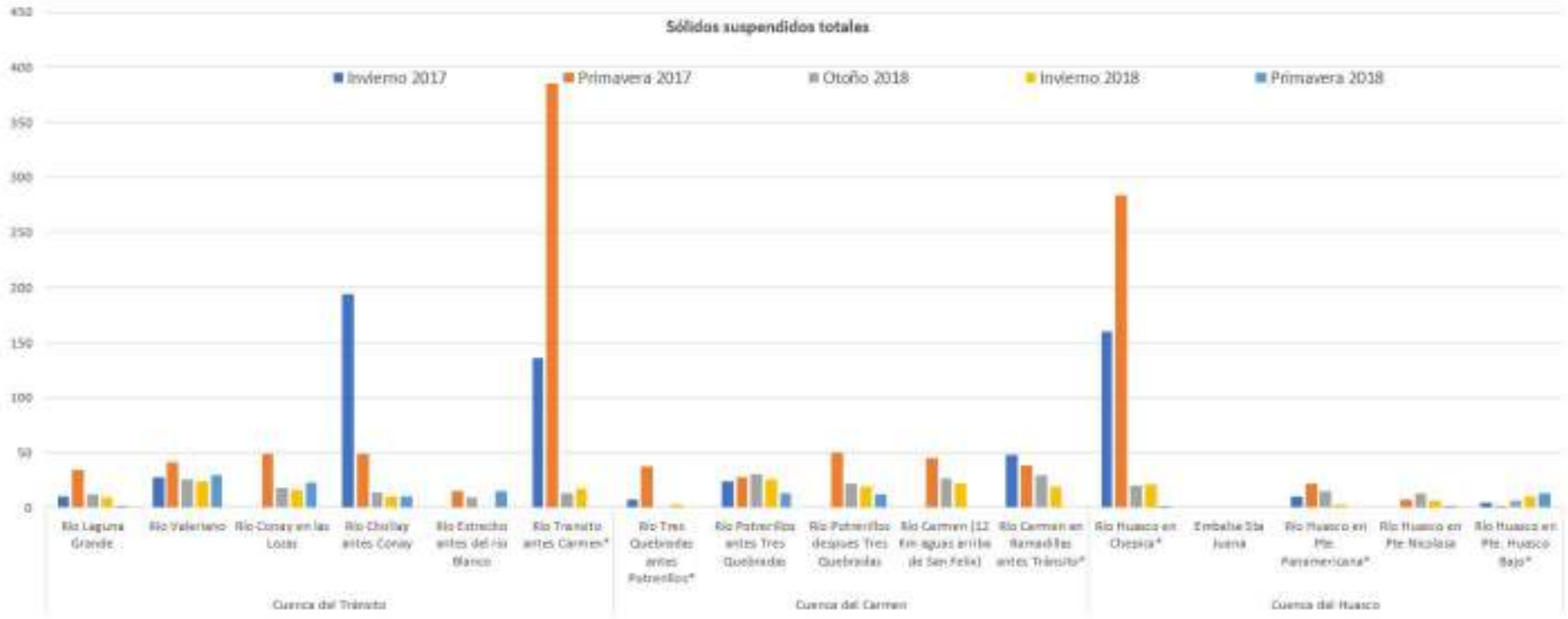


Figura 16: Sólidos suspendidos totales por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto

No hay normativa referencial aplicable

4.5.2. Sales y nutrientes

4.5.2.1. Cloruro y sulfato

Normalmente los **sulfatos** provienen de diversas fuentes, tanto de forma natural en muchos minerales (yeso, anhidrita, azufre orgánico, oxidación de sulfuros), como antrópica, sobre todo formando parte de fertilizantes, pesticidas, colorantes, jabón, papel, vidrio, fármacos, etc., como agentes de sedimentación (sulfato de aluminio) o para controlar algas (sulfato de cobre) en tranques y redes de agua y, por último, como aditivos en los alimentos. Se liberan a las aguas también procedentes de **residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera**. No obstante, las concentraciones más altas suelen encontrarse en aguas subterráneas. El **sulfato** es uno de los principales aniones responsables de la **conductividad eléctrica del agua**, y es además nutriente esencial para las plantas, como azufre, absorbido vía radical.

El origen de **cloruros** es diverso, tanto a partir de fuentes naturales como antrópicas. Las aguas naturales presentan contenidos muy variables en cloruros, dependiendo de las características de los terrenos que atraviesen, pero, en cualquier caso, esta cantidad siempre es menor que las que se encuentran en las aguas residuales. El cloruro de sodio es también ampliamente usado en la producción de químicos industriales tales como soda cáustica, cloro, soda carbonatada, clorito de sodio, bicarbonato de sodio e hipoclorito de sodio. El cloruro de potasio es usado en la producción de fertilizantes. Otras fuentes de cloruro al medio ambiente son disolución de depósitos de sales, efluentes de industrias químicas, **aguas residuales**, **riego, percolado de desechos**, considerando que el cloruro de sodio es común en la dieta y circula inalterado a través del aparato digestivo, es una evidencia de contaminación de aguas residuales

Las **Figuras 17 y 18,** presentan los resultados de cloruro y sulfato respectivamente en las cuencas del Tránsito, Carmen y Huasco, los cuales registraron un patrón de comportamiento similar entre sí a lo largo de la cuenca, registrándose los mayores valores de concentración para las dos últimas áreas de vigilancia de la subcuenca **Huasco en Nicolasa** y **Huasco Bajo**, en concordancia con las elevadas condiciones de contenidos de sales, según lo indicado en la **Figura 14**.

En el caso particular del cloruro (**Figura 17**), los niveles se mantuvieron muy por bajo la NCh 1333 requisito riego de 200 mg/l, y similares entre las estaciones de las tres cuencas, en promedio de 12 mg/l. La excepción se presentó en el peak que alcanzaron las últimas dos estaciones de Huasco (**Nicolasa** y **Huasco Bajo**), que variaron entre los 71 mg/l y 341 mg/l, superando el valor normado para riego en la última campaña de primavera 2018. Se destacó también río Valeriano por presentar concentraciones más elevadas al promedio cuenca, en torno a los 20 mg/l.

Por otro lado, las concentraciones de sulfato en la **Figura 18**, la mayor parte de las estaciones presentaron concentraciones bajo el límite normado para riego de 250

mg/l, destacándose por presentar concentraciones mayores a la normada y en todas las campañas, en **Potrerillos antes de Tres Quebradas, Huasco en Nicolasa y Huasco Bajo**. Lo cual concuerda con los más elevados de contenidos de sales, según lo indicado en la **Figura 14,** debido al drenaje por escorrentía de la totalidad de la cuenca en este sector.

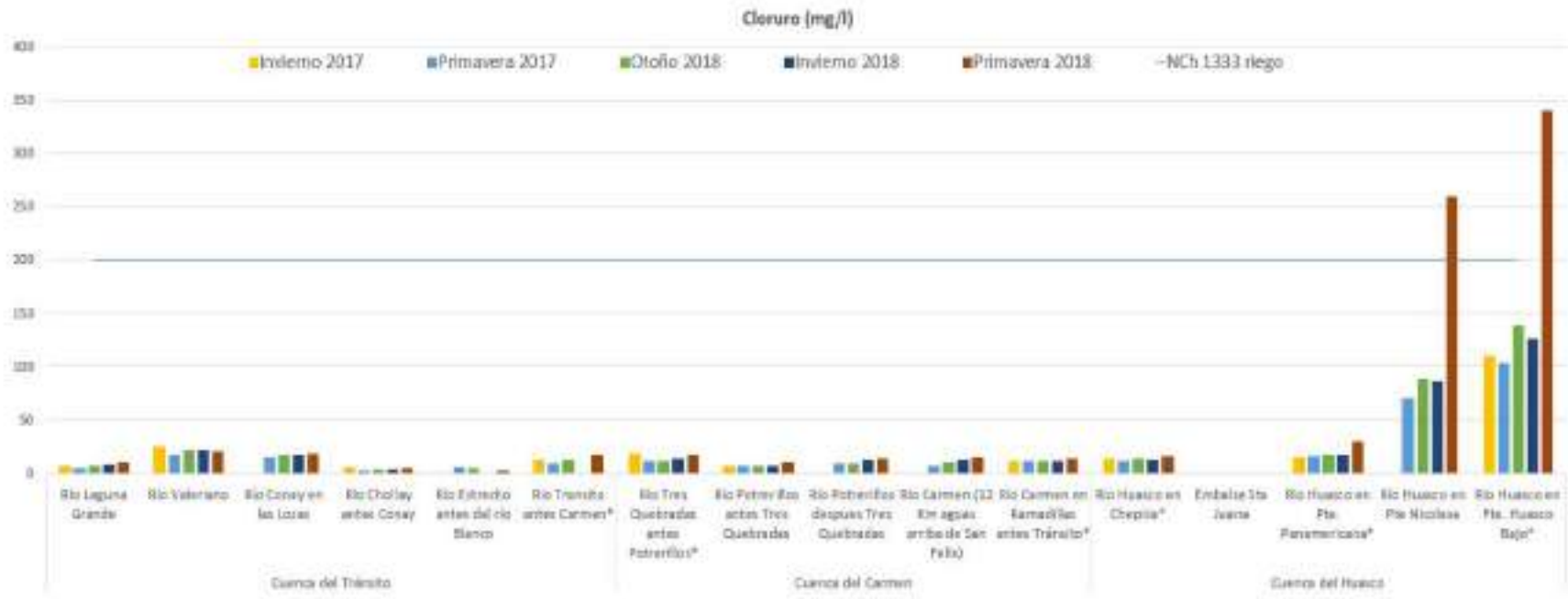


Figura 17: Cloruro por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Línea azul: límite Norma Chilena 1333 requisito riego (200 mg/l)

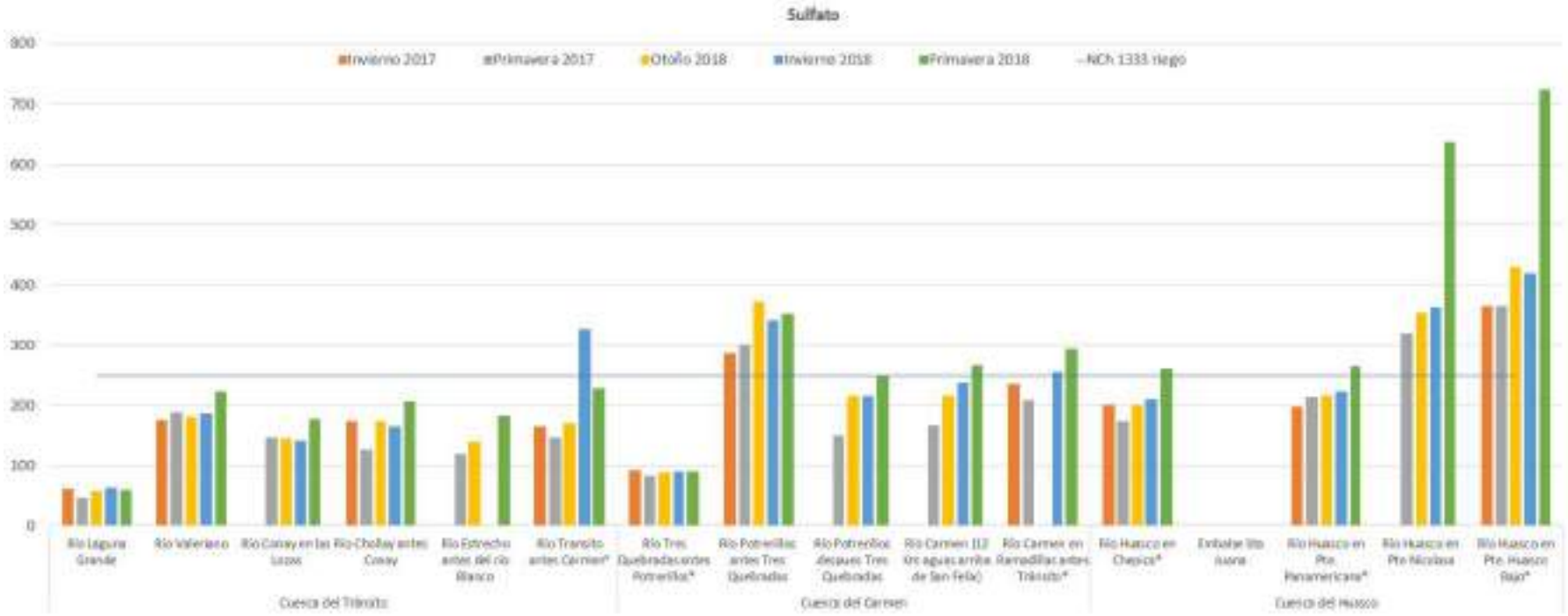


Figura 18: Sulfato (mg/l) por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Línea azul: límite Norma Chilena 1333 requisito riego (250 mg/l)

4.5.2.2. Fosfato, fosforo, nitrato y nitrógeno total

Nitrógeno y fósforo, como todos los nutrientes, son esenciales para la biota del ecosistema (formas de vida) en ciertas concentraciones. Sin embargo, un exceso de ellos puede estimular el crecimiento de las plantas acuáticas en cuerpos de agua. Es así como las medidas de nitrógeno y fosforo, indican qué tan **eutroficado** (contaminado por nutrientes) es un cuerpo de agua y qué tan susceptible será a los crecimientos excesivos de las plantas.

La contaminación por nitrógeno y fosforo, se deriva de eventos ecológicos naturales como el surgimiento oceánico, los depósitos de basura, descargas de aguas residuales, lixiviación de nitrógeno y fosforo de escombreras, escorrentía de fertilizantes, efluentes industriales y agrícolas. La mayor cantidad de estos nutrientes normalmente se deriva de la cuenca, a través de descargas de aguas residuales o escorrentía difusa. La importancia de las fuentes difusas en una situación dada depende del rendimiento del nutriente generado por la actividad particular de uso de la tierra y el área o proporción de la cuenca dedicada a esa actividad (es decir, kg de nutrientes / ha). En general, los mayores aportes de los nutrientes provienen de zonas urbanas, con rendimientos sucesivamente menores de las cuencas agrícolas y forestales (ANZECC, 2000).

La forma más disponible para la biota de fósforo es el fosfato, y se presentó en la **Figura 19,** para las cuencas del Tránsito, Carmen y Huasco, los cuales registraron un patrón de comportamiento similar al observado en el caso de las sales de cloruro y sulfato (**Figuras 17 y 18**), con valores de concentración bajos en las cuencas de Transito y Carmen, y mayores valores de concentración para las dos últimas áreas de vigilancia de la subcuenca **Huasco en Nicolasa** y **Huasco Bajo.** Esto concuerda con los elevados contenidos de sales, según lo indicado en la **Figura 14**, probablemente debido a una fuente u origen común de estas sales, asociado al sumidero de sales que supone el sector bajo de la cuenca por el desarrollo de las actividades humanas aguas arriba. Según el limite utilizado como referencia de la guía Australiana de 0,04 mg/l para evitar problemas de eutroficación, las estaciones de la totalidad de la cuenca, cumplen con el requisito internacional, sin embargo las últimas dos estaciones, se encuentran sobre el límite indicado presentando condiciones eutróficas. Según Smith *et al* (1999), el límite indicado para la eutroficación es de 0,075 mg/l para el fósforo total, el cual se ve superado por en las estaciones de Huasco en Nicolasa y Huasco Bajo.

Po otro lado, la concentración de fósforo se presentó en la **Figura 20**, y presentó un mismo patrón de incremento aguas abajo del río Huasco, con algunos valores peaks que no sobrepasaron los valores normados referenciales de la guía Australiana.

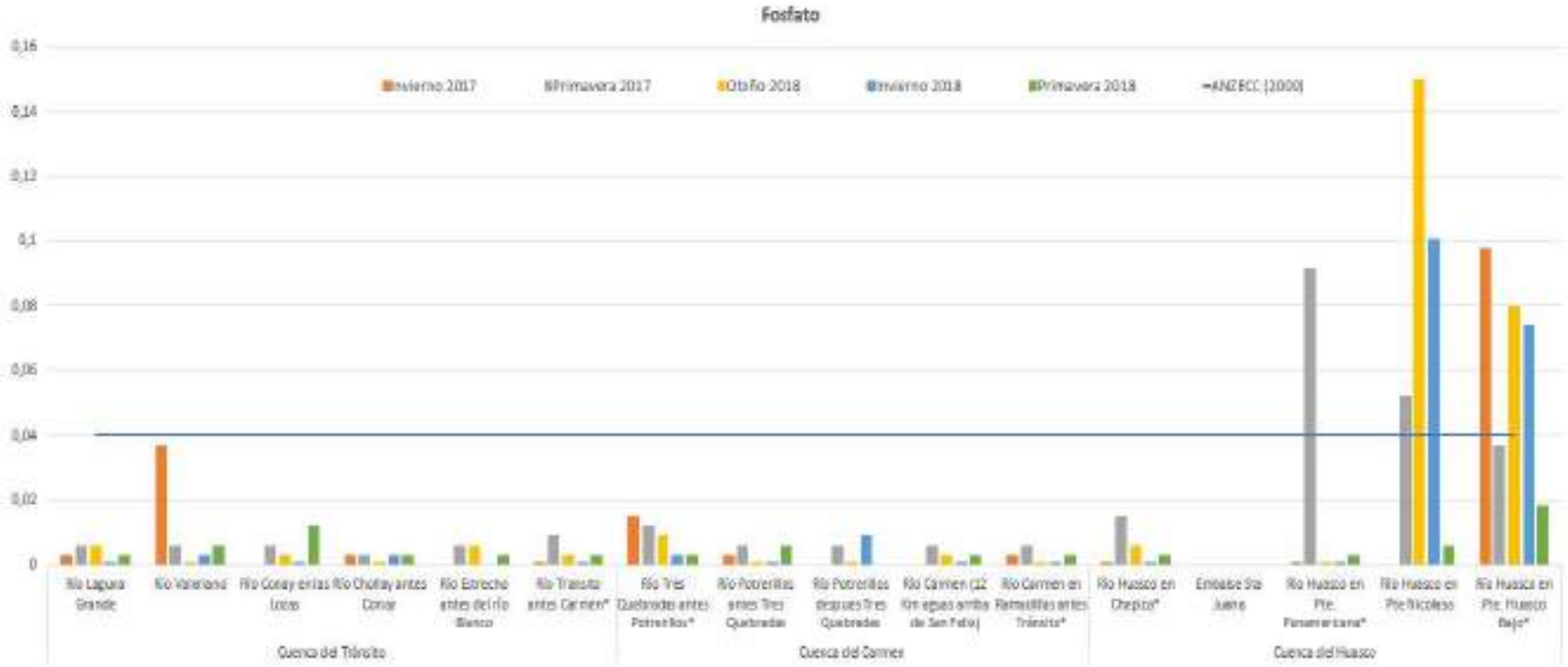


Figura 19: Fosfato (mg/l) por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Línea azul: límite de normativa referencial South Central Australia (0,04 mg/l)

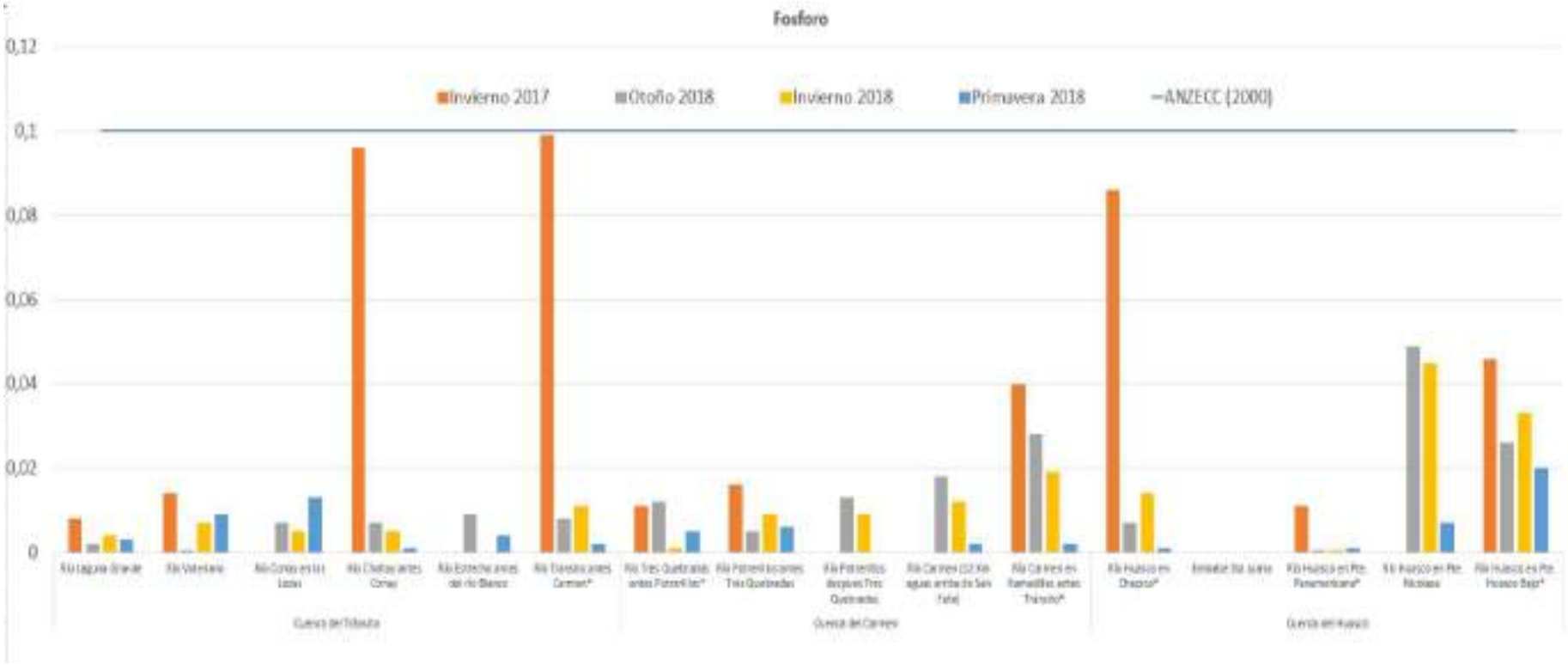


Figura 20: Fósforo (mg/l) por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Línea azul: límite de normativa referencial South Central Australia (0,1 mg/l)

Las **Figuras 21 y 22,** presentaron los resultados de las concentraciones de **nitrato** (una de las formas más biodisponibles para la biota junto con amonio) **y nitrógeno total** en las cuencas del Tránsito, Carmen y Huasco. Estas registraron un patrón de comportamiento similar entre sí, con mayores concentraciones sobre el valor referencial normado por Australia, en las estaciones **Tres Quebradas antes del río Potrerillos** y **río Potrerillos**. Debido a la altura de las estaciones y ausencia de actividades antrópicas de alto impacto que puedan originar estos incrementos en estos parámetros, se consideran que estas concentraciones son de origen litológico natural. Las restantes áreas de vigilancia, de las tres cuencas, se presentaron dentro del valor referencial normado, lo que no implicaría problemas para el desarrollo de la biota acuática.

Las concentraciones de amonio se presentaron en la **Figura 23.** Se sabe que el amoníaco es tóxico para la biota acuática en altas concentraciones y su toxicidad aumenta al disminuir las concentraciones de oxígeno disuelto (ANZECC, 2000). Estas no presentaron un patrón de comportamiento definido a lo largo de las tres subcuencas del Huasco, sino mas bien se registraron en concentraciones similares en todas las áreas de vigilancia. No obstante, se presentaron puntualmente sobre el valor referencial normado de 0,1 mg/l en la campaña de otoño 2018 en varias estaciones de la mayor parte de la cuenca del Tránsito.

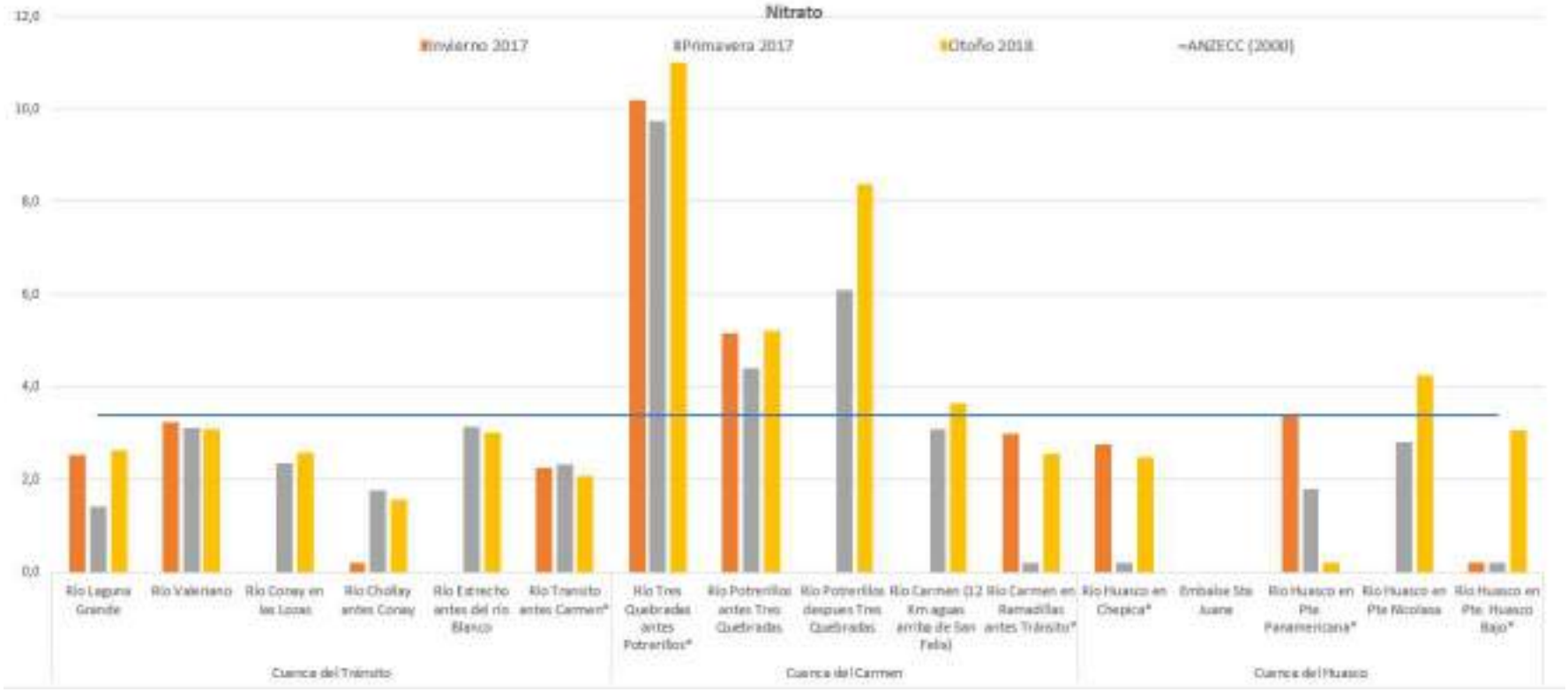


Figura 21: Nitrato (mg/l) por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Línea azul: límite de normativa referencial South Central Australia (3,4 mg/l)

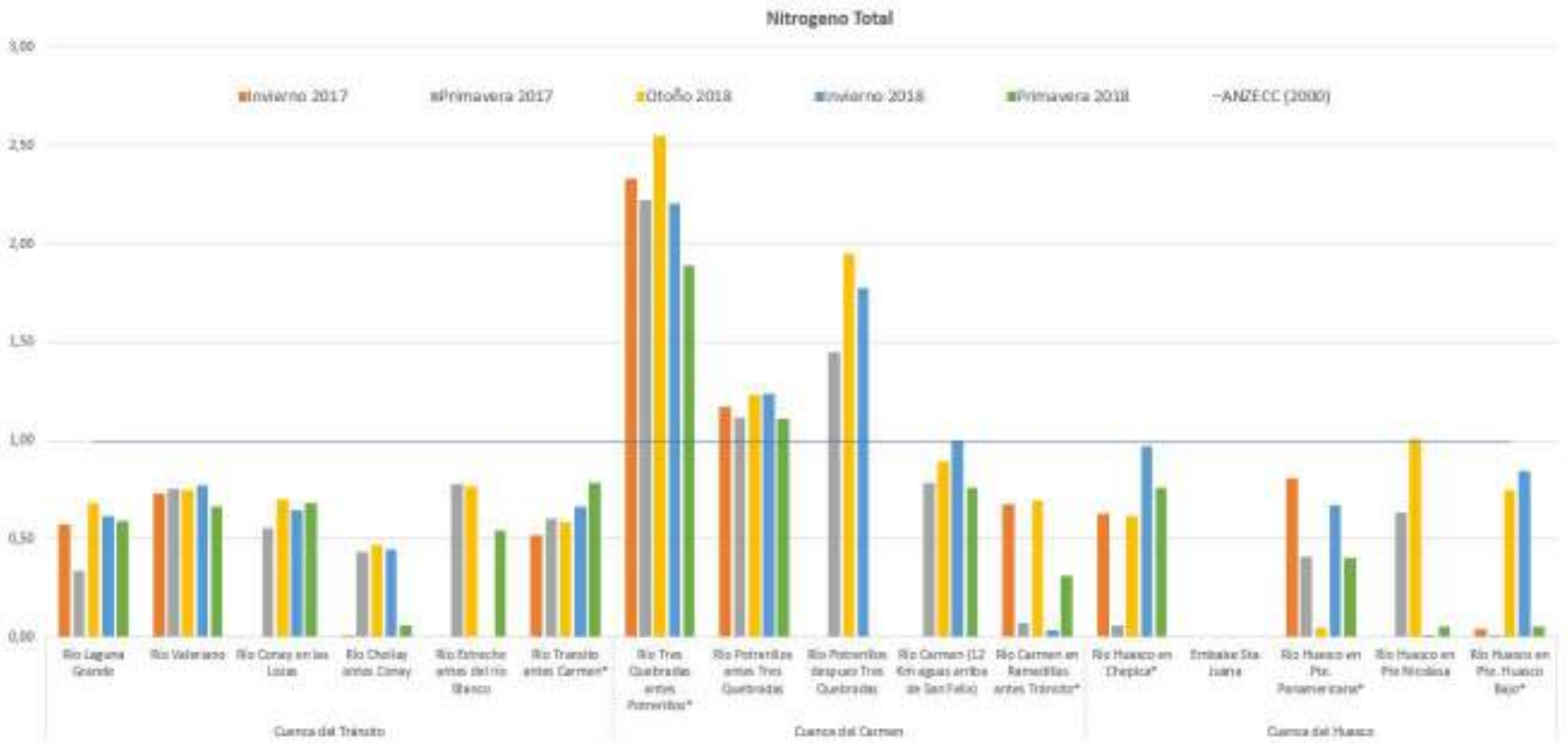


Figura 22: Nitrógeno total (mg/l) por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Línea azul: límite de normativa referencial South Central Australia (1,0 mg/l)

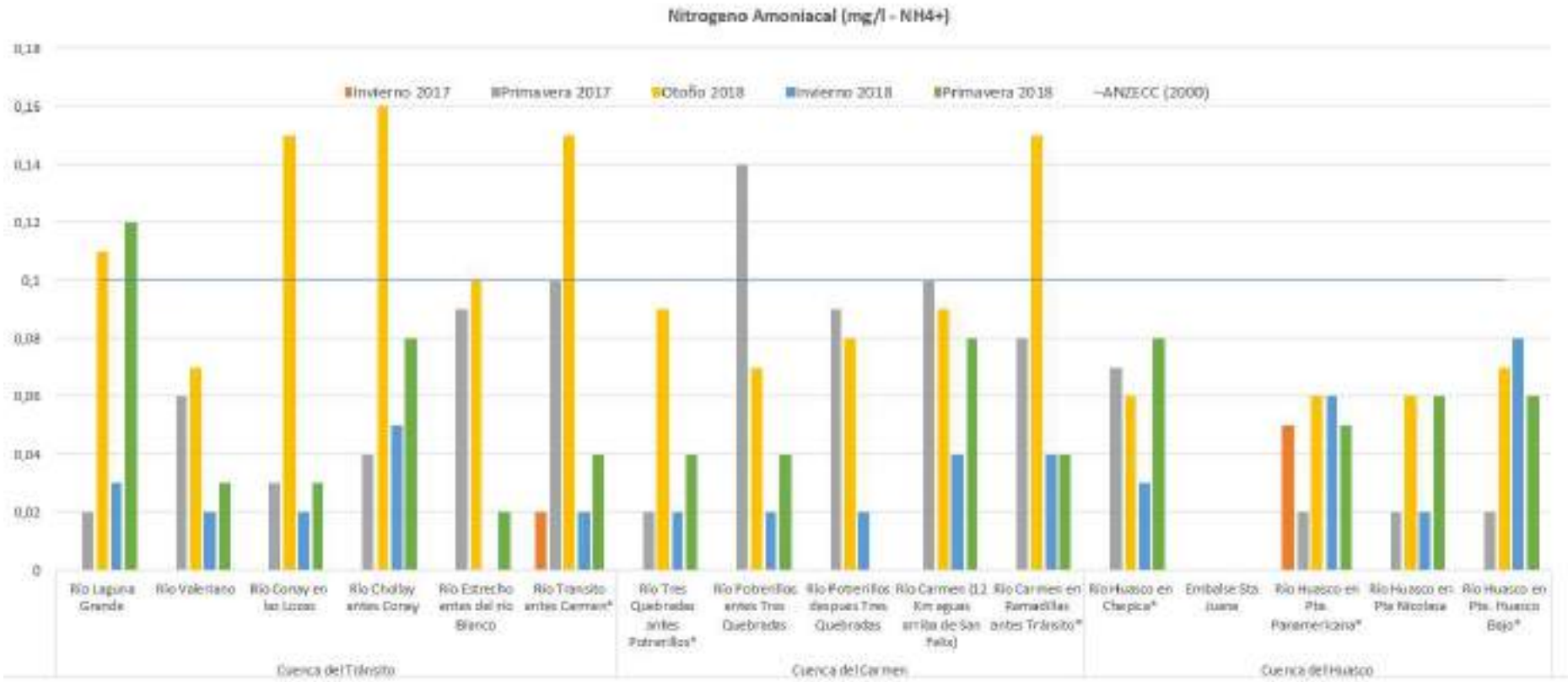


Figura 23: Nitrógeno amoniacal (mg/l) por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Línea azul: límite de normativa referencial South Central Australia (0,1 mg/l)

4.5.2.3. Cobre, aluminio, hierro y zinc

Las **Figuras 24, 25, 26 y 27,** presentaron los resultados de las concentraciones de **cobre**, **aluminio**, **hierro** y **zinc** respectivamente en las cuencas del Tránsito, Carmen y Huasco. Estas registraron un patrón de comportamiento similar entre sí, con mayores concentraciones desde la cuenca del Tránsito en el río Valeriano las que bajaron progresivamente hasta el río Huasco, en que casi no se encuentran estos metales en las aguas.

Cabe destacar que la toxicidad de zinc, plomo, cobre, pentaclorofenol, cianuro, sulfuro de hidrógeno y amoniaco, se incrementa a bajas concentraciones de oxígeno disuelto, (ANZECC, 2000). Por otro lado, la acidez del agua afecta la disponibilidad de muchos iones de metales pesados en solución (Campbell & Stokes 1985, Kelly 1988) y, por lo tanto, su toxicidad. A valores de pH más altos, los metales se precipitan como hidróxidos metálicos u otras sales, reduciendo así su toxicidad. Los valores de pH a los que precipitan el cobre, el plomo, el cadmio y el zinc varían de 6.3 a 9.7 según el metal (Kelly 1988). Los metales anfóteros, como el aluminio, son más tóxicos tanto a pH bajo como alto (CCREM, 1991) y los cambios rápidos en el pH, que pueden ocurrir durante la escorrentía de una tormenta, pueden matar a los peces (Witters et al. 1996). Además, el aumento de la dureza y alcalinidad del agua, reduce específicamente la absorción y la toxicidad, para los organismos de agua dulce, de varios metales como el cadmio, cromo (III), cobre, plomo, níquel y zinc (Markich & Jeffree 1994).

A modo referencial se aplicaron los valores normados referenciales de Australia (**Cuadro 5**) de los límites permitidos para la protección del 80 y 90% de las especies, para estos 4 metales. Se destaca que las concentraciones de **cobre, aluminio y zinc total** (**Figuras 24, 25 y 27**) estuvieron muy por sobre estos límites referenciales, sobre todo en las áreas de vigilancia de los ríos Tránsito y Carmen, lo que en teoría se traduciría en la eliminación del 80 al 90% de la biota, hecho que no ocurre, ya que son determinadas poblaciones de organismos vivos. Por tanto, y debido a la altura de las estaciones y ausencia de actividades antrópicas de alto impacto que puedan originar estos incrementos en estos parámetros, se consideran que estas concentraciones son de origen litológico natural.

El caso del **hierro total** también presentó concentraciones que disminuyeron aguas abajo de la cuenca del río Tránsito, sin embargo, no existe normativa extranjera comparable, sino únicamente el valor normado por la NCh. 1333 requisito riego, el que indica aguas aptas para tal efecto, al igual que el **aluminio total**.

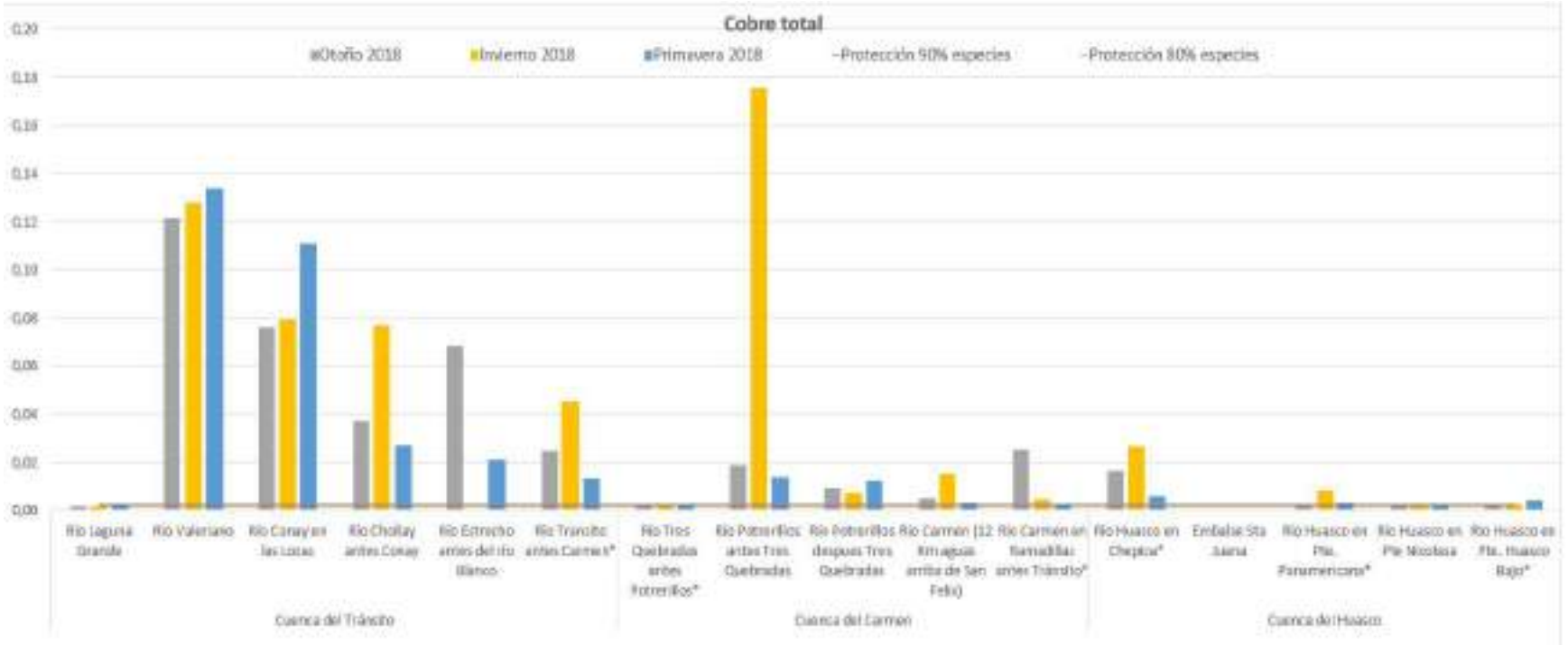


Figura 24: Cobre total (mg/l) por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Líneas gris y naranja: límite de normativa referencial South Central Australia
(Protección 90% especies = 0,0018 mg/l y Protección 80% especies = 0,0025 mg/l)

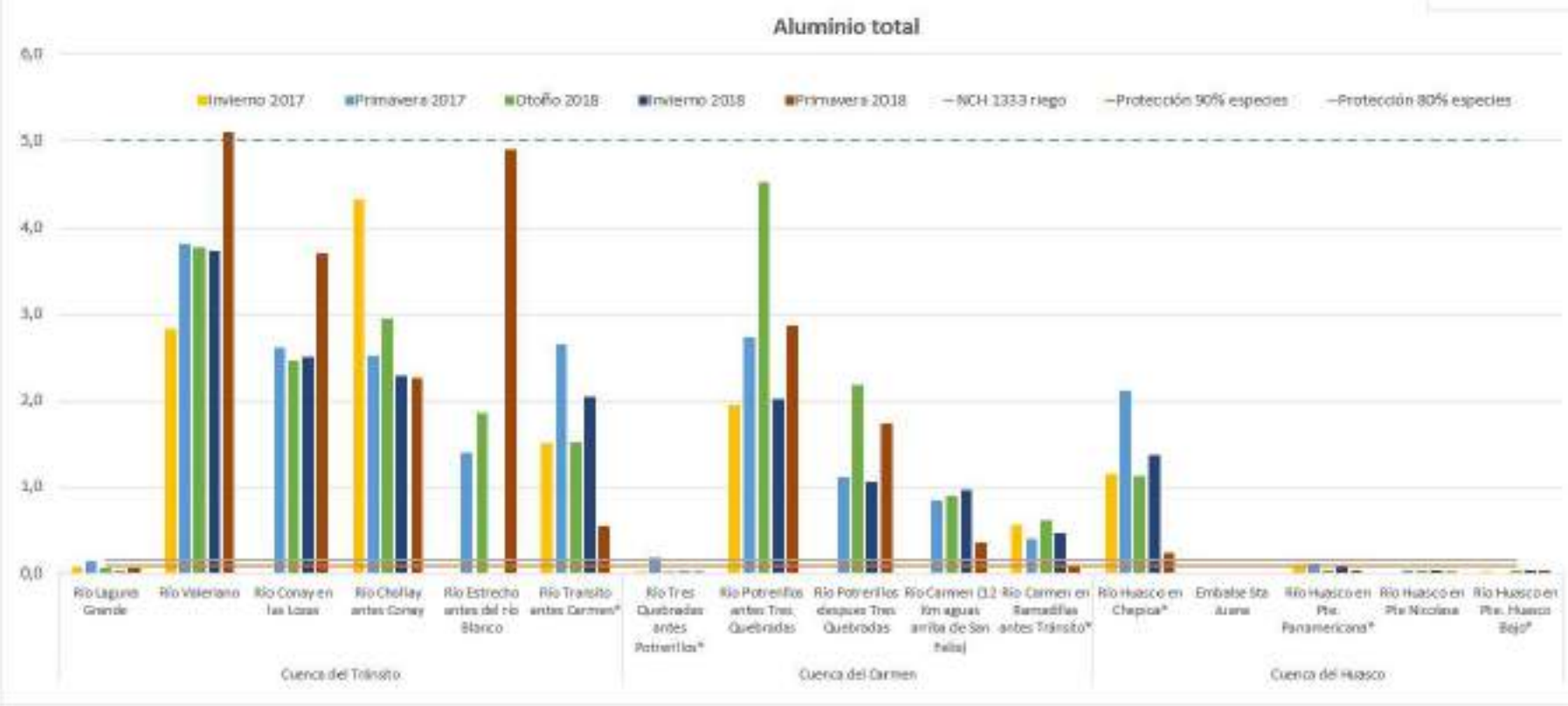


Figura 25: Aluminio total (mg/l) por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Línea azul: límite Norma Chilena 1333 requisito riego (5,0 mg/l)
Líneas gris y naranja: límite de normativa referencial South Central Australia
(Protección 90% especies = 0,08 mg/l y Protección 80% especies = 0,15 mg/l)

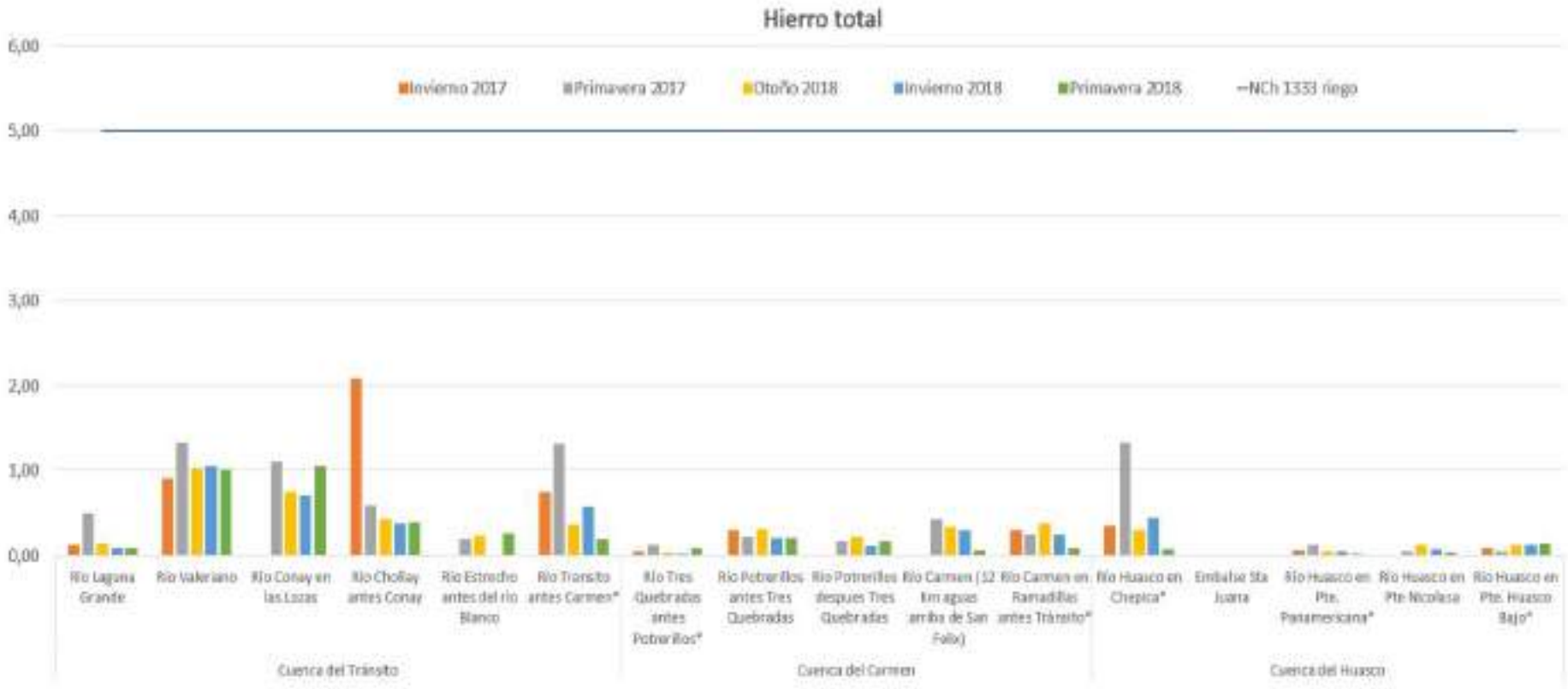


Figura 26: Hierro total (mg/l) por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Línea azul: límite Norma Chilena 1333 requisito riego (5,0 mg/l)

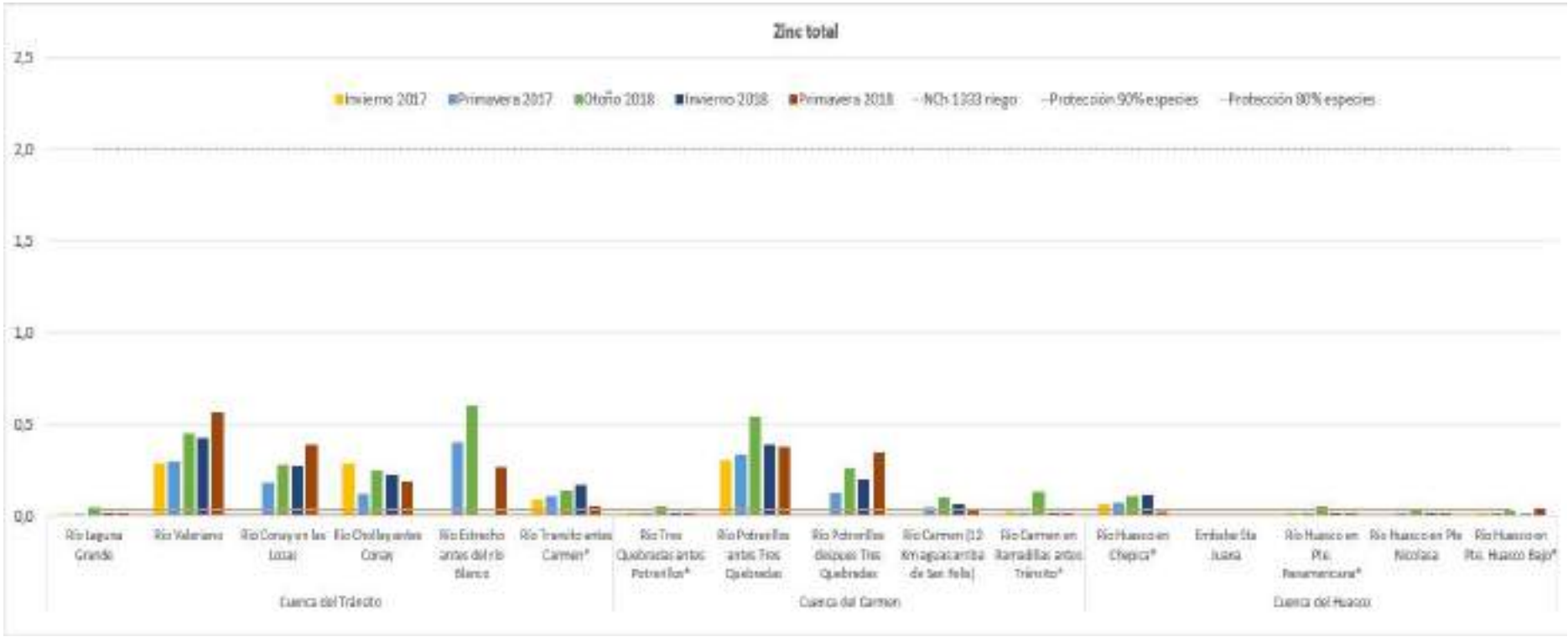


Figura 27: Zinc total (mg/l) por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Línea azul: límite Norma Chilena 1333 requisito riego (2,0 mg/l)
Líneas gris y naranja: límite de normativa referencial South Central Australia
(Protección 90% especies = 0,015 mg/l y Protección 80% especies = 0,031 mg/l)

4.5.2.4. Arsénico y manganeso

Las **Figuras 28 y 29,** presentan los resultados de las concentraciones de arsénico y manganeso respectivamente en las cuencas del Tránsito, Carmen y Huasco, los cuales registraron un patrón de comportamiento similar entre sí a lo largo de la cuenca, registrándose los mayores valores de concentración para la cuenca del río Carmen, en las estaciones en el río **Tres Quebradas** y **Potrerillos**.

El arsénico se libera al medio ambiente de forma natural debido a la intemperización de las rocas que contienen arsénico y la actividad volcánica. La cantidad estimada de arsénico liberado como resultado de las actividades humanas es aproximadamente el doble que por la intemperización natural (Ferguson y Gavis, 1972). Varias formas de arsénico se producen en aguas naturales, dependiendo del potencial redox y el pH, siendo las dos más comunes el arsénico (III) y el arsénico (V). Tanto el arsénico (III) como el arsénico (V) forman enlaces estables con el carbono, dando como resultandos numerosos compuestos organoarsénicos, algunos de los cuales son muy tóxicos.

Las condiciones de arsénico total de la **Figura 27**, en toda la cuenca fueron comparadas de manera referencial con el límite existente aplicable de arsénico V (estado de oxidación +5) de la normativa australiana, para la protección del 80 y 90 % de las especies biológicas existente, el que se registró sin superaciones en todas las áreas de vigilancia de la cuenca. Lo mismo se comprueba para el límite normado en la NCh 1333 requisito riego, que no fue superado en ninguna de las áreas de vigilancia.

Por otro lado, el manganeso se usa comúnmente en aleaciones de acero y baterías de celda seca, así como en pinturas, tintas, vidrio, cerámica, fuegos artificiales y fertilizantes (CCREM 1987). Es un componente común de las descargas de las actividades de minería y fundición (Stubblefield et al. 1997). Se distribuye ampliamente en la corteza terrestre, más comúnmente como MnO_2. Es un oligoelemento esencial para microorganismos, plantas y animales (CCREM 1987) y puede ser bioconcentrado hasta 4 órdenes de magnitud. Está presente en aguas naturales en forma suspendida (similar al hierro), aunque las formas solubles pueden persistir a pH bajo o bajo oxígeno disuelto. Su toxicidad es baja en comparación con otros metales traza.

Sin embargo, las condiciones de manganeso total de la **Figura 29**, en toda la cuenca al ser comparadas de manera referencial con el límite existente aplicable para la protección del 80% (3,6 mg/l) y 90 % (2,5 mg/l) de las especies biológicas existentes, no presentó superación en ninguna de las áreas de vigilancia de la cuenca. No obstante, no se obtuvo lo mismo en el caso del requisito riego de la NCh 1333, que fue superado en la mayor parte de las estaciones de la cuenca del Tránsito, y en las dos estaciones del rio Potrerillos, de la cuenca del Carmen. Por tanto, debido a la ausencia de actividades antrópicas de alto impacto que puedan originar estos incrementos en ambos parámetros, se considera que estas concentraciones son de origen litológico natural.

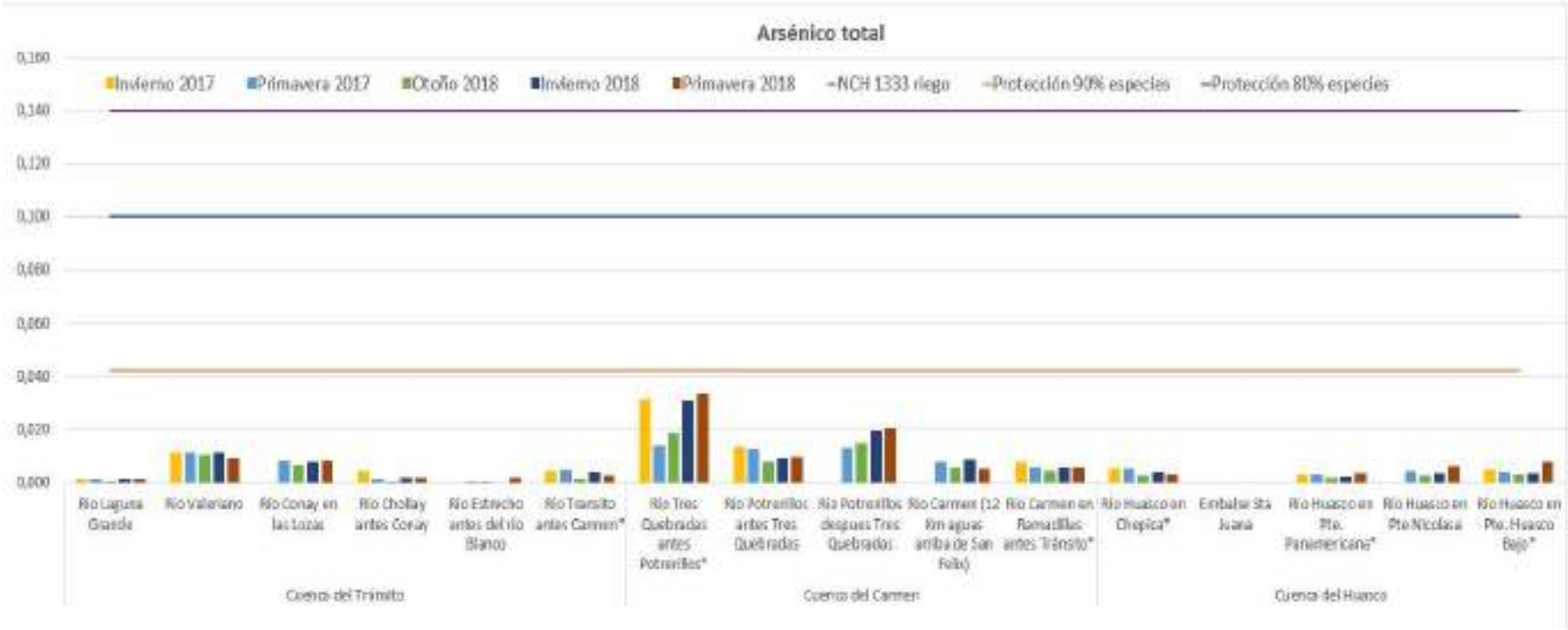


Figura 28: Arsénico total (mg/l) por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Línea azul: límite Norma Chilena 1333 requisito riego (0,1 mg/l)
Líneas naranja y morada: límite de normativa referencial South Central Australia (arsénico V)
(Protección 90% especies = 0,04 mg/l y Protección 80% especies = 0,14 mg/l)

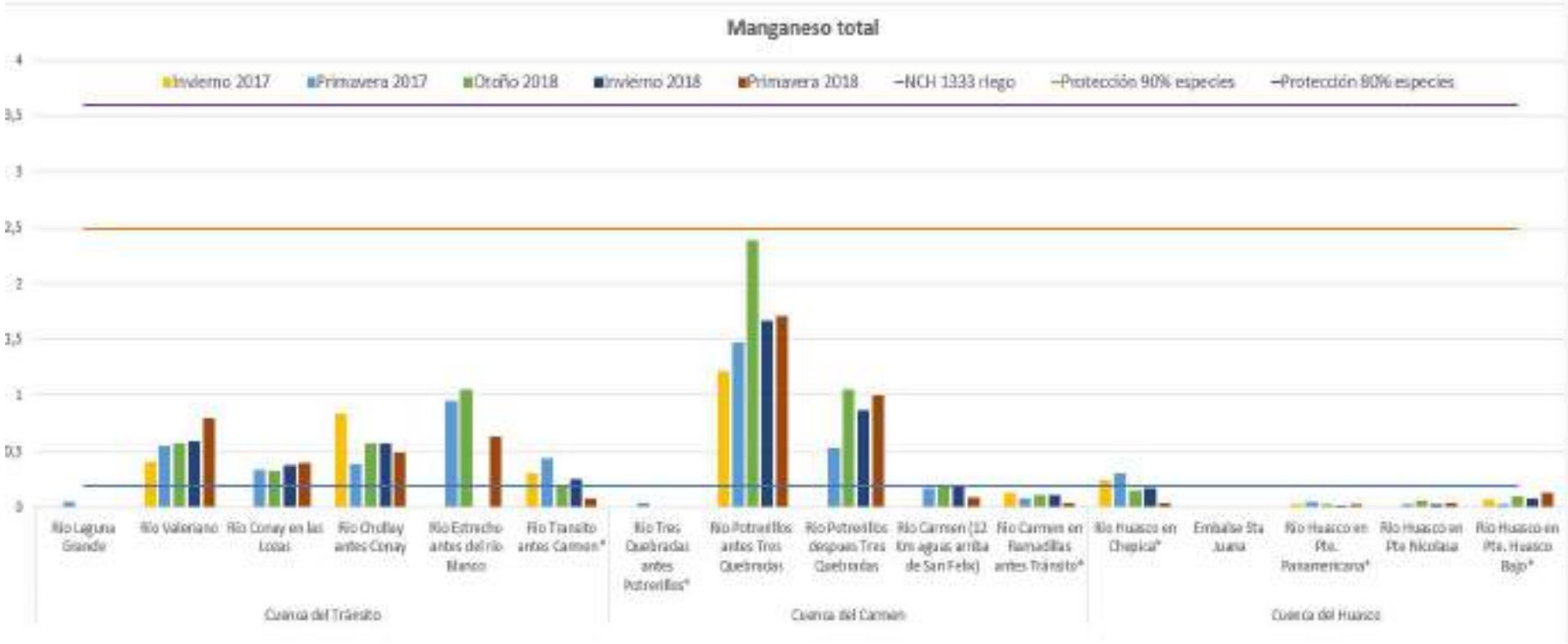


Figura 29: Manganeso total (mg/l) por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Línea azul: límite Norma Chilena 1333 requisito riego (0,2 mg/l)
Líneas naranja y morada: límite de normativa referencial South Central Australia
(Protección 90% especies = 2,5 mg/l y Protección 80% especies = 3,6 mg/l)

4.5.2.5. Coliformes fecales y totales

Las coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo los humanos. La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo (Munn, 2004). Los coliformes totales consideran la totalidad del grupo y los coliformes fecales son aquellos de origen intestinal.

En cuanto a los coliformes totales en la cuenca, presentados en la **Figura 30**, no existe normativa referencial internacional aplicable. Sin embargo, se observa un incremento de las concentraciones hacia las áreas de vigilancia al final de las cuencas, como **Transito antes del Carmen** y **Huasco Bajo**, con mayores concentraciones en primavera 2017.

En tanto, las concentraciones de coliformes fecales, también se presentaron incrementándose hacia la parte final de las subcuencas, pero no registraron valores sobre la NCh 1333 requisito riego.

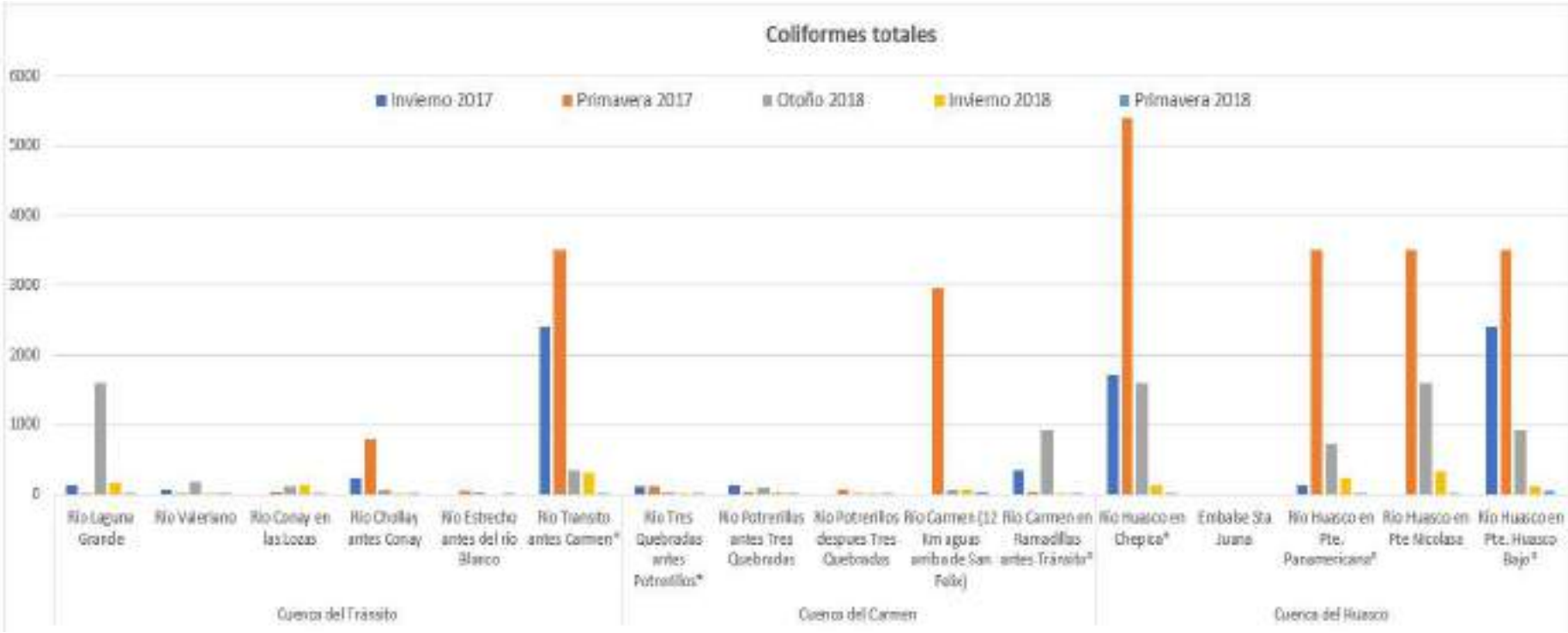


Figura 30: Coliformes totales (NMP/100 ml) por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto

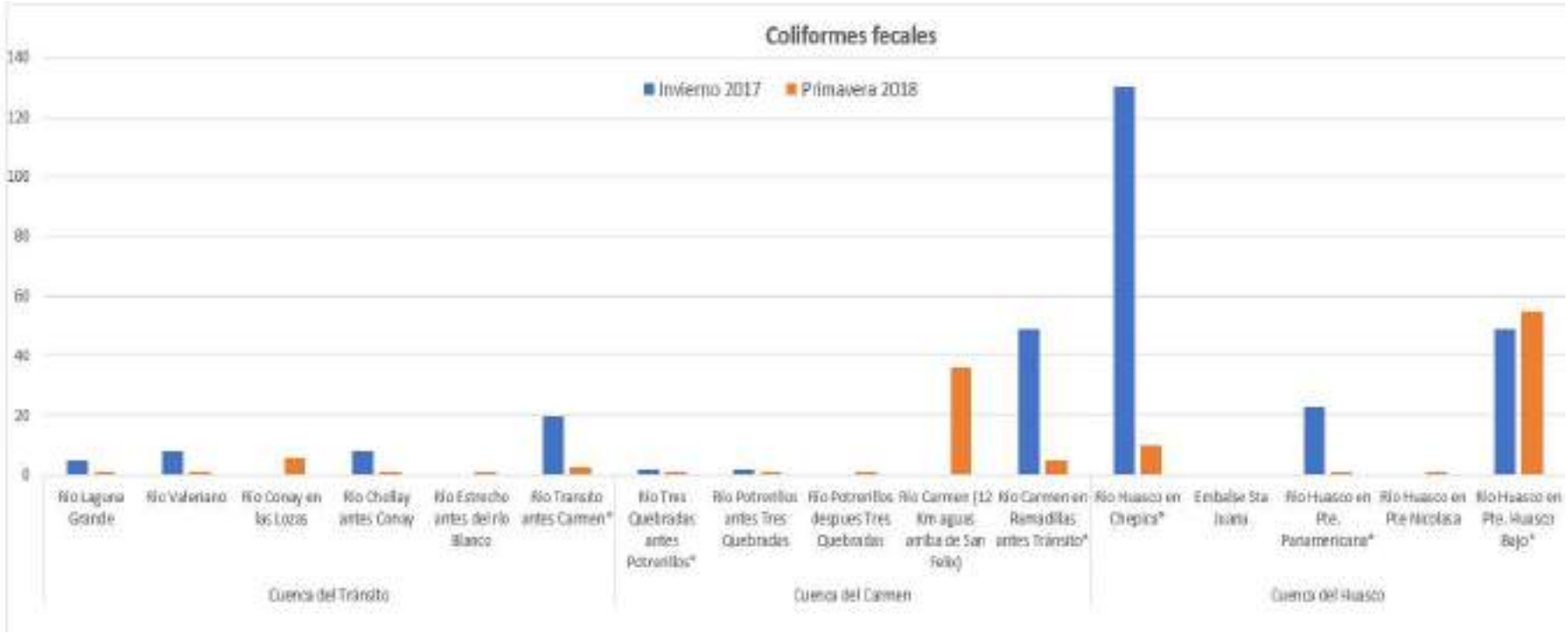


Figura 31: Coliformes fecales (NMP/100 ml) por área de vigilancia en las 5 campañas de muestreo del proyecto
Límite Norma Chilena 1333 requisito riego (1000 NMP/ 100 ml)

4.6. Análisis histórico de calidad de agua por áreas de vigilancia

Considerando el análisis de componentes principales de la **Figura 11**, se eligieron tres estaciones emblemáticas de cada uno de los 4 grupos de comportamiento químico diferente detectados: **río Estrecho, Tres Quebradas** y **Huasco bajo**.

4.6.1. Río Estrecho: ES-10

El análisis histórico de la data depurada recopilada se graficó en las **Figuras 32 – 39,** desde el año 1990 hasta 2018 con las campañas del presente estudio.

A fines del año 2009, se registró un hito que cambió las calidades de agua, el **inicio de la fase de instalación de la compañía Minera Nevada**, con su proyecto Pascua-Lama, el que se destaca en las figuras. Con ello se destaca también, algunos límites de la NCh 1333 requisito riego, y los de la normativa referencial australiana.

Los metales **zinc total, cobre total, manganeso total** y **aluminio total**, (**Figuras 33-35** y **38**), presentaron un notable incremento de sus concentraciones en las aguas luego del 2009 que superó los valores referenciales y normados, para recuperarse a niveles de concentración normales, es decir antes del 2009, en el año 2014. Este comportamiento del incremento de metales en solución se explica al revisar la **Figura 32**, donde el pH disminuye a valores ácidos bajo 5,5 lo cual favorece la disolución de estos metales. Al normalizarse los valores de pH, a condiciones neutras desde el 2014 hasta la actualidad, se normalizan también las concentraciones de metales, como lo corrobora el presente proyecto, destacado en las figuras. Las concentraciones de sulfatos (**Figura 33**), al igual que los metales, superaron el valor normado como requisito riego de 250 mg/l, desde el 2009 hasta el 2014.

Por otro lado, nitrato en la **Figura 39**, también se vio afectado por la **instalación de la compañía Minera Nevada**, y solo a inicios del año 2016 se comenzaron a observar valores similares al periodo previo a la construcción, es decir, normales.

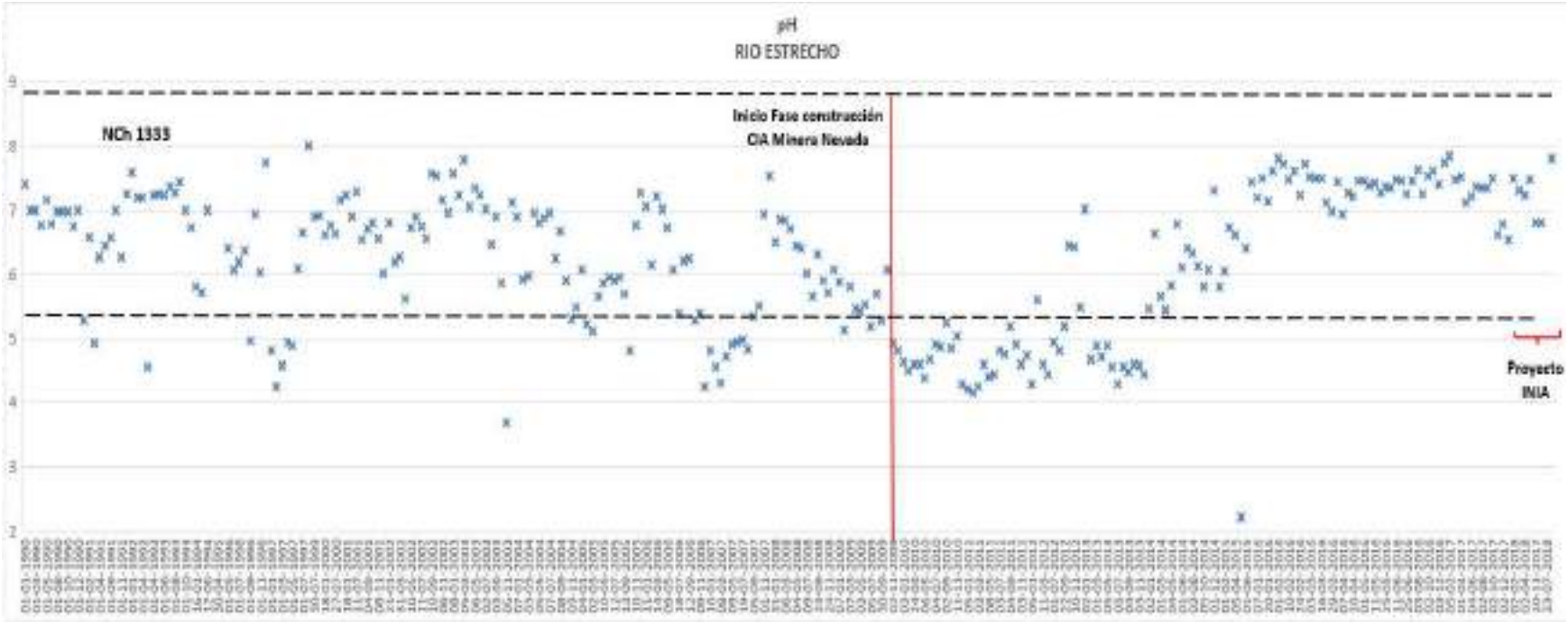


Figura 32: pH en área de vigilancia rio Estrecho durante 28 años.
Periodo 1990-2018

Linea roja marca Inicio Fase construcción: CIA Minera Nevada

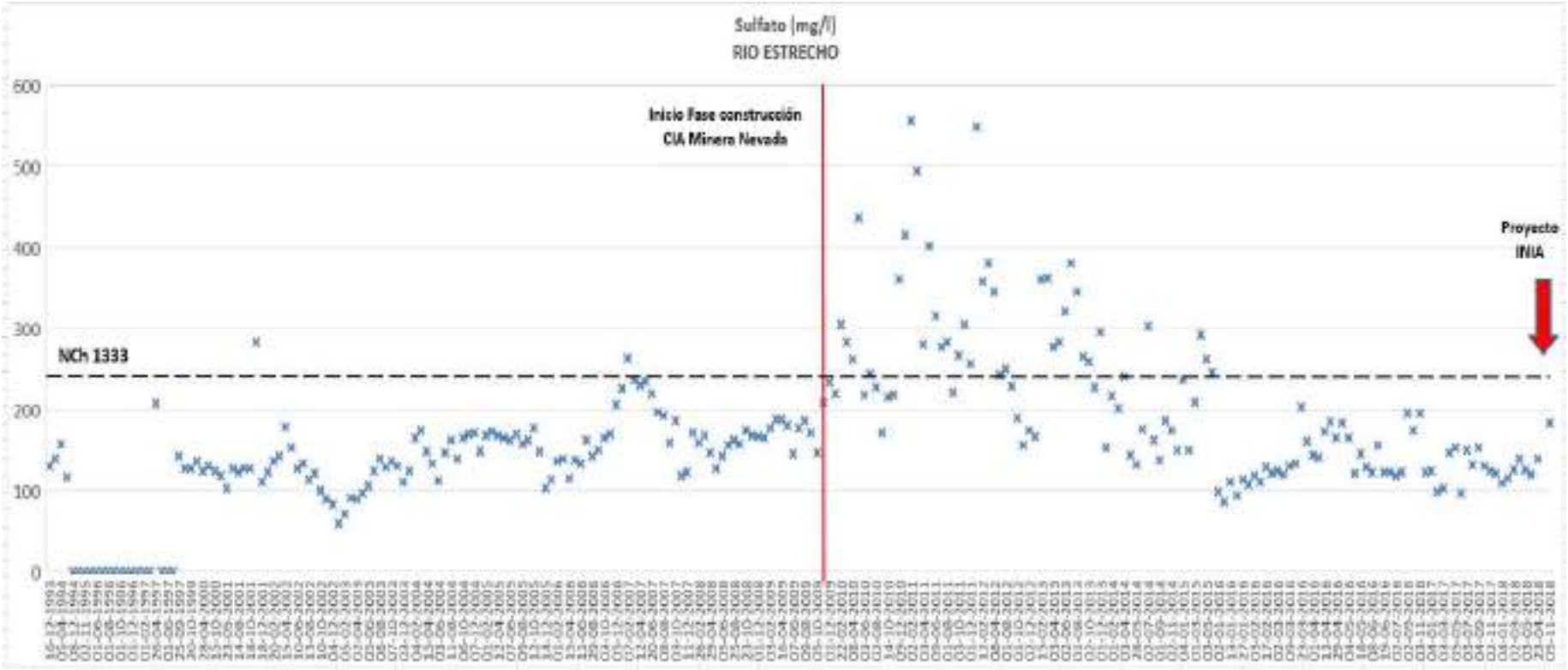


Figura 33: Sulfato en área de vigilancia rio Estrecho durante 25 años.
Periodo 1993-2018

Linea roja marca Inicio Fase construcción: CIA Minera Nevada

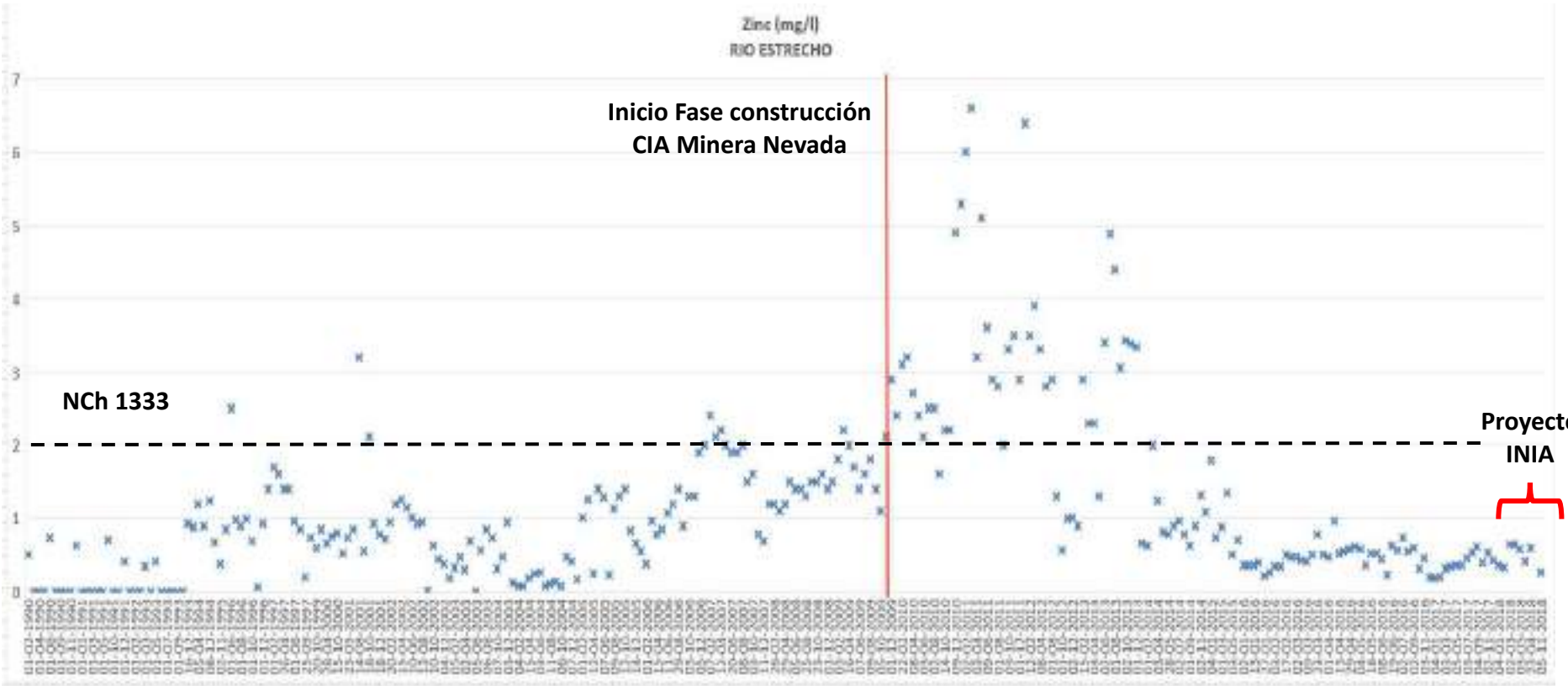


Figura 34: Zinc total (mg/l) en área de vigilancia rio Estrecho durante 28 años. Periodo 1990-2018

Linea roja marca Inicio Fase construcción: CIA Minera Nevada

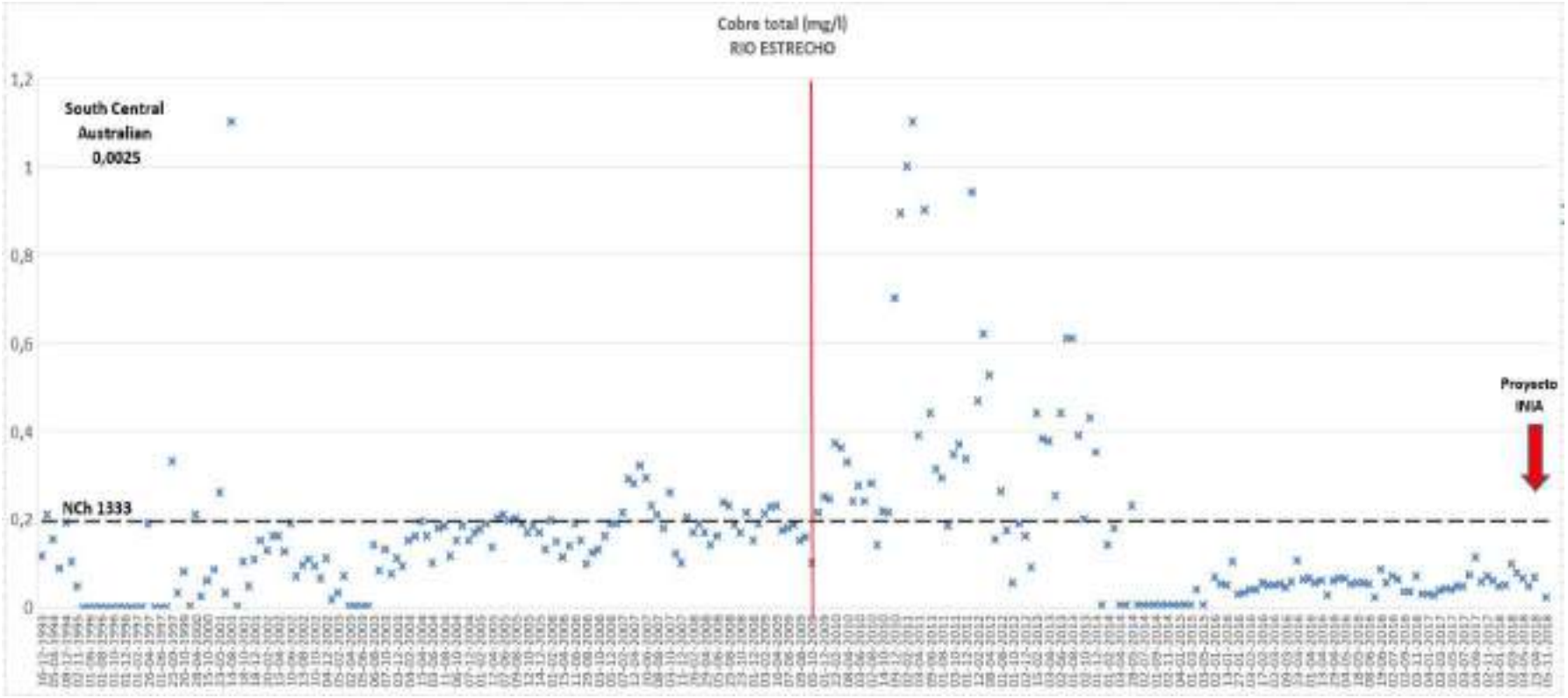


Figura 35: Cobre total (mg/l) en área de vigilancia rio Estrecho durante 25 años.
Periodo 1993-2018

Linea roja marca Inicio Fase construcción: CIA Minera Nevad

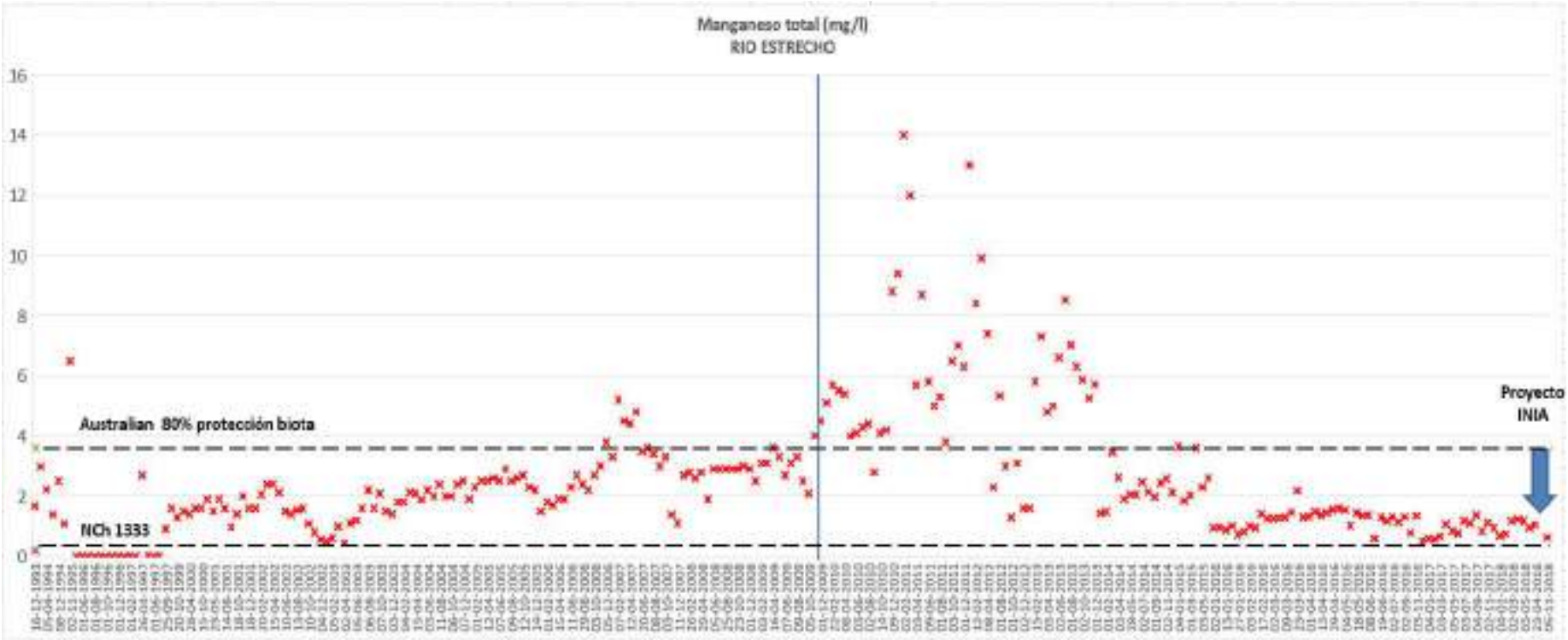


Figura 36: Manganeso total (mg/l) en área de vigilancia rio Estrecho durante 25 años. Periodo 1993-2018

Linea azul marca Inicio Fase construcción: CIA Minera Nevada

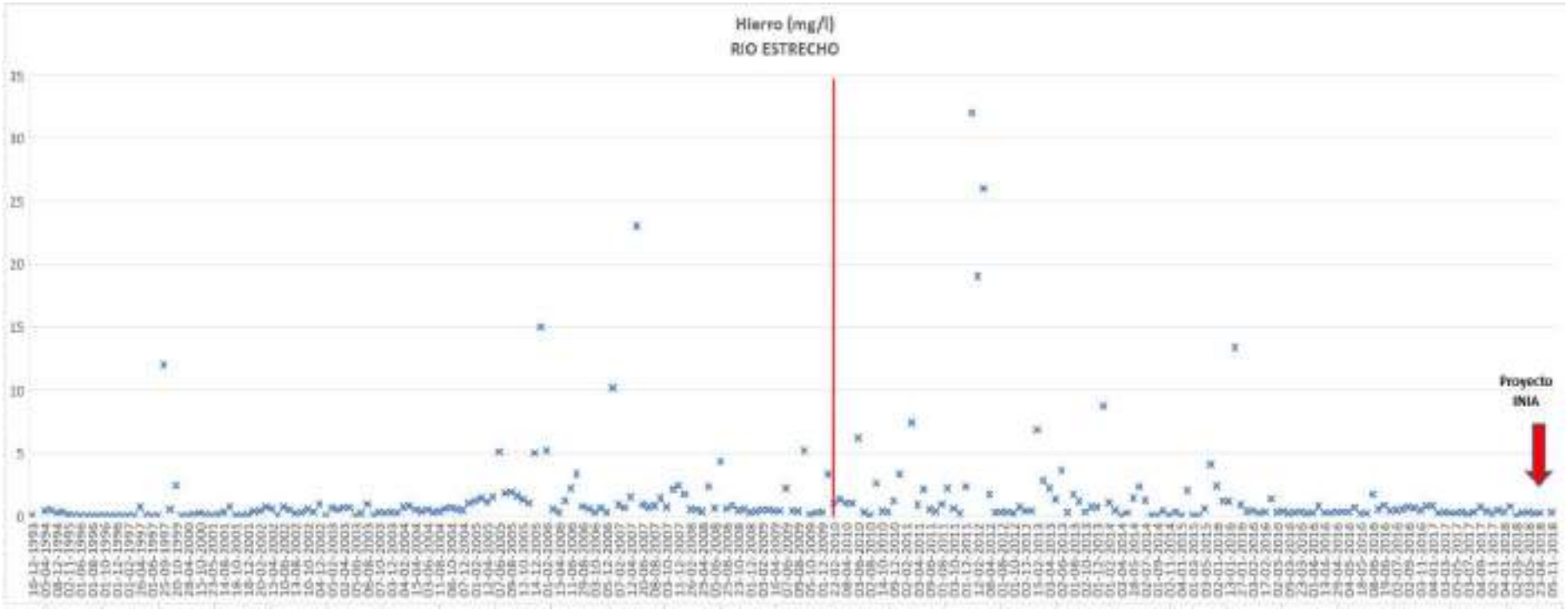


Figura 37: Hierro total (mg/l) en área de vigilancia rio Estrecho durante 25 años.
Periodo 1993-2018

Linea roja marca Inicio Fase construcción: CIA Minera Nevada

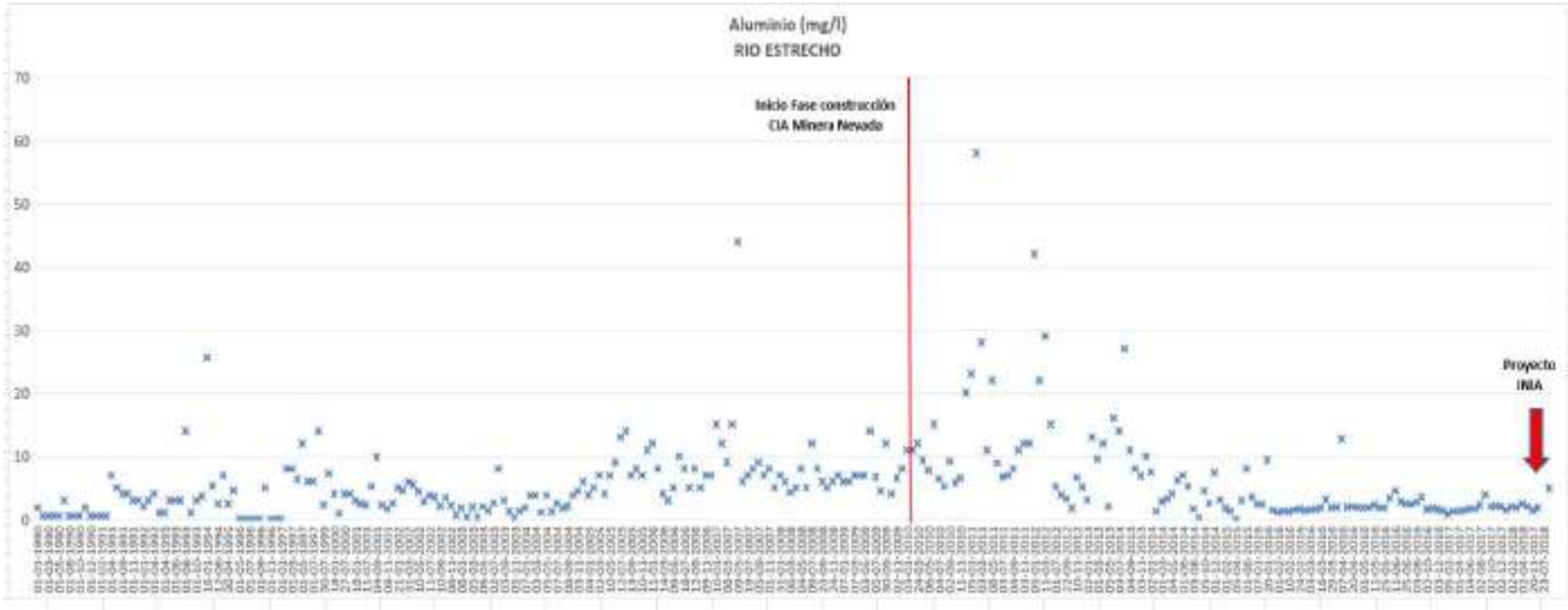


Figura 38: Aluminio total (mg/l) en área de vigilancia rio Estrecho durante 28 años. Periodo 1990-2018

Linea roja marca Inicio Fase construcción: CIA Minera Nevada

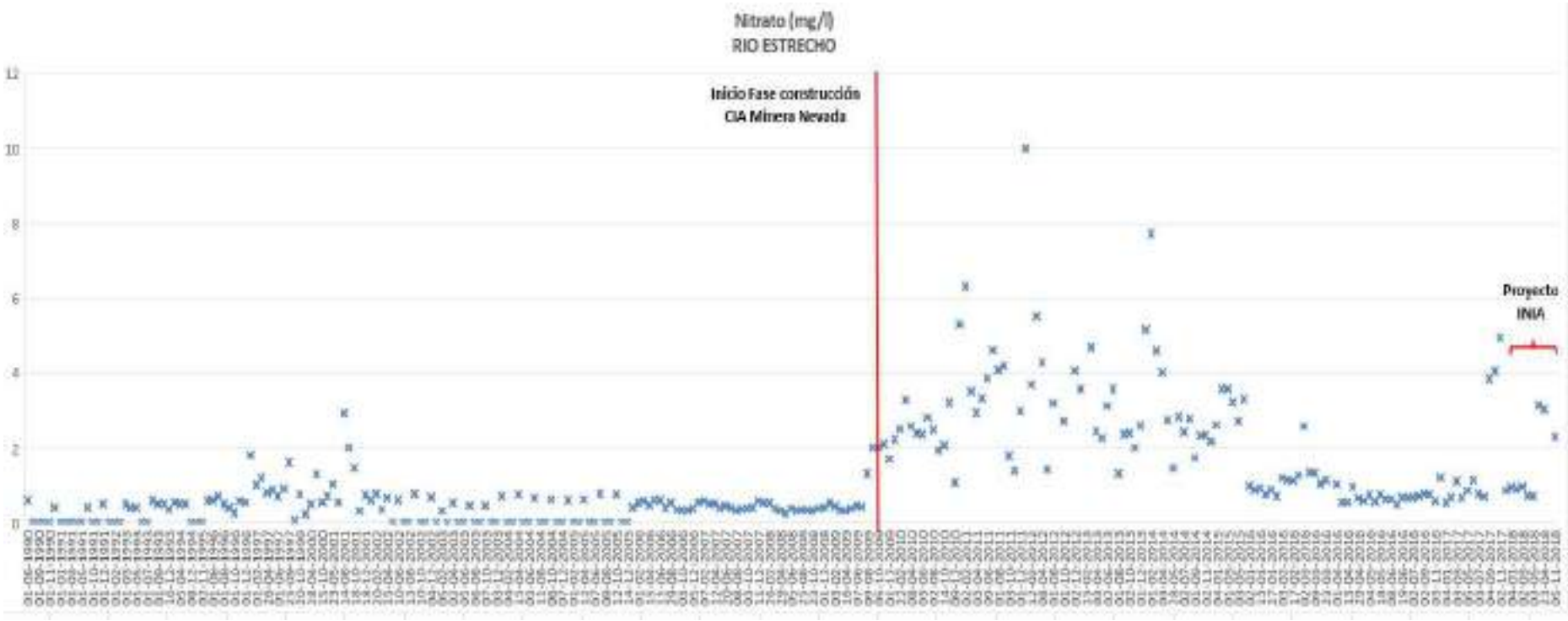


Figura 39: Nitrato (mg/l) en área de vigilancia rio Estrecho durante 28 años.
Periodo 1990-2018

Linea roja marca Inicio Fase construcción: CIA Minera Nevada

Folio016595

4.6.2. Río Tres Quebradas: QU-10

El análisis histórico de la data depurada recopilada para el río Tres Quebradas se graficó en las **Figuras 40 – 48,** desde el año 1997 hasta 2018 comprendiendo las campañas del presente estudio.

A diferencia del área de vigilancia anterior, río Estrecho, esta área de vigilancia no presentó cambios notorios en este período de tiempo, excepto en el caso del nitrato (**Figura 42**) que presentó incrementos de concentración desde el año 2009, los que se han mantenido elevados hasta el 2018, en el presente proyecto.

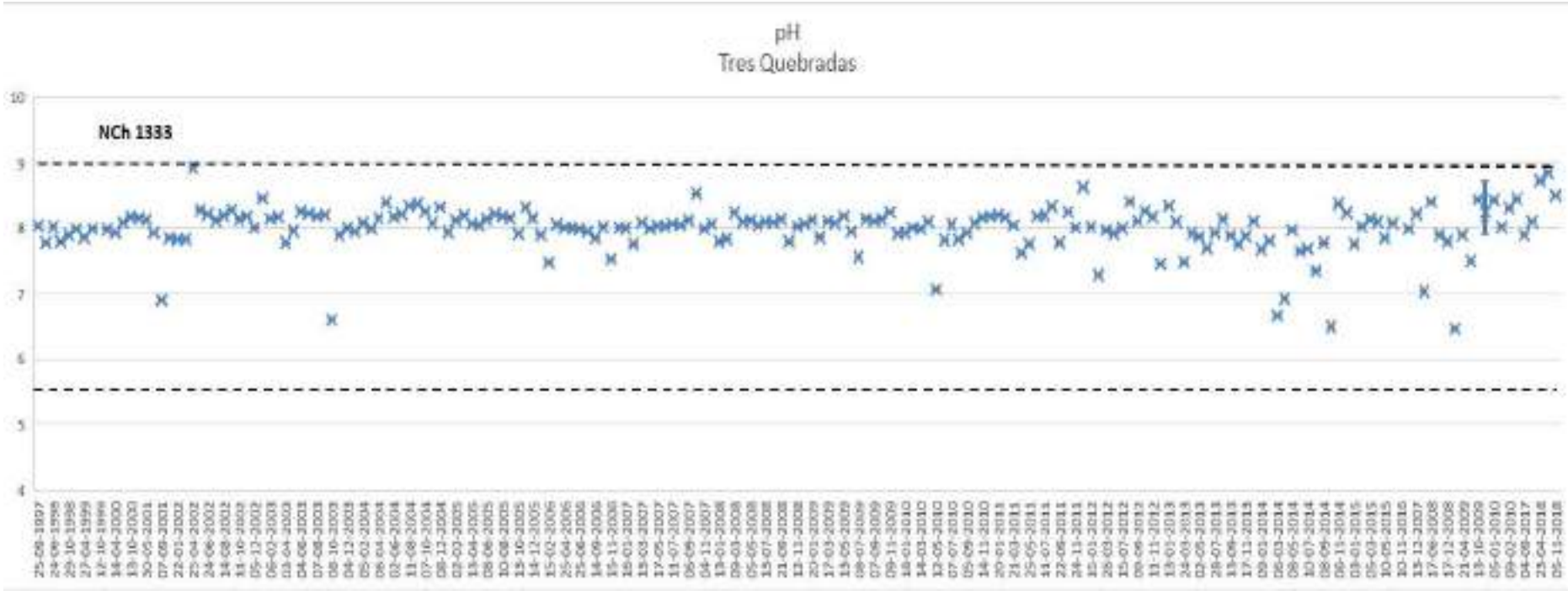


Figura 40: pH en área de vigilancia rio Tres Quebradas durante 21 años.
Periodo 1997-2018

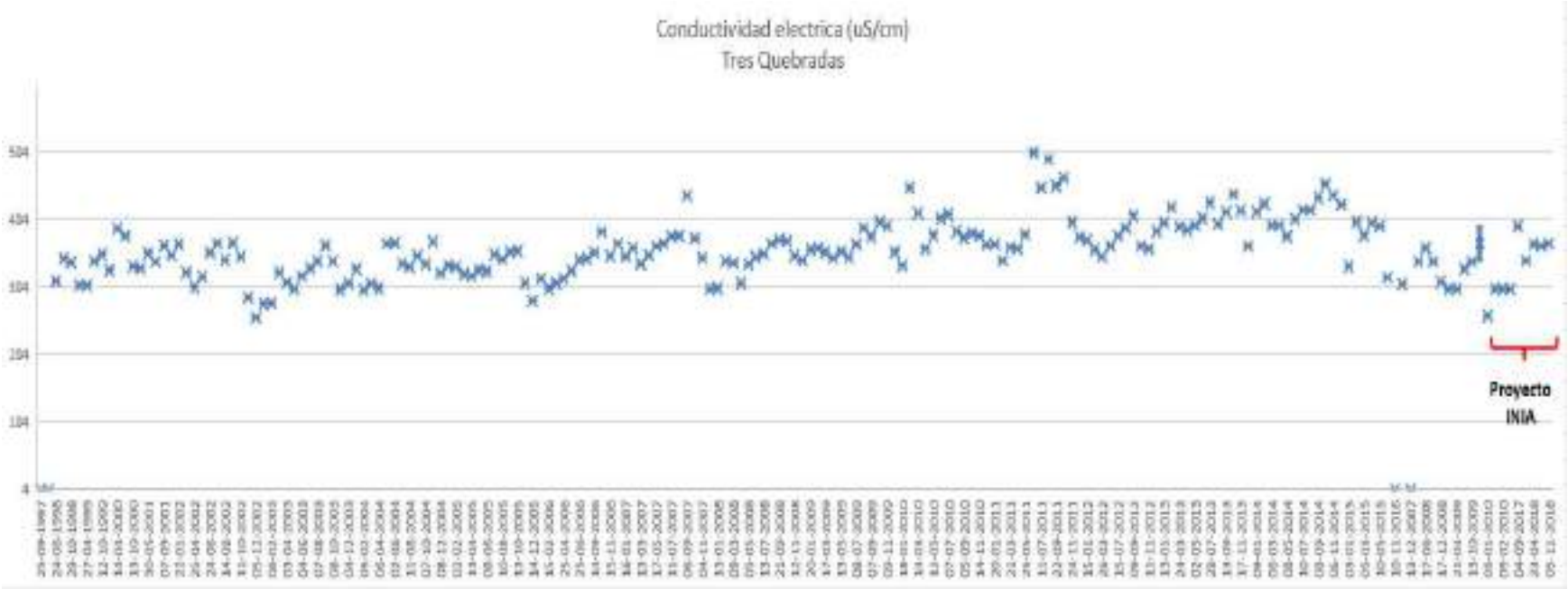


Figura 41: Conductividad eléctrica en área de vigilancia rio Tres Quebradas durante 21 años. Periodo 1997-2018

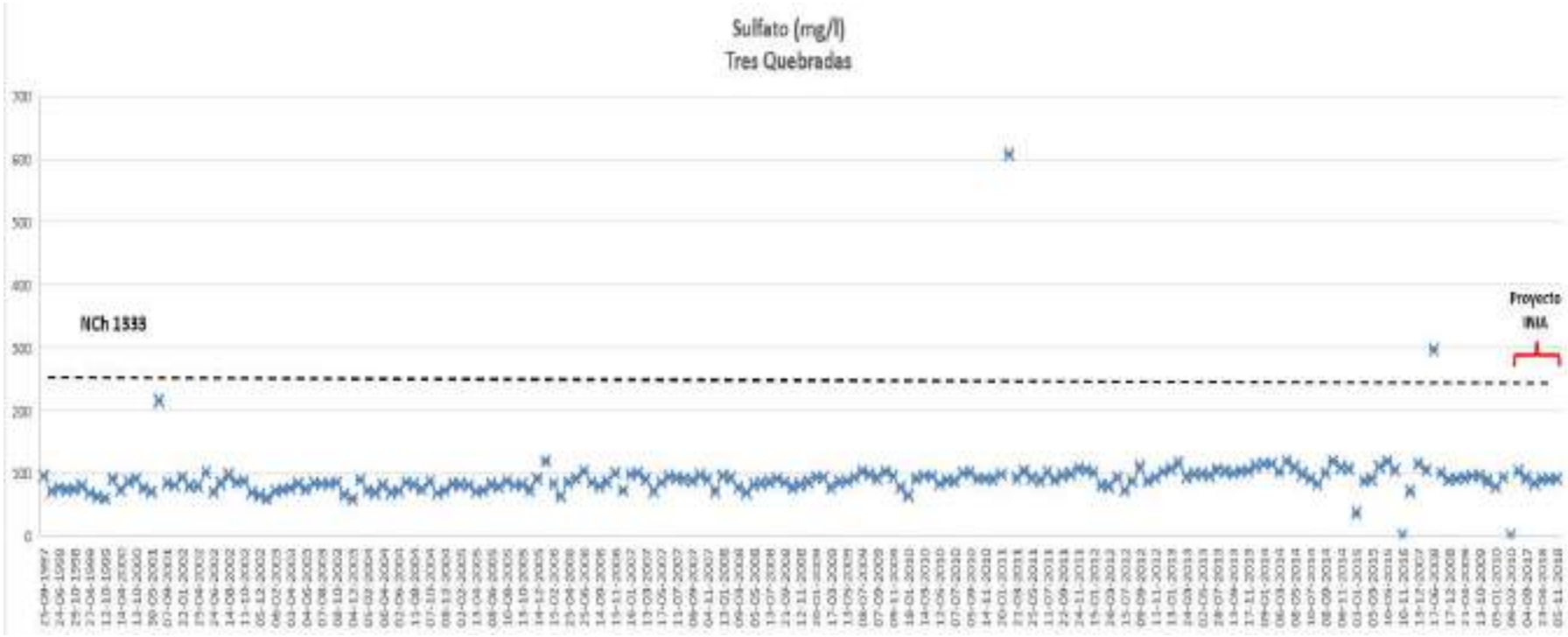


Figura 42: Sulfato en área de vigilancia rio Tres Quebradas durante 21 años.
Periodo 1997-2018

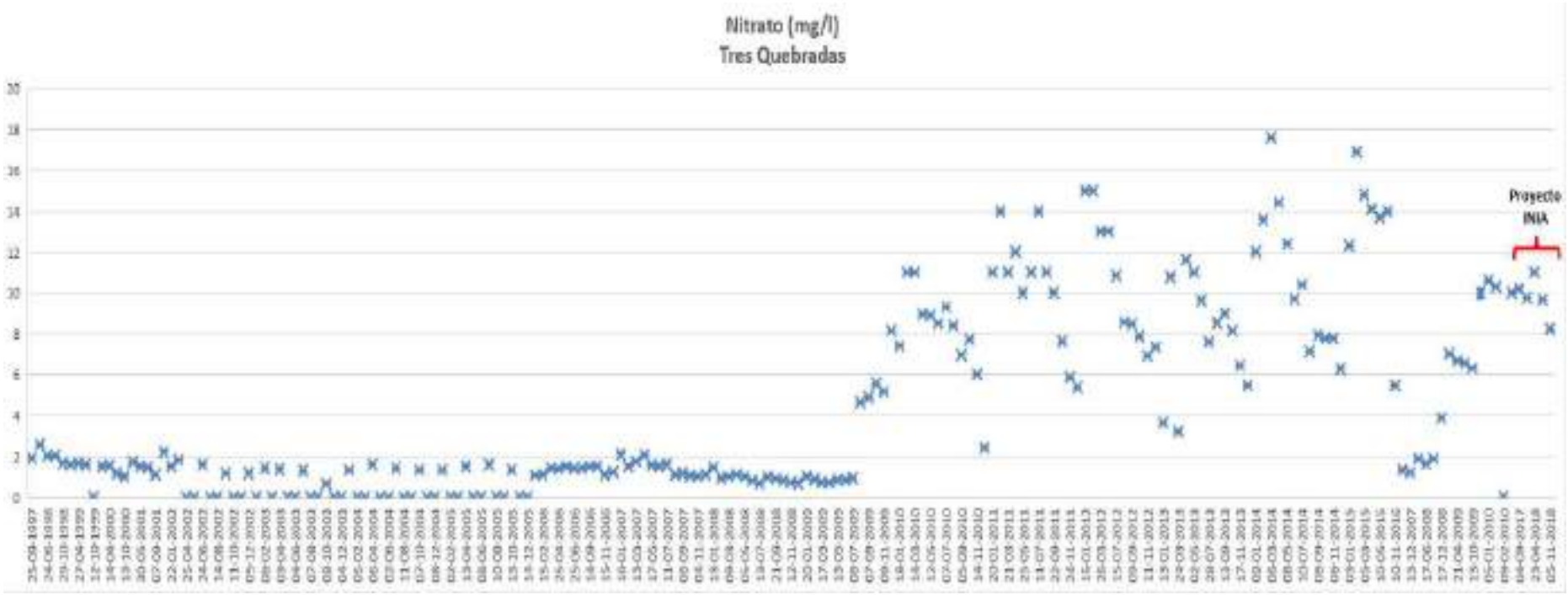


Figura 43: Nitrato en área de vigilancia rio Tres Quebradas durante 21 años.
Periodo 1997-2018

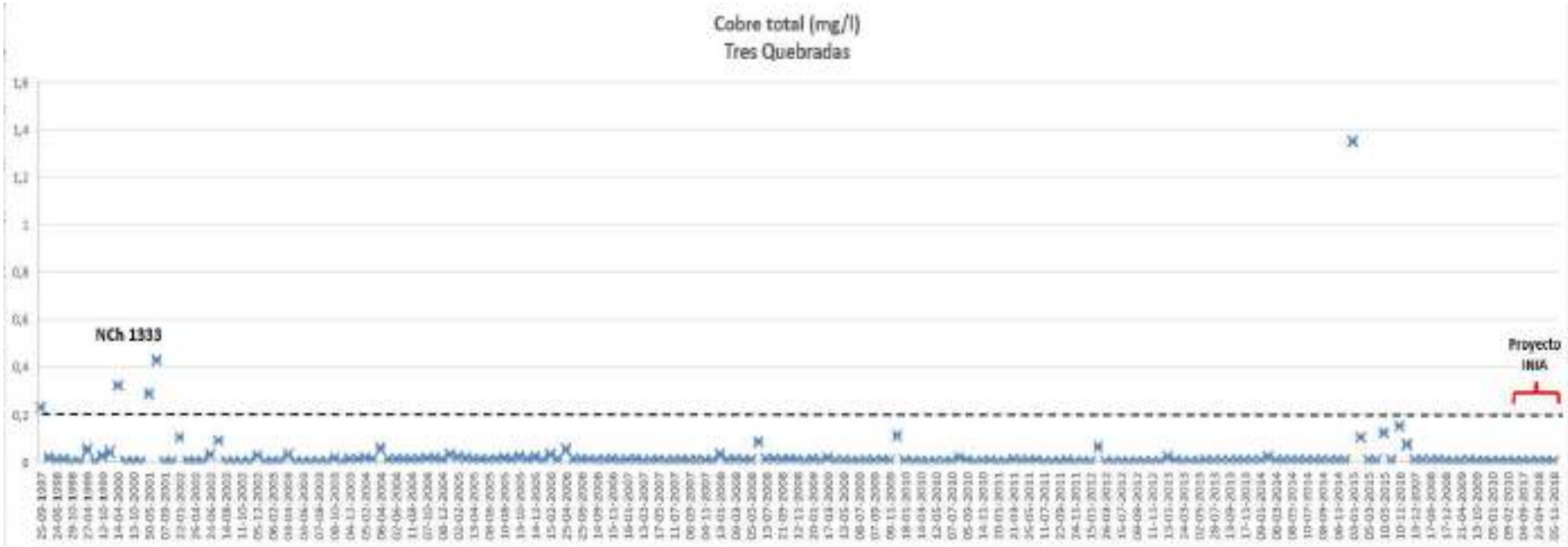


Figura 44: Cobre total en área de vigilancia rio Tres Quebradas durante 21 años.
Periodo 1997-2018

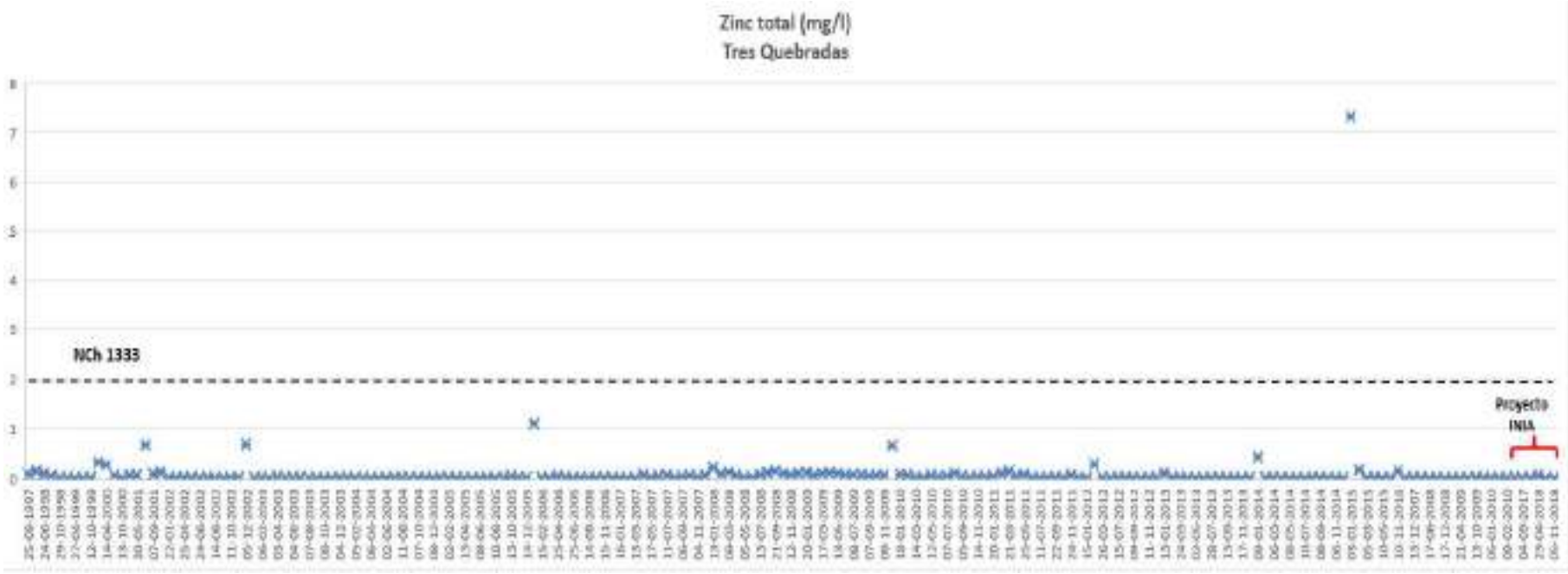


Figura 45: Zinc total en área de vigilancia rio Tres Quebradas durante 21 años.
Periodo 1997-2018

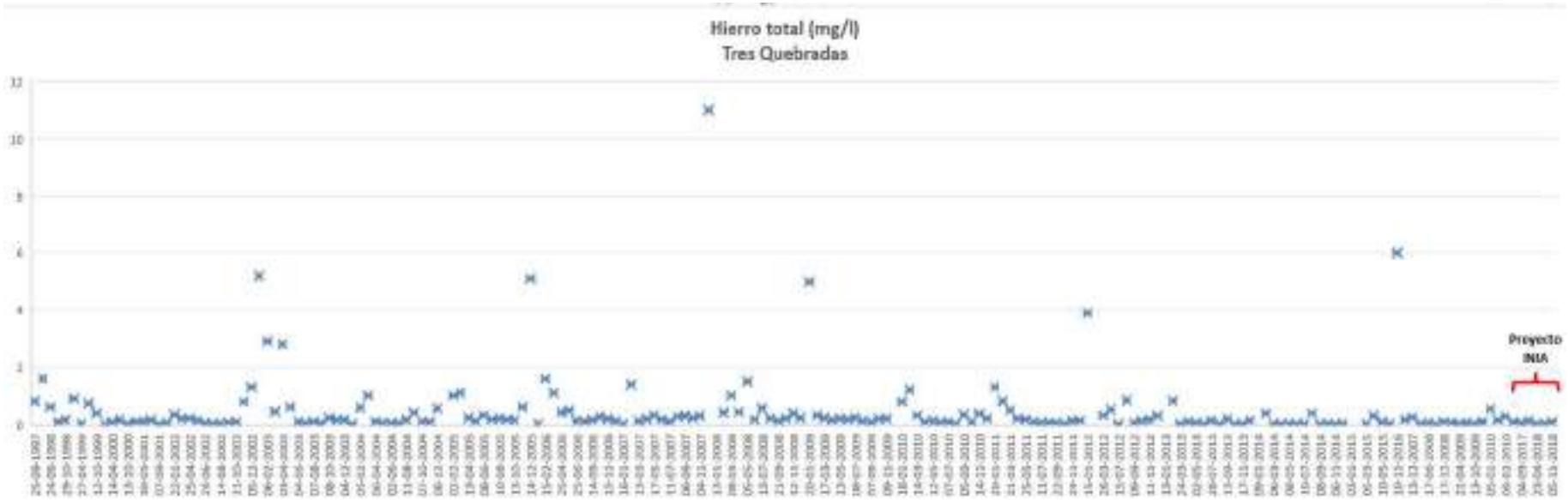


Figura 46: Zinc total en área de vigilancia rio Tres Quebradas durante 21 años.
Periodo 1997-2018

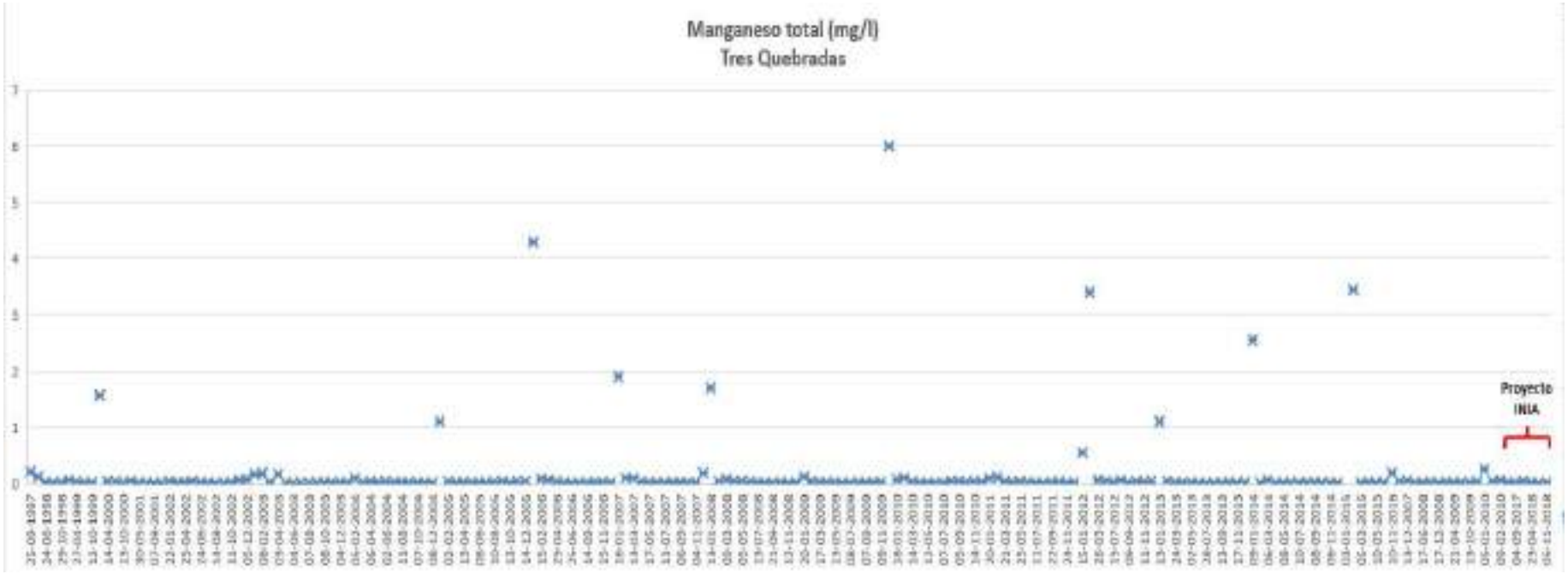


Figura 47: Hierro total en área de vigilancia rio Tres Quebradas durante 21 años.
Periodo 1997-2018

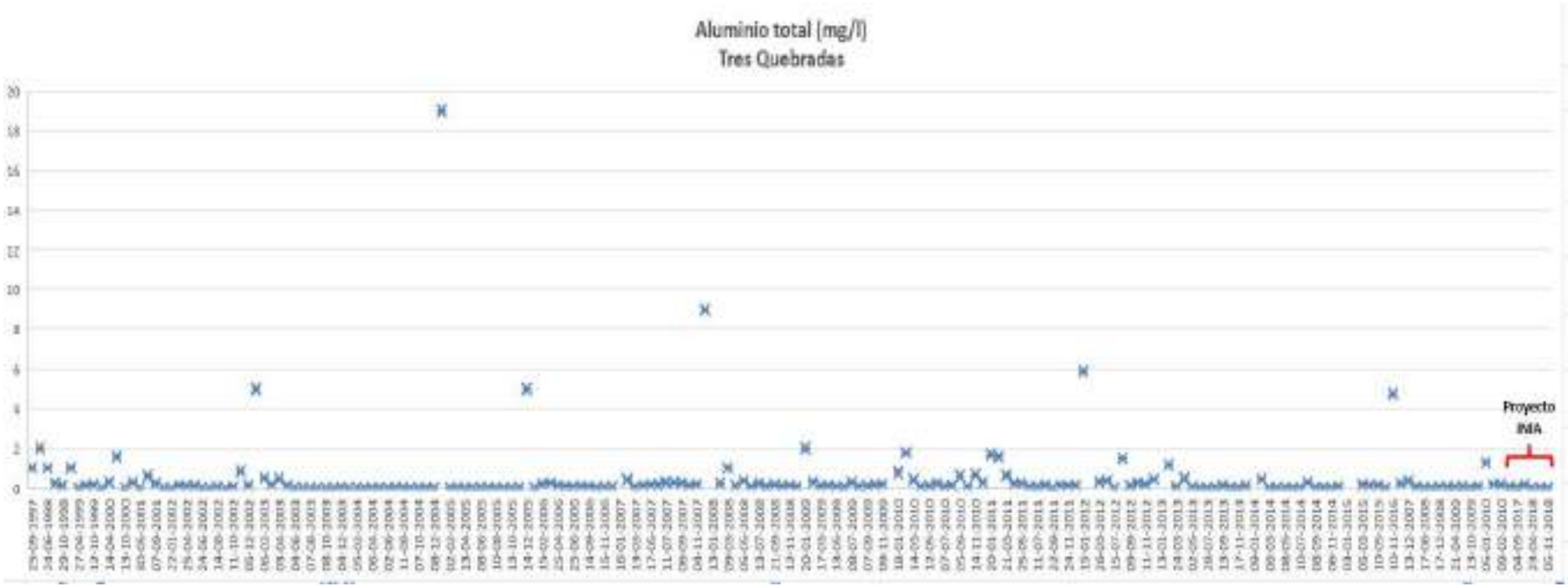


Figura 48: Aluminio total en área de vigilancia rio Tres Quebradas durante 21 años. Periodo 1997-2018

4.6.3. Río Huasco Bajo: HU-40

El análisis histórico de la data depurada recopilada para el río Huasco en Huasco bajo, última estación o área de vigilancia, que registró los mayores contenidos de sales, se graficó en sus datos históricos recopilados desde 1990-2018 en las **Figuras 49 – 53,** comprendiendo las campañas del presente estudio.

En términos generales, los elementos **pH, conductividad eléctrica, nitrato, cobre total** y **sulfato**, no presentaron tendencias al cambio en el periodo estudiado.

pH en la **Figura 49** se ha mantenido en torno a valores levemente alcalinos, entre 7,0 a 9,0 presentándose dentro de la NCh. 1333 requisito riego.

En cuanto a la **conductividad eléctrica (Figura 50)**, se han observado tendencias al alza desde el año 2010 hasta el 2016, en que según la NCh 1333 se permite riego únicamente para cultivos muy tolerantes, para luego disminuir a menos de 3000 uS/cm. El mismo patrón se observó para el caso del **sulfato (Figura 53)**, pero que siempre ha mantenido concentraciones sobre la NCh 1333.

No se observaron cambios substanciales en el tiempo en el caso de **nitrato** y **cobre (Figuras 51** y **52**), más bien se mantuvieron concentraciones constantes a lo largo del tiempo.

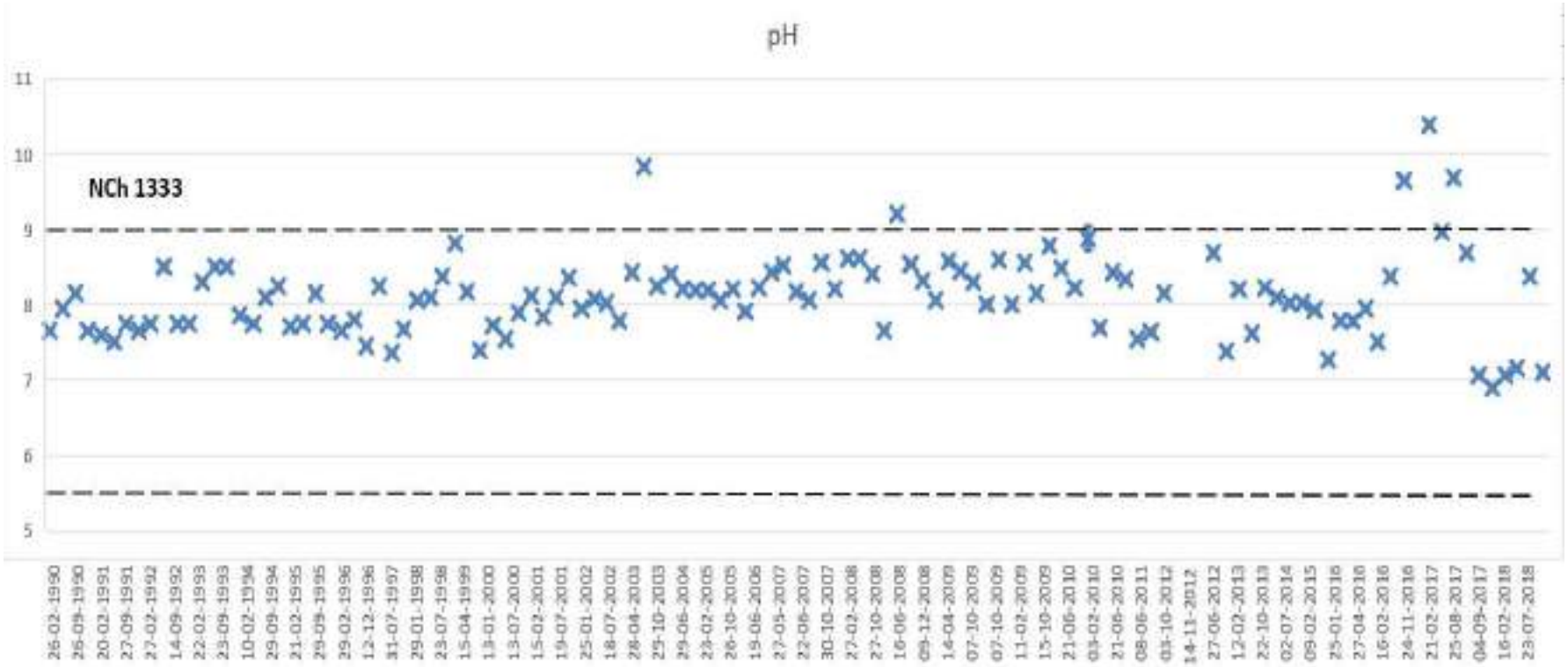


Figura 49: pH en área de vigilancia rio Huasco Bajo durante 28 años.
Periodo 1990-2018

Lineas segmentadas: Marca los niveles de normativa de la NCh 1333 requisito riego, (7,0 - 9,0).

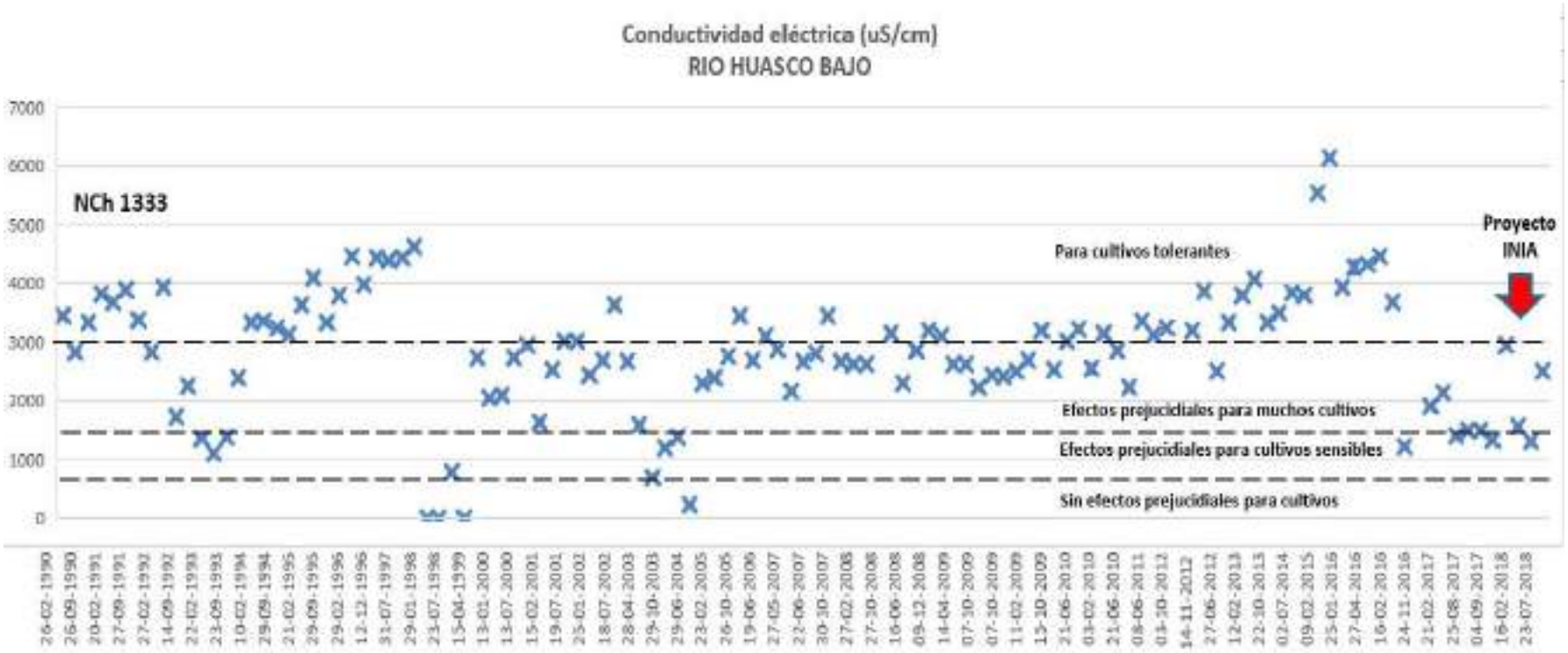


Figura 50: Conductividad eléctrica en área de vigilancia rio Huasco Bajo durante 28 años. Periodo 1990-2018

Lineas segmentadas: Marca los niveles de normativa de la NCh 1333, 750 uS/cm, 1500 uS/cm, 3000 uS/cm, 7500 uS/cm.

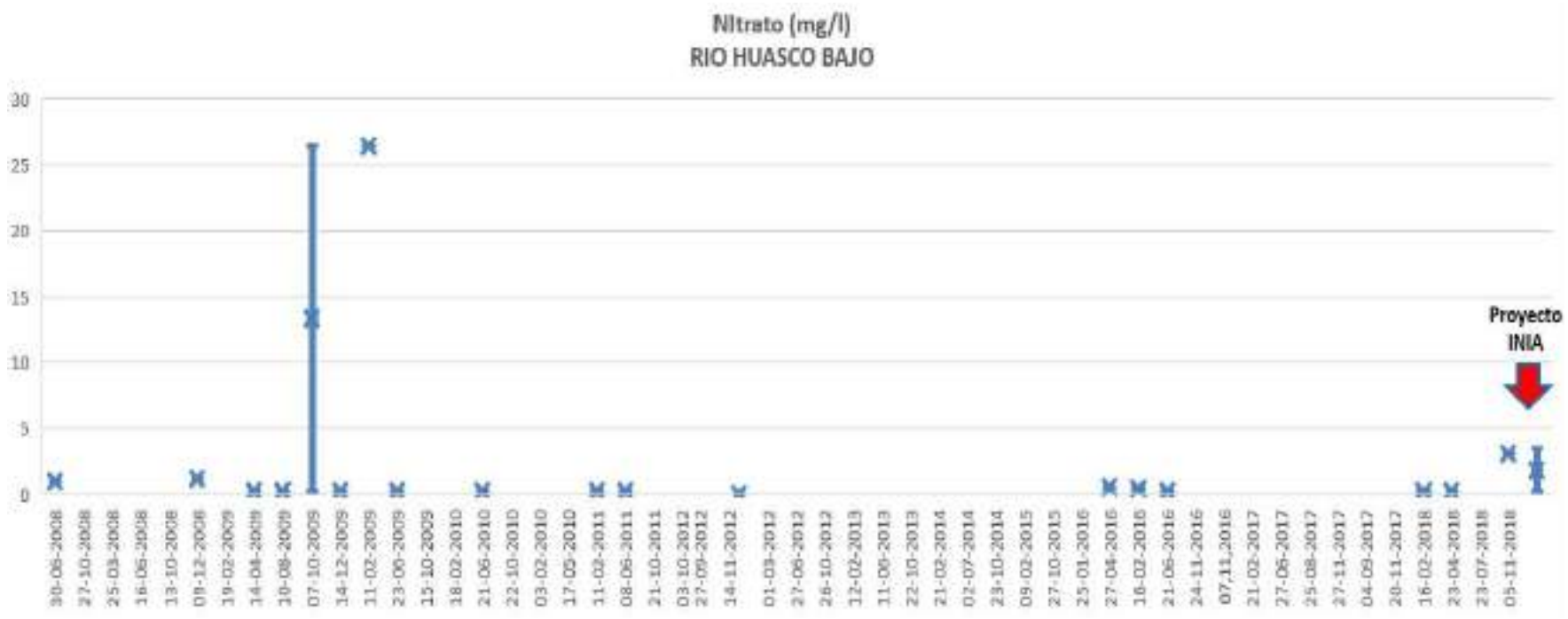


Figura 51: Nitrato en área de vigilancia rio Huasco Bajo durante 10 años
Periodo 2008-2018

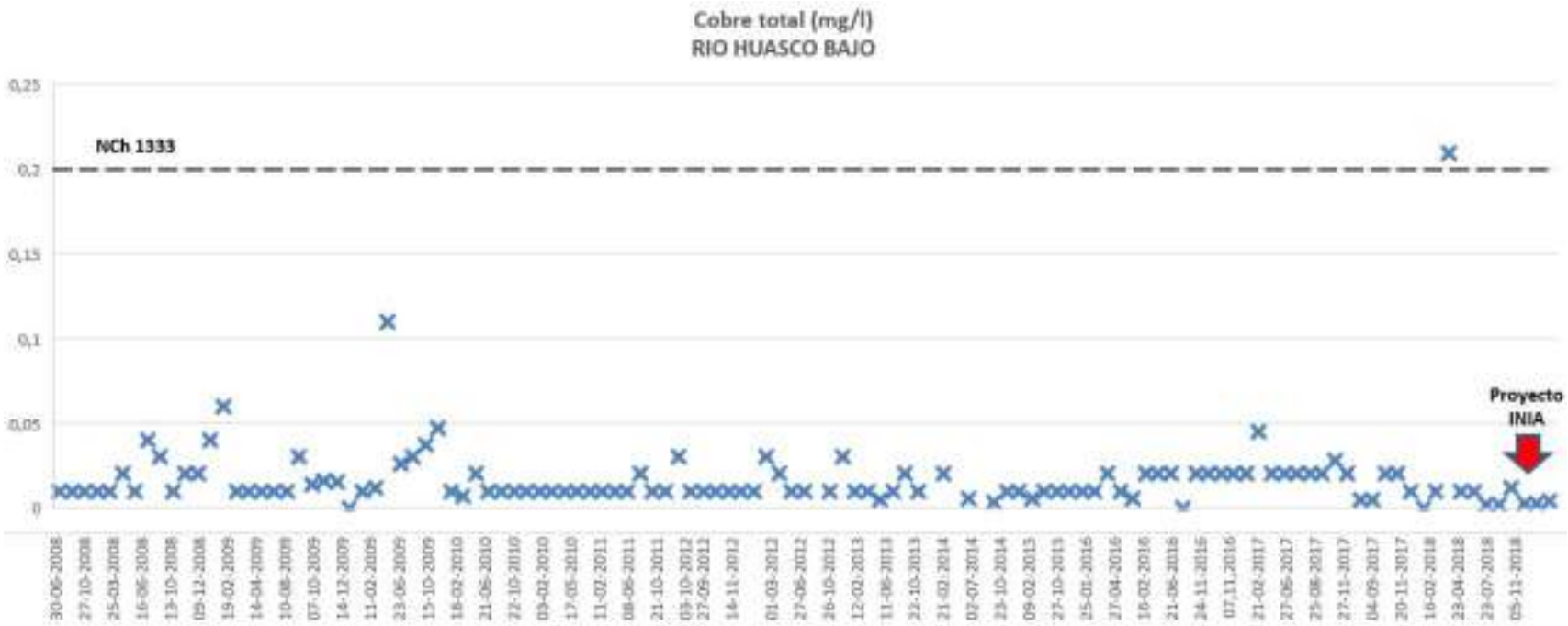


Figura 52: Cobre total en área de vigilancia rio Huasco Bajo durante 10 años.
Periodo 2008-2018

Lineas segmentadas: Marca los niveles de normativa de la NCh 1333 requisito riego, (0,2 mg/l cobre).

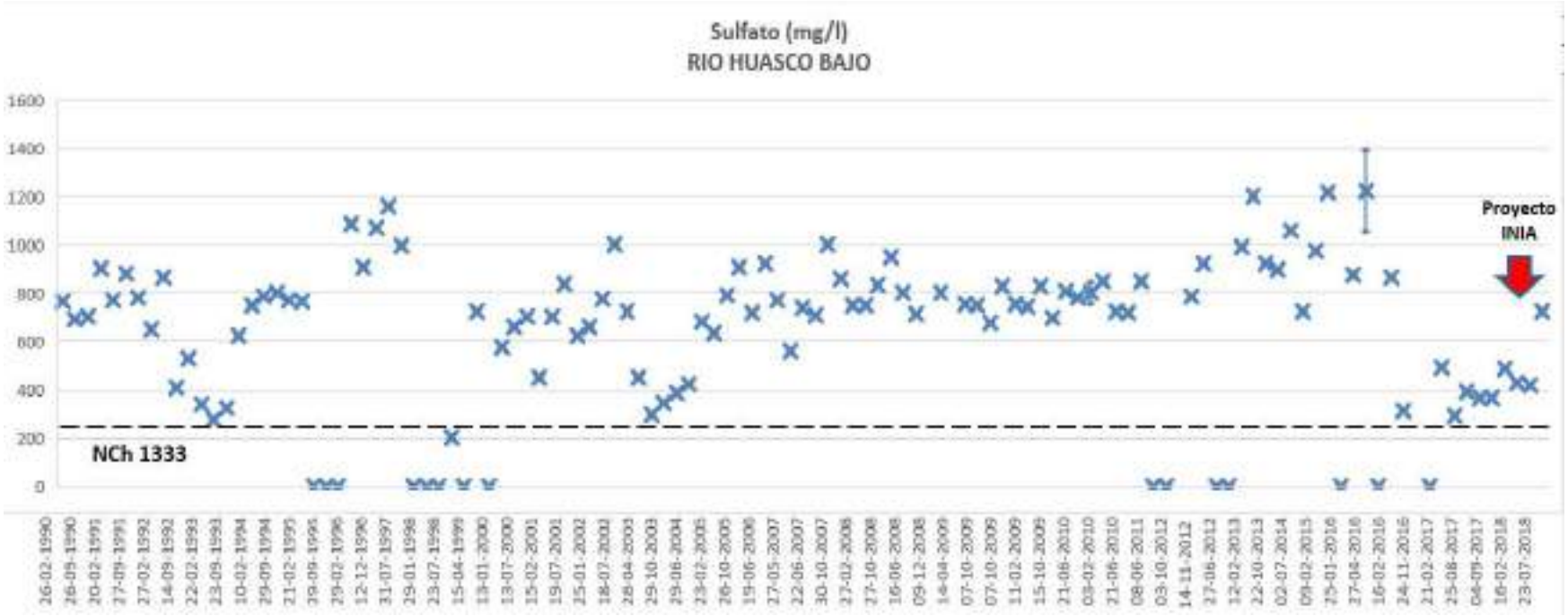


Figura 53: Sulfato en área de vigilancia río Huasco Bajo durante 21 años.
Periodo 1990-2018

Lineas segmentadas: Marca los niveles de normativa de la NCh 1333 requisito riego, (250 mg/l).

4.7. Análisis de sedimentos fluviales en las campañas otoño e invierno 2018

Los sedimentos son a diferencia del agua muy heterogéneos. La heterogeneidad espacial en distribución del tamaño de grano y distribución de contaminantes, ha sido demostrado que involucra nichos con altas concentraciones de contaminantes. La influencia que ejercen los organismos vivos que habitan en esta matriz, en sus conductas de alimentación y hábitat, afectan la forma en que clasifican las partículas, enriquecen o agotan la materia orgánica, inyectan oxígeno en los sedimentos localizados y alteran los fluidos contaminantes de los sedimentos. Algunos de estos problemas complejos desafían una visión simplista de la química de los sedimentos, donde se consideran homogéneos y en algunos casos se homogeneizan antes de la investigación (Simpson et al., 2005).

El **Cuadro 19**, presentó los metales en peso seco en la cuenca del Huasco. Los que presentaron mayores concentraciones fueron, **aluminio** y **hierro total, seguido de las concentraciones de manganeso**. En cuanto a los niveles de efecto bajo para la biota indicados por el NOAA para el **zinc, cobre** y **níquel**, fueron superados en el área de vigilancia o estación del río Potrerillos antes de Tres Quebradas, y además en el rio Valeriano para el **zinc** y **cobre total**, en la zona alta de la cuenca.

En tanto, las fracciones de **metales TCLP (lixiviación característico de toxicidad),** que fueron determinadas para evaluar el posible potencial tóxico de las fracciones mas biodisponibles en sedimentos para la biota, fueron en su mayor parte menores al límite de detección de la técnica analítica.

Cuadro 20: Metales en peso seco y metales TCLP (lixiviación característico de toxicidad) en sedimentos en campañas de otoño e invierno 2018

		Metales peso seco																
		Aluminio Total (Al) M.S.		Boro Total (B) M.S.		Coliformes Fecales		Cobalto Total (Co) M.S.		Hierro Total (Fe) M.S.		Manganeso Total (Mn) M.S.		Zinc Total (Zn) M.S.		Cobre Total	Niquel Total (Ni) M.S.	Vanadio Total (V) M.S.
		mg/Kg		mg/Kg		mg/Kg		mg/Kg		mg/Kg		mg/Kg		mg/Kg		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
CUENCAS	Estación	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Otoño 2018
	NOAA (ERL = rango efecto bajo)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150		34	20,9	-
Cuenca del Huasco	Huasco Bajo	9874	4845	<13,00	<13,00	6	16	7	5	13338	9363	1827	694	47	32	17	6,8	33
	Huasco en Nicolasa	6651	-	<13,00	-	7	-	6	-	10891	-	318	-	34	-	-	6,2	35
	Huasco en Panamericana	-	6150	-	<13,00	-	12	-	8	-	10969	-	277	-	62	44	-	-
	Huasco en Chepica	7695	6360	<13,00	<13,00	2	<1,8	14	12	13735	9542	542	504	104	94	25	16,9	43
Cuenca del Transito	Laguna Grande	4715	5050	<13,00	<13,00	<1,8	<1,8	5	6	8785	10224	194	171	27	24	9	5,3	26
	Valeriano	4294	4777	<13,00	<13,00	<1,8	<1,8	18	34	8822	8253	778	1412	112	305	66	8,2	26
Cuenca del Carmen	Potrerillos antes Tres Quebradas	37 (outlayer)	10755	19,33	<13,00	13	<1,8	50	14	21228	13792	2510	1246	1420	282	34	50,6	41
	Tres Quebradas	6242	5590	<13,00	<13,00	<1,8	<1,8	6	7	7737	10525	299	336	44	42	8	7,1	27
	Potrerillos despues Tres Quebradas	8205	7821	<13,00	<13,00	<1,8	<1,8	9	12	9886	10422	489	702	110	211	23	9,4	28

		Metales TCLP																				
		Plata total TCLP		Arsénico Total TCLP		Bario Total		Cadmio Total TCLP		Cromo Total TCLP		Mercurio total TCLP		Molibdeno Total TCLP		Plomo Total TCLP		Selenio Total		Cobre Total TCLP
		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L
CUENCAS	Estación	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018
Cuenca del Huasco	Huasco Bajo	<0,006	<0,006	0,013	<0,010	3,7	1,5	<0,002	<0,002	<0,024	<0,024	0,0018	<0,0003	<0,01	<1,20	<0,012	<0,012	0,025	0,11	0,039
	Huasco en Nicolasa	<0,006	-	<0,010	-	3,2	-	<0,002	-	<0,024	-	<0,0003	-	<0,01	-	<0,012	-	0,055	-	0,045
	Huasco en Panamericana	-	<0,006	-	0,038	-	2,3		<0,002		<0,024		<0,0003	-	<1,20	-	0,071	-	0,041	-
	Huasco en Chepica	<0,006	<0,006	<0,010	0,011	3,2	2,3	0,017	0,015	<0,024	<0,024	<0,0003	0,0003	<0,01	<1,20	<0,012	<0,012	0,047	0,055	0,187
Cuenca del Transito	Laguna Grande	0,35	<0,006	<0,010	<0,010	2,9	2,0	<0,002	<0,002	<0,024	<0,024	<0,0003	<0,0003	<0,01	<1,20	<0,012	<0,012	0,048	<0,009	0,129
	Valeriano	<0,006	<0,006	<0,010	<0,010	4,0	2,2	0,023	0,026	<0,024	<0,024	<0,0003	<0,0003	<0,01	<1,20	<0,012	<0,012	0,034	<0,009	0,482
Cuenca del Carmen	Potrerillos antes Tres Quebradas	<0,006	<0,006	<0,010	<0,010	2,6	2,5	0,044	0,051	<0,024	<0,024	<0,0003	<0,0003	<0,01	<1,20	<0,012	<0,012	0,022	<0,009	0,272
	Tres Quebradas	<0,006	<0,006	0,018	0,079	3,1	3,1	<0,002	<0,002	<0,024	<0,024	<0,0003	<0,0003	<0,01	<1,20	<0,012	<0,012	<0,009	0,048	0,077
	Potrerillos despues Tres Quebradas	<0,006	<0,006	0,022	<0,010	3,1	2,3	<0,002	0,013	<0,024	<0,024	<0,0003	<0,0003	<0,01	<1,20	0,019	<0,012	0,029	0,039	0,159

Cuadro 21: Nutrientes, y otros compuestos orgánicos y biológicos en sedimentos. Campañas de otoño e invierno 2018

		Nutrientes															
		Fosfato (P-PO4)		Fósforo Total (P) M.S.		Materia Orgánica		Nitrógeno Amoniacal		Nitrógeno Nitrato		Nitrógeno Nitrito		Nitrógeno Amoniacal		Nitrógeno Total	
		mg/Kg		mg/Kg		%		N-NH4(mg/K		N-NO3(mg/K		N-NO2(mg/K		g/Kg		g/Kg	
CUENCAS	Estación	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018
Cuenca del Huasco	Huasco Bajo	13,3	1	529	286	6	4	5	199	<1	13	<1,0	<1,0	<0,01	<0,01	6,0	0,9
	Huasco en Nicolasa	14,8	-	396	-	2	-	34	-	<1	-	<1,0	-	<0,01	-	1,6	-
	Huasco en Panamericana	-	1,3	-	278	-	4	-	250	-	9	-	<1,0	-	<0,01	-	0,7
	Huasco en Chepica	4,8	1,3	339	232	1	1	26	171	<1	18	<1,0	<1,0	<0,01	0,2	0,5	0,3
Cuenca del Transito	Laguna Grande	7,0	1,2	191	197	1	1	137	64	6	20	<1,0	<1,0	0,1	0,1	0,2	0,2
	Valeriano	7,0	1,2	339	73	1	1	156	99	5	16	<1,0	<1,0	0,2	0,1	0,4	0,1
Cuenca del Carmen	Potrerillos antes Tres Quebradas	5,2	1,2	125	196	5	2	73	313	5	21	<1,0	<1,0	0,1	0,3	1,7	0,2
	Tres Quebradas	7,5	1,1	306	341	1	1	36	280	3	30	<1,0	<1,0	<0,01	0,2	0,4	0,1
	Potrerillos despues Tres Quebradas	5,0	1,1	278	188	2	1	18	279	<1	21	<1,0	<1,0	<0,01	0,2	0,4	0,1

		Otros, organicos y biologicos											
		pH		Hidrocarburos Fijos		Sílice disuelta (SiO2)		Silice total SiO2)	Azufre (S-SO4)		Sólidos Totales		Coliformes totales
		unidad de		mg/Kg		mg/kg		mg/kg	g/Kg		%		NMP/g
CUENCAS	Estación	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Invierno 2018
Cuenca del Huasco	Huasco Bajo	7,9	7,9	<10	<10	37	9	103	0,7	0,1	38	67	52
	Huasco en Nicolasa	8,3	-	<10	-	16	-	-	0,1	-	66	-	-
	Huasco en Panamericana	-	7,6	-	<10	-	8	73	-	<0,02	-	74	47
	Huasco en Chepica	8,7	8,9	<10	<10	50	24	182	<0,02	<0,02	75	77	2
Cuenca del Transito	Laguna Grande	9,1	9,4	<10	<10	11	157	73	<0,02	<0,02	82	85	9
	Valeriano	9,0	9,1	<10	<10	16	496	232	<0,02	<0,02	85	78	<1,8
Cuenca del Carmen	Potrerillos antes Tres Quebradas	7,4	7,4	<10	<10	2	28	329	0,3	0,3	37	73	2
	Tres Quebradas	9,0	8,7	905	<10	24	15	119	<0,02	<0,02	83	83	36
	Potrerillos despues Tres Quebradas	8,1	7,9	<10	<10	51	34	242	0,1	<0,02	84	82	<1,8

5. Conclusiones

El presente proyecto, recopiló toda la información disponible a la fecha en temas de calidad de agua de la cuenca del Huasco y generó información técnica de las componentes físicas, químicas y biológicas la cual fue presentada íntegramente al Mandante SEREMI MA Atacama, en cada reunión de Comité Operativo realizada en el periodo 2017-2018. (ver Anexos en Informe de cumplimiento CORFO BPER_2019).

Con respecto a la normativa referencial aplicada de South Central Australia, las sales en toda la cuenca presentaron cumplimiento de la norma a excepción de las estaciones de Tres Quebradas y Potrerillos con más elevadas concentraciones de nitrógeno. Las otras sales de sulfato, cloruro y conductividad eléctrica se presentaron más elevadas y sobre las normas referenciales en la desembocadura del río Huasco. Los restantes metales en aguas fueron más elevados en la cabecera del río Tránsito, superando la norma referencial aplicada.

Los análisis históricos en el río Estrecho, presentaron drásticos cambios en el tiempo debido a la intervención de CIA Minera Nevada, que marca peaks de concentración de metales y sales las que se proyectan hasta el 2014, para disminuir a los niveles actuales.

Esta información representa las bases y deja "*ad portas*" la formulación de la Norma Secundaria de Calidad de Agua de la cuenca del río Huasco, la cual se encontraba "*retrotraída*".

La información levantada se difunde en talleres locales a la comunidad de las cuencas del Tránsito, Carmen y Huasco.

6. Bibliografía

ANZECC, Oct. 2000. **Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality. Volume 1 and 2,** The guidelines / Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand.

Arévalo-Martinez y Franco-Herrera, 2008. Características oceanográficas de la surgencia frente a la ensenada de Gaira, Departamento de Magdalena, Época seca menor de 2006.

Campbell PGC & Stokes PM 1985. Acidification and toxicity of metals to aquatic biota. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 42, 2034–2049.

CCREM 1991. Canadian water quality guidelines, Canadian Council of Resource and Environment Ministers, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Ottawa.

CCREM 1987. Canadian water quality guidelines. Canadian Council of Resource and Environment Ministers, Ontario.

De la Fuente, 2011. Análisis de conglomerados. Fac. Ciencias Económicas y Empresariales, UAM.

Ferguson JF & Gavis J 1972. A review of the arsenic cycle in natural waters. Water Research 6, 1259−1274.

Kelly M 1988. Mining and the freshwater environment. Elsevier Applied Science Publishers, London and New York.

Markich SJ & Jeffree RA 1994. Absorption of divalent trace metals as analogues of calcium by Australian freshwater bivalves: An explanation of how water hardness reduces metal toxicity. Aquatic Toxicology 29, 257–290.

Munn CB, 2004. Marine Microbiology: ecology and applications. New York: BIOS Scientific Publisher.

Norma Chilena Oficial 1333. Of 1987. Requisito riego y vida acuática.

Rubel F., Brugger K., Haslinger K. and Auer I, 2017. The climate of the European Alps: Shift of very hincresolution Köppen-Geiger climate zones 1800–2100**.** Climatology.

Simpson, SL, Batley, GE, Chariton, AA, Stauber, JL, King, CK, Chapman, JC, Hyne, RV, Gale, SA, Roach, AC and Maher, WA (2005). Handbook for Sediment Quality Assessment (CSIRO: Bangor, NSW).

Smith V.H., Tilman G.D., Nekola J.C, 1999. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. ELSEVIER.

Stubblefield WA, Brinkman SE, Davies PH, Garrison TD, Hockett JR & McIntyre MW 1997. Effects of wáter hardness on the toxicity of manganese to developing brown trout (Salmo trutta). Environmental Toxicology and Chemistry 16, 2082–2089.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE (UCN) – SERNAGEOMIN, 2010. Evaluación Hidrogeológica de la cuenca del río Huasco, con énfasis en la cuantificación y dinámica de los recursos hídricos superficiales y subterráneos".

Villardón J., 2002. Análisis de componentes principales, Departamento de estadística.

Witters HE, van Puymbroeck S, Stouthart AJHX & Wendelaar Bonga SE 1996. Physicochemical changes of aluminium in mixing zones: Mortality and physiological disturbances in brown trout (Salmo trutta L.). Environmental Toxicology and Chemistry 15, 986–996.

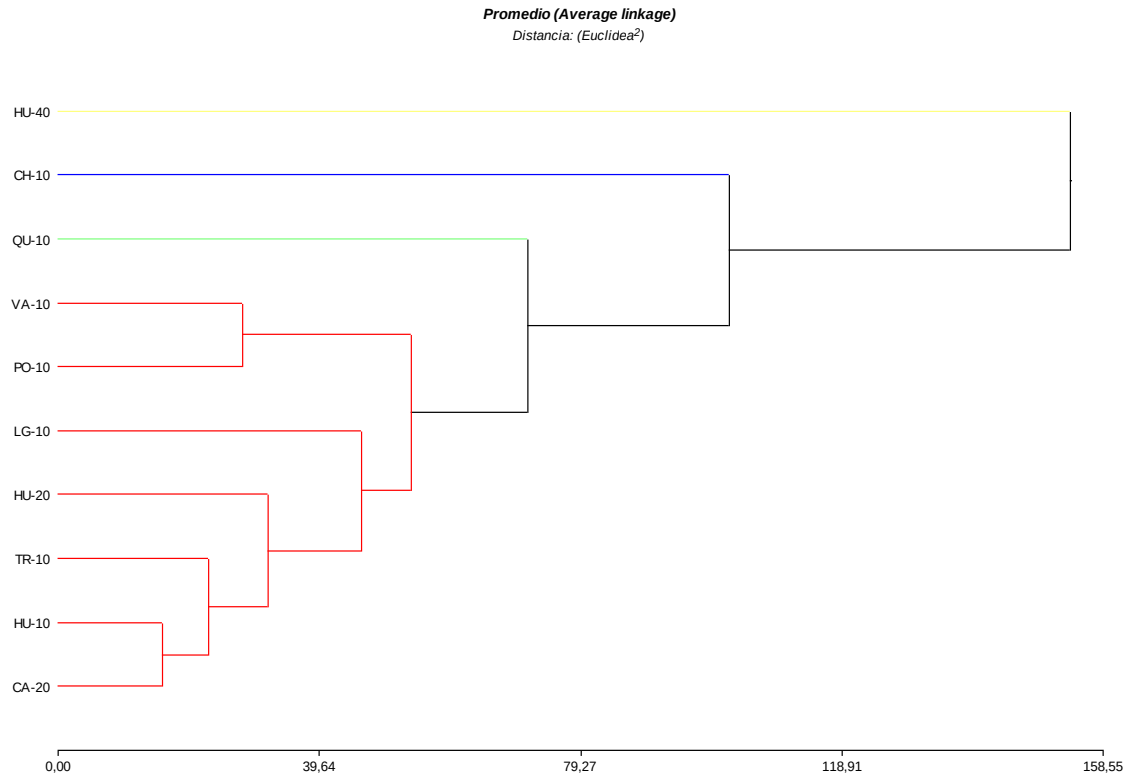
7- Anexo estadístico

7.1. Campaña Invierno 2017

Análisis de componentes principales

Autovectores

Variables	e1	e2
Temperatura	0,18	-0,08
pH	-0,09	0,21
Turbidez	-0,11	-0,22
CE	0,22	-0,11
OD	0,06	-0,09
SST	-0,11	-0,22
Cloruro	0,21	-0,07
Sulfato	0,15	-0,17
Fosfato (PO4-)	0,17	-0,06
Nitrógeno Total (NT)	-0,05	0,26
Nitrato (NO3)	-0,05	0,26
Potasio total	0,22	-0,13
Cobre total (Cu)	-0,15	-0,07
Zinc total (Zn)	-0,16	-0,15
Hierro total (Fe)	-0,16	-0,22
Manganeso total (Mn)	-0,13	-0,15
Molibdeno total (Mo)	0,10	-0,01
Cromo total (Cr)	0,23	-0,07
Cobalto Total (Co)	-0,17	-0,19
Níquel total (Ni)	-0,11	-0,17
Plomo total (Pb)	-0,14	-0,20
Aluminio total (Al)	-0,17	-0,20
Arsénico total (As)	-0,04	0,19
Coliformes totales	0,14	-0,14
STD (in situ)	0,22	-0,12
Bicarbonato	0,21	0,03
Carbonato	0,22	-0,07
NKT	0,18	0,05
Demanda Quimica de Oxigeno..	-0,13	-0,19
Fosforo (P)	-0,03	-0,24
Alcalinidad Parcial (CaCO3..	0,22	-0,08
Alcalinidad Total (CaCO3)	0,23	0,01
Calcio Total	0,20	-0,12
Sodio Total	0,22	-0,08
Magnesio total (Mg)	0,19	-0,13
Coliformes fecales	0,09	-0,09
Plata	-0,02	0,21
Fluoruro (F-)	0,01	-0,25
pH 25?C Laboratorio	0,21	0,14
Solidos Suspendidos Totales	-0,11	-0,22



Promedio (Average linkage)

Distancia: (Euclidea^2)
Correlación cofenética= 0,861
Variables estandarizadas
Casos leidos 17
Casos omitidos 5

Variables

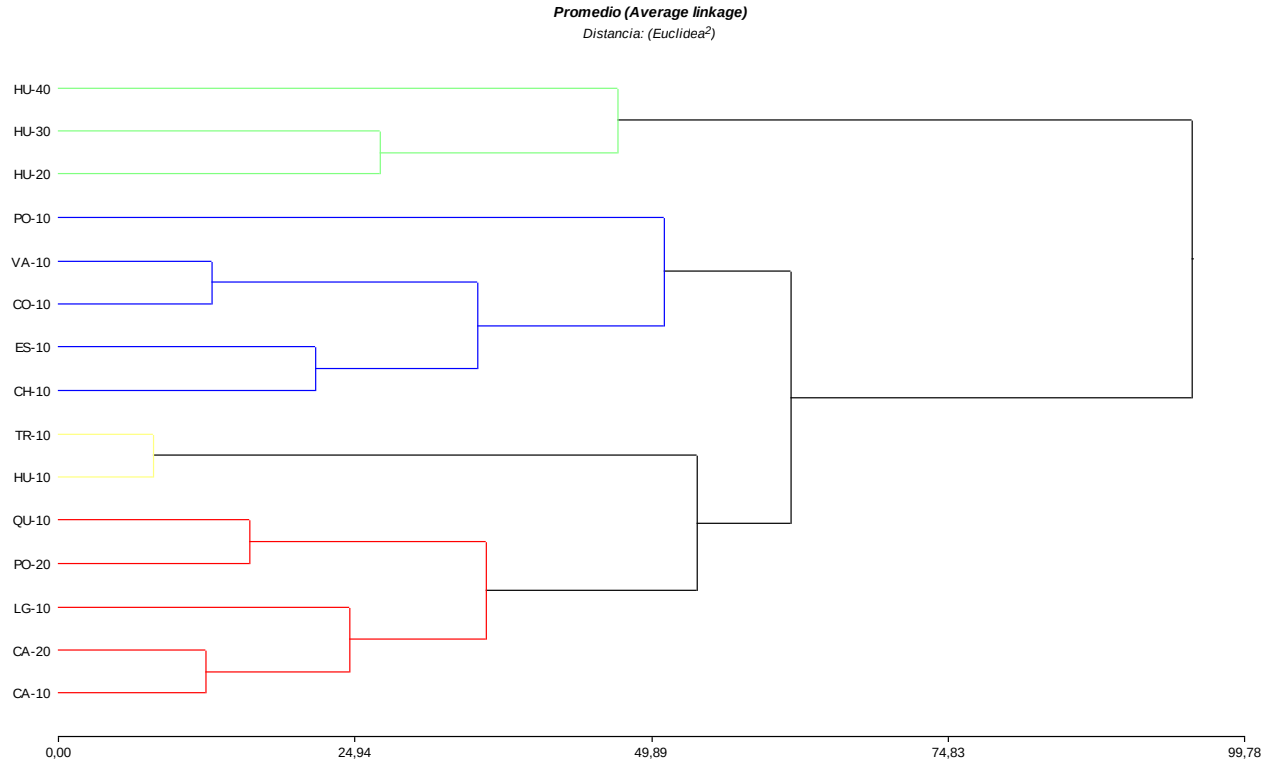
Temperatura	pH	Turbidez	CE
OD	SST	Cloruro	Sulfato
Fosfato (PO4-)	Nitrogeno Total (NT)	Nitrato (NO3)	Potasio total
Cobre total (Cu)	Zinc total (Zn)	Hierro total (Fe)	Manganeso total (Mn)
Molibdeno total (Mo)	Cromo total (Cr)	Cobalto Total (Co)	Niquel total (Ni)
Plomo total (Pb)	Aluminio total (Al)	Arsenico total (As)	Coliformes totales
STD (in situ)	Bicarbonato	Carbonato	NKT
DQO	Fosforo (P)	Alcalinidad Parcial	(CaCO3
Alcalinidad Total (CaCO3)	Calcio Total	Sodio Total	Magnesio total (Mg)
Coliformes fecales	Plata	Fluoruro (F-)	pH 25?C Laboratorio
Solidos Suspendidos Totales			

7.2. Campaña Primavera 2017

Análisis de componentes principales

Autovectores

Variables	e1	e2
pH	0,04	-0,24
CE	0,23	0,21
SST	-0,05	-0,14
Cloruro	0,23	0,17
Sulfato	0,18	0,27
Fosfato (PO4-)	0,19	0,03
Boro Total	0,20	0,23
Nitrogeno amoniacal (NH4+)..	-0,14	0,06
Nitrogeno Total (NT)	-0,13	-0,06
Nitrato (NO3)	-0,12	-0,07
Potasio total	0,25	0,15
Cobre total (Cu)	-0,16	0,19
Zinc total (Zn)	-0,20	0,25
Hierro total (Fe)	-0,12	-9,2E-04
Manganeso total (Mn)	-0,18	0,22
Molibdeno total (Mo)	0,16	0,02
Vanadio Total (V)	-0,11	-0,24
Cromo total (Cr)	0,03	-0,24
Cobalto Total (Co)	-0,19	0,22
Bario total (Ba)	0,09	-0,22
Cadmio total (Cd)	-0,18	0,22
Niquel total (Ni)	-0,15	0,26
Plomo total (Pb)	-0,03	-0,10
Aluminio total (Al)	-0,20	0,18
Arsenico total (As)	-0,10	0,04
Coliformes totales	0,17	-0,05
Bicarbonato	0,25	-0,04
Alcalinidad Parcial (CaCO3..	0,17	-0,08
Alcalinidad Total (CaCO3)	0,27	-0,06
Berilio total (Be)	-0,14	0,22
Calcio Total	0,22	0,18
Sodio Total	0,24	0,17
Magnesio total (Mg)	0,22	0,22



Promedio (Average linkage)
Distancia: (Euclidea^2)
Correlación cofenética= 0,712
Variables estandarizadas
Casos leidos 15
Casos omitidos 0

Variables

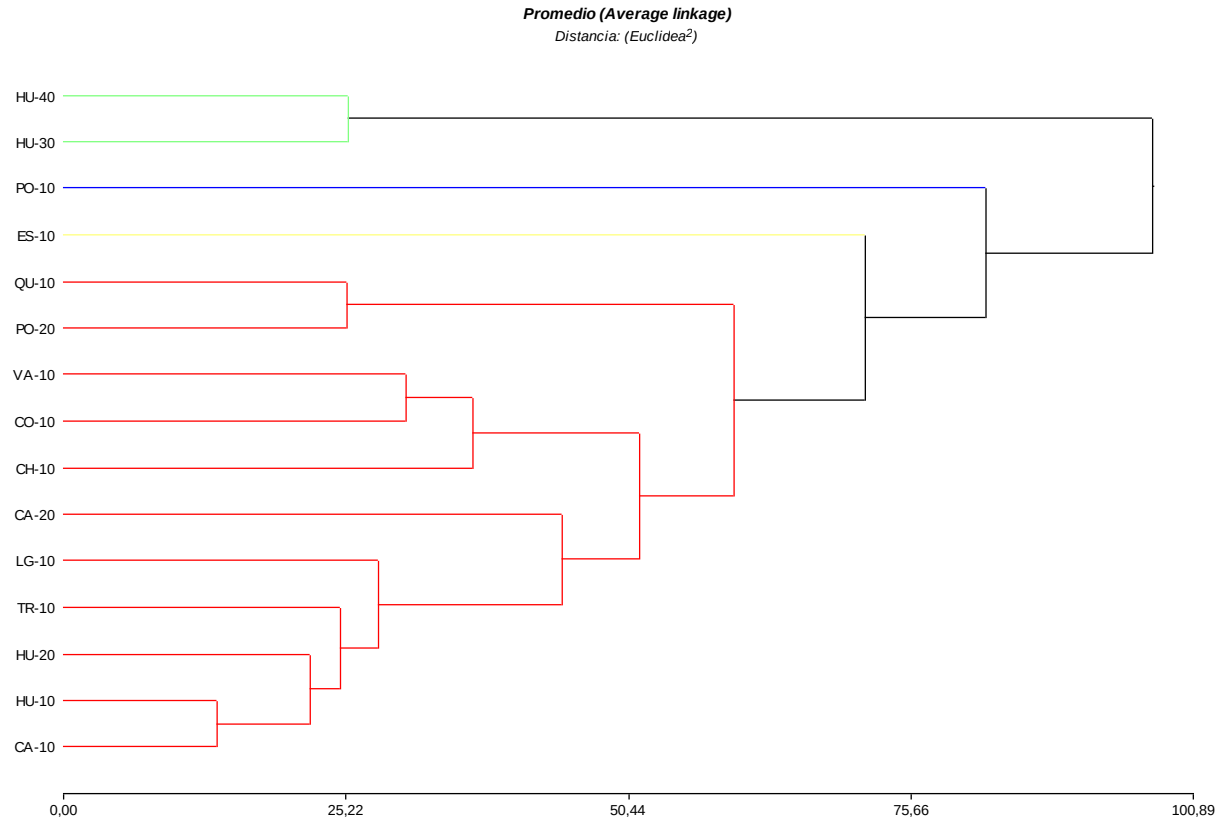
pH	CE	SST	Cloruro
Sulfato	Fosfato (PO4-)	Boro Total	Nitrogeno amoniacal (NH4+)..
Nitrogeno Total (NT)	Nitrato (NO3)	Potasio total	Cobre total (Cu)
Zinc total (Zn)	Hierro total (Fe)	Manganeso total (Mn)	Molibdeno total (Mo)
Vanadio Total (V)	Cromo total (Cr)	Cobalto Total (Co)	Bario total (Ba)
Cadmio total (Cd)	Niquel total (Ni)	Plomo total (Pb)	Aluminio total (Al)
Arsenico total (As)	Coliformes totales	Bicarbonato	Alcalinidad Parcial (CaCO3..
Alcalinidad Total (CaCO3)	Berilio total (Be)	Calcio Total	Sodio Total
Magnesio total (Mg)			

7.3. Campaña Otoño 2018

Análisis de componentes principales

Autovectores

Variables	e1	e2
Temperatura	-0,23	0,09
pH	0,09	0,03
Turbidez	0,18	-0,17
CE	-0,21	-0,27
OD	0,05	0,04
SST	0,11	-0,11
Cloruro	-0,22	-0,21
Sulfato	-0,05	-2,6E-03
Fosfato (PO4-)	-0,22	-0,17
Boro Total	-0,18	-0,25
Nitrógeno amoniacal (NH4+)..	0,08	0,26
Nitrógeno Total (NT)	0,05	-0,19
Nitrato (NO3)	0,05	-0,20
Potasio total	-0,11	-0,14
Cobre total (Cu)	0,18	0,01
Zinc total (Zn)	0,25	-0,12
Hierro total (Fe)	0,15	-3,8E-03
Manganeso total (Mn)	0,21	-0,24
Molibdeno total (Mo)	-0,07	0,30
Vanadio Total (V)	-0,23	-0,21
Cromo total (Cr)	-0,23	0,01
Cobalto Total (Co)	0,22	-0,16
Bario total (Ba)	-0,24	0,05
Cadmio total (Cd)	0,24	-0,09
Níquel total (Ni)	0,16	-0,26
Plomo total (Pb)	0,09	0,06
Aluminio total (Al)	0,25	-0,15
Arsénico total (As)	0,08	-0,21
Coliformes totales	-0,21	0,08
STD (in situ)	-0,21	-0,27
NKT	0,07	0,27
Demanda Química de Oxigeno..	-0,14	0,15
Fosforo (P)	-0,20	-0,15



Promedio (Average linkage)
Distancia: (Euclidea^2)
Correlación cofenética= 0,777
Variables estandarizadas
Casos leidos 47
Casos omitidos 0

Variables

Temperatura	pH	Turbidez	CE
OD	SST	Cloruro	Sulfato
Fosfato (PO4-)	Boro Total	Nitrogeno amoniacal (NH4+)..	Nitrogeno Total (NT)
Nitrato (NO3)	Potasio total	Cobre total (Cu)	Zinc total (Zn)
Hierro total (Fe)	Manganeso total (Mn)	Molibdeno total (Mo)	Vanadio Total (V)
Cromo total (Cr)	Cobalto Total (Co)	Bario total (Ba)	Cadmio total (Cd)
Niquel total (Ni)	Plomo total (Pb)	Aluminio total (Al)	Arsenico total (As)
Coliformes totales	STD (in situ)	NKT	Demanda Quimica de Oxigeno..
Fosforo (P)			

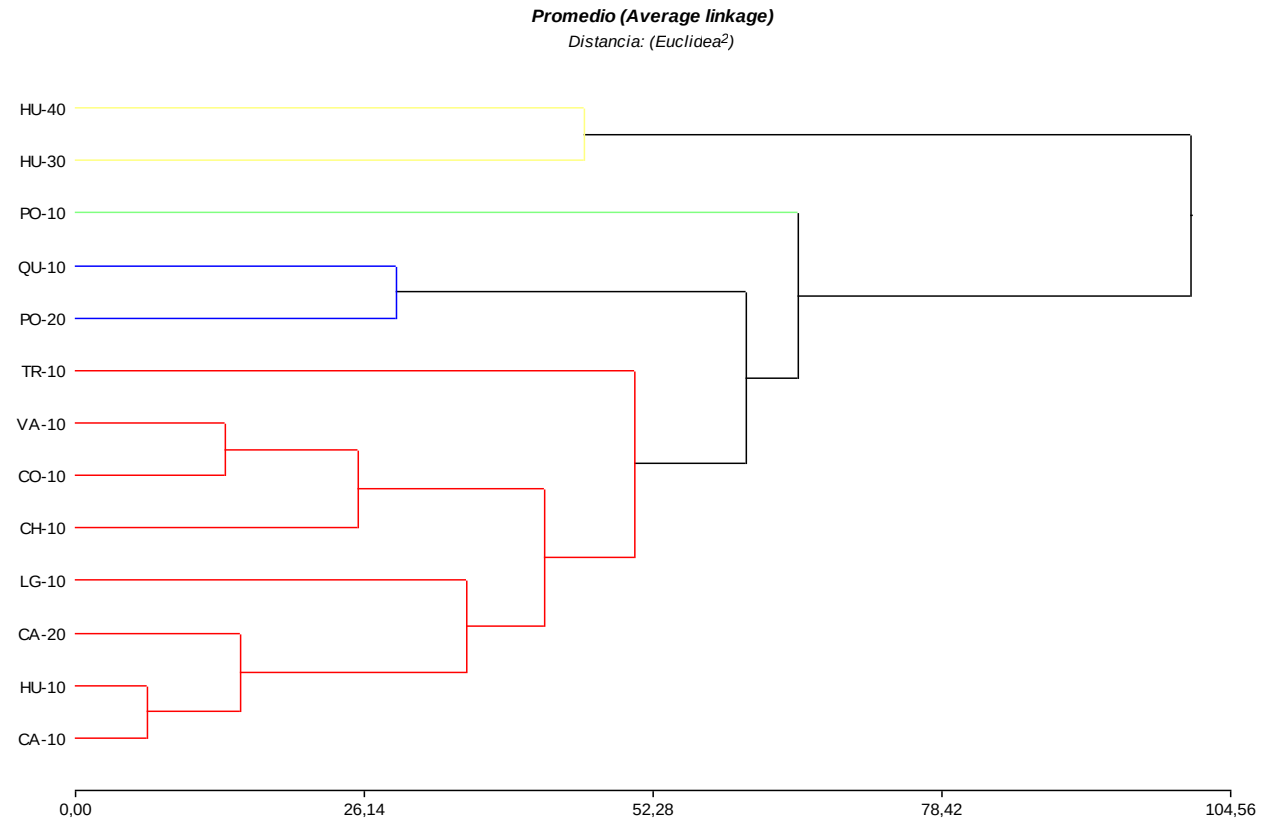
Criterios de clasificación

7.4. Campaña Invierno 2018

Análisis de componentes principales

Autovectores

Variables	e1	e2
Temperatura	0,29	0,03
pH	-0,04	-0,22
Turbidez	-0,04	0,19
CE	0,24	0,12
OD	-0,07	0,06
SST	-0,14	0,23
Cloruro	0,06	0,14
Sulfato	0,17	0,23
Fosfato (PO4-)	0,25	0,03
Boro Total	0,19	0,11
Nitrogeno amoniacal (NH4+)..	0,16	0,02
Nitrogeno Total (NT)	-0,13	-0,22
Nitrato (NO3)	-0,13	-0,25
Nitrato (N-NO3-)	-0,14	-0,22
Potasio total	0,24	0,17
Cobre total (Cu)	-0,18	0,25
Zinc total (Zn)	-0,22	0,23
Hierro total (Fe)	-0,13	0,23
Manganeso total (Mn)	-0,18	0,17
Molibdeno total (Mo)	0,01	4,3E-03
Cromo total (Cr)	0,25	0,05
Cobalto Total (Co)	-0,21	0,21
Bario total (Ba)	0,17	0,11
Cadmio total (Cd)	-0,20	0,24
Niquel total (Ni)	-0,18	0,22
Plomo total (Pb)	-0,05	0,20
Aluminio total (Al)	-0,20	0,25
Arsenico total (As)	-0,12	-0,24
Coliformes totales	0,16	0,10
STD (in situ)	0,24	0,12
NKT	0,14	-0,02
Fosforo (P)	0,27	0,10



Promedio (Average linkage)
Distancia: (Euclidea^2)
Correlación cofenética= 0,794
Variables estandarizadas
Casos leidos 14
Casos omitidos 1

Variables

Temperatura	pH	Turbidez	CE
OD	SST	Cloruro	Sulfato
Fosfato (PO4-)	Boro Total	Nitrogeno amoniacal (NH4+)..	Nitrogeno Total (NT)
Nitrato (NO3)	Nitrato (N-NO3-)	Potasio total	Cobre total (Cu)
Zinc total (Zn)	Hierro total (Fe)	Manganeso total (Mn)	Molibdeno total (Mo)
Cromo total (Cr)	Cobalto Total (Co)	Bario total (Ba)	Cadmio total (Cd)
Niquel total (Ni)	Plomo total (Pb)	Aluminio total (Al)	Arsenico total (As)
Coliformes totales	STD (in situ)	NKT	Fosforo (P)

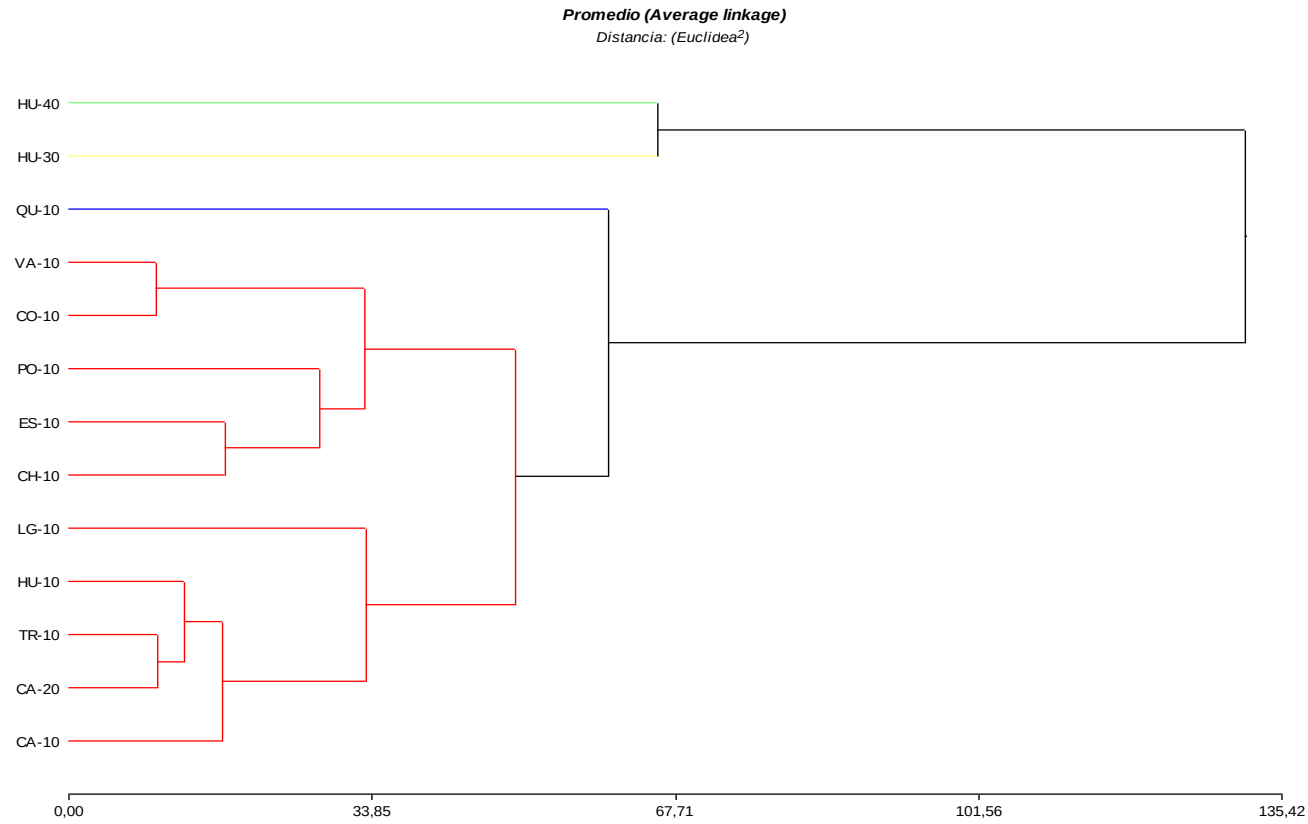
Criterios de clasificación

7.5. Campaña Primavera 2018

Análisis de componentes principales

Autovectores

Variables	e1	e2
Temperatura	0,15	-0,11
pH	-0,14	-0,20
Turbidez	-0,11	0,32
CE	0,25	0,06
OD	0,22	0,08
SST	-0,05	0,34
Cloruro	0,24	0,07
Sulfato	0,24	0,10
Fosfato (PO4-)	0,16	0,21
Boro Total	0,24	0,09
Nitrogeno amoniacal (NH4+)..	0,05	-0,23
Nitrogeno Total (NT)	-0,15	-0,08
Nitrato (NO3)	-0,15	-0,07
Potasio total	0,25	0,07
Cobre total (Cu)	-0,09	0,27
Zinc total (Zn)	-0,12	0,31
Hierro total (Fe)	-0,10	0,28
Manganeso total (Mn)	-0,10	0,22
Molibdeno total (Mo)	-0,03	-0,05
Aluminio total (Al)	-0,14	0,29
Arsenico total (As)	-0,04	-0,03
Coliformes totales	0,15	0,04
STD (in situ)	0,25	0,06
Bicarbonato	0,24	-0,09
NKT	0,05	-0,22
Demanda Quimica de Oxigeno..	0,15	6,8E-04
Fosforo (P)	0,14	0,23
Alcalinidad Parcial (CaCO3..	0,12	-0,05
Alcalinidad Total (CaCO3)	0,24	-0,09
Calcio Total	0,25	0,03
Sodio Total	0,25	0,06
Magnesio total (Mg)	0,24	0,07
Coliformes fecales	0,17	0,03
Fluoruro (F-)	-0,04	0,25



Análisis de conglomerados

Promedio (Average linkage)
Distancia: (Euclidea)
Correlación cofenética= 0,893
Variables estandarizadas
Casos leidos 60
Casos omitidos 25
Variables

Temperatura	pH	Turbidez
CE	OD	SST
Cloruro	Sulfato	Fosfato (PO4-)
Boro Total	Nitrógeno amoniacal (NH4+)..	Nitrógeno Total (NT)
Nitrato (NO3)	Potasio total	Cobre total (Cu)
Zinc total (Zn)	Hierro total (Fe)	Manganeso total (Mn)
Molibdeno total (Mo)	Aluminio total (Al)	Arsénico total (As)
Coliformes totales	STD (in situ)	Bicarbonato
NKT	Demanda Química de Oxigeno..	Fosforo (P)
Alcalinidad Parcial (CaCO3	Alcalinidad Total (CaCO3)	Calcio Total
Sodio Total	Magnesio total (Mg)	Coliformes fecales
Fluoruro (F-)		

Criterios de clasificación

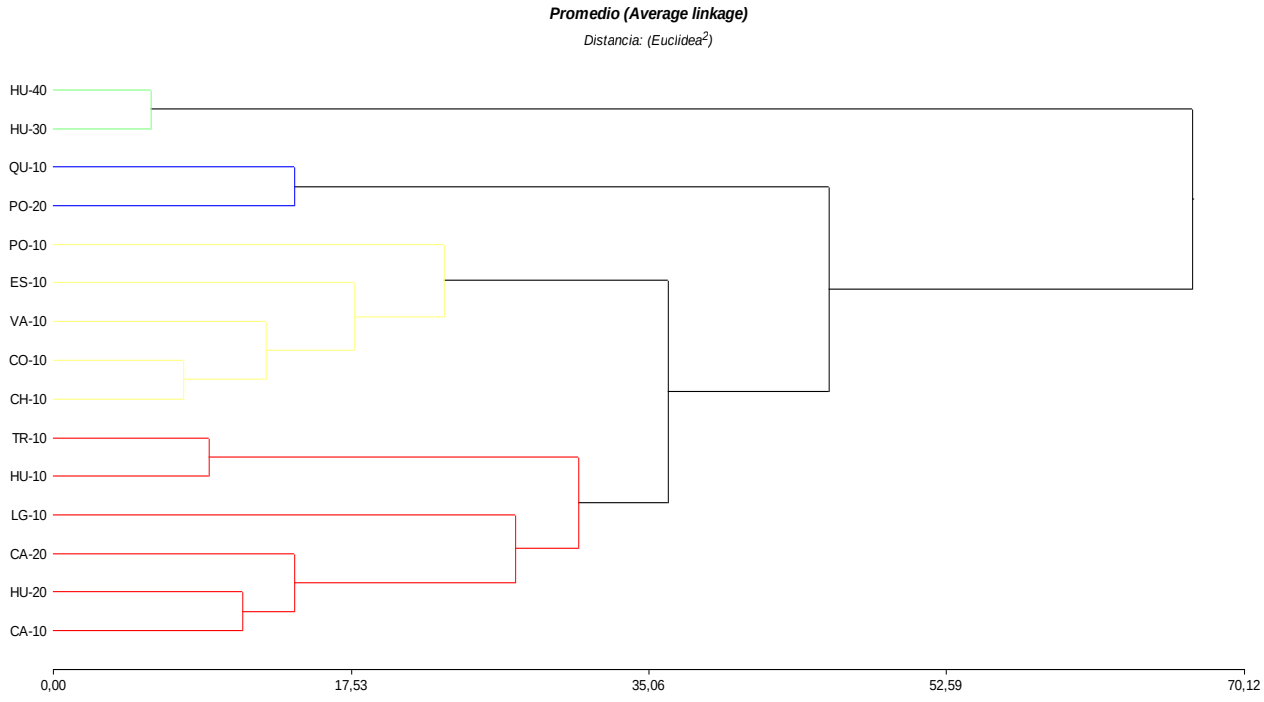
AV

7.6. Todas las campañas 2017 - 2018

Análisis de componentes principales

Autovectores

Variables	e1	e2
Temperatura	0,30	-0,07
pH	-0,11	0,28
Turbidez	-0,09	-0,22
CE	0,31	0,05
OD	0,06	-0,14
SST	-0,04	-0,25
Cloruro	0,28	-0,03
Sulfato	0,21	0,03
Fosfato (PO4-)	0,30	0,07
Nitrogeno Total (NT)	-0,20	0,36
Nitrato (NO3)	-0,19	0,37
Potasio total	0,31	-0,01
Cobre total (Cu)	-0,19	-0,29
Zinc total (Zn)	-0,23	-0,19
Hierro total (Fe)	-0,14	-0,35
Manganeso total (Mn)	-0,20	-0,06
Molibdeno total (Mo)	0,10	-0,24
Aluminio total (Al)	-0,23	-0,28
Arsenico total (As)	-0,15	0,35
Coliformes totales	0,27	-0,08
STD (in situ)	0,31	0,05



Análisis de conglomerados

Promedio (Average linkage)
Distancia: (Euclidea^2)
Correlación cofenética= 0,806
Variables estandarizadas
Casos leidos 145
Casos omitidos 9

Variables

Temperatura	pH	Turbidez	CE
OD	SST	Cloruro	Sulfato
Fosfato (PO4-)	Nitrogeno Total (NT)	Nitrato (NO3)	Potasio total
Cobre total (Cu)	Zinc total (Zn)	Hierro total (Fe)	Manganeso total (Mn)
Molibdeno total (Mo)	Aluminio total (Al)	Arsenico total (As)	Coliformes totales
STD (in situ)			

Criterios de clasificación

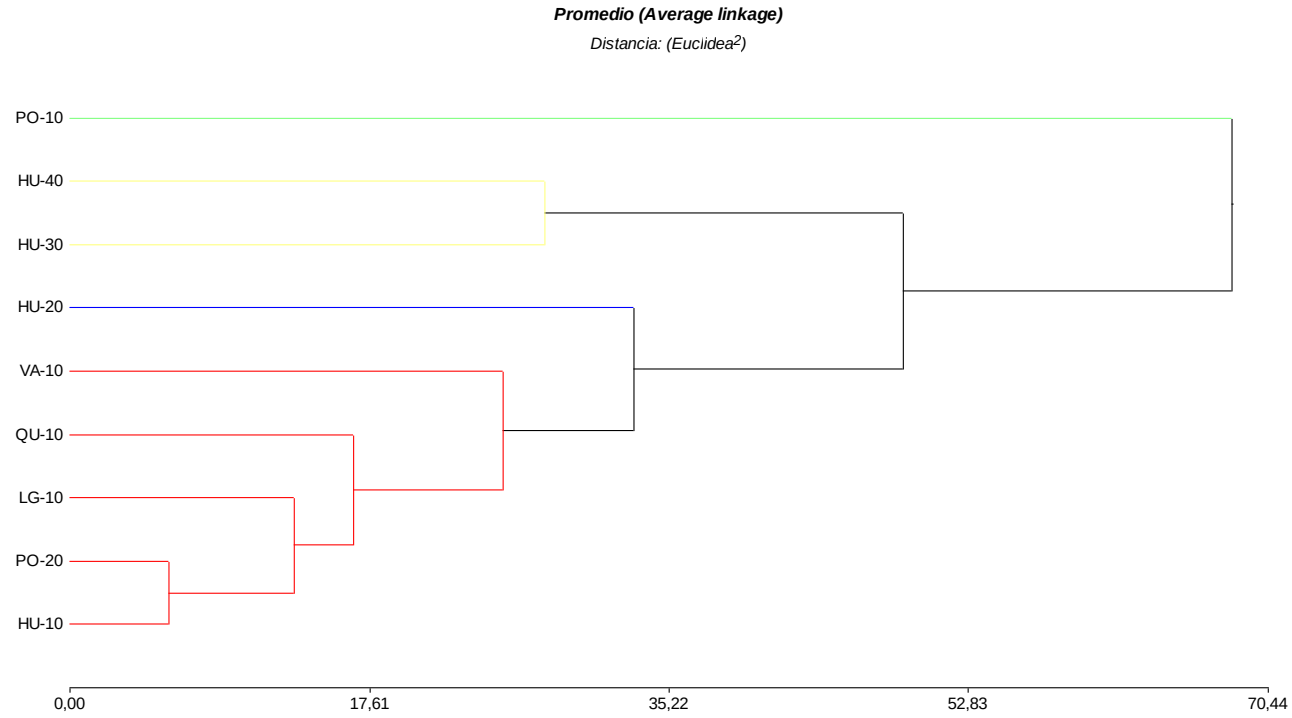
ESTACION

7.7. Sedimentos campañas otoño e invierno 2018

Análisis de componentes principales

Autovectores

Variables	e1	e2
Aluminio Total (Al) M.S.	0,23	-0,01
Coliformes Fecales	0,25	0,20
Cobalto Total (Co) M.S.	-0,22	0,26
Hierro Total (Fe) M.S.	-1,9E-03	0,35
Manganeso Total (Mn) M.S.	-0,05	0,35
Zinc Total (Zn) M.S.	-0,16	0,33
Arsénico Total TCLP	-0,01	-0,11
Bario Total	-0,01	-0,15
Cadmio Total TCLP	-0,21	0,29
Selenio Total	0,34	-0,07
Fosfato (P-PO4)	0,22	-0,06
Fósforo Total (P) M.S.	0,33	-0,11
Materia Orgánica	0,25	0,24
Nitrógeno Amoniacal dispon..	-0,12	0,15
Nitrógeno Nitrato disponib..	-0,27	0,01
Nitrógeno Amoniacal Total	-0,32	0,14
Nitrógeno Total	0,31	0,15
pH	-0,14	-0,29
Sílice disuelta (SiO2)	-0,20	-0,08
Azufre (S-SO4)	0,18	0,30
Sólidos Totales	-0,21	-0,31



Análisis de conglomerados

Promedio (Average linkage)
Distancia: (Euclidea^2)
Correlación cofenética= 0,858
Variables estandarizadas
Casos leidos 250
Casos omitidos 0

Variables

Aluminio Total (Al) M.S.	Coliformes Fecales	Cobalto Total (Co) M.S.
Hierro Total (Fe) M.S.	Manganeso Total (Mn) M.S.	Zinc Total (Zn) M.S.
Arsénico Total TCLP	Bario Total	Cadmio Total TCLP
Selenio Total	Fosfato (P-PO4)	Fósforo Total (P) M.S.
Materia Orgánica	Nitrógeno Amoniacal disp.	Nitrógeno Nitrato disp.
Nitrógeno Amoniacal Total	Nitrógeno Total	pH
Sílice disuelta (SiO2)	Azufre (S-SO4)	Sólidos Totales

Criterios de clasificación

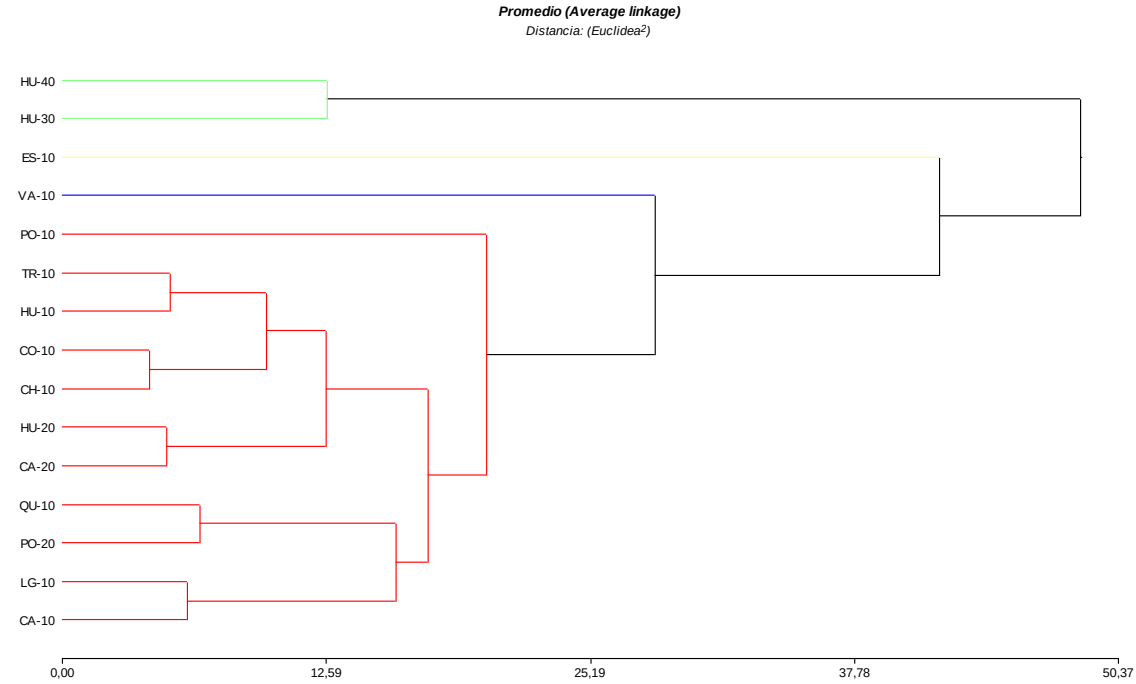
AV

7.8. Calidad de agua Histórico

Análisis de componentes principales

Autovectores

Variables	e1	e2
pH	0,11	-0,04
Conductividad	0,35	0,27
Cloruro	0,33	0,25
Sulfato	0,34	0,31
NO3	0,03	-0,24
K	0,35	0,23
Cu	-0,31	0,23
Zn	-0,29	0,37
Fe	-0,24	0,24
Mn	-0,24	0,36
Mo	0,04	0,22
Al	-0,31	0,36
As	-0,08	-0,28
Coliformes totales	0,34	0,15



Análisis de conglomerados

Promedio (Average linkage)

Distancia: (Euclidea^2)
Correlación cofenética= 0,790
Variables estandarizadas
Casos leidos 990
Casos omitidos 1

Variables

pH	Conductividad	Cloruro	Sulfato
NO3	K	Cu	Zn
Fe	Mn	Mo	Al
As	Coliformes totales		

Criterios de clasificación

Codigo AV 2018

8.- Índice anexos en carpetas externas

Anexo 1	**Mapa Climático Global / Carpeta**
Anexo 2	**Programas y fotos terreno / Carpeta**
Anexo 3	**Informes Laboratorio / Carpeta**
Anexo 4	**Calidad de agua y sedimentos / Excel**
Anexo 5	**Talleres de difusión / Carpeta**
Anexo 6	**PCA / Carpeta**
Anexo 7	**Informe Biota acuática / Universidad de Chile**

Folio016632

Universidad de Chile

INFORME TÉCNICO

PROGRAMAS DE VIGILANCIA DE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD Y LAS QUE ESTÁN EN PROCESO CON EL OBJETO DE AVANZAR EN EL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

I

CAMPAÑAS DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE ESTADO ECOLÓGICO DE 10 CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE CHILE

DOCUMENTO TÉCNICO DEL PROYECTO NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD

Preparado por Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA), para

Ministerio de Medio Ambiente (MMA)

Santiago de Chile

Mayo de 2013

Informe preparado por el Laboratorio de Biodiversidad Acuática, CENMA:

Dr. Rodrigo Ramos-Jiliberto

MSc. Ma Isabel Olmedo C.

MSc. Caroline Carvacho A.

MSc. Alejandro Palma I.

MSc. Javier González B.

Ing. Recursos Naturales Renovables Valentina Escanilla J.

Contraparte técnica Ministerio del Medio Ambiente:

División de Recursos Naturales, Residuos y Evaluación de Riesgos

Departamento Asuntos Hídricos y Ecosistemas Acuáticos

Hernán Latuz A.

Silvia Benítez F.

Alvaro Parra (Seremi Atacama)

Sergio Troncoso (Seremi Coquimbo)

Dino Figueroa (Seremi Valparaíso)

Luis Opazo (Seremi Maule)

Juan Harries (Seremi Los Ríos)

Pablo Etcharren (Seremi Araucanía)

Sibel Villalobos (Seremi Los Lagos)

Yanko Cariceo (Seremi Magallanes)

Agradecimientos

El CENMA y el Ministerio del Medio Ambiente quieren expresar su agradecimiento a los profesionales de la Dirección General de Aguas que ayudaron a la realización y planificación de las campañas de terreno, quienes aportaron en forma desinteresada en distintos ámbitos del estudio. Agradecer especialmente al Sr. Diego San Miguel del Departamento de Conservación y a todos los participantes de las direcciones regionales de la DGA.

Este Informe debe ser citado como:

R. Ramos-Jiliberto, M. Olmedo, C. Carvacho, A. Palma, J. González-Barrientos y V. Escanilla. “Programas de vigilancia de normas secundarias de calidad y las que están en proceso con el objeto de avanzar en el estado ecológico de las aguas superficiales, Parte A: Campañas de monitoreo y evaluación de estado ecológico de 10 cuencas hidrográficas de Chile” INFORME TÉCNICO. 2013.

Universidad de Chile

Revisado y aprobado por:

Dr. Ítalo Serey Estay
Director Ejecutivo
Fundación Centro Nacional del Medio Ambiente.

Ing. Hernán Latuz
Departamento Asuntos Hídricos y Ecosistemas Acuáticos
Ministerio del Medio Ambiente

Más información
Centro Nacional del Medio Ambiente
Av. Larraín 9975, La Reina, Santiago de Chile
788-0096 LA REINA
Teléfono: (56-2) 927-5570 Fax: (56-2) 275-1688
http://www.cenma.cl

Índice

Resumen 16

1. Introducción 18

Antecedentes Generales 18

1.1 Estado Ecológico 19

1.2 Objetivos....21

General 21

Específicos 21

2. Metodología general 22

3. Resultados....24

3.1 Cuenca del río Huasco....24

3.1.1 Descripción de la cuenca 24

3.1.2 Estaciones de muestreo....28

3.1.3 Parámetros físico-químicos....31

3.1.4 Parámetros biológicos....34

3.1.4.1 Macroinvertebrados bentónicos 34

3.1.4.2 Índices de diversidad 35

3.1.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original 35

3.1.4.4 Biomasa fitoplanctónica - clorofila-a....36

3.1.5 Estructura hidromorfológica 37

3.1.5.1 Composición del sustrato....37

3.1.5.2 Vegetación de ribera....38

3.1.6 Evaluación del estado ecológico de la cuenca del río Huasco 39

3.1.6.1 Tipos de ríos de la cuenca del Huasco 39

3.1.6.2 Selección de las estaciones de referencia en la cuenca del Huasco.....40

3.1.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Huasco.....41

3.1.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP 43

3.1.6.4 Determinación del estado ecológico de la cuenca según el índice ChBMWP-Hu (intercalibrado para el huasco) 44

3.1.7 Conclusiones 48

3.1.8 Anexo de datos.....50

3.2 Cuenca del río Elqui.....51

3.2.1 Descripción de la cuenca 51

3.2.2 Estaciones de muestreo.....55

3.2.3 Parámetros físico-químicos.....58

3.2.4 Parámetros biológicos.....64

3.2.4.1 Macroinvertebrados bentónicos 64

3.2.4.2 Índices de diversidad 66

3.2.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original 66

3.2.4.4 Biomasa fitoplanctónica - clorofila-a.....68

3.2.5 Estructura hidromorfológica 69

3.2.5.1 Composición del sustrato.....69

3.2.5.2 Vegetación de ribera.....69

3.2.6 Evaluación del estado ecológico de la cuenca del río Elqui.....70

3.2.6.1 Tipos de ríos de la cuenca del Elqui 70

3.2.6.2 Selección de las estaciones de referencia en la cuenca del Elqui.....72

3.2.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Elqui.....72

Folio016638

3.2.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP 74
3.2.6.4 Determinación del estado ecológico de la cuenca según el índice ChBMWP-El 75
3.2.7 Conclusiones 82
3.2.8 Anexo de datos 83
3.3 Cuenca del río Limarí 84
3.3.1 Descripción de la cuenca 84
3.3.2 Estaciones de muestreo 88
3.3.3 Parámetros físico-químicos 91
3.3.4.1 Macroinvertebrados bentónicos 96
3.3.4.2 Índices de diversidad 98
3.3.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original 98
3.3.4.4 Biomasa fitoplanctónica - clorofila-a 99
3.3.5 Estructura hidromorfológica 100
3.3.5.1 Composición del sustrato 100
3.3.5.2 Vegetación de ribera 101
3.3.6 Evaluación del estado ecológico de la cuenca del río Limarí 102
3.3.6.1 Tipos de ríos de la cuenca del Limarí 102
3.3.6.2 Selección de las estaciones de referencia en la cuenca del Limarí 104
3.3.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Limarí 105
3.3.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP 107
3.3.6.4 Determinación del estado ecológico de la cuenca según el índice ChBMWP-Li 108
3.3.7 Conclusiones 113
3.3.8 Anexo de datos 115
3.4 Cuenca del río Aconcagua 116

3.4.1 Descripción de la cuenca 116
3.4.2 Estaciones de muestreo....120
3.4.3 Parámetros físico-químicos....122
3.4.4 Parámetros biológicos....124
3.4.4.1 Macroinvertebrados bentónicos 124
3.4.4.2 Índices de diversidad 126
3.4.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original 126
3.4.4.4 Biomasa fitoplanctónica - clorofila-a....127
3.4.5 Estructura hidromorfológica 128
3.4.5.1 Composición del sustrato....128
3.4.5.2 Vegetación de ribera....129
3.4.6 Evaluación del estado ecológico de la cuenca del río Aconcagua....130
3.4.6.1 Tipos de ríos de la cuenca del Aconcagua....130
3.4.6.2 Selección de las estaciones de referencia en la cuenca del Aconcagua....131
3.4.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Aconcagua....132
3.4.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP 134
3.4.6.4 Determinación del estado ecológico de la cuenca según el índice ChBMWP-Ac..135
3.4.7 Conclusiones 140
3.4.8 Anexo de datos....142
3.5 Cuenca del río Maipo-Mapocho 143
3.5.1 Descripción de la cuenca....143
3.5.2 Estaciones de muestreo....148
3.5.3 Parámetros físico-químicos....151
3.5.4 Parámetros biológicos....155

3.5.4.1 Macroinvertebrados bentónicos 155
3.5.4.2 Índices de diversidad 157
3.5.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original 157
3.5.4.4 Biomasa fitoplanctónica - clorofila-a 159
3.5.5 Estructura hidromorfológica 160
3.5.5.1 Composición del sustrato 160
3.5.5.2 Vegetación de ribera 161
3.5.6 Evaluación del estado ecológico de la cuenca del río Maipo-Mapocho 161
3.5.6.1 Tipos de ríos de la cuenca del Maipo-Mapocho 161
3.5.6.2 Selección de las estaciones de referencia en la cuenca del Maipo-Mapocho 163
3.5.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Maipo-Mapocho 163
3.5.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP 165
3.5.6.4 Determinación del estado ecológico de la cuenca según el índice ChBMWP-Ma 166
3.5.7 Conclusiones 170
3.5.8 Anexo de datos 172
3.6 Cuenca del río Mataquito 173
3.6.1 Descripción de la cuenca 173
3.6.2 Estaciones de muestreo 176
3.6.3 Parámetros físico-químicos 179
3.6.4 Parámetros biológicos 181
3.6.4.1 Macroinvertebrados bentónicos 181
3.6.4.2 Índices de diversidad 182
3.6.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original 182
3.6.4.4 Biomasa fitoplanctónica - clorofila-a 183

3.6.5 Estructura hidromorfológica 184
3.6.5.1 Composición del sustrato.....184
3.6.5.2 Vegetación de ribera.....185
3.6.6 Evaluación del estado ecológico de la cuenca del río Mataquito.....186
3.6.6.1 Tipos de ríos de la cuenca del Mataquito.....186
3.6.6.2 Selección de las estaciones de referencia en la cuenca del Mataquito 188
3.6.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Mataquito 189
3.6.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP 191
3.6.6.4 Determinación del estado ecológico de la cuenca según el índice ChBMWP-Mq .192
3.6.7 Conclusiones 197
3.6.8 Anexo de datos.....198
3.7 Cuenca del lago Villarrica.....199
3.7.1 Descripción de la cuenca 199
3.7.2 Estaciones de muestreo.....201
3.7.3 Parámetros físico-químicos.....203
3.7.4 Parámetros biológicos.....205
3.7.4.1 Macroinvertebrados bentónicos 205
3.7.4.2 Índices de diversidad 207
3.7.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original 207
3.7.4.4 Biomasa fitoplanctónica - clorofila-a.....208
3.7.5 Estructura hidromorfológica 209
3.7.5.1 Composición del sustrato.....209
3.7.5.2 Vegetación de ribera.....210
3.7.6 Evaluación del estado ecológico de la cuenca del lago Villarrica 211

3.7.6.1 Tipos de ríos de la cuenca del Villarrica....211
3.7.6.2 Selección de las estaciones de referencia en la cuenca del Villarrica....212
3.7.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Villarrica....213
3.7.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP....215
3.7.6.4 Determinación del estado ecológico de la cuenca según el índice ChBMWP-Vi...216
3.7.7 Conclusiones....220
3.7.8 Anexo de datos....222
3.8 Cuenca del río Valdivia....223
3.8.1 Descripción de la cuenca....223
3.8.2 Estaciones de muestreo....228
3.8.3 Parámetros físico-químicos....231
3.8.4 Parámetros biológicos....233
3.8.4.1 Macroinvertebrados bentónicos....233
3.8.4.2 Índices de diversidad....235
3.8.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original....235
3.8.4.4 Biomasa fitoplanctónica - clorofila-a....236
3.8.5 Estructura hidromorfológica....237
3.8.5.1 Composición del sustrato....237
3.8.5.2 Vegetación de ribera....238
3.8.6 Evaluación del estado ecológico de la cuenca del río Valdivia....239
3.8.6.1 Tipos de ríos de la cuenca del Valdivia....239
3.8.6.2 Selección de las estaciones de referencia en la cuenca del Valdivia....240
3.8.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Valdivia....241
3.8.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP....243

3.8.6.4 Determinación del estado ecológico de la cuenca según el índice ChBMWP-Va..244
3.8.7 Conclusiones 249
3.8.8 Anexo de datos 250
3.9 Cuenca del lago Llanquihue 251
3.9.1 Descripción de la cuenca 251
3.9.2 Estaciones de muestreo 253
3.9.3 Parámetros físico-químicos 255
3.9.4 Parámetros biológicos 257
3.9.4.1 Macroinvertebrados bentónicos 257
3.9.4.2 Índices de diversidad 259
3.9.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original 259
3.9.4.4 Biomasa fitoplanctónica - clorofila-a 260
3.9.5 Estructura hidromorfológica 262
3.9.5.1 Composición del sustrato 262
3.9.5.2 Vegetación de ribera 263
3.9.6 Evaluación del estado ecológico de la cuenca del río Llanquihue 263
3.9.6.1 Tipos de ríos de la cuenca del Llanquihue 263
3.9.6.2 Selección de las estaciones de referencia en la cuenca del Llanquihue 265
3.9.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Llanquihue 265
3.9.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP 267
3.9.6.4 Determinación del estado ecológico de la cuenca según el índice ChBMWP-Ll ...268
3.9.7 Conclusiones 273
3.9.8 Anexo de datos 274
3.10 Cuenca del río Serrano 275

3.10.1 Descripción de la cuenca 275
3.10.2 Estaciones de muestreo....278
3.10.3 Parámetros físico-químicos....281
3.10.4 Parámetros biológicos....284
3.10.4.1 Macroinvertebrados bentónicos 284
3.10.4.2 Índices de diversidad 285
3.10.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original 285
3.10.4.4 Biomasa fitoplanctónica - clorofila-a....286
3.10.5 Estructura hidromorfológica 287
3.10.5.1 Composición del sustrato....287
3.10.5.2 Vegetación de ribera....288
3.10.6 Evaluación del estado ecológico de la cuenca del río Serrano....289
3.10.6.1 Tipos de ríos de la cuenca del Serrano....289
3.10.6.2 Selección de las estaciones de referencia en la cuenca del Serrano 291
3.10.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Serrano 292
3.10.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP 294
3.10.6.4 Determinación del estado ecológico de la cuenca según el índice ChBMWP-Se 294
3.10.7 Conclusiones 301
3.10.8 Anexo de datos....302
4. Conclusiones generales e integración de resultados....303
4.1 *Tipos* de ríos....303
4.2 Estaciones de referencias....304
4.3 Variables hidromorfológicas....305
4.4 Macroinvertebrados bentónicos 305

4.5 Índice ChBMWP....306
4.6 Clorofila....307
4.7 Estado ecológico de las cuencas....308
5. Recomendaciones generales....315
5.1. Tipología de ríos....315
5.2. Estaciones de referencias....316
5.3. Indicadores del estado ecológico en ríos....317
5.4. Índices ChBMWP, EE y H....319
5.5. Seguimiento anual de las cuencas....319
5.6. Registro fotográfico de las estaciones de muestreo....320
5.7. Registro continuo de la Biota....321
6. Bibliografía....322
7. Anexos....326
7.1 Metodologías asociadas al muestreo y análisis....326
7.1.1 Selección de estaciones de muestreo....326
7.1.2 Muestreo y análisis de parámetros físico-químicos y de terreno....327
7.1.2.1 Determinación de Metales por ICP....331
7.1.3 Muestreo y análisis biológico....337
7.1.3.1 Índices de Diversidad....338
7.1.3.2 Índices Bióticos....342
7.1.4 Metodología para la estimación espectrofotométrica de Clorofila-a....342
7.1.4.1 Preparación de las muestras....342
7.1.4.2 Extracción de pigmentos....343
7.1.4.3 Lectura en espectrofotómetro....343

7.1.4.4 Expresión de resultados 343

7.1.5 Metodología de Caracterización Hidromorfológica 345

7.1.5.1 Composición del Sustrato 345

7.1.5.2 Vegetación de Ribera 346

7.1.5.3 Altitud, ancho del río, velocidad de la corriente, forma del canal y pendiente.....346

7.1.6 Identificación de los impactos humanos de las estaciones 347

7.2 Metodología para la determinación del estado ecológico a nivel de cuenca.....349

7.2.1 Determinación de los Tipos de ríos de la cuenca.....349

7.2.2 Selección de las estaciones de referencia 351

7.2.3 Determinación del gradiente de estrés de la cuenca.....353

7.2.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP 353

7.2.4 Caracterización del estado ecológico mediante el índice ChBMWP.....354

RESUMEN

En este trabajo se realizó un monitoreo integral de las condiciones bióticas y abióticas en una red de estaciones de muestreo fluviales de 10 cuencas hidrográficas de Chile, con el propósito de generar las bases técnicas para la evaluación del estado ecológico de los sistemas que actualmente tienen Norma Secundaria de Calidad Ambiental o están en proceso. Las 10 cuencas seleccionadas para este estudio fueron: río Huasco, río Elqui, río Limarí, río Aconcagua, río Maipo-Mapocho, río Mataquito, lago Villarrica, río Valdivia, lago Llanquihue y río Serrano. Siguiendo los métodos de la Directiva Marco del Agua (DMA), la evaluación del estado ecológico se realizó para cada estación de muestreo, a través de la composición de macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos, complementado con parámetros físicos, químicos e hidromorfológicos. Para llevar a cabo este proyecto y siguiendo al metodología DMA, primero fue necesario *diferenciar los Tipos de ríos presentes* en cada cuenca, siguiendo con *establecer las estaciones de referencia* para cada Tipo de río. Para ello se determinó el gradiente de estrés ambiental que estaría afectando a las comunidades bentónicas de cada cuenca en estudio, siendo las menos impactadas las consideradas de referencia. Finalmente, a partir del ajuste de los rangos de calificación del índice biótico ChBMWP (Biological Monitoring working party adaptado a Chile por Figueroa et al. 2007) se ajustaron o *intercalibraron* las distintas clases de calidad para cada Tipo de río, lo que permitió determinar el Estado Ecológico de cada estación de muestreo en estudio. El estado ecológico obtenido a partir del índice biótico presentó una asociación importante con las distintas variables ambientales y el gradiente de estrés de cada una de las cuencas en estudio. Se concluye que ChBMWP fue una buena herramienta para determinar el estado ecológico de los ríos de las diez cuencas en estudio. Adicionalmente, en este estudio se desarrollaron dos índices inéditos. El primero, integra los análisis a nivel de estaciones para indicar el *estado ecológico global* (*EE*) a nivel de cuenca. El segundo, indica la *heterogeneidad del estado ecológico* (*H*) dentro de una cuenca. Mediante estos índices, se determinó un *estado ecológico global Bueno* en las cuencas de Mataquito y Serrano; *Moderado* en las cuencas del Huasco, Valdivia y Llanquihue; *Deficiente* en las cuencas del Elqui, Limarí, Aconcagua y Villarrica; y un estado ecológico *Malo* en la cuenca del río Maipo-Mapocho. Por último, se sugiere continuar

validando la clasificación de *Tipos* de ríos presentes en las cuencas en estudio; aumentar el número de estaciones de referencia; desarrollar una evaluación hidromorfológica integral mediante la aplicación del índice de hábitat fluvial (IHF) y del índice de calidad de la vegetación de ribera (QBR); considerar la aplicación futura de un índice multimétrico para complementar la aproximación actual para la evaluación de estado ecológico; implementar monitoreos continuos de las condiciones bióticas y abióticas de los ecosistemas acuáticos en estudio, con el fin de (a) consolidar una metodología de evaluación del estado ecológico adecuada para los sistemas fluviales en nuestro país, (b) converger a una caracterización robusta del estado ecológico de las cuencas y (c) determinar la evolución temporal del estado ecológico de los sistemas fluviales.

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES GENERALES

Desde el año 2009, CENMA ha participado en el apoyo al diseño e implementación de programas de vigilancia de normas secundarias de calidad de aguas (NSCA) y en los procesos en curso para elaborarlas. Se trabajó en acuerdo al Documento Interno, para organizar y elaborar los programas de vigilancia, denominado Guía para la elaboración de Programas de Vigilancia de las NSCA. Igualmente, se realizaron campañas específicas acorde a la necesidad de información, de monitoreo y análisis tanto de parámetros físico-químico como biológicos. La información recopilada aportó a la formulación de los programas de vigilancia de las normas de calidad secundaria de las aguas, vigentes en las cuencas del Río Serrano y del Lago Llanquihue, y en los documentos Programas de Vigilancia adelantados de las cuencas del Rio Maipo–Mapocho, Cachapoal, Lago Villarrica.

Este año, se pretende lograr un avance cualitativo en este proceso, a través de la integración de la información físico-química, hidromorfológica y biológica para la evaluación del estado ecológico de las aguas de diez cuencas en estudio: Huasco, Elqui, Limarí, Aconcagua, Maipo-Mapocho, Mataquito, Villarrica, Valdivia, Llanquihue y Serrano. Aunque la validez de la evaluación de estado ecológico obtenida esté supeditada a la cantidad y calidad de la información procesada, es fundamental llegar a obtener una primera evaluación del estado ecológico de los ecosistemas acuáticos de Chile. Esto permitirá detectar aspectos claves a incorporar en futuros monitoreos, y a través de evaluaciones similares ejecutadas repetidamente a través del tiempo se pueda converger primero a una caracterización robusta del estado ecológico de los cuerpos de agua y segundo a registrar su evolución temporal.

1.1 Estado Ecológico

En las últimas décadas, los ecosistemas acuáticos han sido sometidos a alteraciones ecológicas que evidencian su fragilidad y la de la biota que albergan. La acción antrópica ha alterado de manera gradual la estructura de las comunidades y el funcionamiento integral de la mayoría de los ambientes lóticos y lénticos. Paralelamente, se evidencia un progresivo interés por desarrollar y aplicar metodologías que evalúan la calidad de los recursos hídricos e intentan predecir su evolución temporal. En la actualidad, los métodos más utilizados son aquellos que diagnostican el deterioro ambiental a partir del análisis de sus componentes bióticos, ya que integran temporalmente los efectos producidos por agentes estresantes, representando un registro retrospectivo de la historia reciente del sistema y poseen una relación costo/beneficio favorable (Hellawell 1978; Cairns & Prat 1993; Resh & Jackson 1993; Alonso & Camargo 2005).

Para el análisis de la calidad de las aguas y su estado ecológico mediante indicadores biológicos, en el caso de los ríos, se han utilizado diferentes organismos: algas, diatomeas, macrófitas, vegetación ripariana, invertebrados y peces. De todos ellos, los macroinvertebrados son el grupo de organismos más usado (Platts *et al.*, 1983; Metcalfe-Smith, 1994; Barbour *et al.*, 1999; Ector & Rimet, 2005), considerándose que los índices basados en ellos parecen ser los más apropiados en el estudio del estado ecológico de las aguas fluviales (Lliopoulou-Georgudaki *et al.*, 2003).

El estado ecológico se define según la Directiva Marco del Agua (DMA) como “una expresión de la calidad, de la estructura y del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales… que se centra especialmente en la condición biológica de los elementos del sistema” (Prat, 1999). Para medir el estado ecológico de los ríos, la DMA recoge, en su anexo V, los parámetros que deben considerarse, dividiéndolos en tres categorías: biológicos, hidromorfológicos y fisicoquímicos. Por tanto, a la hora de establecer el estado de los ecosistemas, se deberán medir un conjunto de atributos, entre los que se destacan: la obtención de los datos físicos, químicos y biológicos, la clasificación del *Tipo* de río a la cual

pertenecen las estaciones de muestreo, la selección de las estaciones de referencia, entre otros.

La clasificación de los ecosistemas acuáticos en *Tipos* es una parte importante y un paso previo en los estudios de seguimiento y evaluación del estado ecológico encaminado a la gestión de los ecosistemas que precisen del establecimiento de condiciones de referencia. Debido a que las propiedades biológicas que se esperan en los ríos sin la presencia de la alteración humana son específicas al *Tipo* de río (Hawkins & Norris, 2000; Oswood et al., 2000). Esto se traduce en que los rangos de valores de los índices biológicos para cada categoría de estado ecológico deben definirse de manera particular para cada *Tipo* de ecosistema acuático.

Las condiciones biológicas esperadas en un ecosistema sin impacto humano son aproximadas mediante la identificación de estaciones de referencia. Finalmente, mediante el contraste estadístico entre el ecosistema focal y la condición de referencia, establecida de acuerdo al *Tipo* de ecosistema, se determina el estado ecológico de éste.

1.2 OBJETIVOS

GENERAL

- Generar las bases técnicas para la evaluación del estado ecológico de las cuencas que actualmente tienen NSCA o están en proceso, a través de monitoreos de las condiciones bióticas y abióticas y del análisis integral de toda esta información con la generada previamente.

ESPECÍFICOS

1. Diseño de muestreo en acuerdo con la contraparte (variables, números de estaciones, frecuencias, metodologías, etc.).
2. Ejecución del monitoreo físico-químico.
3. Ejecución del monitoreo biológico.
4. Evaluación de las estructuras hidromorfológicas según acuerdo con la contraparte.
5. Análisis e integración de la información para avanzar en la determinación del estado ecológico de las aguas superficiales.

2. METODOLOGÍA GENERAL

Se realizó una campaña de terreno para cada una de las cuencas entre los meses de Septiembre y Noviembre de 2012. Para cada cuenca se definió un número determinado de estaciones de muestreo según los requerimientos del Ministerio del Medio Ambiente (Tabla 2).

Tabla 2. Fechas de inicio y termino de campaña de terreno y número de estaciones de muestreo para cada una de las cuencas consideradas en este estudio.

Cuenca	Inicio	Termino	Nº de estaciones de muestreo
Limarí	5 de septiembre de 2012	9 de septiembre de 2012	15
Elqui	10 de septiembre de 2012	14 de septiembre de 2012	15
Maipo-Mapocho	25 de septiembre de 2012	28 de septiembre de 2012	14
Huasco	2 de octubre de 2012	4 de octubre de 2012	11
Aconcagua	16 de octubre de 2012	18 de octubre de 2012	12
Serrano	22 de octubre de 2012	24 de octubre de 2012	14
Mataquito	7 de noviembre de 2012	8 de noviembre de 2012	8
Valdivia	10 de noviembre de 2012	12 de noviembre de 2012	12
Villarrica	13 de noviembre de 2012	13 de noviembre de 2012	7
Llanquihue	14 de noviembre de 2012	15 de noviembre de 2012	10
Total			118

Con el fin de obtener parámetros de calidad ambiental relevantes y realizar la evaluación del estado ecológico para cada cuenca, se realizaron: a) mediciones y muestreo de las aguas en terreno, b) análisis biológicos, químicos y microbiológicos de las muestras obtenidas, c) análisis de la información físico-química, biológica e hidromorfológica y d) integración de la información y evaluación de estado ecológico.

Las actividades realizadas en cada una de las etapas se describen a continuación. En paréntesis se señala el Anexo o la sección correspondiente donde se encuentra la metodología específica asociada a la actividad realizada.

a) Medición y muestreo de aguas en terreno:
- Medición de parámetros fisicoquímicos *in situ* (Anexo 7.1.2)
- Muestreo de agua (Anexo 7.1.2).
- Muestreo de macroinvertebrados bentónicos (Anexo 7.1. 3).
- Caracterización hidromorfológica: composición del sustrato y vegetación de ribera (Anexo 7.1.5).
- Evaluación de impactos humanos (Anexo 7.1.6)
- Generación de fichas de terreno para cada estación de muestreo (Anexos de datos de cada cuenca)

b) Análisis biológicos, químicos y microbiológicos en laboratorio:
- Análisis de químicos y microbiológicos (Anexo 7.1.2)
- Análisis de metales disueltos y totales (Anexo 7.1.2)
- Identificación y clasificación de macroinvertebrados bentónicos (Anexo 7.1.3)
- Determinación de concentración de clorofila-*a* (Anexo 7.1.4)

c) Análisis de la información físico-química, biológica e hidromorfológica:
- Estimación de la abundancia y biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos (Anexo 7.1.3.1).
- Estimación del índice CHBMWP (Anexo 7.1.3.2)
- Determinación de *Tipos* de ríos y estaciones de referencia (Anexos 7.2.1 y 7.2.2.)
- Estimación del gradiente de estrés de la cuenca (Anexo 7.2.3)

d) Integración de la información y evaluación de estado ecológico:
- Evaluación del estado ecológico por estación de muestreo (Anexo 7.2.4)
- Evaluación del estado ecológico global de las cuencas (Conclusiones generales).

3. RESULTADOS

3.1 CUENCA DEL RÍO HUASCO

3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

La cuenca hidrográfica del río Huasco se sitúa entre los paralelos 28°30' y los 29°40' de latitud sur, en la III Región de Atacama y posee una superficie aproximada de 9.850 Km^2. Desde su nacimiento, el río Huasco posee una longitud de 88 Km. hasta que desemboca en el mar, al norte de la ciudad de Huasco. En el sector del nacimiento de este curso y la desembocadura de la quebrada El Jilguero, a 5 Km. al oriente de Vallenar, el río corre por un típico cajón cordillerano, en un lecho relativamente estrecho, confinado por altos cerros de roca fundamental mesozoica.

El río Huasco se forma en Junta del Carmen, a 90 Km. de su desembocadura en el mar, por la confluencia de los ríos del Tránsito (que viene del NE) y del Carmen (que viene del SE). La formación del río del Carmen y del Tránsito se generan a su vez, por las contribuciones de los ríos Potrerillo y Matancilla, y Conay y Chollay, respectivamente.

Un rasgo interesante de destacar y que se repite en la mayoría de los ríos chilenos, es que la red hidrográfica del río Huasco se encuentra orientada en un sentido general SE a NW, de tal manera que el Huasco desemboca al mar a la misma altura que el nacimiento del río septentrional de los dos cordilleranos que lo forman. Este rasgo se atribuye a la dirección del viento que provoca lluvias, que hace que las vertientes expuestas a él reciban mayor cantidad de aguas que las protegidas, imprimiendo, en consecuencia, las primeras, su dirección a las redes hidrográficas.

División político-administrativa: la cuenca del río Huasco se ubica en la III región de Atacama, abarcando la provincia del mismo nombre y las comunas de Freirina, Huasco, Vallenar y Alto del Carmen. Además, esta cuenca abarca parte de la provincia del Elqui. La superficie total de la cuenca equivale el 13% de la superficie regional. En ella se encuentran varias localidades pobladas, de las cuales 2 son ciudades, Vallenar y Huasco.

Clima: la provincia de Huasco presenta tres condiciones climáticas: clima desértico con nublados abundantes, en el sector costero; clima desértico marginal bajo, en la pampa intermedia y clima desértico marginal de altura, en el sector cordillerano.

Las temperaturas y la oscilación térmica disminuyen hacia el Este debido a la combinación del efecto de la altitud y del incremento de la distancia al mar. Las características principales de los valles de los ríos Huasco, del Tránsito y del Carmen están dadas por un período libre de heladas de 11 meses (agosto a junio) y por temperaturas mínimas en julio de 5 °C y máximas en enero de 28 °C. Posee un caudal permanente durante todo el año, aún cuando existan períodos de sequía prolongados, gracias al aporte de los deshielos en los meses estivales y la abundante pluviosidad (65 mm. anuales) en invierno. Se observa un incremento y máximo estacional de precipitaciones durante el invierno en su sector más árido, con déficit hídrico durante más de la mitad del año.

La distribución anual de gastos medios mensuales indica para el río Huasco un régimen nivo-pluvial. Las precipitaciones aumentan conforme se asciende en el gradiente altitudinal en dirección a la cordillera andina. Ellas se originan en los frentes polares provenientes desde el sudoeste y la barrera climática de los Andes produce su acumulación en los sectores altos de la cordillera.

Actividad económica: la principal actividad corresponde a la minería, que produce aproximadamente el 40% del PIB Regional, donde para la minería metálica destacan la producción de: cobre, oro, plata, hierro y molibdeno. Sigue el sector silvoagropecuario con un 11% y el comercio con un 11%.

Las condiciones climáticas y de suelo de la cuenca del Huasco, más la presencia del recurso agua, facilitan el desarrollo de productos frutícolas de calidad, hortalizas y viñedos. Aunque la superficie explotable es limitada, se aprovecha intensamente en la producción de paltos, duraznos, uvas, damascos y chirimoyas. Parte de la producción de uva se usa en la elaboración de alcoholes y pisco.

Las ventajas climáticas permiten que algunos productos frutícolas maduren más tempranamente que en el resto del país, lo cual aumenta su valor en el mercado. Esto ocurre también con la producción de olivos y hortalizas.

Geología y volcanismo: Todos los cauces se encuentran sobre formaciones geológicas constituida por depósitos no consolidados y rellenos de depósitos fluviales; gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas sub-actuales y llanuras de inundación. Los alrededores de los cauces presentan una amplia variedad de formaciones geológicas, siendo las más importantes desde el punto de vista de calidad de agua, las siguientes Quebrada San Antonio, Quebrada Camarones, Subcuenca del río del Carmen y Quebrada del río Grande y Quebrada Cantaritos. No existe influencia volcánica en esta cuenca.

Hidrogeología: En la parte alta destaca la existencia de permeabilidad muy baja, debido a la existencia de rocas plutónicas e hipabisales del paleozoico formado por intrusivos graníticos y basamentos impermeables junto con rocas volcánicas, coladas y depósitos piroclásticos reolíticos, dacíticos, andesíticos y basalticos del período jurásico de muy baja permeabilidad. El escurrimiento es en sentido NNW, para luego virar en las cercanías de Alto del Carmen en sentido NWW, desde esta ciudad en adelante la permeabilidad se hace de media a alta al pasar de rocas sedimentarias – volcánicas depósitos no consolidados o rellenos, encajonadas por intercalaciones de rocas sedimentarias, plutónicas e hipabisales. A partir de Vallenar existen recargas del río Huasco por afloramientos (Pozo Dirección General de Aguas con nivel freático de 1 m.) los cuales continúan hasta su desembocadura.

Usos del suelo: El uso del suelo de tipo agrícola en la cuenca comprende aprox. al 3% de la superficie total. Los terrenos agrícolas se presentan principalmente a lo largo del valle del río Huasco aguas abajo de la localidad de Vallenar hasta la desembocadura. Los frutales ocupan la mayor parte de la superficie sembrada de la región. En esta actividad destaca la provincia de Huasco, que posee un 40% del suelo de especies frutales. El olivo es la segunda especie con mayor participación.

La provincia de Huasco es la que concentra la mayor cantidad de productores pisqueros y la mayor cantidad de superficie plantada, siendo la comuna de Alto del Carmen y Vallenar las que concentran la mayor plantación.

El sector urbano más importante de la cuenca, lo constituye la ciudad de Vallenar, capital provincial, donde se concentra el mayor número de población urbana. La ciudad de Huasco y la localidad de Freirina, también poseen un importante número de población urbana. El sector minero de la cuenca se emplaza preferentemente en los alrededores de la cuidad de Vallenar, Quebrada Honda y localidad de Domeyko. También destaca la comuna de Freirina.

En relación a la biodiversidad presente, se destaca que la cuenca del río Huasco presenta una unidad hidrográfica de alto valor biogeográfico y de conservación biológica, dado que presenta una alta proporción de diversidad en un área restringida. La fauna se distribuye heterogéneamente a lo largo de su recorrido, presentando una marcada diferencia entre su parte alta ritral y su parte baja potamal, presentando esta última un humedal, caracterizando el sector o tramo final de la cuenca del Huasco.

Por otro lado, presenta una mayor diversidad de especies en un gradiente que sigue la escorrentía, concentrando el sector de la desembocadura o humedal, la mayor diversidad de especies, asociado principalmente a la avifauna presente en el sector, ya que el sector presta y ofrece condiciones de nutriente y refugio.

3.1.2 ESTACIONES DE MUESTREO

En la cuenca del río Huasco se seleccionaron 11 estaciones de muestreo (Figura 3.1.1). En general, las estaciones de muestreo son seleccionadas por ser estaciones de la DGA. En particular, las estaciones CO10 y CH10 fueron escogidas debido a que se encuentran en altitudes superiores a los 1000 m.; en el caso de CO10 entrega información sobre el río Conay y CH10 sobre el río Chollay antes de confluir con el río Conay. La estación TR10 informa sobre el río Tránsito antes de confluir con el Río Carmen y a su vez la estación CA10 entrega datos del río Carmen en Ramadillas. Con respecto a las estaciones HU10, HU20A, HU20B, HU30A, HU30B y HU30C, se puede decir que fueron seleccionadas porque permiten comparar las zonas del río Huasco a diferentes altitudes. La estación HU10 es la de mayor altitud (744 m.) y luego le sigue la estación HU20A (559 m.). En cuanto a HU20B (396 m.), además se puede decir que está aguas abajo de a una zona urbana importante, por lo que se puede realizar un análisis sobre los efectos antropogénicos en la zona. Lo mismo ocurre con HU30C (68 m.). La relevancia de la estación HU30A (184 m.) es que se encuentra cercana a una zona agrícola por lo que podría haber arrastre de contaminantes al río. En el caso de HU30B (17 m.), su importancia se debe a que se encuentra cercana a la desembocadura del río. Por último la importancia de la estación PO20 radica en que entrega información del río Potrerillos a una altitud mayor a los 2000 m.

Las coordenadas de las estaciones de muestreo se muestran en la Tabla 3.1.1

Tabla 3.1.1. Coordenadas de cada una de las áreas de vigilancia establecidas como estaciones de muestreo.

Código Área de Vigilancia	Nombre de Estación	UTM Norte	UTM Este
CO10	Río Conay en Las Lozas	6797502	395687
CH10	Río Chollay antes Río Conay	6793254	386339
TR10	Río Tránsito antes junta Río Carmen	6818734	355217
PO20	Río Potrerillos	6752722	373646
CA10	Río Carmen en Ramadillas	6818761	354837
HU10	Río Huasco en Algodones	6820890	352856
HU20A	Río Huasco en Santa Juana	6827205	339120
HU20B	Río Huasco en Panamericana	6838075	324319
HU30A	Río Huasco en puente Nicolasa	6844398	303638
HU30B	Río Huasco en Huasco Bajo	6849338	286712
HU30C	Río Huasco en Qda. El Negro	6845217	293868

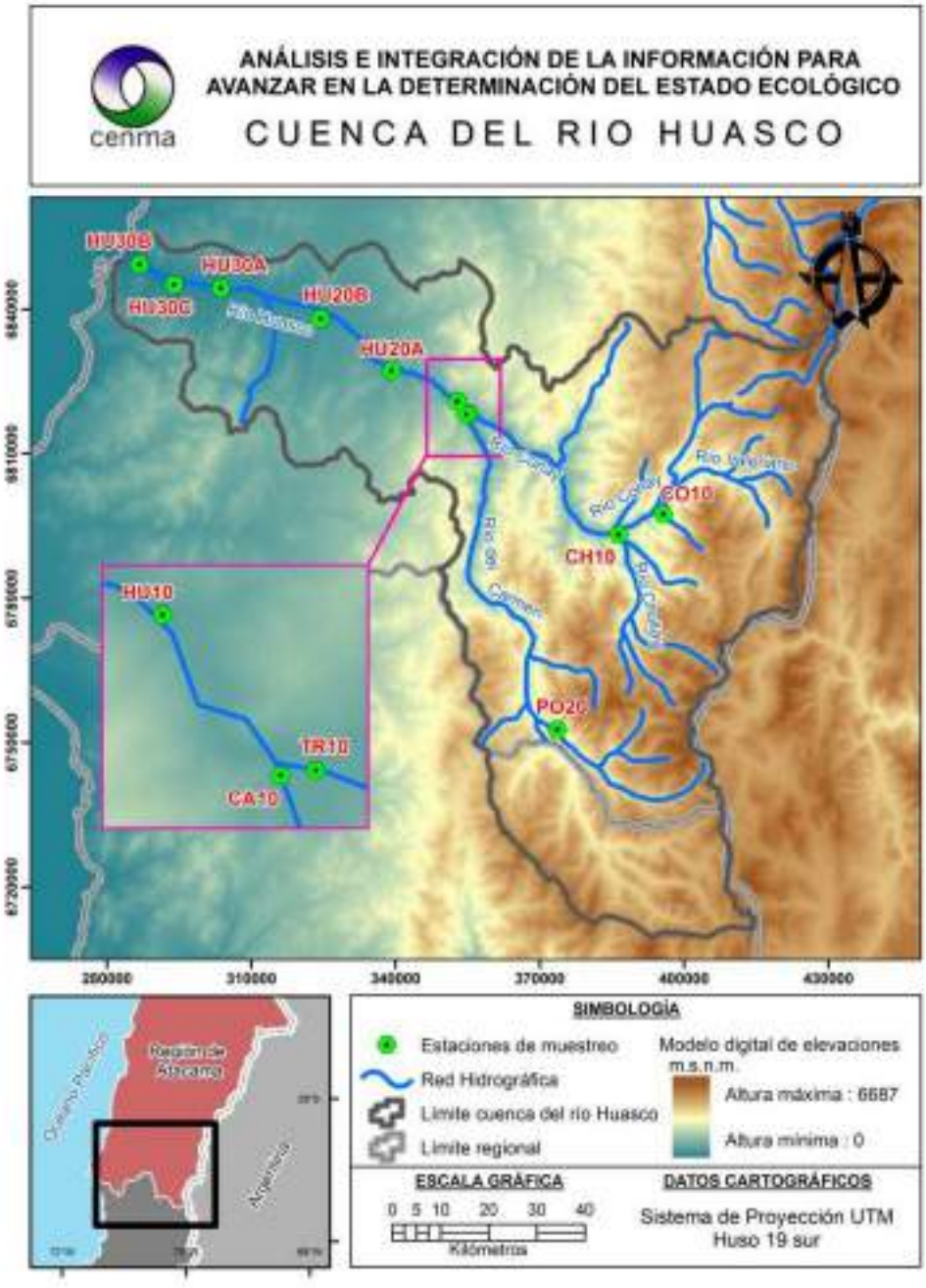


Figura 3.1.1 Estaciones de muestreo de la cuenca del río Huasco.

3.1.3 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Los resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos y los metales de la cuenca del Huasco se muestran en la Tabla 3.1.2, Tabla 3.1.3a y Tabla 3.1.3b respectivamente.

Tabla 3.1.2. Resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Huasco.

Variable	Unidad	CO10	CH10	TR10	PO20	CA10	HU10	HU20A	HU20B	HU30A	HU30B	HU30C
pH		8,1	7,23	8,09	8,26	8,09	8,16	8,25	8,15	8,25	7,58	8,63
Temperatura	º C	15,5	18,4	15,3	8,1	16,9	18,5	15,4	17,7	17,3	23,8	20,2
Conductividad	uS/cm	639	574	807	768	986	880	845	1497	2680	3430	2910
Oxígeno Disuelto	%	93,9	90,8	80,9	81,8	90,7	104	94,5	116,6	83,8	120,3	123,5
	mg/l	7,79	7,32	7,34	7,64	8,17	9,54	8,85	10,6	7,6	10,8	11,12
Salinidad	mg/l	0,1	0	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,6	1,2	1,7	1,4
Amonio	mg/l	0,85	0,98	1,8	0,88	2,05	1,64	1,35	1,8	1,5	1,45	1,6
DBO5	mg/l O2	N.A.	N.A.	2,61	0,04	4,18	4,09	3,42	5,81	7,69	4,76	7,6
Cianuros	mg/l	0,04	0,04	0,04	N.A.	0,04	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Fosfatos	mg/l	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
Fosforo Total	mg/l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Nitratos	mg/l	0,68	0,69	0,47	0,47	0,68	0,35	0,47	0,98	0,58	0,42	0,35
Nitritos	mg/l	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	5,4	4,27	4,74	5,14	4,41	3,88	4,81	5	4,41	5,4	3,88
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	2	49	49	140	70
Coliformes Totales	NMP/100 ml	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	49	1600	540	540	540

N.A.: No Aplica. Indica las estaciones donde no se realizó el análisis debido a que no fue requerido.

Tabla 3.1.3a. Resultados de las mediciones de los metales totales y disueltos para la columna de agua en las estaciones de muestreo de la cuenca del río Huasco.

Estación		CO10	CH10	TR10	PO20	CA10	HU10	HU20A	HU20B	HU30A	HU30B	HU30C
Cd	Total	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
	Disuelto	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Zn	Total	0,3315	0,2811	<0,022	0,0631	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	0,0074	0,0088	0,0047
	Disuelto	0,0516	0,1716	<0,022	<0,022	<0,022	0,0601	0,0668	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Cr	Total	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
	Disuelto	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
As	Total	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
	Disuelto	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
Cu	Total	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
	Disuelto	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
Ni	Total	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
	Disuelto	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
Pb	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
Al	Total	3,482	1,12	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Se	Total	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
	Disuelto	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	0,1445	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
Mn	Total	0,5804	0,833	<0,029	0,5409	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	0,0673	0,029
	Disuelto	0,5004	0,7792	<0,029	0,5345	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	0,0673	<0,029
Ag	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	0,0257	0,0277	0,0227
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	0,0229	0,0279	0,0241
V	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Ba	Total	<0,023	<0,023	<0,023	0,0303	<0,023	<0,023	<0,023	0,0251	0,0327	0,0338	0,029
	Disuelto	0,0594	0,052	0,0572	0,0503	0,0526	0,0523	0,0712	0,0431	0,0455	0,058	0,0505
Co	Total	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
	Disuelto	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Mo	Total	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
	Disuelto	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
Be	Total	0,4574	0,0632	0,2536	<0,025	0,2626	0,2528	0,2422	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
B	Total	0,7921	0,2094	<0,039	0,3539	0,0588	<0,039	<0,039	0,7658	1,659	1,673	1,543
	Disuelto	0,4299	0,0571	0,2749	0,3158	0,2689	0,2834	0,2932	0,8104	1,171	1,604	1,501
Fe	Total	<0,061	<0,061	<0,061	0,1629	<0,061	<0,061	<0,061	0,0748	0,0524	0,0482	0,0417
	Disuelto	<0,061	<0,061	<0,061	<0,061	<0,061	<0,061	<0,061	<0,061	<0,061	<0,061	<0,061
Sb	Total	<0,036	<0,036	0,0382	<0,036	<0,036	<0,036	0,0513	<0,036	0,0386	0,0379	<0,036
	Disuelto	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	0,0373
Hg	Total	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4
	Disuelto	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4

Tabla 3.1.3b. Resultados de las mediciones de los metales totales para sedimentos en las estaciones de muestreo de la cuenca del río Huasco.

Estación	CO10	CH10	TR10	HU20A	HU20B	HU3'A	HU30B	HU30C	PO20
Cd	6.732	1.573	4.046	1.361	0.729	0.408	0.293	0.369	2.209
Zn	1341.937	213.717	260.821	138.036	105.452	45.055	20.14	52.952	139.148
Cr	11.616	7.341	61.067	21.356	4.843	4.627	3.773	3.705	25.089
As	35.938	40.076	16.097	31.216	21.939	21.665	7.987	10.755	26.817
Cu	372.085	61.019	66.724	70.688	241.212	15.88	3.614	22.073	16.238
Ni	29.016	4.489	40.089	21.909	12.393	7.679	4.542	4.388	15.186
Pb	20.834	49.547	24.852	17.373	25.704	3.708	0.422	<0,0032	16.68
Al	2898.15	2556.24	11842.1	3363.41	1767.53	3161.03	746.13	385.97	4436.56
Se	<0,0212	<0,0212	125.553	149.701	133.613	179.523	92.037	113.183	6.632
Mn	2046.04	392.05	614.117	719.34	393.25	530.82	716.84	520.54	522.74
Ag	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0.18	0.631	0.134	<0,0006	<0,0006
V	36.147	35.845	147.565	83.848	63.112	47.908	23.536	26.805	84.69
Ba	0.768	0.768	1.362	2.193	0.56	1.169	0.195	0.203	1.985
Co	0.855	0.158	0.26	0.394	0.315	0.166	0.081	0.094	0.395
Mo	0.069	0.025	0.013	0.028	0.05	0.016	0.009	0.067	<0,004
Be	0.046	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
B	1.597	1.087	1.247	1.42	0.897	0.959	0.619	1.27	1.884
Fe	223.6	168.3	153.2	99.49	53.34	35.2	30.24	36.59	231.7
Hg	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108

3.1.4 PARÁMETROS BIOLÓGICOS

3.1.4.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Las familias de macroinvertebrados bentónicos encontradas en las estaciones de muestreo de la cuenca del río Huasco se indican en la Tabla 3.1.4 con sus respectivas abundancias relativas respecto del tamaño muestreal (n) total.

Tabla 3.1.4. Abundancias de taxa de macroinvertebrados bentónicos encontradas por estación de muestreo en la cuenca del Huasco.

TAXA	CO10	CH10	TR10	PO20	CA10	HU10	HU20A	HU20B	HU30A	HU30B	HU30C
ACARI											
Acari							1	1	1		
COLEOPTERA											
Elmidae	7		4	3	13	13	17				
Gyrinidae						1	1				
Hydrophilidae								1			
DIPTERA											
Athericidae				3							
Chironomidae	21	13	59	11	48	32	42	17	7	3	17
Empididae		1	2		3		3				
Simulidae	2	3	10				2	7	4	2	6
EPHEMEROPTERA											
Baetidae	47	1	36	32	4	27	11	92	49	7	14
Leptophlebiidae	3			75							
ODONATA											
Aeshnidae	5		4	1	1		6	3			
TRICHOPTERA											
Hydropsichydae	34		57	7	47	34	27	30			
Hydrobiosidae	1		5	1			2				
Hydroptilidae			3		2	1		5	2	7	2
Leptoceridae				1							
AMPHIPODA											
Hyalellidae			1	43			78				2
ANNELIDA											
Oligochaeta	3		1	23		1	5			2	28
MOLLUSCA											
Hidrobiidae			2		37	13		19	58	132	86
Planorbidae								4	4		16
Physidae			16		45	9	4	4	36	12	29
Sphaeridae			1		1	1	1		3		
TURBELLARIA											
Dugesiidae								17	36	1	
N total	**123**	**18**	**201**	**200**	**201**	**132**	**200**	**200**	**200**	**166**	**200**

3.1.4.2 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Para caracterizar la diversidad de la cuenca hidrográfica se realizaron índices de riqueza (S), abundancia, diversidad de Shannon-Wiener (H), Simpson (1-D) y Equitatividad (J). Los resultados se muestran en la Tabla 3.1.5. De acuerdo a los resultados, se puede decir que en general, todas las estaciones presentan una alta riqueza taxonómica (entre 9 y 14 taxa, excepto para CH10) y una buena diversidad para todas las estaciones excepto para CH10 y HU30B que son bastante más bajas. Bajas diversidades suelen sugerir algún tipo de presión sobre las comunidades acuáticas.

Tabla 3.1.5. Índices comunitarios de diversidad por estaciones de muestreo para la cuenca del Huasco.

Estación	CO10	CH10	TR10	PO20	CA10	HU10	HU20A	HU20B	HU30A	HU30B	HU30C
Riqueza (S)	9	4	14	11	10	10	14	12	10	8	9
Shannon (H)	1,61	0,85	1,86	1,72	1,75	1,81	1,85	1,77	1,73	0,85	1,71
Simpson (1-D)	0,74	0,44	0,79	0,77	0,80	0,81	0,77	0,74	0,79	0,36	0,75
Equidad (J)	0,73	0,62	0,70	0,72	0,76	0,78	0,70	0,71	0,75	0,41	0,78

3.1.4.3 ÍNDICE BIÓTICO DE CALIDAD DEL AGUA CHBMWP ORIGINAL

En la cuenca del Huasco se observó que la calidad de sus aguas se encuentra entre las categorías *Buena* a *Mala* calidad (Tabla 3.1.6). Sin embargo, las estaciones TR10, PO20 y HU20A, las cuales presentaron una calidad *Buena*, mostraron una calificación de calidad biológica muy próxima al límite inferior (*Regular*). La *Mala* calidad del agua registrada para CH10 se explica por el bajo número de familias presentes en dicha estación, representada solo por cuatro taxa.

Tabla 3.1.6. Calidad del agua según el índice biótico ChBMWP para los ríos de la cuenca del Huasco, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP.

Estación	ChBMWP
TR10	64
PO20	63
HU20A	62
HU20B	52
CO10	46
CA10	45
HU10	41
HU30A	41
HU30B	36
HU30C	32
CH10	16

Calidad del agua

- Muy Bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy Malo

3.1.4.4 Biomasa fitoplanctónica - clorofila-a

Los resultados indican que las concentraciones de clorofila no son constantes a través de la cuenca. Las concentraciones más altas se encuentran en los tramos evaluados a menores altitudes, alcanzando los 30,7 µg/L. En general las concentraciones de clorofila van disminuyendo a medida que aumenta la altitud. La única excepción es la estación PO20, que tiene una concentración elevada (19,8 µg/L); (Tabla 3.1.7).

Tabla 3.1.7. Concentraciones de Clorofila-a medidas en las estaciones de muestreo de la cuenca del Huasco.

Estación	Determinación Clorofila a chl a (µg/L)
CO10	4,54
CH10	6,42
TR10	2,67
PO20	19,78
CA10	1,07
HU10	10,69
HU20A	9,62
HU20B	6,95
HU30A	1,07
HU30B	30,74
HU30C	24,32

N.D.: No determinado.

3.1.5 Estructura hidromorfológica

3.1.5.1 Composición del sustrato

A lo largo de la cuenca se identificaron los siete tipos de sustratos, posibles de encontrar en el curso del río, estos son: fango-limo, arena, grava fina, grava, bolón, piedra y basamento los cuales se presentaron diferencialmente a través de la cuenca (Tabla 3.1.8). En general cada estación presento tres tipos de sustratos, excepto CO10 que presento fango-limo, bolón, piedra y basamento, presentando la máxima diversidad de sustrato registrado para la cuenca, siendo la única estación que registrara roca madre en su composición. Mientras que HU30A presentó solo sustrato de fango-limo y grava.

Tabla 3.1.8. Diversidad de sustrato por estación de muestreo en la cuenca del río Huasco.

Estación	CO10	CH10	TR10	PO20	CA10	HU10	HU20A	HU20B	HU30A	HU30B	HU30C
Fango-Limo	x	x	x		x	x		x	x		
Arena		x								x	x
Grava fina		x								x	
Grava				x		x	x		x		x
Bolón	x		x	x	x	x	x	x		x	x
Piedra	x		x	x	x		x	x			
Basamento	x										

3.1.5.2 VEGETACIÓN DE RIBERA

La vegetación de ribera de la cuenca del río Huasco estuvo representada por árboles, arbustos y hierbas (Tabla 3.1.9), presentando la asociación vegetacional de hierbas y arbustos en todas las estaciones en estudio. Se registró la presencia de árboles en solo cuatro estaciones de muestreo: TR10, HU10, HU20A y HU30C, presentando en esta última estación el porcentaje más elevado de cobertura ≥ 70%.

Tabla 3.1.9. Vegetación de ribera por estación de muestreo en la cuenca del río Huasco.

Estación	CO10	CH10	TR10	PO20	CA10	HU10	HU20A	HU20B	HU30A	HU30B	HU30C
Arboles			x			x	x				x
Arbustos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hierbas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

3.1.6 EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO HUASCO

3.1.6.1 TIPOS DE RÍOS DE LA CUENCA DEL HUASCO

La cuenca del Huasco se ubica en la ecorregión mediterránea y según la clasificación de sus cuerpos de agua realizada por Fuster et al. (2011), es posible identificar tres *Tipos* de ríos: andinos semiáridos (*Tipo* 6), transición semiáridos (*Tipo* 7) y desembocadura semiáridos (*Tipo* 8).

El análisis de similaridad (ANOSIM) realizado con los datos obtenidos a partir de parámetros fisiográficos, señaló que la cuenca presenta solo un *Tipo* de río, no presentando diferencias estadísticamente significativas ($R = 0{,}409$; $p > 0{,}05$) entre estaciones de diferentes *Tipos*. Mediante el análisis de escalamiento multidimensional (MDS) se observó una amplia dispersión de las estaciones (Figura 3.1.2), no observándose una separación definida entre los *Tipos* definidos por Fuster et al. (2011) para esta cuenca. Por ende, todas las estaciones en estudio en la cuenca del Huasco se agruparon en un mismo *Tipo* de río, denominado A y que correspondería al tipo transición semiáridos (*Tipo* 7, Fuster et al. 2011). Sin embargo dada la amplia dispersión de las estaciones y el bajo número de ellas en estaciones sobre los 1000 mts esto debe ser corroborado y ajustado con estudios de seguimiento, dado que estos resultados sugieren que con un mayor número de estaciones muestreadas podrían evidenciarse al menos otro tipo distinto.

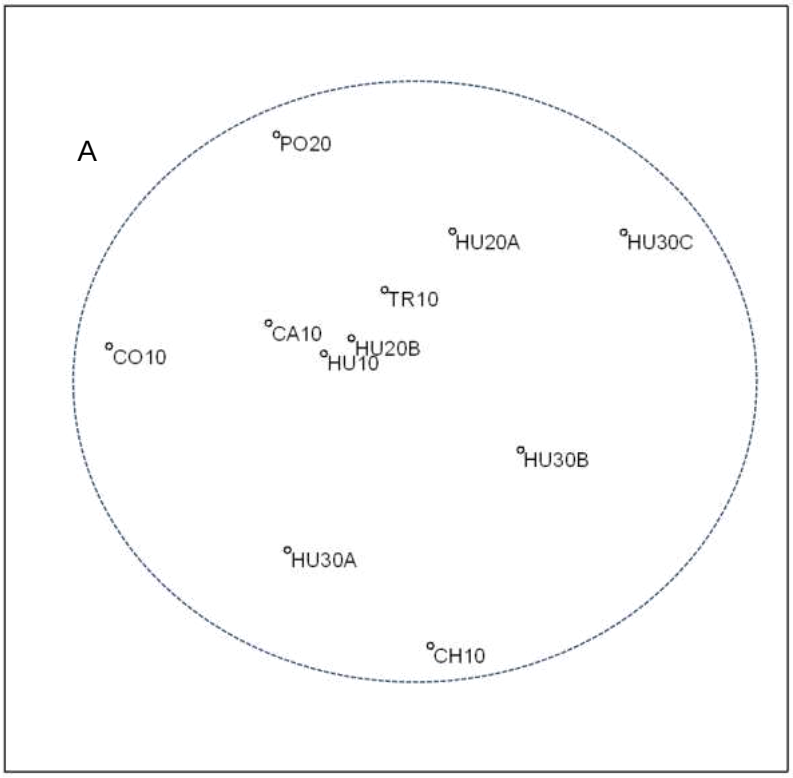


Figura 3.1.2. Análisis MDS de los componentes fisiográficos de las estaciones de muestreo de la cuenca del Huasco. La línea discontinua agrupa a las estaciones de muestreo dentro un mismo *Tipo* de río: --- *Tipo* A. Utilizando la medida de distancia Euclidiana en un gráfico de 2 dimensiones con un coeficiente de estrés = 0,2.

3.1.6.2 SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA EN LA CUENCA DEL HUASCO

De las 11 estaciones de muestreo, solo dos de ellas cumplieron con los requerimientos para ser consideradas de referencia; es decir, sin o con muy poca intervención antrópica, mientras que resto presentó algún nivel de impacto (Tabla 3.1.10), generado principalmente por la creciente presión antrópica del recurso hídrico producido por la intensa actividad agrícola y minera existente en la cuenca, siendo un ejemplo importante en la parte alta de la cuenca la

construcción del Proyecto Minero Pascua-Lama. Por lo cual, solo PO20 y TR10 fueron consideradas como estaciones de referencia.

Tabla 3.1.10. Estaciones de referencia e impactadas para la cuenca del Huasco.

Estaciones	Referencia	Impactadas
Tipo A	PO20 - TR10	CO10 - CH10 - CA10 - HU10 - HU20A - HU20B - HU30A -HU30B - HU30C

3.1.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Huasco

El gradiente de estrés de la cuenca se determinó mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP), incorporando las variables ambientales (física-químicas e hidromorfológicas) medidas en todas las estaciones de muestreo.

En la cuenca del Huasco, los dos primeros ejes del ACP explicaron un 62,41% de la varianza total, seleccionando al primer componente como el gradiente de estrés de la cuenca, ya que, por si solo explico más de un 43% de la varianza total (Figura 3.1.3). El componente 1 fue determinado por la altitud, la conductividad, la temperatura, el oxígeno disuelto (%) y el amonio, variables que presentaron el mayor peso en este eje de análisis (> 0,3) (Tabla 3.1.11). Las estaciones de mayor altitud y una menor conductividad se ubicaron al extremo izquierdo del gráfico (Figura 3.1.3), mientras que las estaciones con valores más elevados de conductividad y temperatura se encontraron situadas a la derecha, aumentando paulatinamente en dicha dirección.

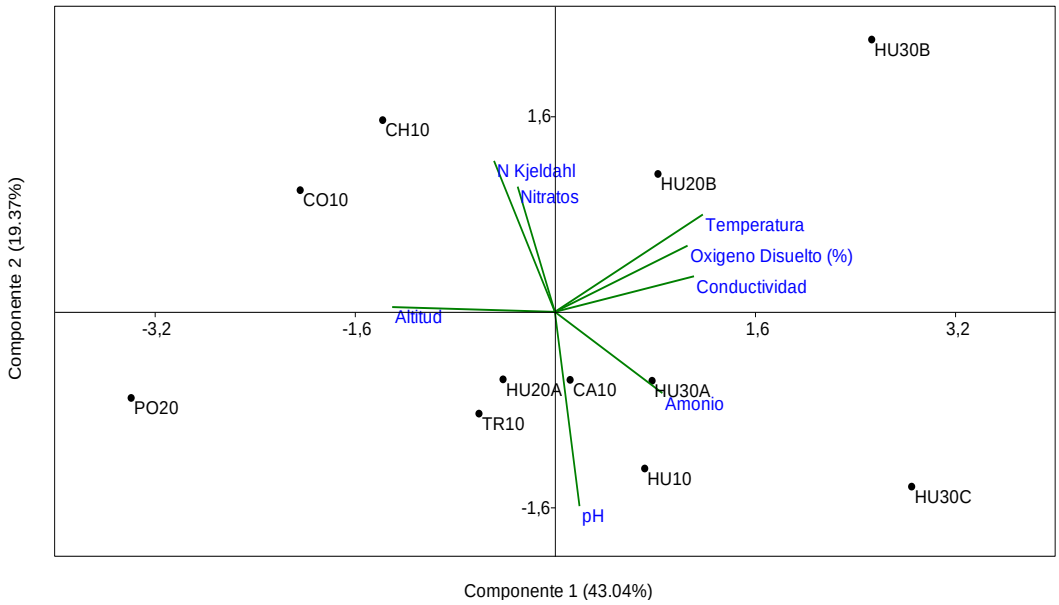


Figura 3.1.3. Disposición de las estaciones de muestreo de la cuenca del Huasco en el espacio definido por los dos primeros componentes en el ACP. Componente 1: Gradiente de estrés. (●) Estaciones de muestreo; (─) Variables ambientales.

Tabla 3.1.11. Variables con mayor influencia en el gradiente de estrés de la cuenca del Huasco, con su respectivo peso en el primer componente de análisis.

Variable	ACP Eje 1
Altitud	-0,51
Conductividad	0,43
Temperatura	0,46
Oxígeno Disuelto (%)	0,41
Amonio	0,34

3.1.6.3.1 GRADIENTE DE ESTRÉS Y SU RELACIÓN CON EL ÍNDICE BIÓTICO CHBMWP

Al relacionar el gradiente de estrés con el índice biótico ChBMWP observamos que entre ambos existe una elevada correlación negativa estadísticamente significativa (Tabla 3.1.12). Lo cual nos permite determinar que ChBMWP será un buen indicador del estado ecológico de los ríos del *Tipo* A en la cuenca del Huasco. Además, al correlacionar las 19 variables ambientales, tanto físico-químicas como hidromorfológicas medidas para la cuenca, se obtuvo que la temperatura, la DBO_5 y las coliformes fecales son las variables que mejor explican la variación del índice biológico (Tabla 3.1.12).

Tabla 3.1.12. Coeficiente de correlación de Spearman (R) y su valor de significancia (p) entre el índice ChBMWP y, (a) el gradiente de estrés y (b) las variables ambientales más asociadas al valor del índice biótico en la cuenca del Huasco.

Correlación Spearman		ChBMWP	
		R	p
(a)	Gradiente	-0,696	0,017
	Temperatura	-0,870	0,0005
(b)	DBO_5	-0,753	0,025
	Coliformes Fecales	-0,962	0,009

3.1.6.4 DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA SEGÚN EL ÍNDICE CHBMWP-HU (INTERCALIBRADO PARA EL HUASCO)

En la Tabla 3.1.13 se presentan las nuevas acotaciones de los rangos de valores del ChBMWP-Hu para las estaciones en estudio en la cuenca del Huasco, obtenidas mediante la utilización del diagrama de *box-plot* (Figura 3.1.4).

Tabla 3.1.13. Acotaciones tentativas de los rangos de valores del índice ChBMWP-Hu, para definir el estado ecológico de la cuenca del Huasco. Se indican las acotaciones de los rangos originales del índice.

Clase	Calificación	Color	Rango de valores	
			Original	*Tipo* A
Clase I	Muy Bueno	Azul	>100	> 63
Clase II	Bueno	Verde	61-100	38-63
Clase III	Moderado	Amarillo	36-60	23-37
Clase IV	Deficiente	Naranja	15-35	9-22
Clase V	Malo	Rojo	<15	<9

Al restablecer los rangos de calificación del ChBMWP-Hu para caracterizar el estado ecológico de la cuenca observamos una amplia diferencia respecto a los intervalos de clase original del índice (Tabla 3.1.13), lo cual se refleja al comparar la calificación del estado ecológico en las estaciones de muestreo, las que en su mayoría pasan al nivel de calidad *Bueno* al ser evaluados con los rangos acotados del índice utilizados para definir en una primera aproximación el estado ecológico de la cuenca del Huasco. Observándose un estado ecológico *Muy Bueno* a *Bueno* en ocho de las 11 estaciones de muestreo, registrándose la categoría *Moderado* en dos estaciones (HU30B y HU30C), mientras que el estado ecológico *Deficiente* sólo fue registrado para el río Chollay (CH10) (Tabla 3.1.14, Figura 3.1.5).

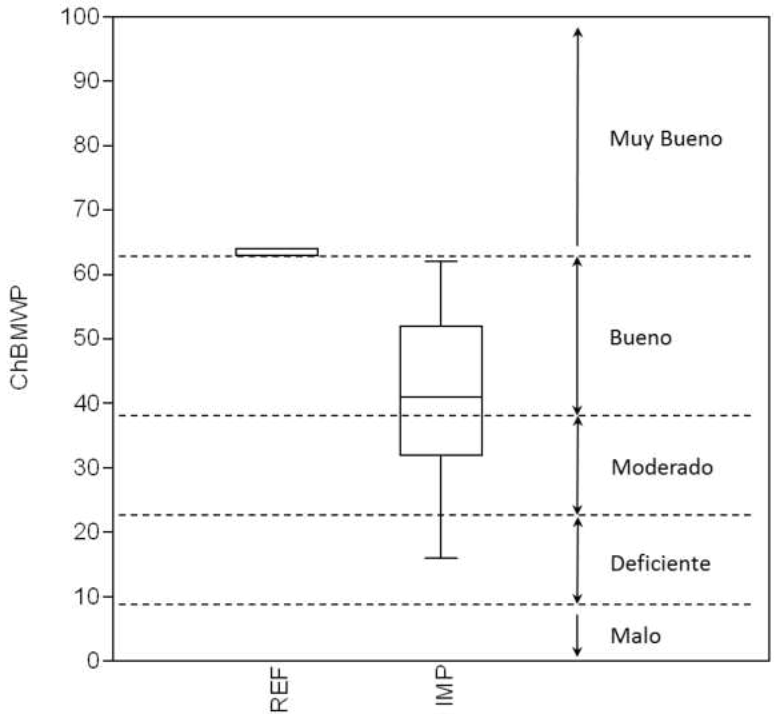


Figura 3.1.4. *Box-plot* de los valores del índice ChBMWP-Hu en las estaciones de referencia (REF) e impactadas (IMP) de la cuenca del Huasco. Las barras (⊤/⊥) indican el valor máximo y mínimo registrado para las estaciones de referencia e impactadas. Los límites inferior y superior del diagrama de caja señalan el percentil 25 y 75 respectivamente. La mediana se muestra con una línea horizontal en el interior de la caja. Las líneas discontinuas indican los límites entre rangos de calidad.

Tabla 3.1.14. Estado ecológico para los ríos de la cuenca del Huasco, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP-Hu.

Estación	ChBMWP *Tipo* A
TR10	64
PO20	63
HU20A	62
HU20B	52
CO10	46
CA10	45
HU10	41
HU30A	41
HU30B	36
HU30C	32
CH10	16

Estado Ecológico
Muy Bueno
Bueno
Moderado
Deficiente
Malo

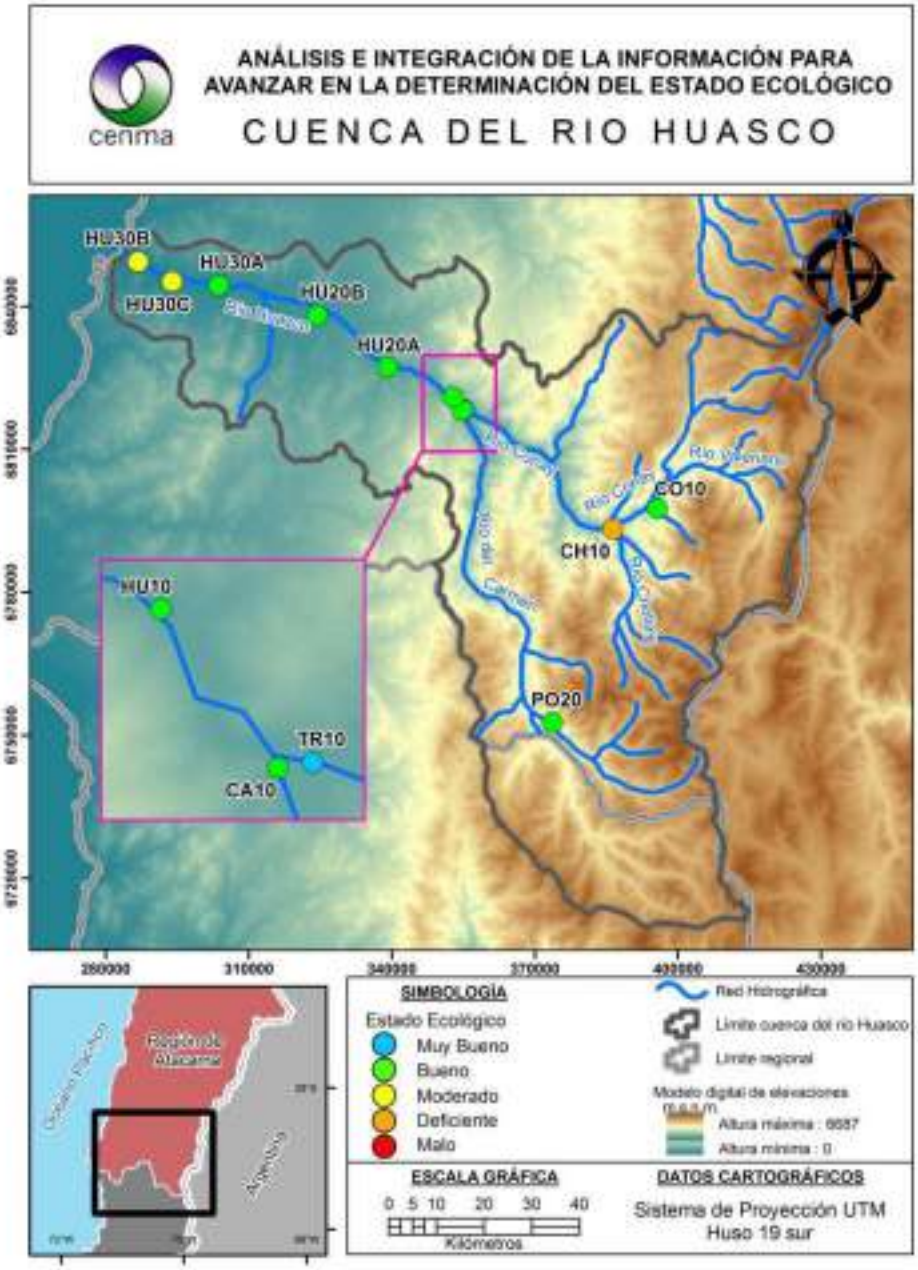


Figura 3.1.5. Estaciones de muestreo de la cuenca del río Huasco con su respectivo estado ecológico.

3.1.7 CONCLUSIONES

En contraste con los tres *Tipos* definidos por Fuster et al. (2011) para la cuenca del Huasco, en este estudio solo se identificó un *Tipo* de río mediante la utilización de factores fisiográficos, (que hemos denominado A para diferenciarlo de otros tipos posibles en otras cuencas) y que parece corresponder al de transición semiáridos (*Tipo* 7 según Fuster et al 2011). Sin embargo se aprecian diferencias en el gradiente de estrés y en la fauna de macroinvertebrados bentónicos que sugieren que las estaciones CO10 y PO20 pueden ser un tipo distinto (andinos semiáridos, *Tipo* 6 según Fuster et al. 2011), dado que, por ejemplo, son las de mayor altura y las únicas que presentan la familia Leptophlebiidae. De igual forma las estaciones HU30 evidencia la ausencia del orden Coleoptera, sugiriendo un tipo diferente a los anteriores. Es entonces recomendable definir los *Tipos* de ríos de la cuenca a partir de la utilización de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos recolectadas en monitoreos continuos en el tiempo, ampliando el número de estaciones y muestreos para complementar y corroborar estos resultados.

Es importante considerar para estudios futuros en la cuenca del Huasco el establecimiento de un mayor número de estaciones de referencia, en cursos de cabecera ubicados en la parte alta de la cuenca como por ejemplo en las áreas de vigilancia QU10 y PO10, las cuales no presentan impacto humano considerable. Lo anterior con el propósito de poder determinar si la calidad ambiental de las aguas de la cuenca está principalmente condicionada por las características mineralógicas del suelo y subsuelo por donde escurren las aguas o por la creciente presión antrópica sobre el recurso hídrico.

En general los ríos de la cuenca presentaron un estado ecológico *Bueno* respecto a las características propias de la cuenca, el cual difiere bastante de la calidad biológica determinada con los rangos originales del ChBMWP, que nos señala que la mayor parte de las estaciones de muestreo presentan un impacto notable sobre la biota.

Finalmente, hasta no definir con certeza los *Tipos* de ríos de la cuenca y contar con un mayor número de estaciones de referencia, consideramos que las nuevas acotaciones del ChBMWP-Hu son útiles y representativos para la cuenca del Huasco, si bien se deben utilizar con cautela dada la baja representatividad del estudio, no pudiendo aún desechar por completo las acotaciones originales del índice hasta no validar las cinco clases de estado ecológico definidas en este proyecto para los ríos de la cuenca del Huasco.

3.1.8 ANEXO DE DATOS

A continuación se muestra un ejemplo de ficha de terreno digital generada para una estación de muestreo de la cuenca del Huasco.

AREA MUESTREO
CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CENMA)

Santiago,
Diciembre 26 de
2012

FICHA DE TERRENO - N° 107

1.- CARACTERIZACION DE LA ESTACION			
Nombre	Puente Nicolasa		
Código	HU30A		
Cuenca	Huasco		
Río	Huasco		
Ubicación (UTM-N,UTM-E, DATUM, MSNM)	6844398	303638	184

2.- INFORMACION MONITOREO	
Fecha Muestreo	Hora Muestreo
03/10/2012	12:15

3.- CARACTERISTICAS DEL RIO		
Pendiente del cauce	Ancho del río	Profundidad
	16	25

4.- PARAMETROS FISICO-QUIMICOS IN-SITU, AGUA SUPERFICIAL			
Velocidad (m/s)	pH (u pH)	Temperatura (°C) Agua	Temperatura (°C) Aire
	8,25	17,3	
Conductividad (uS/cm)	Oxígeno D (%)	Oxígeno D (mg/L)	Salinidad
268	83,8	7,6	

5.- ENCARGADOS DE MONITOREO
María Isabel Olmedo, Magíster en Biología Javier Gonzalez, Magíster en Ecología

6.- OBSERVACIONES
Hora Inicio: 12:15, hora de término: 13:00

7.- IMAGENES MONITOREO





3.2 CUENCA DEL RÍO ELQUI

3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

La cuenca hidrográfica del río Elqui se sitúa entre los paralelos 29°35' y 30°20' de latitud sur, en el sector septentrional de la IV Región de Coquimbo. Su extensión es de 9.826 Km^2. A una altura de 815 m., a 2 Km. aguas arriba de Rivadavia se unen los ríos Turbio, que viene desde el oriente y el río Claro o Derecho que proviene del sur, dando origen al río Elqui.

Desde Rivadavia, a 75 Km. de La Serena, el río principal se desarrolla casi en dirección E-W y prácticamente no recibe afluentes, salvo varias quebradas de considerable desarrollo, pero normalmente secas y que sólo le aportan agua en caso de lluvia directa en los años muy húmedos. Normalmente, un área cercana a 3.900 Km^2, no participa del comportamiento hidrológico del Elqui. Por la ribera norte las quebradas más importantes son Marquesa y Santa Gracia, que confluyen en su curso medio e inferior, respectivamente. Por el sur, recibe las quebradas San Carlos, Arrayán y Talca, aparte de otras menores.

El río Turbio se forma 43 Km. aguas arriba de Rivadavia y a 1.370 m., de la unión de los ríos Toro y La Laguna, drenando un área de 4.196 Km^2. A partir de la confluencia de sus tributarios, toma rumbo al NW y a la altura del pueblo de Guanta, describe un gran arco para definir un rumbo final N-S, que es la prolongación del rumbo que trae la quebrada tributaria del Calvario. El río Claro o Derecho nace también en la alta cordillera y su único afluente es el río Cochiguaz. El área drenada es de 1.512 Km^2, y toma rumbo N-S con una longitud de 65 Km.

División político-administrativa: se encuentra en la IV región de Coquimbo, abarcando la provincia de Elqui y las comunas de La Serena, Coquimbo, Andacollo, La Higuera, Paiguano y Vicuña. La cuenca posee una superficie de 980.059 Ha equivalentes al 24% de la Región.

Clima: En la cuenca se presentan tres tipos de climas: el Estepárico costero o Nuboso, Estepa Cálido y Templado Frío de Altura. El primero de ellos se presenta a lo largo de toda la costa. Su influencia llega hasta el interior hasta 40 Km., por medio de los valles transversales y quebradas. Su mayor característica es la abundante nubosidad; humedad, temperaturas moderadas, las cuales no presentan grandes contrastes térmicos diarios. El segundo tipo de Estepa Cálido se sitúa en el valle del río Elqui, donde la influencia oceánica tiende a desaparecer, por sobre los 800 m. y se caracteriza por la ausencia de nubosidad y sequedad del aire. Sus temperaturas son mayores que en la costa, las precipitaciones no son tan abundantes y los períodos de sequía son característicos. Por último, el clima Templado Frío de Altura se localiza en la Cordillera de Los Andes sobre los 3.000 m. con características de altas precipitaciones, temperaturas bajas, fuertes vientos y nieves permanentes que constituyen un aporte significativo de agua en el período estival.

Actividad económica: principalmente se desarrollan actividades mineras y agrícolas. La actividad agrícola, se desarrolla en el Valle del río Elqui, donde sus principales cultivos son los de papaya, palta, chirimoya, higo, durazno y uva. Esta actividad ha dado origen a importantes plantas disecadoras de frutas y de producción de licores, como pisco, aguardiente y vino. En la cuenca existen dos cooperativas agrícolas que extraen su materia prima de las uvas tipo moscatel, Capel Ltda. y la Cooperativa Agrícola Control Pisquero de Elqui Ltda. La zona también es ampliamente utilizada para el pastoreo de ganados caprinos, bovinos y caballares. Con respecto a la actividad minera de la cuenca, se puede decir que después del cierre de operaciones de la faena El Indio, la minería a nivel industrial se sitúa principalmente en Talcuna, Lambert y Andacollo. En Talcuna operan tres mineras que son Cía. Minera Linderos, Cía. Minera San Gerónimo y Cía. Minera Talcuna. En Lambert opera la Cía Minera San Gerónimo y en Andacollo operan la Cía. Minera Carmen de Andacollo (cobre) y la Cía. Minera Dayton (oro).

Geología y Volcanismo: Todos los cauces se encuentran sobre formaciones geológicas constituida por depósitos no consolidados y rellenos de depósitos fluviales; gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y llanuras de inundación. Los alrededores de los cauces presentan una amplia variedad de formaciones

geológicas, siendo las más importantes desde el punto de vista de calidad de agua, las siguientes: sector Quebrada Santa Gracia y La Caleta, Quebrada Marquesa, Quebrada Las Cañas, Quebrada San Carlos, sector entre límite de la subcuenca de Quebrada Marquesa con la Quebrada Chacal, Quebrada Los Loros, Quebrada Uchumi, Quebrada Vega Negra, sector río Cochiguaz y San Andrés y sector estero Guanta. No existe influencia volcánica en esta cuenca.

Hidrogeología: En la parte alta de la cuenca, destaca la existencia de permeabilidad muy baja debido a la existencia de rocas metamórficas y sedimentarias, volcánicas y plutónicas e hipabisales del período paleozoico motivo por el cual el escurrimiento subterráneo ocurre paralelo a los cauces. Destacan claramente tres escurrimientos: uno en dirección ESW paralelo al río Turbio hasta el poblado de Rivadavia con una profundidad promedio de 45 m. y productividad de 50 m3/h/m. Este acuífero escurre a través de rocas de permeabilidad muy baja encauzándose paralelo al río Turbio. En dirección Sur a Norte por un lecho de rocas Plutónicas escurren aguas subterráneas paralelas al río Claro o Derecho hasta la confluencia con el Turbio en Rivadavia. Desde Rivadavia hasta la desembocadura en La Serena el acuífero escurre en dirección EW, por depósitos no consolidados o rellenos con profundidades freáticas que varían de los 17 a los 3 metros, encajonados por rocas sedimentario – volcánicas de muy baja productividad. En este sector del valle, el acuífero freático que se extiende ininterrumpidamente a lo largo de todo el valle, sólo muestra un leve grado de semiconfinamiento en el sector terminal (La Serena). Dicho acuífero presenta valores de transmisividad variables entre 4.200 y 100 m2/día, estimándose como valor medio unos 500 m2/día. Existe un último acuífero que escurre en dirección NSW paralelo a la cordillera de la Costa por rocas volcánico – sedimentarias del período cretácico, para juntarse al flujo subterráneo principal en las cercanías de la Serena. En la parte alta de la subcuenca del río La Laguna existe un glaciar llamado El Tapado, tiene una superficie de 3,6 Km^2 y su importancia desde el punto de vista hidrológico es su capacidad de almacenamiento de agua.

Usos del suelo: El uso agrícola en la cuenca comprende una superficie de 23000 Ha cultivables equivalentes al 3% de la superficie total. Según el Censo Agropecuario de 2007, alrededor de 20.479 Ha están destinadas a cultivos anuales y permanentes y la superficie restante corresponde a praderas sembradas. Los terrenos agrícolas se presentan principalmente a lo largo del valle del río Elqui aguas abajo de la localidad de Vicuña hasta la desembocadura en La Serena. Estos terrenos se presentan únicamente en áreas aledañas a las terrazas fluviales de este cauce, mayoritariamente entre la localidad del Almendral y ciudad de La Serena. En el sector alto del río (nacimiento en la confluencia de los ríos Turbio y Claro o Derecho) la superficie de terrenos de agrícolas es muy reducida pero, se logra desarrollar una pequeña superficie en algunos sectores del río Claro o Derecho y el río Cochiguaz afluente de este último. El sector agrícola más extenso e importante se localiza en las comunas de Coquimbo, La Serena y Vicuña.

Con respecto al uso de suelo de tipo urbano se puede decir que es reducido, comprende pueblos, ciudades e industrias y sólo alcanza el 0,03% de la superficie total. La población urbana se concentra principalmente en la ciudad de La Serena y las localidades de Vicuña y Andacollo, pero el centro urbano más importante de la cuenca es la ciudad de La Serena que se encuentra emplazada en la zona costera en la desembocadura del río Elqui.

La superficie de la cuenca destinada a la actividad minera, es reducida (menor a 156,25 Ha) pero de gran importancia económica. Existen numerosos yacimientos mineros cupríferos de pequeña envergadura distribuidos principalmente a lo largo de todo el cauce del río Elqui (aguas abajo de la localidad de Vicuña) y también localizados en la zona norponiente y surponiente de la cuenca.

3.2.2 ESTACIONES DE MUESTREO

En la cuenca del río Elqui se seleccionaron 15 estaciones de muestreo (Figura 3.2.1). En general, las estaciones de muestreo son seleccionadas por ser estaciones de la DGA.

Las estaciones MA10, VH10, RT10, LA10 y TU10 fueron seleccionadas por encontrarse en altitudes sobre los 2000 m. En particular, la estación MA10 entrega información del río Malo antes de confluir con el río Vacas Heladas y a su vez la estación VH10 informa sobre el río Vacas Heladas antes de la confluencia con el río Malo. Por otro lado, la estación RT10 evalúa al río Toro antes de confluir con el río La Laguna y a su vez, el LA10 evalúa al río La Laguna antes de confluir con el río Toro. Las estaciones TU10 y TU20 fueron escogidas porque entregan datos sobre el río Turbio en dos altitudes diferentes, el primero de ellos mide el río después de la confluencia de los ríos Toro y La Laguna a 2144 m. y el segundo informa sobre el río Turbio pero en Varillar, a 920 m. La estación IN10 fue elegida porque informa sobre el río Incaguaz antes de confluir con el río Turbio. En cuanto a las estaciones CD10 y CD20 informan sobre el Estero Derecho en Alcohuaz y el Río Claro en Rivadavia respectivamente.

Por último, la importancia de las estaciones EL20, EL30, EL10A, EL10C, EL10B y ED1 radica en que permiten analizar el estado del río Elqui a diferentes altitudes. Cada estación representa al río Elqui en diferentes zonas, EL20 es en la zona de Almendral, EL30 en La Serena, EL10A en Algarrobal, EL10C antes de Puclaro, EL10B en Vicuña y por último ED1 en la desembocadura del río Elqui. Además, las estaciones EL20, EL10A y EL10C son relevantes porque se encuentran cercanos a zonas agrícolas, de manera de poder analizar si existe algún efecto en el estado del río debido a arrastre de contaminantes. Por otro lado, las estaciones EL30, EL10B y ED1 se encuentran luego de zonas urbanas (por ejemplo La Serena), lo que permite analizar el efecto antropogénico. Las coordenadas de las estaciones de muestreo se muestran en la Tabla 3.2.1.

Tabla 3.2.1. Coordenadas de cada una de las áreas de vigilancia establecidas como estaciones de muestreo.

Código Área de Vigilancia	Nombre de Estación	UTM Norte	UTM Este
MA10	Río Malo antes junta Río Vacas Heladas	6691143	398488
VH10	Río Vacas Heladas antes junta Río Malo	6691479	398865
RT10	Río Toro antes Río La Laguna	6683808	394644
LA10	Río La Laguna antes junta Río Toro	6682894	394690
TU10	Río Turbio después Río Toro y Río La Laguna	6683742	392477
TU20	Río Turbio en Varillar	6686388	351733
IN10	Río Incaguaz antes Río Turbio	6683742	379576
CD10	Estero Derecho en Alcohuaz	6655800	356281
CD20	Río Claro en Rivadavia	6682461	350119
EL10A	Río Elqui en Algarrobal	6680100	346938
EL10B	Río Elqui en Vicuña	6675967	332511
EL10C	Río Elqui antes Puclaro	6677194	326284
EL20	Río Elqui en Almendral	6681780	316861
EL30	Río Elqui en La Serena	6690802	283400
ED1	Río Elqui en desembocadura	6690758	281176

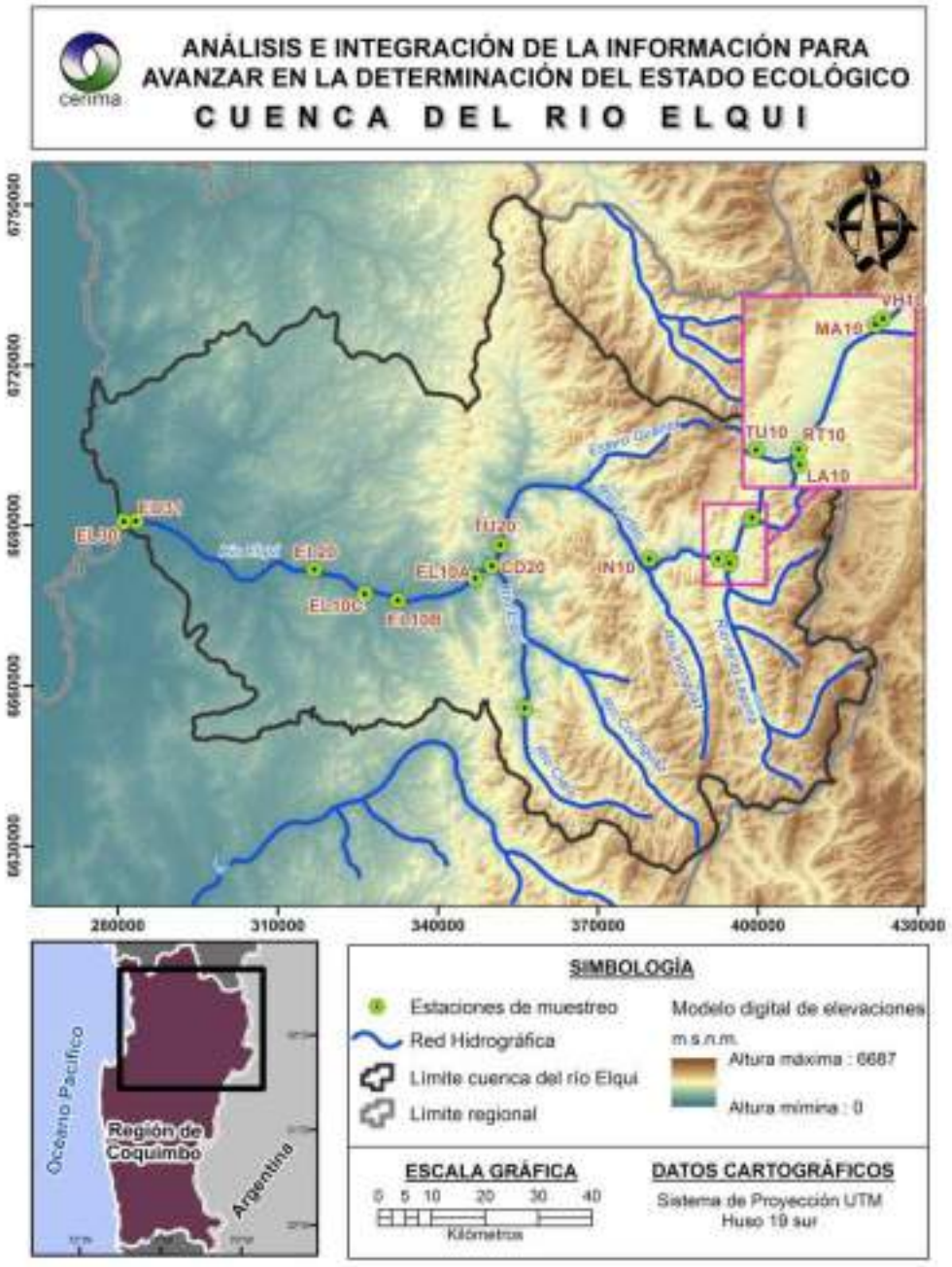


Figura 3.2.1. Estaciones de muestreo de la cuenca del río Elqui.

3.2.3 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Los resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos y los metales de la cuenca del Elqui se muestran en la Tabla 3.2.2 y Tabla 3.2.3a y Tabla 3.2.3b respectivamente.

Tabla 3.2.2. Resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Elqui. Las casillas en blanco se encuentran sin datos, debido a problemas técnicos con la instrumentación.

Variable	Unidad	MA10	VH10	RT10	LA10	TU10	TU20	IN10
pH		6,45	4,45	4,56	8,51	8,01	8,23	7,9
Temperatura	º C	2,9	2	6,1	6	7,7	10,8	13,1
Conductividad	uS/cm	2280	2060	2080	482	703	708	330
Oxígeno Disuelto	%	N.A.	N.A.	N.A.	94,8	98,4	89,7	97,4
	mg/l	N.A.	N.A.	N.A.	9,23	9,22	8,92	8,42
Salinidad	mg/l	1,7	0,8	0,9	0	0,1	0	0
Amonio	mg/l	0,06	0,06	0,06	0,08	0,06	0,06	0,08
DBO5	mg/l O2	1	1	1	1	1	1	1
Fosfatos	mg/l	1,84	11,26	7,04	1,84	1,84	1,84	1,84
Fosforo Total	mg/l	0,6	3,6	2,25	0,6	0,6	0,6	0,6
Nitratos	mg/l	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Nitritos	mg/l	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	5,73	5,2	5,66	4,6	5,35	4,67	6,56
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Coliformes Totales	NMP/100 ml	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

N.A.: No Aplica. Indica las estaciones donde no se realizó el análisis debido a que no fue requerido.

Tabla 3.2.2. Resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Elqui. Las casillas en blanco se encuentran sin datos, debido a problemas técnicos con la instrumentación (Continuación).

Variable	Unidad	CD10	CD20	EL10A	EL10B	EL10C	EL20	EL30	ED1
pH		8,21	8,32	8,32	8,5	7,95	6,27	7,2	7,47
Temperatura	º C	8	13,3	13,1	13,9	16	16,5	17,8	18
Conductividad	uS/cm	144	303	581	680	657	688	1707	2000
Oxígeno Disuelto	%	81,1	98	96,5	83,3	82,1	95,9	99,7	N.A.
	mg/l	9,17	9,33	9,28	9,77	7,63	9,08	9,47	N.A.
Salinidad	mg/l	0	0	0	0	0	0	0,7	0,7
Amonio	mg/l	0,06	0,53	0,06	0,06	0,07	0,07	0,48	0,12
DBO5	mg/l O2	1	1	1	1	1	1	1	1
Fosfatos	mg/l	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
Fosforo Total	mg/l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Nitratos	mg/l	0,65	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Nitritos	mg/l	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	5,28	5,81	6,56	5,2	6,03	6,34	5,43	6,56
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	N.A.	46	33	46	N.A.	350	33	23
Coliformes Totales	NMP/100 ml	N.A.	46	33	46	N.A.	540	240	220

N.A.: No Aplica. Indica las estaciones donde no se realizó el análisis debido a que no fue requerido.

Tabla 3.2.3a. Resultados de las mediciones de los metales totales y disueltos en la columna de agua para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Elqui.

Estación		MA10	VH10	RT10	LA10	TU10	TU20	IN10
Cd	Total	<0,013	0,021	0,0147	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
	Disuelto	<0,013	<0,013	0,0139	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Zn	Total	0,4883	3,73	2,619	0,0734	0,3882	0,3114	0,0418
	Disuelto	0,3012	2,351	2,384	<0,022	0,0939	<0,022	0,0377
Cr	Total	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
	Disuelto	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
As	Total	0,4432	0,4527	0,3522	0,0426	0,0904	0,0475	<0,041
	Disuelto	0,2023	0,1614	0,12	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
Cu	Total	<0,032	11,06	7,483	0,0911	0,9083	0,7152	0,0393
	Disuelto	<0,032	10,19	6,985	<0,032	0,0501	<0,032	<0,032
Ni	Total	<0,027	0,0369	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
	Disuelto	<0,027	0,0287	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
Pb	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	0,0297	0,0363	0,0301	0,0245	0,0289	0,0334	0,0329
Al	Total	5,598	39,37	27,91	1,531	5,563	4,634	0,8997
	Disuelto	0,3199	32,57	19,53	0,137	0,1438	0,115	0,2016
Se	Total	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
	Disuelto	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
Mn	Total	3,877	7,212	5,707	0,2565	0,9753	0,6495	0,038
	Disuelto	3,263	5,962	5,208	<0,029	0,648	0,303	0,0291
Ag	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	0,0306	0,0255	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
V	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Ba	Total	<0,023	<0,023	0,0266	0,0649	0,0546	0,0422	0,0276
	Disuelto	0,0267	0,0324	0,038	0,0512	0,0598	0,0916	0,0361
Co	Total	0,0403	0,0979	0,0754	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
	Disuelto	0,0354	0,0803	0,0685	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Mo	Total	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
	Disuelto	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
Be	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
B	Total	5,681	5,478	4,613	0,5674	0,9951	0,9815	0,1688
	Disuelto	4,223	3,748	4,745	0,4747	0,9468	0,7706	0,0566
Fe	Total	5,08	11,8	10,32	0,8406	2,704	2,137	0,3633
	Disuelto	2,41	5,625	4,401	<0,061	<0,061	<0,061	<0,061
Sb	Total	0,0441	<0,036	0,0459	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036
	Disuelto	0,0401	<0,036	0,0729	0,0528	0,0741	<0,036	0,053
Hg	Total	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4
	Disuelto	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4	<3,94E-4

Tabla 3.2.3a. Resultados de las mediciones de los metales totales y disueltos en la columna de agua para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Elqui. (Continuación)

Estación		CD10	CD20	EL10A	EL10B	EL10C	EL20	EL30	ED1
Cd	Total	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
	Disuelto	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Zn	Total	0,05	<0,022	0,2072	0,1658	0,1259	<0,022	0,0301	0,0255
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Cr	Total	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
	Disuelto	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
As	Total	0,0435	<0,041	0,0667	0,0474	0,0663	<0,041	<0,041	<0,041
	Disuelto	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
Cu	Total	<0,032	<0,032	0,4384	0,3062	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
	Disuelto	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
Ni	Total	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
	Disuelto	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
Pb	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	0,0312	0,0259	<0,023	0,0286	0,0325	0,0373	0,0363	0,0263
Al	Total	<0,025	0,1097	3,296	2,576	2,164	0,057	0,2081	0,1408
	Disuelto	0,0499	0,0588	0,1142	0,11	0,1204	0,0616	0,0424	0,0495
Se	Total	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
	Disuelto	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
Mn	Total	<0,029	<0,029	0,4246	0,3189	0,2149	<0,029	0,061	0,1055
	Disuelto	<0,029	<0,029	0,189	0,1437	0,0785	<0,029	<0,029	0,0397
Ag	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	0,0242	0,0255
V	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Ba	Total	<0,023	0,0353	0,04	0,0375	0,0492	0,0462	0,0709	0,0767
	Disuelto	<0,023	0,0399	0,0537	0,0478	0,0675	0,0525	0,0712	0,0768
Co	Total	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
	Disuelto	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Mo	Total	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
	Disuelto	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
Be	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
B	Total	0,0704	< 0,039	0,6748	0,6386	0,6738	0,6037	0,7963	0,8874
	Disuelto	<0,039	0,0539	0,5064	0,489	0,5659	0,4744	0,627	0,651
Fe	Total	0,1632	0,0905	1,489	1,239	1,083	<0,061	0,3404	0,2939
	Disuelto	<0,061	<0,061	<0,061	<0,061	<0,061	<0,061	<0,061	<0,061
Sb	Total	<0,036	<0,036	<0,036	0,0408	<0,036	0,0388	0,0463	0,0412
	Disuelto	0,0515	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	0,0376
Hg	Total	<0,000394	<0,000394	<0,000394	<0,000394	<0,000394	<0,000394	<0,000394	<0,000394
	Disuelto	<0,000394	<0,000394	<0,000394	<0,000394	<0,000394	<0,000394	<0,000394	<0,000394

Tabla 3.2.3b. Resultados de las mediciones de los metales totales en el sedimento para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Elqui.

Estación	MA10	VH10	RT10	LA10	TU10	TU20	IN10
Cd	0.513	0.594	0.444	0.674	1.249	2.671	0.199
Zn	99.114	57.658	107.884	65.683	144.535	675.554	68.991
Cr	128.684	113.137	24.586	15.029	12.821	9.552	613.311
As	99.263	263.028	88.174	25.986	68.236	228.73	7.884
Cu	40.96	161.928	150.549	19.071	129.604	1942.281	36.938
Ni	51.025	43.848	9.915	6.494	7.028	21.58	246.518
Pb	26.498	12.76	30.943	18.873	19.869	23.078	14.903
Al	5336.519	9570.042	8258.483	8708.143	87.647	7214.899	4348.388
Se	<0,0212	3.675	<0,0212	3.046	<0,0212	10.271	<0,0212
Mn	374.602	387.359	571.856	447.939	0.169	886.259	286.062
Ag	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0.307	<0,0006	<0,0006	<0,0006
V	105.735	116.406	234.93	68.506	108.252	78.49	37.943
Ba	25.259	39.266	27.809	30.166	42.246	43.135	18.245
Co	17.314	18.035	33.683	14.246	22.198	32.884	13.331
Mo	6.989	4.835	<0,0037	<0,0037	<0,0037	<0,0037	45.235
Be	4.744	4.448	8.603	4.562	5.39	4.554	3.681
B	72.531	71.627	100.349	35.075	47.049	57.819	31.844
Fe	25512.744	29814.741	53393.214	18897.365	107.505	17615.339	13360.525
Hg	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108

Tabla 3.2.3b. Resultados de las mediciones de los metales totales en el sedimento para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Elqui. (Continuación)

Estación	CD10	CD20	EL10A	EL10B	EL10C	EL20	EL30	ED1
Cd	0.479	0.354	4.255	2.127	0.531	4.598	0.692	0.589
Zn	34.26	128.366	1074.421	386.11	79.48	499.602	108.408	108.142
Cr	12.333	12.488	9.223	12.928	9.947	4.692	16.224	12.448
As	5.752	4.299	299.082	135.263	15.549	135.35	44.562	49.031
Cu	1.377	36.365	3262.67	1360.104	183.469	1572.452	155.224	267.882
Ni	3.278	7.59	24.86	15.803	6.301	34.883	10.781	9.236
Pb	11.889	21.689	28.965	20.646	14.958	10.624	28.781	52.597
Al	4431.75	5271.295	9118.117	8031.088	2953.463	16893.909	15064.677	8856.144
Se	<0,0212	<0,0212	12.66	2.88	<0,0212	37.804	23.572	12.263
Mn	293.704	304.059	1255.487	853.926	257.293	9424.761	302.04	542.957
Ag	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	4.628	<0,0006	<0,0006
V	86.41	100.638	70.531	98.246	72.385	43.083	89.204	96.004
Ba	22.7	23.703	47.591	26.594	14.115	176.005	99.9	46.883
Co	13.68	16.712	38.912	29.2	13.976	27.956	16.866	16.998
Mo	<0,0037	<0,0037	<0,0037	<0,0037	<0,0037	<0,0037	<0,0037	<0,0037
Be	4.76	5.251	4.514	4.514	4.267	1.358	3.632	3.831
B	39.244	64.981	60.605	65.165	43.104	48.751	68.607	52.997
Fe	20494.911	27428.685	17802.275	20770.227	13951.181	11753.583	20910.448	17317.682
Hg	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108

3.2.4 PARÁMETROS BIOLÓGICOS

3.2.4.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Las familias de macroinvertebrados bentónicos encontradas en las estaciones de muestreo de la cuenca del río Elqui se indican en la Tabla 3.2.4 con sus respectivas abundancias relativas respecto del tamaño muestreal (n) total.

Tabla 3.2.4. Abundancias de taxa de macroinvertebrados bentónicos encontradas por estación de muestreo en la cuenca del Elqui.

TAXA	MA10	VH10	RT10	LA10	TU10	TU20	IN10	CD10	CD20	EL10A	EL10B	EL10C	EL20	EL30	ED1
ACARI															
Acari								2	4					3	
COLEOPTERA															
Elmidae				27	6			23	37	3	2				
Gyrinidae												9			
Hydrophilidae										4	2				
COLLEMBOLA															
Collembola				1										2	1
DIPTERA															
Athericidae									1	1					
Ceratopogonidae										2					
Chironomidae	1	14	3	24	9	2	7	32	41	19	11	64	62	43	6
Ephydridae		1		1										1	
Simulidae					1		2	2							
Tabanidae								1							
Tipulidae									8				7		
EPHEMEROPTERA															
Baetidae						38		35	61	24	102	82	31	7	
Leptophlebiidae				37	3			8	6						
HEMIPTERA															
Hemiptera					2										1
ODONATA															
Aeshnidae											1	21	1		4
Coenaegrionidae												1			
Gomphidae									3						
TRICHOPTERA															
Glossosomatidae								4			3				
Hydropsichydae				7		3		34	4	12	77	23	22	3	
Hydrobiosidae				2				8	2	2	3				
Hydroptilidae									17	1		1	1	5	2
Leptoceridae				1	1			47	1						
AMPHIPODA															
Hyalellidae		1						2	17						
DECAPODA															
Palaemonidae														6	
ANNELIDA															
Oligochaeta				52	1		1	1	1				2	127	186
MOLLUSCA															
Hidrobiidae								2	1					7	
Physidae								1	1					3	3
Sphaeridae								3							
TURBELLARIA															
Dugesiidae													2		
N total	**1**	**16**	**3**	**152**	**23**	**43**	**10**	**205**	**205**	**68**	**201**	**201**	**128**	**207**	**203**

3.2.4.2 Índices de diversidad

Para caracterizar la diversidad de la cuenca hidrográfica se realizaron índices de riqueza (S), abundancia, diversidad de Shannon-Wiener (H), Simpson (1-D) y Equitatividad (J). Los resultados se muestran en la Tabla 3.2.5. De acuerdo a los resultados, pocas estaciones presentan una alta riqueza taxonómica (entre 9 y 16 taxa) mientras existen estaciones con 1 o 3 taxa. Las estaciones con menor diversidad son MA10, VH10, RT10, TU20, IN10 y ED1. Bajas diversidades suelen sugerir algún tipo de presión sobre las comunidades acuáticas.

Tabla 3.2.5. Índices comunitarios de diversidad por estaciones de muestreo para la cuenca del Elqui.

Estación	MA10	VH10	RT10	LA10	TU10	TU20	IN10	CD10	CD20	EL10A	EL10B	EL10C	EL20	EL30	ED1
Riqueza (S)	1	3	1	9	7	3	3	16	16	9	8	7	8	11	7
Shannon (H)	0	0,46	0	1,6	1,6	0,4	0,8	2,1	2,0	1,7	1,1	1,4	1,4	1,3	0,4
Simpson (1-D)	0	0,23	0	0,8	0,7	0,2	0,5	0,8	0,8	0,8	0,6	0,7	0,7	0,6	0,2
Equidad (J)	0	0,42	0	0,7	0,8	0,4	0,7	0,8	0,7	0,8	0,5	0,7	0,7	0,5	0,2

3.2.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original

En la cuenca del Elqui se observó una tendencia general de la calidad de las aguas entre *Regular* y *Muy Mala*, excepto en CD10 y CD20 estaciones que presentaron una calidad *Buena* (Tabla 3.2.6). La *Muy Mala* calidad del agua en TU20, VH10, IN10, MA10 y RT10 se explica por el bajo número de familias presentes en dichas estaciones, representadas por no más de tres taxa.

Tabla 3.2.6. Calidad del agua según el índice biótico ChBMWP para los ríos de la cuenca del Elqui, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP.

Estación	ChBMWP
CD20	87
CD10	81
EL10A	50
EL10B	43
LA10	40
EL10C	36
EL20	35
EL30	35
TU10	31
ED1	20
TU20	12
VH10	10
IN10	8
MA10	2
RT10	2

Calidad del agua

- Muy Bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy Malo

3.2.4.4 BIOMASA FITOPLANCTÓNICA - CLOROFILA-A

Los resultados indican que las concentraciones de clorofila no son constantes a través de la cuenca. Las concentraciones más altas se encuentran en los tramos evaluados a menores altitudes, alcanzando los 28,1 µg/L. Por otro, lado los tramos en mayores altitudes presentan concentraciones de clorofila más bajas, llegando a 0,3 µg/L en la estación VH10 (Tabla 3.2.7).

Tabla 3.2.7. Concentraciones de Clorofila-a medidas en las estaciones de muestreo de la cuenca del Elqui.

Estación	Determinación Clorofila a chl a (µg/L)
MA10	N.D
VH10	0,27
RT10	N.D.
LA10	10,42
TU10	6,15
TU20	3,47
IN10	1,07
CD10	3,47
CD20	N.D.
EL10A	6,42
EL10B	10,96
EL10C	N.D.
EL20	11,49
EL30	28,07
ED1	11,49

N.D.:No determinado.

3.2.5 ESTRUCTURA HIDROMORFOLÓGICA

3.2.5.1 COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO

A lo largo de la cuenca se identificaron cinco tipos de sustratos: fango-limo, arena, grava, bolón y piedra, los cuales se presentaron diferencialmente a través de la cuenca (Tabla 3.2.8). En general en cada estación se registró una diversidad de uno a cuatro tipos de sustratos, siendo LA10, TU10 e IN10 las estaciones más diversas, a diferencia de EL10C, EL30 y ED1 que presentaron solo un tipo de sustrato. El sustrato de bolón fue registrado en todas las estaciones de muestreo excepto en la estación ubicada en la desembocadura (ED1), mientras que los sustratos grava fina y basamento no fueron observados en ninguna de las estaciones de muestreo.

Tabla 3.2.8. Diversidad de sustrato por estación de muestreo en la cuenca del río Elqui.

Estación	MA10	VH10	RT10	LA10	TU10	TU20	IN10	CD10	CD20	EL10A	EL10B	EL10C	EL20	EL30	ED1
Fango-Limo				x		x				x	x				x
Arena		x	x	x	x		x	x	x						
Grava fina*															
Grava	x	x	x	x	x		x				x		x		
Bolón	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Piedra	x				x	x	x	x	x						
Basamento*															

* Sustrato no identificado para ninguna estación de muestreo de la cuenca.

3.2.5.2 VEGETACIÓN DE RIBERA

La vegetación de ribera de la cuenca del río Elqui estuvo representada por árboles, arbustos y hierbas (Tabla 3.2.9), en las estaciones de muestreo ubicadas sobre los 2000 metros de altitud (MA10, VH10, RT10, LA10 y TU10) se observó una clara dominancia de las hierbas con una representación ≥ 90%, mientras que en el resto de las estaciones de muestreo ubicadas desde

la parte media hasta la desembocadura de la cuenca los arbustos presentan una representatividad importante con un porcentaje de cobertura ≥ 40%.

Tabla 3.2.9. Vegetación de ribera por estación de muestreo en la cuenca del río Elqui.

Estación	MA10	VH10	RT10	LA10	TU10	TU20	IN10	CD10	CD20	EL10A	EL10B	EL10C	EL20	EL30	ED1
Arboles						x	x	x	x			x	x	x	x
Arbustos			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hierbas	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x

3.2.6 EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO ELQUI

3.2.6.1 TIPOS DE RÍOS DE LA CUENCA DEL ELQUI

La cuenca del Elqui se ubica en la ecorregión mediterránea y según la clasificación de sus cuerpos de agua realizada por Fuster et al. (2011), es posible identificar tres *Tipos* de ríos: andinos semiáridos (*Tipo* 6), transición semiáridos (*Tipo* 7) y desembocadura semiáridos (*Tipo* 8).

El análisis de similaridad (ANOSIM) realizado con los datos obtenidos a partir de parámetros fisiográficos, señaló que la cuenca presenta dos *Tipos* de ríos, presentando diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones ubicados sobre o bajo los 1600 metros de altitud ($R = 0,618$; $p < 0,001$). Mediante el análisis de escalamiento multidimensional (MDS), se observó una separación clara entre estos dos *Tipos* de ríos (Figura 3.2.2). El primer *Tipo*, denominado B fue constituido por seis estaciones del *Tipo* de río andino semiárido ubicadas sobre los 1600 metros de altitud, mientras que el segundo *Tipo* de río de la cuenca,

denominado C fue conformado por el *Tipo* de río semiárido de transición y de desembocadura con nueve estaciones de muestreo ubicadas bajo los 1000 metros de altitud.

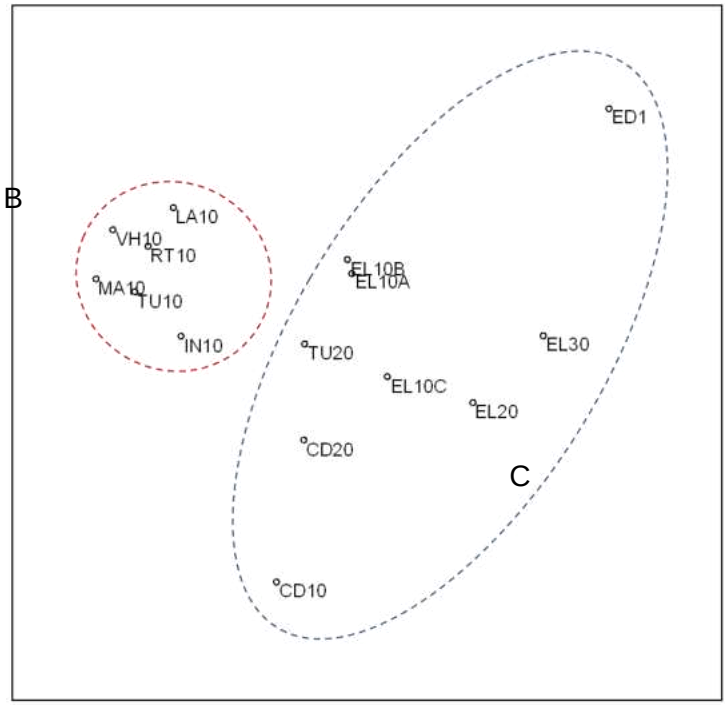


Figura 3.2.2. Análisis MDS de los componentes fisiográficos de las estaciones de muestreo de la cuenca del Elqui. La línea discontinua agrupa a las estaciones de muestreo dentro de un mismo *Tipo* de río: --- *Tipo* B; --- *Tipo* C. Utilizando la medida de distancia Euclidiana en un gráfico de 2 dimensiones con un coeficiente de estrés = 0,1.

3.2.6.2 SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA EN LA CUENCA DEL ELQUI

Considerando que en la cuenca del Elqui es posible diferenciar dos *Tipos* de ríos, es necesario seleccionar estaciones de referencia para cada uno de ellos. Para el *Tipo* B debido a su elevada intervención minera no fue posible seleccionar estaciones de referencia, identificando solo a una estación con el máximo potencial ecológico (LA10), mientras que para el *Tipo* de río C sí se pudieron establecer estaciones de referencia (Tabla 3.2.10).

Tabla 3.2.10. Estaciones de referencia e impactadas para cada *Tipo* de río de la cuenca del Elqui.

Estaciones	Referencia	Impactadas
Tipo B	LA10*	MA10 - VH10 - RT10 - TU10 - IN10
Tipo C	CD10 - CD20	TU20 - EL10A - EL10B - EL10C - EL20 - EL30 - ED1

*Estación con el Máximo Potencial Ecológico (MPE)

3.2.6.3 GRADIENTE DE ESTRÉS DE LA CUENCA DEL ELQUI

El gradiente de estrés de la cuenca se determinó mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP), incorporando las variables ambientales (física-químicas e hidromorfológicas) medidas en todas las estaciones de muestreo.

En la cuenca del Elqui, los dos primeros ejes del ACP explicaron un 70,85% de la varianza total, seleccionando al primer componente como el gradiente de estrés de la cuenca, ya que, por si solo explico más de un 48% de la varianza total (Figura 3.2.3). El componente 1 fue

determinado por la altitud, la conductividad, la salinidad, el pH, la temperatura y los fosfatos, variables que presentaron el mayor peso en este eje de análisis (> 0,3) (Tabla 3.2.11). Las estaciones del *Tipo* B con una altitud superior a los 2000 metros, una elevada conductividad y salinidad se ubicaron a la derecha del gráfico, mientras que las estaciones del *Tipo* C con valores más elevados de temperatura se localizaron a la derecha del gráfico. Estos resultados son consistentes con la identificación de los dos *Tipos* de ríos presentes en la cuenca, los cuales mostraron además una diferente caracterización fisicoquímica.

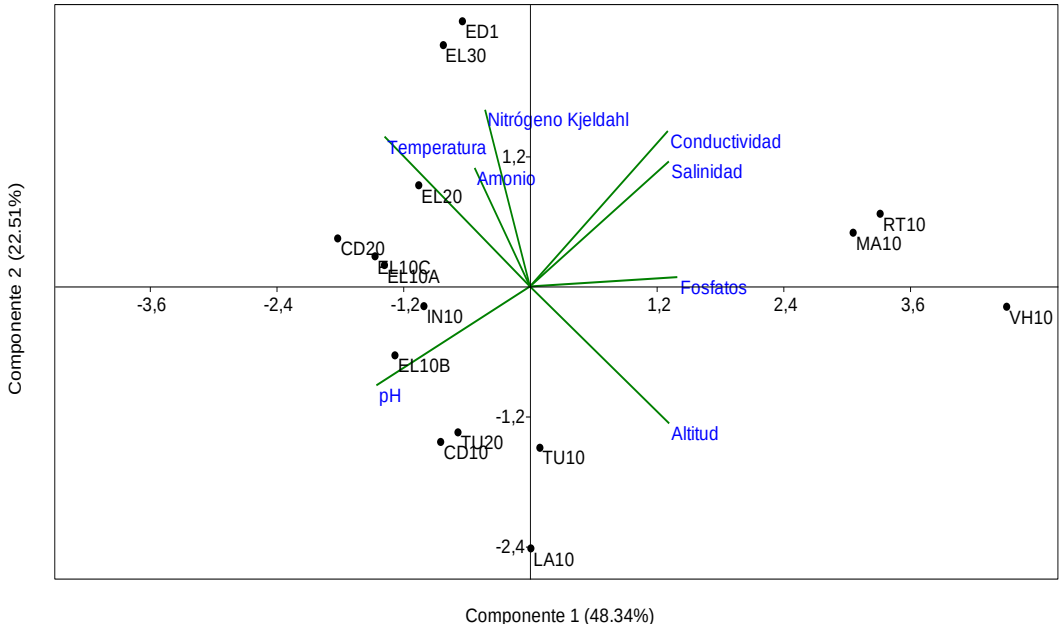


Figura 3.2.3. Disposición de las estaciones de muestreo de la cuenca del Elqui en el espacio definido por los dos primeros componentes en el ACP. Componente 1: Gradiente de estrés. (●) Estaciones de muestreo; (—) Variables ambientales.

Tabla 3.2.11. Variables con mayor influencia en el gradiente de estrés de la cuenca del Elqui, con su respectivo peso en el primer componente de análisis.

Variable	ACP Eje 1
Altitud	-0,39
Conductividad	-0,38
Salinidad	-0,39
pH	0,43
Temperatura	0,40
Fosfatos	-0,41

3.2.6.3.1 GRADIENTE DE ESTRÉS Y SU RELACIÓN CON EL ÍNDICE BIÓTICO CHBMWP

Al relacionar el gradiente de estrés con el índice biótico ChBMWP observamos que entre ambos existe una elevada correlación negativa estadísticamente significativa (Tabla 3.2.12). Lo cual nos permite determinar que ChBMWP será un buen indicador del estado ecológico de los ríos de la cuenca del Elqui. Además, al correlacionar las 16 variables ambientales, tanto físico-químicas como hidromorfológicas medidas para la cuenca, se encontró que la altitud, el pH, la conductividad, la salinidad, la temperatura y las coliformes totales son las variables que mejor explican la variación del índice biológico (Tabla 3.2.12).

Tabla 3.2.12. Coeficiente de correlación de Spearman (R) y su valor de significancia (p) entre el índice ChBMWP y, (a) el gradiente de estrés y (b) las variables ambientales más asociadas al valor del índice biótico en la cuenca del Elqui.

Correlación Spearman		ChBMWP	
		R	p
(a)	Gradiente	-0,717	0,003
(b)	Altitud	0,979	0,001
	pH	0,718	0,003
	Conductividad	-0,770	0,001
	Salinidad	-0,703	0,003
	Temperatura	-0,924	0,008
	Coliformes Totales	-0,810	0,050

3.2.6.4 DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA SEGÚN EL ÍNDICE CHBMWP-EL

En la Tabla 3.2.13 se presentan las nuevas acotaciones de los rangos de valores del ChBMWP-El para los dos *Tipos* de ríos identificados (B y C) para las estaciones en estudio en la cuenca del Elqui, obtenidas mediante la utilización de diagramas de *box-plot* para cada *Tipo* de río (Figura 3.2.4 y 3.2.5).

Tabla 3.2.13. Acotaciones tentativas de los rangos de valores del índice ChBMWP, para definir el estado ecológico de los dos *Tipos* de ríos (B y C) de la cuenca del Elqui. Se indican las acotaciones de los rangos originales del índice.

Clase	Calificación	Color	Rango de valores		
			Original	*Tipo* B	*Tipo* C
Clase I	Muy Bueno	Azul	>100	>40	>81
Clase II	Bueno	Verde	61-100	24-40	49-81
Clase III	Moderado	Amarillo	36-60	14-23	29-48
Clase IV	Deficiente	Naranja	15-35	6-13	12-28
Clase V	Malo	Rojo	<15	<6	<12

Al restablecer los rangos de calificación del ChBMWP-El para caracterizar el estado ecológico de los dos *Tipos* de ríos de la cuenca observamos una diferencia leve respecto a los intervalos de clase original del índice en el *Tipo* C y una amplia diferencia en el *Tipo* B (Tabla 3.2.13), lo cual se refleja al comparar la calificación de las estaciones de muestreo, las cuales en su mayoría escalan a una clase superior al ser evaluados con los rangos acotados del índice para definir el estado ecológico de la cuenca del Elqui.

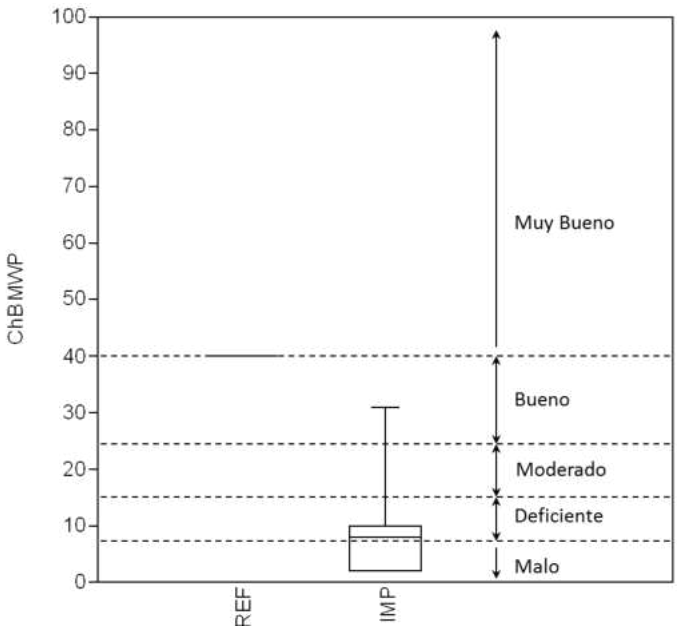


Figura 3.2.4. *Box-plot* de los valores del índice ChBMWP-El en las estaciones de referencia (REF) e impactadas (IMP) de *Tipo* B en la cuenca del Elqui. Las barras (⊤/⊥) indican el valor máximo y mínimo registrado para las estaciones de referencia e impactadas. Los límites inferior y superior del diagrama de caja señalan el percentil 25 y 75 respectivamente. La mediana se muestra con una línea horizontal en el interior de la caja. Las líneas discontinuas indican los límites entre rangos de calidad.

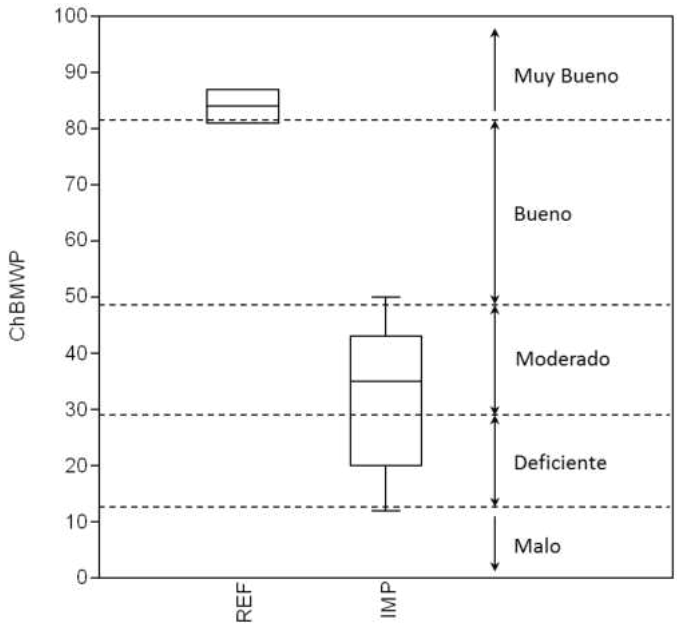


Figura 3.2.5. *Box-plot* de los valores del índice ChBMWP-El en las estaciones de referencia (REF) e impactadas (IMP) del *Tipo* C en la cuenca del Elqui. Las barras (T/⊥) indican el valor máximo y mínimo registrado para las estaciones de referencia e impactadas. Los límites inferior y superior del diagrama de caja señalan el percentil 25 y 75 respectivamente. La mediana se muestra con una línea horizontal en el interior de la caja. Las líneas discontinuas indican los límites entre rangos de calidad.

En los ríos *Tipo* B de la cuenca del Elqui localizados sobre los 1600 m.s.n.m. se observó un estado ecológico bastante disminuido con una clara tendencia a estado ecológico *Deficiente* o *Malo*. Ninguna estación presentó nivel de estado ecológico *Muy Bueno* (Tabla 3.2.14, Figura 3.2.6), debido al nivel del impacto de la parte alta de la cuenca donde no fue posible definir estaciones de referencia.

Tabla 3.2.14. Estado ecológico para los ríos *Tipo* B de la cuenca del Elqui, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP-El.

Estación	ChBMWP *Tipo* B
LA10	40
TU10	31
VH10	10
IN10	8
MA10	2
RT10	2

Estado Ecológico
Muy Bueno
Bueno
Moderado
Deficiente
Malo

En los ríos del *Tipo* C de la cuenca del Elqui ubicados en la zona media y baja de la cuenca, bajo los 1000 metros de altitud, se observó una paulatina disminución del estado ecológico de la cuenca, desde un *Muy Bueno* hasta un *Deficiente* estado ecológico (Tabla 3.2.15, Figura 3.2.6). No registrándose ninguna estación de muestreo en la categoría de clasificación del estado ecológico *Malo*.

Tabla 3.2.15. Estado ecológico para los ríos *Tipo* C de la cuenca del Elqui, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP-El.

Estación	ChBMWP *Tipo* C
CD20	87
CD10	81
EL10A	50
EL10B	43
EL10C	36
EL20	35
EL30	35
ED1	20
TU20	12

Estado Ecológico
Muy Bueno
Bueno
Moderado
Deficiente
Malo

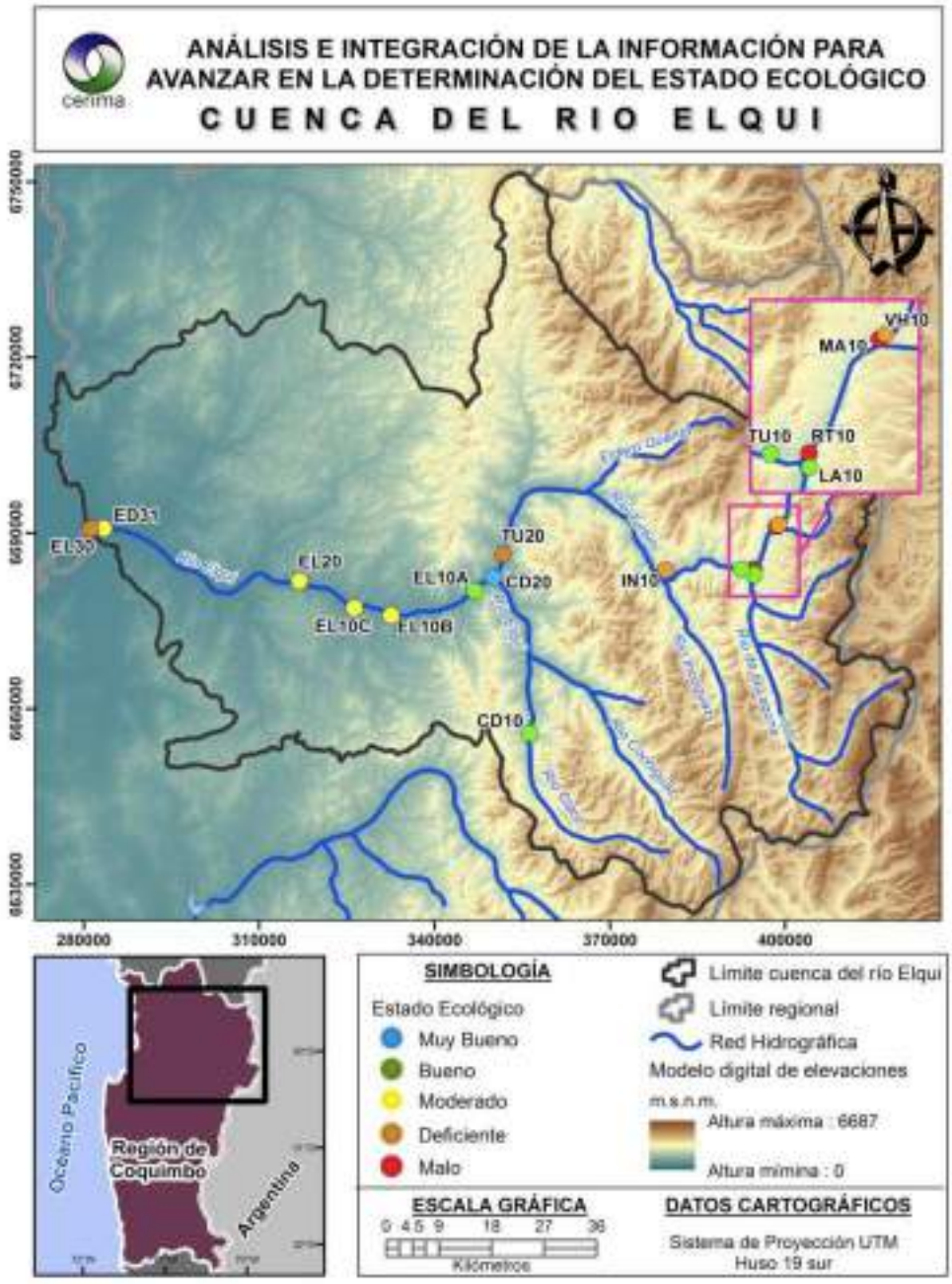


Figura 3.2.6. Estaciones de muestreo de la cuenca del río Elqui con sus respectivos estados ecológicos.

3.2.7 CONCLUSIONES

En contraste con los tres *Tipos* definidos por Fuster et al. (2011) para la cuenca del Elqui, en este estudio solo se identificaron dos *Tipos* de ríos, mediante la utilización de factores fisiográficos. No se encontró diferencias entre los ríos semiáridos de transición y desembocadura, los cuales se agruparon en el *Tipo* denominado C, el cual se diferencia de manera clara de los ríos andinos semiáridos, denominados en este estudio *Tipo* B. Esta separación entre ambos *Tipos* de ríos también pudo ser observada al determinar el gradiente ambiental de la cuenca, siendo también recomendable para complementar y corroborar el resultado de los *Tipos* de ríos de la cuenca del Elqui la utilización de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos colectados en monitoreos continuos en tiempo realizados durante la misma época del año.

Es también importante considerar para estudios futuros en la cuenca del Elqui la incorporación de un mayor número de estaciones de muestreo, con muy poca intervención antrópica para que sean consideradas de referencia. En este sentido, es relevante determinar si existen adecuadas estaciones de referencia para los ríos del *Tipo* B, o si solo es posible establecer estaciones de muestreo con el máximo potencial ecológico (MPE).

En general los ríos de la cuenca presentaron una calidad biológica y un estado ecológico regular que nos señala que la mayor parte de las estaciones de muestreo presentan un impacto severo sobre la biota, evidente tanto en zonas altas (e.g. MA10 y RT10) como bajas (ED1) de la cuenca. Consideramos que se deben utilizar el ChBMWP-El definido para cada *Tipo* de río de la cuenca del Elqui en futuras comparaciones, si bien es fundamental definir con certeza los *Tipos* de ríos de la cuenca mediante un mayor número de estaciones de referencia.

3.2.8 ANEXO DE DATOS

A continuación se muestra un ejemplo de ficha de terreno digital generada para una estación de muestreo de la cuenca del Elqui.

AREA MUESTREO
CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CENMA)

Santiago,
Septiembre 13 de
2012

FICHA DE TERRENO - N° 26

1.- CARACTERIZACION DE LA ESTACION			
Nombre	RIO VACAS HELADAS ANTES JUNTA CON RIO MALO		
Código	VH10-2		
Cuenca	ELQUI		
Río	VACAS HELADAS		
Ubicación (UTM-N,UTM-E, DATUM, MSNM)	6691479	398865	2551

2.- INFORMACION MONITOREO	
Fecha Muestreo	Hora Muestreo
12/09/2012	10:30

3.- CARACTERISTICAS DEL RIO		
Pendiente del cauce	Ancho del río	Profundidad

4.- PARAMETROS FISICO-QUIMICOS IN-SITU, AGUA SUPERFICIAL			
Velocidad (m/s)	pH (u pH)	Temperatura (°C) Agua	Temperatura (°C) Aire
1	4,45	2	15
Conductividad (uS/cm)	Oxígeno D (%)	Oxígeno D (mg/L)	Salinidad
2060			

5.- ENCARGADOS DE MONITOREO
Alejandro Palma, Magíster en Biología Javier Gonzalez, Magíster en Ecología
6.- OBSERVACIONES
Hora Inicio: 10:30, hora de término: 11:00 No se midio oxigeno por la alta salinidad

7.- IMAGENES MONITOREO





3.3 CUENCA DEL RÍO LIMARÍ

3.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

La cuenca hidrográfica del río Limarí está ubicada en la IV Región de Coquimbo, entre los valles de los ríos Elqui, por el norte, y Choapa, por el sur, abarcando una superficie aproximada de 11.800 km^2. El río Limarí se forma por la unión de los ríos Grande y Hurtado, de los cuales el primero, tiene una hoya hidrográfica mayor y drena la parte sur de la cuenca, en tanto el segundo, constituye el único y gran drenaje de la parte norte de la cuenca. Los ríos Grande y Hurtado se juntan aproximadamente 4 km. aguas arriba de la ciudad de Ovalle. A partir de la confluencia de ambos, toma el nombre de río Limarí, el que luego de recorrer alrededor de 60 km. desemboca al mar en la localidad denominada Punta Limarí. El río Grande recibe una serie de afluentes de importancia, entre los cuales cabe mencionar: el río Rapel, Mostazal y Huatulame. El escurrimiento del Huatulame está regulado por el embalse Cogotí. El río Hurtado no tiene afluentes de importancia y en su curso inferior se emplaza el embalse Recoleta. En la confluencia del río Huatulame con el río Grande se encuentra el embalse La Paloma.

División político-administrativa: la cuenca del río Limarí forma parte de la IV Región, abarcando la provincia de Limarí. La cuenca (al año 2002) posee una superficie de 1.176.000 Ha. equivalentes al 3% de la Región y entre las principales localidades según el número de habitantes que se emplazan en la cuenca, se pueden mencionar las siguientes: Ovalle, Montepatria, Combarbalá y Punitaqui.

Clima: en relación al tipo de clima presente en la zona, en la cuenca del Limarí se distinguen 3 tipos: a) Semiárido con nublados abundantes, el que se presenta a lo largo de toda la costa. Su característica principal es la abundante nubosidad, humedad y temperaturas moderadas, con un promedio de precipitaciones de 130mm. anuales y un período seco de 8 a 9 meses. b) Semiárido templado con lluvias invernales: se presenta en el valle del Limarí y se caracteriza por ser un clima seco donde no hay excedentes hídricos. c) Semiárido frío con lluvias invernales: se presenta sobre los 3000 metros de altitud, en la Cordillera de Los Andes y se

caracteriza por presentar altas precipitaciones, temperaturas bajas y nieve permanente, lo que constituye un aporte significativo en período estival.

Actividad económica: la actividad económica principal en la ciudad es la agricultura y fruticultura. El sistema hidrográfico formado por el río Limarí y sus afluentes, es el más importante del norte chico desde el punto de vista de la agricultura, ya que con sus aguas se riegan más de 70.000 ha, incluyendo aquellas que se sirven con los embalses La Paloma, Cogotí y Recoleta.

El Valle del Limarí, debido a su disponibilidad de suelos y aguas de riego, cuenta con una amplia diversidad de cultivos. En este valle se presentan importantes superficies de praderas bajo riego, específicamente establecidas en las terrazas altas, que permiten la existencia de ganadería mayor. Además, existe una abundante actividad hortícola, con alta especialización en cultivos de tomate y pimentón para primores, entre lo más destacados.

Este valle también presenta una importante superficie de viñas, orientada principalmente a la elaboración de pisco y recientemente se ha producido una notable incorporación de vides para uva de mesa.

Entre las explotaciones mineras de mayor valor se pueden mencionar algunas explotaciones de plata y cobre, además de yacimientos no metálicos entre los que destaca el de lapislázuli.

Geología y volcanismo: Todos los cauces se encuentran sobre formaciones geológicas constituida por depósitos no consolidados y rellenos de depósitos fluviales; gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y llanuras de inundación. Los alrededores de los cauces presentan una amplia variedad de formaciones geológicas, siendo las más importantes desde el punto de vista de calidad de agua, las siguientes: Subcuenca del río Huatulame, Zona Central de la Cuenca, Subcuencas de río Grande Alto y Medio, Quebrada Chacacos, Sector río Ponio, Parte Alta río Hurtado y Quebrada Flamenco.

No existe actividad volcánica en esta cuenca.

Hidrogeología: la cuenca del Limarí se extiende aproximadamente entre los 30°15’ y 31°20’ de latitud sur. En la parte alta destaca la existencia de permeabilidad muy baja Las características de impermeabilidad de las rocas origina que el acuífero escurra paralelo a los cursos de agua. Destacan claramente tres escurrimientos: uno en dirección SW que escurre paralelo al río Hurtado con profundidades freáticas que van de los 2 a los 3,6 m, hasta las cercanías de la localidad de Ovalle.

En dirección NWW (por un lecho de rocas sedimentario – volcánicas del Cretácico Terciario mixto y Plutónicas del Terciario) escurre un acuífero paralelo al río Grande hasta la confluencia con el río Hurtado en Ovalle. Destacan los bajos niveles freáticos de los acuíferos que van desde los 17 a los 4,5 m.

En dirección SN escurre el último acuífero paralelo al río Combarbalá hasta el Embalse La Paloma por un lecho de rocas impermeable constituido de rocas sedimento –volcánicas con profundidades freáticas de 3 a 1,5 m.

Geomorfología: el Valle transversal del Limarí se localiza al centro de la región de Coquimbo. La longitud del Río Limarí es de 64 km, de los cuales los primeros 43, transcurren en una caja amplia de 2 o más kilómetros de ancho donde desarrolla numerosos meandros, flanqueado por extensas planicies fluviales. Hacia la Cordillera de los Andes se va encajonando, presentando laderas con pendientes muy abruptas como producto del trabajo erosivo de la acción glaciar y del agua. Al igual que la cuenca del río Elqui, esta cuenca también se encuentra dentro de la segunda agrupación regional de las Planicies Litorales y Cuencas del Sistema Montañoso Andino – costero.

Suelos: en la parte central de la Provincia del Limarí predominan los suelos pardocalcácicos de pH neutro o ligeramente alcalino. En el fondo de los valles y sus terrazas aledañas se desarrollan suelos donde la salinidad no tiene carácter restrictivo, representando un buen potencial desde el punto de vista agrícola. Predominan los limos y sedimentos recientes en contraposición a los suelos de las terrazas superiores, que son más arcillosos.

Usos del suelo: El uso del suelo de tipo agrícola en la cuenca comprende alrededor del 7% de la superficie total. Los terrenos agrícolas se presentan principalmente en el valle del río Limarí en el sector de la ciudad de Ovalle y aguas abajo de esta la localidad hasta el Estero Punitaqui, donde alcanzan las mayores superficies.

En la subcuenca del río Hurtado aguas abajo del embalse Recoleta hasta la confluencia con el río Grande, también se presentan superficies de terrenos agrícolas siendo éstas muy reducidas en comparación a las existentes en el valle del cauce principal de la cuenca.

El sector agrícola más extenso e importante se localiza en las comunas de Ovalle, Monte Patria y Combarbalá, destacando las superficies de cultivos de forrajeras anuales y permanentes en la comuna de Ovalle; la superficie cultivada de frutales, viñas y parronales viníferos en la comuna de Monte Patria y los cultivos de frutales en Combarbalá.

No se presenta uso de suelo para fines forestales.

El uso del suelo de tipo urbano en la cuenca, alcanza las 396 Ha. equivalentes al 0,03% de la superficie total. La población urbana, se concentra mayoritariamente en la ciudad de Ovalle y en la localidad de Monte Patria. La población urbana total estimada de la cuenca emplazada en los principales centros urbanos, es de 96.239 habitantes según censo del año 2002. La ciudad se emplaza en la ribera norte del río Limarí, próximo a la confluencia de este con los ríos Hurtado y Grande.

La superficie de la cuenca destinada a la actividad minera, es reducida pero de gran importancia económica. Esta actividad, se concentra principalmente en las subcuencas de los ríos Combarbalá y río Hurtado donde los principales minerales explotados corresponden al cobre y plata.

Las áreas bajo protección oficial correspondientes a esta cuenca son: Parque Nacional Fray Jorge y Monumento Natural Pichasca.

3.3.2 ESTACIONES DE MUESTREO

En la cuenca del río Limarí se seleccionaron 15 estaciones de muestreo (Figura 3.3.1). En general, las estaciones de muestreo son seleccionadas por ser estaciones de la DGA; sin embargo, las estaciones RL1B, RL1C y RL1D fueron escogidas en acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente. La elección de RL1B y RL1C se debe a que se encuentran después de zonas pobladas como lo son Ovalle y Montepatria respectivamente, de manera de analizar los efectos antropogénicos en la calidad del agua y el estado ecológico. Por otro lado, la estación RL1D fue elegida por encontrarse en la desembocadura del río Limarí. En particular, los estaciones RH1b, RR1, RM1 y RG1 son relevantes dado que se encuentran en altitudes superiores a los 1200 m. La estación RH2B entrega información del río Hurtado. Las estaciones RL1A y EP1B entregan información del río Limarí al confluir con el estero Punitaqui y del estero Punitaqui antes de confluir con el Limarí, respectivamente. La estación RG2C fue escogida porque se encuentra después de la confluencia del río Rapel y el río Mostazal y se encuentra cerca de una zona agrícola, por lo que podría haber arrastre de contaminantes al río. La estación RU1 informa sobre el estado del río Huatulame y la estación RB1 del río Combarbalá. Por último, la importancia de las estaciones RC1 y RC2 se debe a que permite estudiar el río Cogotí comparando dos zonas: una de mayor altitud (1021 m.) y otra en la entrada del embalse Cogotí.

Las coordenadas de las estaciones de muestreo se muestran en la Tabla 3.3.1.

Tabla 3.3.1. Coordenadas de cada una de las áreas de vigilancia establecidas como estaciones de muestreo.

Código Área de Vigilancia	Nombre de Estación	UTM Norte	UTM Este
RH1b	Afluente Río Hurtado	6625836	334341
RH2B	Río Hurtado en Angostura de Pangue	6630573	307322
RM1	Río Mostazal en Cuestecita	6589919	345674
RR1	Río Rapel en El Palomo	6597597	344641
RG1	Río Grande en Las Ramadas	6567575	348727
RG2C	Río Grande en Puntilla San Juan	6601175	315540
RB1	Río Combarbalá en Ramadilla	6543671	314974
RC1	Río Cogotí en Fraguita	6556089	320066
RC2	Río Cogotí entrada Embalse Cogotí	6564645	305104
RU1	Río Huatulame en el Tomé	6590172	311184
RL1A	Río Limarí en Panamericana	6604261	257375
RL1B	Río Limarí en Ovalle	6608992	276862
RL1C	Río Limarí en Montepatria	6603042	303592
RL1D	Río Limarí en desembocadura	6596952	245026
EP1B	Estero Punitaqui antes junta río Limarí	6602555	258712

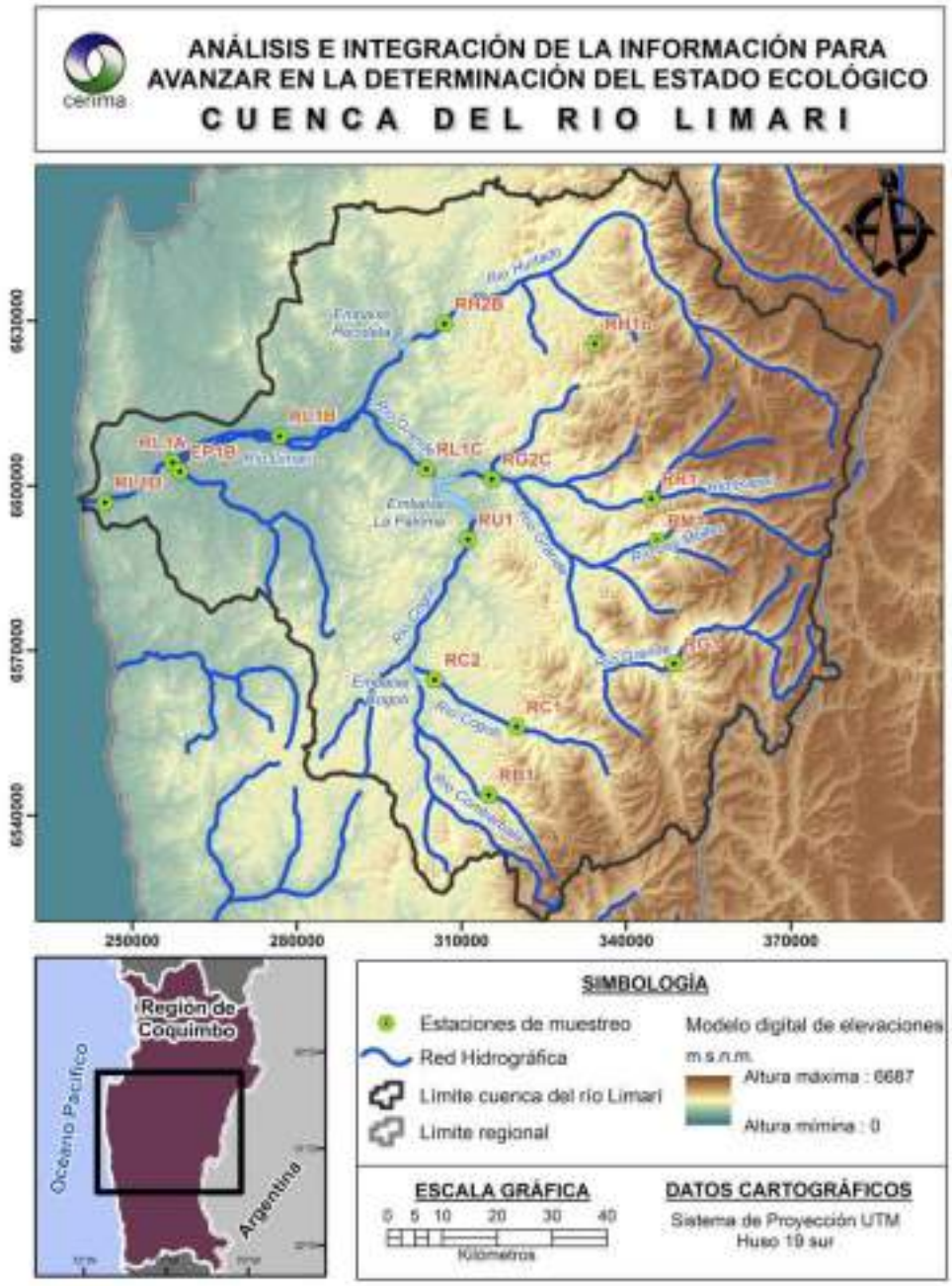


Figura 3.3.1. Estaciones de muestreo de la cuenca del río Limarí.

3.3.3 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Los resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos y los metales de la cuenca del Limarí se muestran en la Tabla 3.3.2, Tabla 3.3.3a y Tabla 3.3.3b respectivamente.

Tabla 3.3.2. Resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Limarí. Las casillas en blanco se encuentran sin datos, debido a problemas técnicos con la instrumentación.

Variable	Unidad	RH1b	RH2B	RM1	RR1	RG1	RG2C	RB1	RC1	RC2	RU1
pH		8,65	8,54	8,23	8,11	8,15	8,74	7,75	7,38	8,4	6,77
Temperatura	º C	8,6	17,9	11,5	10,2	8,1	18,8	11,8	14,3	14,9	15,4
Conductividad	uS/cm	450	473	327	288	217	415	79	107	291	628
Oxígeno Disuelto	%	88,3	88,4	98,2	99,3	97,8	107,3	96,3	98,2	98,8	41,3
	mg/l	8,28	8,39	9,06	9,93	9,87	9,5	9,15	9,12	9,13	3,82
Salinidad	mg/l	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Amonio	mg/l	0,42	0,38	0,18	0,1	0,2	0,23	0,09	1,06	0,06	0,06
DBO5	mg/l O2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	7,14
Fosfatos	mg/l	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
Fosforo Total	mg/l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Nitratos	mg/l	1,15	0,42	0,35	0,35	0,35	0,35	0,65	0,61	0,63	1
Nitritos	mg/l	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	6,56	5,81	4,83	4,6	4,75	8,73	5,34	5,27	4,18	3,07
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	130
Coliformes Totales	NMP/100 ml	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5400

N.A.: No Aplica. Indica las estaciones donde no se realizó el análisis debido a que no fue requerido.

Tabla 3.3.2. Resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Limarí. Las casillas en blanco se encuentran sin datos, debido a problemas técnicos con la instrumentación (Continuación).

Variable	Unidad	RL1A	RL1B	RL1C	RL1D	EP1B
pH		7,34	8,11	8	8,02	7,6
Temperatura	º C	16,7	17	13,4	14,6	16,9
Conductividad	uS/cm	3300	327	444	3300	3090
Oxígeno Disuelto	%	N.A.	131,7	94,9	N.A.	N.A.
	mg/l	N.A.	12,64	9,62	N.A.	N.A.
Salinidad	mg/l	1,6	1,6	N.A.	1,6	1,5
Amonio	mg/l	0,25	0,1	0,06	1,05	0,38
DBO5	mg/l O2	N.A.	6,12	7,17	5,24	N.A.
Fosfatos	mg/l	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
Fosforo Total	mg/l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Nitratos	mg/l	0,61	6,71	0,59	0,7	5,81
Nitritos	mg/l	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	6,03	5,42	5,99	4,91	6,94
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Coliformes Totales	NMP/100 ml	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

N.A.: No Aplica. Indica las estaciones donde no se realizó el análisis debido a que no fue requerido.

Tabla 3.3.3a. Resultados de las mediciones de los metales totales y disueltos en la columna de agua para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Limarí. (mg/L)

Estación		RH1b	RH2B	RM1	RR1	RG1	RG2C	RB1	RC1	RC2	RU1
Cd	Total	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013				
	Disuelto	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013		<0,013
Zn	Total	0,088	0,1707	<0,022	<0,022	0,0878	<0,022				
	Disuelto	0,1008	0,3462	0,1023	0,2413	0,1772	0,3432	0,2879	0,1831		0,2805
Cr	Total	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017				
	Disuelto	<0,017	0,0203	<0,017	0,0345	0,0208	<0,017	0,0261	<0,017		0,0174
As	Total	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041				
	Disuelto	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	0,0701	<0,041	<0,041	<0,041		<0,041
Cu	Total	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032				
	Disuelto	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032		<0,032
Ni	Total	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027				
	Disuelto	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027		<0,027
Pb	Total	<0,023	0,0287	0,0236	0,0238	<0,023	0,0226				
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023		<0,023
Al	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025				
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		<0,025
Se	Total	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13				
	Disuelto	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13		<0,13
Mn	Total	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029				
	Disuelto	0,1036	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029		<0,029
Ag	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023				
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023		<0,023
V	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022				
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022		<0,022
Ba	Total	0,0285	<0,023	0,0271	<0,023	<0,023	<0,023				
	Disuelto	0,0883	0,0396	0,0408	0,0366	0,0229	0,0661	0,0253	<0,023		0,0368
Co	Total	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018				
	Disuelto	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018		<0,018
Mo	Total	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014				
	Disuelto	<0,014	0,0246	<0,014	0,0185	0,0196	0,0215	0,022	<0,014		0,0219
Be	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025				
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		<0,025
B	Total	0,1501	0,1545	0,1304	<0,039	0,3327	0,1605				
	Disuelto	0,2784	0,3434	0,3066	0,2989	0,474	0,2767	0,2723	0,2339		0,2531
Fe	Total	<0,061	0,2153	0,169	<0,061	0,3901	0,0959				
	Disuelto	0,1139	0,4443	0,088	0,2925	0,2421	0,2509	0,4904	0,2613		0,3386
Sb	Total	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036				
	Disuelto	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036		<0,036
Hg	Total	<3.9E-4	<3.9E-4	<3.9E-4	<3.9E-4	<3.9E-4	<3.9E-4	<3.9E-4	<3.9E-4		<3.9E-4
	Disuelto	<3.9E-4	<3.9E-4	<3.9E-4	<3.9E-4	1,20E-03	<3.9E-4	<3.9E-4	<3.9E-4		<3.9E-4

Tabla 3.3.3a. Resultados de las mediciones de los metales totales y disueltos en la columna de agua para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Limarí (mg/L) (Continuación).

Estación		RL1A	RL1B	RL1C	RL1D	EP1B
Cd	Total	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
	Disuelto	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Zn	Total	0,1495	<0,022	<0,022	0,0242	0,1198
	Disuelto	0,3271	0,0945	0,1243	0,1304	0,2359
Cr	Total	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
	Disuelto	0,0177	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
As	Total	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
	Disuelto	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
Cu	Total	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
	Disuelto	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
Ni	Total	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
	Disuelto	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
Pb	Total	0,0254	<0,023	<0,023	<0,023	0,0248
	Disuelto	<0,023	<0,023	0,0238	0,0228	<0,023
Al	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Se	Total	0,1864	<0,13	<0,13	0,2046	0,1865
	Disuelto	0,1921	0,206	<0,13	<0,13	0,202
Mn	Total	<0,029	0,1676	<0,029	0,1315	<0,029
	Disuelto	0,0313	<0,029	<0,029	0,0811	<0,029
Ag	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	0,0247	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
V	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Ba	Total	0,1591	0,0418	0,1531	0,0756	0,1251
	Disuelto	0,1926	0,168	0,0253	0,0597	0,1872
Co	Total	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
	Disuelto	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Mo	Total	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
	Disuelto	0,025	<0,014	<0,014	<0,014	0,019
Be	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
B	Total	0,2562	0,1633	0,2587	0,2779	0,1847
	Disuelto	0,4468	0,2674	0,1799	0,1962	0,4148
Fe	Total	0,2133	0,1035	0,0524	0,1421	0,1628
	Disuelto	0,3125	0,1075	0,1696	0,1529	0,1941
Sb	Total	<0,036	0,0379	<0,036	<0,036	<0,036
	Disuelto	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036
Hg	Total		<3.9E-4	<3.9E-4	<3.9E-4	
	Disuelto	<3.9E-4	<3.9E-4	<3.9E-4	3,90E-04	<3.9E-4

Tabla 3.3.3b. Resultados de las mediciones de los metales totales en el sedimento para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Limarí. (mg/Kg)

Estación	RH2B	RM1	RR1	RG1	RG2	RB1	RC1	RC2	RU1
Cd	14.67	1.96	1.84	2.23	3.77	3.07	2.42	3.38	2.78
Zn	84.04	26.44	51.23	65.93	48.32	1092.13	51.49	75.85	53.49
Cr	142.21	344.15	203.61	100.64	566.5	210.81	191.09	10.28	759.09
As	24.39	22.79	<0,041	14.93	31.31	35.02	4.34	10.37	11.29
Cu	46.97	71.19	15.43	27.24	26.46	111.45	55.37	91.15	97.08
Ni	95.36	104.18	91.49	52.66	164.65	153.98	84.83	2.88	204.6
Pb	23.83	1.86	6.52	12.07	5.18	4.68	7.75	14.4	10.18
Al	4602.16	4143.87	5984.65	4929.18	10210	7773.9	7266.75	9164.5	10527.37
Se	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130
Mn	667.73	205.27	385.39	505.69	539	584.16	788.98	982.41	793.55
Ag	3.36	15.11	<0,023	<0,023	23.2	19.96	<0,023	<0,023	<0,023
V	106.31	74.13	79.18	87.27	124.25	143.58	120.76	158.95	120.85
Ba	97.82	54.81	35.84	54.16	73.7	65.19	60.51	89.05	77.16
Co	24.82	14.03	9.78	13.83	17.29	15.21	13.72	17.74	14.38
Mo	28.59	24.71	18.01	9.69	34.78	14.29	16.45	<0,014	38.48
Be	5.83	19.81	<0,025	<0,025	28.82	24.15	<0,025	<0,025	<0,025
B	86.53	114.42	71.66	86.53	93.45	1112.05	126.69	150.01	173.99
Fe	13989.4	15899.56	19025.31	21952.92	28440	24238.05	25154.51	37227.66	31871.75
Hg	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108	<0,108

Tabla 3.3.3b. Resultados de las mediciones de los metales totales en el sedimento para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Limarí. (mg/Kg) (Continuación).

Estación	RL1A	RL1B	RL1C	RL1D	EP1B
Cd	1.68	2.17	3.51	1.47	3.23
Zn	20.42	40.52	77.58	20.37	29.23
Cr	160.12	73.62	555.44	111.6	135.67
As	<0,041	5.99	31.13	19.35	3.49
Cu	14.23	49.24	86.71	13.61	11.5
Ni	65.24	71.42	185.63	55.15	47.51
Pb	5.41	5.01	2.82	2.87	4.74
Al	6688.95	3142.24	5898.48	5001	8707.36
Se	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130
Mn	502.79	884.65	770.34	222.65	787.95
Ag	<0,023	28.42	23.53	13.07	<0,023
V	113.23	162.73	116.87	67.03	198.23
Ba	39.08	5.03	64.22	31.1	37.34
Co	9.28	18.74	16.85	10.11	19.12
Mo	12.26	16.07	39.08	10.79	8.81
Be	<0,025	39.24	29.19	17.11	<0,025
B	77.41	199.72	979.26	111.65	129.54
Fe	17852.15	16458.42	26381.13	10271.51	35607.42
Hg	<0,108	<0,108	0.1836	<0,108	<0,108

3.3.4 Parámetros biológicos

3.3.4.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Las familias de macroinvertebrados bentónicos encontradas en las estaciones de muestreo de la cuenca del río Limarí se indican en la Tabla 3.3.4 con sus respectivas abundancias relativas respecto del tamaño muestreal (n) total.

Tabla 3.3.4. Abundancias de taxa de macroinvertebrados bentónicos encontradas por estación de muestreo en la cuenca del Limarí.

TAXA	RH1b	RH2B	RM1	RR1	RG1	RG2C	RB1	RC1	RC2	RU1	RL1A	RL1B	RL1C	RL1D	EP1B
ACARI															
Acari		7	3	1	2	2	2	1	1			2			8
COLEOPTERA															
Elmidae		20	32	76	31	23	1	25			1	12			
Gyrinidae						6									
Helodidae	1														
Hydrophilidae															1
COLLEMBOLA															
Collembola						1									
DIPTERA															
Athericidae				2	2			1							
Ceratopogonidae									1	1	1				6
Chironomidae	103	31	12	12	7	25	25	20	42	94	18	59	2		1
Dixidae	7														
Empididae	1	2										2			
Simulidae	12	12	2	13	3				1						
Tipulidae		6	6		3	26	1	2							1
EPHEMEROPTERA															
Baetidae		66	26	13	33	10	27	23	42	35			2		
Leptophlebiidae	58	2	43	26	69	25	69	27							
Caenidae		7				36		18							
HEMIPTERA															
Hemiptera	2							1		2					
Corixidae										1					
MEGALOPTERA															
Corydalidae			4	6	6			1							
ODONATA															
Aeshnidae		4				1		9	3	9	1				1
Caloperygidae		3				1	1	2	2	1					
Petaluridae				1			1								
Protoneuridae													1		
PLECOPTERA															
Gripopterygidae			34	17	12		43	23	8						
TRICHOPTERA															
Glossosomatidae	9		3		3										
Helicophidae			1												
Hydropsichydae		23	3	3	6	32		34	4		69	18	39		
Hydrobiosidae	4		3		2			1							
Hydroptilidae		2				6	2	1	33	9	3	38			14
Kokiridae															
Leptoceridae	1		2	4	1			1							
Sericostomatidae					4										
AMPHIPODA															
Hyalellidae		3	5	13		1	12	2	1				33		
ANNELIDA															
Oligochaeta	3	3	8	11		1	4	4		26	23	12	3	1	12
MOLLUSCA															
Ancylidae			5	6	2		2	1					12		
Hidrobiidae			12	3	8		2				1	38		1	47
Planorbidae				1								1		1	1
Physidae		7	2		5	6	8	6	49	24	1	3	2	1	27
Sphaeridae	1		2	3	7			2							
TURBELLARIA															
Dugesiidae		3	1			3	2	1	13		2	16	7		
N total	**202**	**201**	**209**	**211**	**206**	**205**	**202**	**206**	**200**	**202**	**120**	**201**	**101**	**4**	**119**

3.3.4.2 Índices de diversidad

Para caracterizar la diversidad de la cuenca hidrográfica se realizaron índices de riqueza (S), abundancia, diversidad de Shannon-Wiener (H), Simpson (1-D) y Equitatividad (J). Los resultados se muestran en la Tabla 3.3.5. De acuerdo a los resultados, se puede decir que en general, todas las estaciones presentan una alta riqueza taxonómica (entre 10 y 22 taxa, excepto para RL4) y una diversidad similar. Las estaciones con menor diversidad son RH1b, RU1, RB1, RL1A, RL1C y RL1D. Bajas diversidades suelen sugerir algún tipo de presión sobre las comunidades acuáticas.

Tabla 3.3.5. Índices comunitarios de diversidad por estaciones de muestreo para la cuenca del Limarí.

Estación	RH1b	RH2B	RM1	RR1	RG1	RG2C	RB1	RC1	RC2	RU1	RL1A	RL1B	RL1C	RL1D	EP1B
Riqueza (S)	11	17	20	17	17	17	16	22	13	10	10	12	10	4	11
Shannon (H)	1,39	2,22	2,42	2,19	2,16	2,31	1,93	2,46	1,90	1,58	1,28	1,95	1,59	1,39	1,72
Simpson (1-D)	0,65	0,84	0,88	0,82	0,82	0,88	0,80	0,89	0,82	0,72	0,61	0,82	0,73	0,75	0,76
Equidad (J)	0,58	0,78	0,81	0,77	0,76	0,82	0,70	0,80	0,74	0,69	0,56	0,78	0,69	1,00	0,72

3.3.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original

En la cuenca del Limarí se observó una calidad de las aguas desde una *Muy Buena* a una *Muy Mala* calidad (Tabla 3.3.6). Se Registró calidad *Muy Buena* o *Buena* en todas las estaciones de muestreo ubicadas aguas arriba de un embalse, mientras que las estaciones localizadas bajo embalse presentaron una calidad *Regular*. La estación RL1D, ubicada en la desembocadura de la cuenca, registró una *Muy Mala* calidad del agua, la cual solo registró oligoquetos y gasterópodos.

Tabla 3.3.6. Calidad del agua según el índice biótico ChBMWP para los ríos de la cuenca del Limarí, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP.

Estación	ChBMWP
RC1	120
RM1	115
RG1	112
RR1	94
RH2B	84
RB1	84
RG2C	81
RC2	68
RH1b	61
RL1B	47
RL1A	45
EP1B	44
RU1	41
RL1C	37
RL1D	12

Calidad del agua

- Muy Bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy Malo

3.3.4.4 Biomasa fitoplanctónica - clorofila-a

Los resultados indican que las concentraciones de clorofila no son constantes a través de la cuenca. Las concentraciones máximas se encuentran en los tramos de altitud media de la cuenca, alcanzando los 71,37 µg/L, después del embalse La Paloma. Por otro, lado los tramos a mayor y menor altitud presentan concentraciones de clorofila más bajas, promediando 8 µg/L aproximadamente (Tabla 3.3.7).

Tabla 3.3.7. Concentraciones de Clorofila-a medidas en las estaciones de muestreo de la cuenca del Limarí.

Estación	Determinación Clorofila a chl a (ug/L)
RH1b	2,67
RH2B	8,02
RM1	6,15
RR1	0,53
RG1	10,69
RG2C	N.D.
RB1	29,67
RC1	1,34
RC2	N.D.
RU1	25,93
RL1A	N.D.
RL1B	2,94
RL1C	71,37
RL1C	9,36
EP1B	12,3

N.D.: No determinado.

3.3.5 ESTRUCTURA HIDROMORFOLÓGICA

3.3.5.1 COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO

A lo largo de la cuenca se identificaron seis tipos de sustratos: fango-limo, arena, grava fina, grava, bolón y piedra, los cuales se presentaron diferencialmente a través de la cuenca (Tabla 3.3.8). En general en cada estación de muestreo se registró una diversidad de uno a cuatro tipos de sustratos, siendo RR1 y RM1 las estaciones más diversas, mientras que las dos estaciones ubicadas en el río Cogotí (RC1 y RC2) presentaron un solo tipo de sustrato. El sustrato de bolón fue registrado en todas las estaciones de muestreo, mientras que el sustrato grava solo fue observado en la estación RM1 y el sustrato basamento no fue observado en ninguna de las estaciones de muestreo.

Tabla 3.3.8. Diversidad de sustrato por estación de muestreo en la cuenca del río Limarí.

Estación	RH1b	RH2B	RM1	RR1	RG1	RG2C	RB1	RC1	RC2	RU1	RL1A	RL1B	RL1C	RL1D	EP1B
Fango-Limo												x	x	x	
Arena				x	x		x			x				x	
Grava fina			x												
Grava		x	x	x	x	x				x	x				x
Bolón	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Piedra	x	x	x	x		x									
Basamento*															

* Sustrato no identificado para ninguna estación de muestreo de la cuenca.

3.3.5.2 VEGETACIÓN DE RIBERA

La vegetación de ribera de la cuenca del río Limarí estuvo representada por árboles, arbustos y hierbas (Tabla 3.3.9), excepto en la estación RH1b situada a 1856 metros de altitud la cual presentó una cobertura compuesta en su totalidad por arbustos.

Tabla 3.3.9. Vegetación de ribera por estación de muestreo en la cuenca del río Limarí.

Estación	RH1b	RH2B	RM1	RR1	RG1	RG2C	RB1	RC1	RC2	RU1	RL1A	RL1B	RL1C	RL1D	EP1B
Arboles		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Arbustos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hierbas		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

3.3.6 EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO LIMARÍ

3.3.6.1 TIPOS DE RÍOS DE LA CUENCA DEL LIMARÍ

La cuenca del Limarí se ubica en la ecorregión mediterránea y según la clasificación de sus cuerpos de agua realizada por Fuster et al. (2011), es posible identificar cinco *Tipos* de ríos: andinos semiáridos (*Tipo* 6), transición semiáridos (*Tipo* 7), Desembocadura semiáridos (*Tipo* 8), transición semiáridos con dominancia calcárea (*Tipo* 9) y desembocadura semiáridos con dominancia calcárea (*Tipo* 10).

El análisis de similaridad (ANOSIM) realizado con los datos obtenidos a partir de parámetros fisiográficos, señaló que la cuenca no presentó diferencias estadísticamente significativas ($R = 0{,}138$; $p > 0{,}1$) entre estaciones de diferentes *Tipos* de ríos. Considerando que la cuenca del Limarí presenta un elevado impacto ambiental generado por la regulación de sus aguas mediante embalses, hemos comparado el grupo de estaciones ubicadas sobre embalse (RH1b, RH2B, RR1, RM1, RG1, RG2C, RB1, RC1 y RC2) del conjunto de estaciones localizadas bajo embalse (RU1, RL1A, RL1B, RL1C, RL1D, EP1B) registrando diferencias estadísticamente significativas entre los factores físicos medidos para ambos grupos de estaciones ($R = 0{,}465$; $p \leq 0{,}001$). Lo anterior es observable a través del Análisis de Escalamiento Multidimensional (MDS), el cual muestra gráficamente una segregación entre ambos grupos (Figura 3.3.2). Esta separación entre estaciones también se observó al comparar las comunidades de macroinvertebrados bentónicos registrados en tres muestreos realizados en aquellas estaciones durante la misma época del año en 2009, 2010 y 2012 (Figura 3.3.3), mostrando también diferencias estadísticamente significativas (ANOSIM: $R = 0{,}449$; $p \leq 0{,}001$). Sin embargo, considerando que los ríos regulados por embalses presentan alteración de sus características físicas, las cuales repercuten en las comunidades y explicarían las diferencias observadas entre ambos grupos de estaciones se ha determinado agrupar todas las estaciones de muestreo de la cuenca en un mismo *Tipo* de río, denominado D.

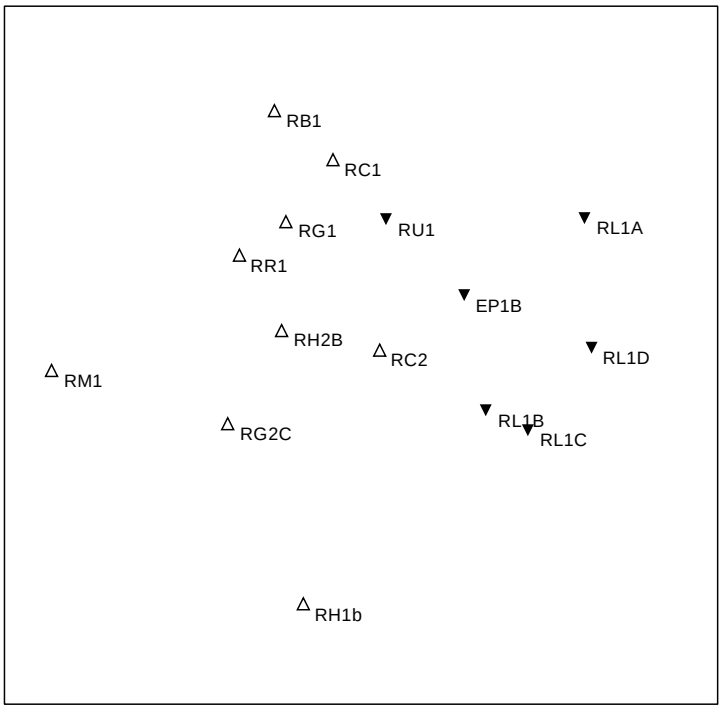


Figura 3.3.2. Análisis MDS de los componentes fisiográficos de las estaciones de muestreo de la cuenca del Limarí. Utilizando la medida de distancia Euclidiana en un gráfico de 2 dimensiones con un coeficiente de estrés = 0,2. Estaciones ubicadas: (Δ) sobre embalse y (▼) bajo embalse.

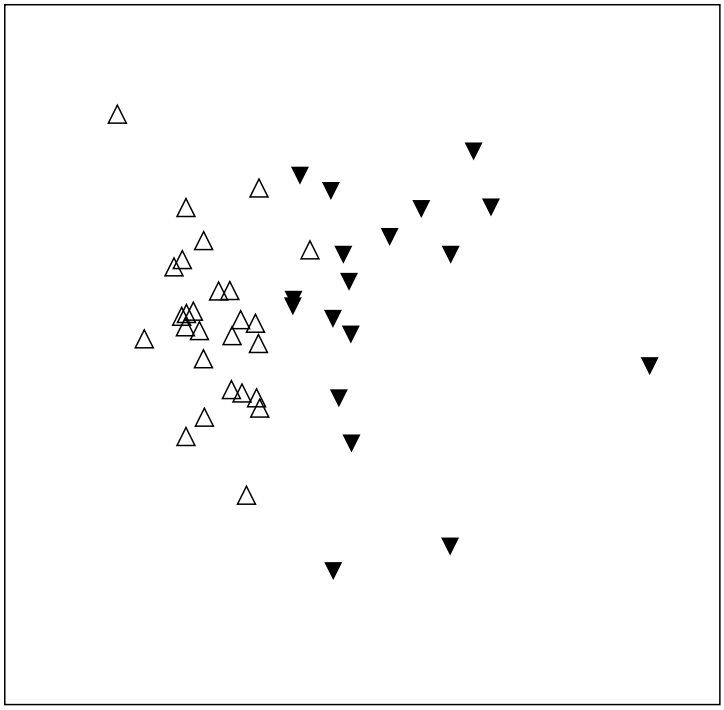


Figura 3.3.3. Análisis MDS de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones de muestreo de la cuenca del Limarí. Utilizando la medida de distancia Bray-Curtis en un gráfico de 2 dimensiones con un coeficiente de estrés = 0,2. Estaciones ubicadas: (Δ) sobre embalse y (▼) bajo embalse.

3.3.6.2 SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA EN LA CUENCA DEL LIMARÍ

De las 15 estaciones de muestreo, seis de ellas cumplieron con los requerimientos para ser consideradas de referencia; es decir, sin o con muy poca intervención antrópica, mientras que nueve de ellas presentaron algún nivel de impacto (Tabla 3.3.10), generado principalmente por la actividad agrícola y los embalses emplazados en esta cuenca (La Paloma, Recoleta y Cogotí). Estos embalses, conforman el sistema de riego más grande del país y el segundo en importancia en América del Sur.

Tabla 3.3.10. Estaciones de referencia e impactadas para la cuenca del Limarí.

Estaciones	Referencia	Impactadas
Tipo D	RM1 - RR1 - RG1 - RG2C - RB1 - RC1	RH1b - RH2B - RC2 - RU1 - RL1A - RL1B - RL1C - RL1D - EP1B

3.3.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Limarí

El gradiente de estrés de la cuenca se determinó mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP), incorporando las variables ambientales (física-químicas e hidromorfológicas) medidas en todas las estaciones de muestreo.

En la cuenca del Limarí, los dos primeros ejes del ACP explicaron un 56,92% de la varianza total, seleccionando al primer componente como el gradiente de estrés de la cuenca, ya que, por si solo explico más de un 37% de la varianza total (Figura 3.3.4). El componente 1 fue determinado por la altitud, la temperatura, los nitratos, el uso natural de la ribera, la conductividad y el uso agrícola de la ribera, variables que presentaron el mayor peso en este eje de análisis (> 0,3) (Tabla 3.3.11). Las estaciones de mayor altitud, un elevado porcentaje de uso natural de la ribera y una mayor diversidad de sustrato se ubicaron a la izquierda del gráfico (Figura 3.3.4), mientras que las estaciones con valores más elevados de conductividad, temperatura y nitratos se encuentran localizadas a la derecha, aumentando paulatinamente en dicha dirección. Estos resultados son consistentes, ya que, relacionamos la pérdida de calidad de las aguas y de la ribera con el emplazamiento de embalses en la parte media de la cuenca y con el aumento de zonas agrícolas y urbanas situadas principalmente en el valle del río Limarí.

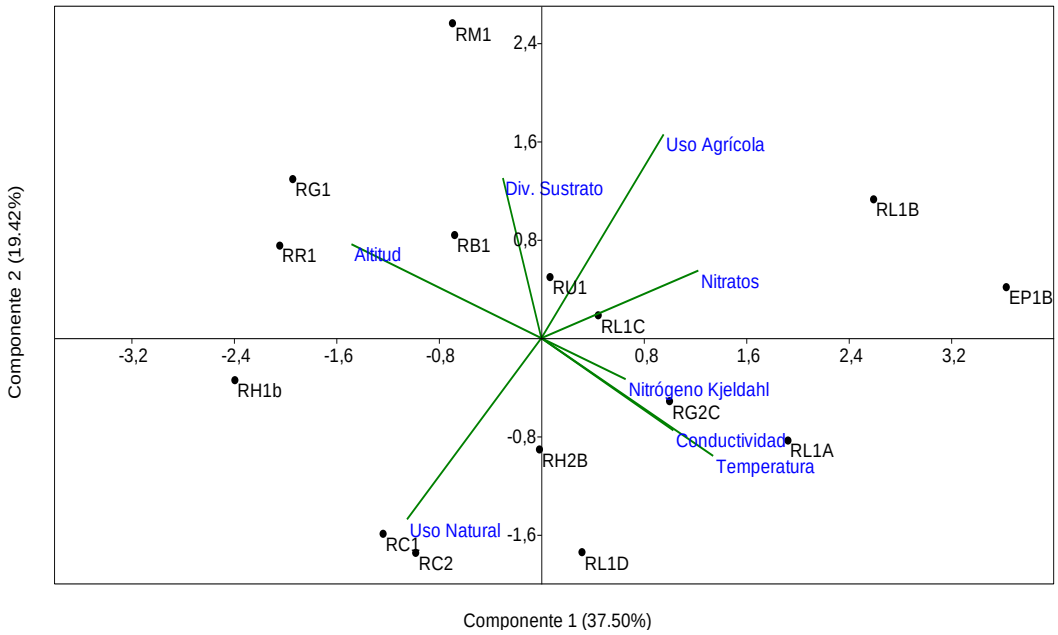


Figura 3.3.4. Disposición de las estaciones de muestreo de la cuenca del Limarí en el espacio definido por los dos primeros componentes en el ACP. Componente 1: Gradiente de estrés. (●) Estaciones de muestreo; (—) Variables ambientales.

Tabla 3.3.11. Variables con mayor influencia en el gradiente de estrés de la cuenca, con su respectivo peso en el primer componente de análisis.

Variable	ACP Eje 1
Altitud	-0,49
Conductividad	0,34
Temperatura	0,44
Nitratos	0,41
Uso Natural de la ribera	-0,35
Uso Agrícola de la ribera	0,32

3.3.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP

Al relacionar el gradiente de estrés con el índice biótico ChBMWP observamos que entre ambos existe una elevada correlación negativa estadísticamente significativa (Tabla 3.3.12). Lo cual nos permite determinar que ChBMWP será un buen indicador del estado ecológico de los ríos de la cuenca del Limarí. Además, al correlacionar las 26 variables ambientales, tanto físico-químicas como hidromorfológicas medidas para la cuenca, mostraron que la altitud, la conductividad y los nitratos son las variables que mejor explican la variación del índice biológico (Tabla 3.3.12).

Tabla 3.3.12. Coeficiente de correlación de Spearman (R) y su valor de significancia (p) entre el índice ChBMWP y, (a) el gradiente de estrés y (b) las variables ambientales más asociadas al valor del índice biótico en la cuenca del Limarí.

Correlación Spearman		ChBMWP	
		R	p
(a)	Gradiente	-0,624	0,014
	Altitud	0,760	0,001
(b)	Conductividad	-0,761	0,001
	Nitratos	-0,608	0,009

3.3.6.4 DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA SEGÚN EL ÍNDICE CHBMWP-LI

En la Tabla 3.3.13 se presentan las nuevas acotaciones de los rangos de valores del ChBMWP-Li para las estaciones en estudio en la cuenca del Limarí, obtenidas mediante la utilización del diagrama de *box-plot* (Figura 3.3.5).

Tabla 3.3.13. Acotaciones tentativas de los rangos de valores del índice ChBMWP-Li, para definir el estado ecológico de los cursos de agua de la cuenca del Limarí. Se indican las acotaciones de los rangos originales del índice.

Clase	Calificación	Color	Rango de Valores	
			Original	*Tipo* D
Clase I	Muy Bueno	Azul	>100	>84
Clase II	Bueno	Verde	61-100	51-84
Clase III	Moderado	Amarillo	36-60	30-50
Clase IV	Deficiente	Naranja	15-35	13-29
Clase V	Malo	Rojo	<15	<13

Al restablecer los rangos de calificación del ChBMWP-Li para caracterizar el estado ecológico de la cuenca observamos una diferencia leve respecto a los intervalos de clase original del índice (Tabla 3.3.13), lo cual se refleja en que las estaciones de muestreo se mantienen en la misma clase, a excepción de RR1.

En los ríos de la cuenca del Limarí se observó una paulatina disminución del estado ecológico, desde *Muy Bueno* en estaciones de ritrón como RC1, RM1, RG1 y RR1 todas ellas ubicadas sobre los 1000 metros de altitud, hasta un estado ecológico *Malo* en la desembocadura (RL1D) (Tabla 3.3.14, Figura 3.3.6). Es importante destacar que las estaciones ubicadas bajo embalse (RU1, RL1A, RL1B, RL1C, RL1D y EP1B) presentaron tanto una calidad del agua como un estado ecológico que nos indican un impacto notable en las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de la zona en estudio.

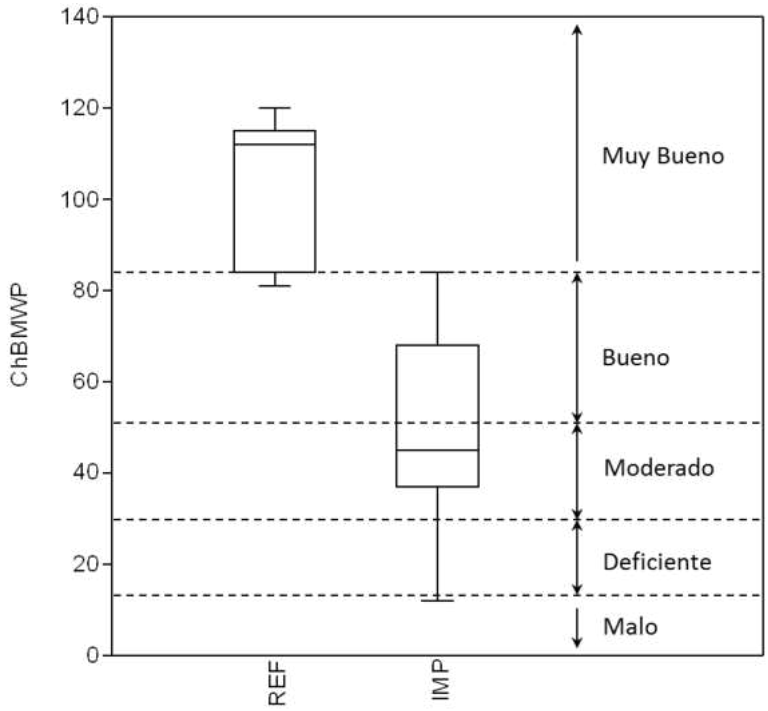


Figura 3.3.5. *Box-plot* de los valores del índice ChBMWP-Li en las estaciones de referencia (REF) e impactadas (IMP) de la cuenca del Limarí. Las barras (⊤/⊥) indican el valor máximo y mínimo registrado para las estaciones de referencia e impactadas. Los límites inferior y superior del diagrama de caja señalan el percentil 25 y 75 respectivamente. La mediana se muestra con una línea horizontal en el interior de la caja. Las líneas discontinuas indican los límites entre rangos de calidad.

Tabla 3.3.14. Estado ecológico para los ríos de la cuenca del Limarí, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP-Li.

Estación	ChBMWP *Tipo* D
RC1	120
RM1	115
RG1	112
RR1	94
RH2B	84
RB1	84
RG2C	81
RC2	68
RH1b	61
RL1B	47
RL1A	45
EP1B	44
RU1	41
RL1C	37
RL1D	12

Estado Ecológico

- Muy Bueno
- Bueno
- Moderado
- Deficiente
- Malo

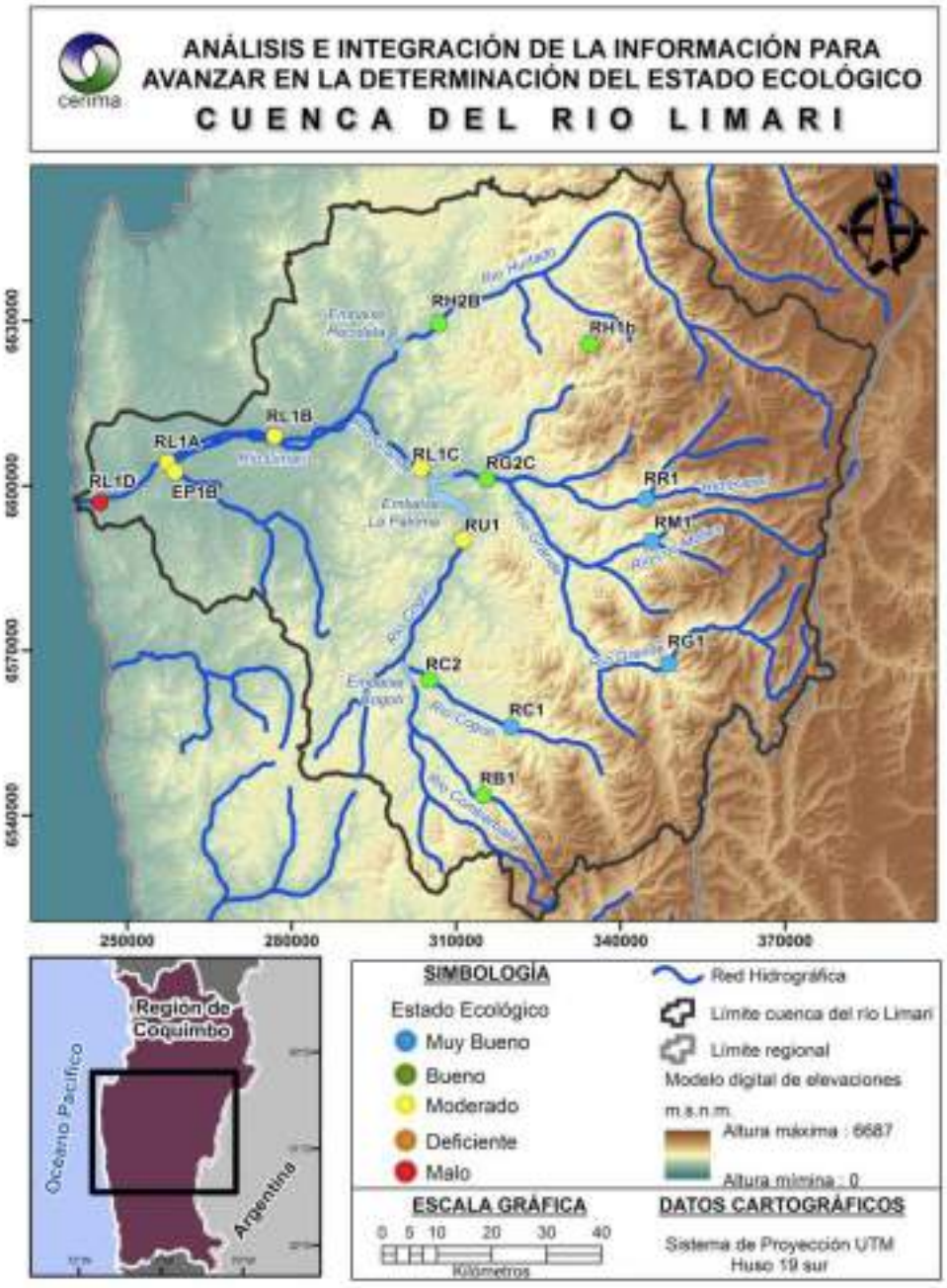


Figura 3.3.6. Estaciones de muestreo de la cuenca del río Limarí con sus respectivos estados ecológicos.

3.3.7 CONCLUSIONES

En contraste con los cinco *Tipos* definidos por Fuster et al. (2011) para la cuenca del Limarí, en este estudio solo se estableció un *Tipo* de río, mediante la utilización de factores fisiográficos así como de las comunidades bentónicas del área en estudio, registrándose diferencias solo entre estaciones sobre o bajo embalse. En este sentido se evidencia que no existen diferencias entre los tipos calcáreos y silíceos propuestos en su trabajo. Por otro lado, en esta cuenca el impacto de los embalses es evidente, provocando una división en el continuo de la cuenca, y en su calidad ecológica. Estas represas ya forman parte del sistema y no van a ser removidas para mejorar la calidad de la cuenca, dada su enorme importancia para el desarrollo humano y económico de la zona. Por ello, la tipología propuesta por Fuster et al. (2011) podría ser modificada y evaluada en dos tipos: andinos semiáridos con vegetación de ribera (aguas arriba de la represa), y tipo transición semiáridos con regulación de embalse (aguas debajo de los embalses). Todo lo anterior podría ser evaluado en estudios posteriores, de manera de ser considerado por la autoridad correspondiente como una manera de gestionar la cuenca de manera diferenciada en su protección, uso y conservación.

Con los resultados obtenidos en este estudio, consideramos que por el momento se debe utilizar el ChBMWP-Li (definido para la cuenca del Limarí), incorporando en estudios futuros las diferencias comentadas en el párrafo anterior y evaluando su utilidad.

La baja intervención antrópica de la parte alta de la cuenca nos permitió definir adecuadamente estaciones de referencia para la cuenca, las cuales presentan un nivel de impacto bajo o nulo sobre las comunidades bentónicas. Considerando la superficie que abarca esta cuenca, es importante incorporar nuevas estaciones de muestreo en áreas de vigilancia no consideradas para este proyecto como RLM1, RT1 y EI1.

En general los ríos de la cuenca presentaron un estado ecológico *Muy Bueno* o *Bueno*, en todas las estaciones muestreadas sobre embalses, mientras que las estaciones de muestreo

ubicadas bajo embalse presentaron un estado ecológico *Moderado*, el cual disminuye paulatinamente hacia la desembocadura, en donde RL1D presento un estado ecológico *Malo*.

El emplazamiento de embalses y la actividad agrícola parecen explicar los principales cambios en las condiciones ambientales de la cuenca provocando un deterioro de la calidad biológica, la desaparición de algunos taxa como Plecóptera, Efemeróptera y Megóptera, y en general empobreciendo el estado ecológico de la cuenca del Limarí.

3.3.8 ANEXO DE DATOS

A continuación se muestra un ejemplo de ficha de terreno digital generada para una estación de muestreo de la cuenca del Limarí.

AREA MUESTREO
CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CENMA)

FICHA DE TERRENO - N° 2

1.- CARACTERIZACION DE LA ESTACION			
Nombre	COGOTI ANTES DE EMBALSE		
Código	RC2-12		
Cuenca	LIMARI		
Río	COGOTI		
Ubicación (UTM-N,UTM-E, DATUM, MSNM)	6564645	305104	668

2.- INFORMACION MONITOREO	
Fecha Muestreo	Hora Muestreo
05/09/2012	11:10

3.- CARACTERISTICAS DEL RIO		
Pendiente del cauce	Ancho del río	Profundidad

4.- PARAMETROS FISICO-QUIMICOS IN-SITU, AGUA SUPERFICIAL			
Velocidad (m/s)	pH (u pH)	Temperatura (°C) Agua	Temperatura (°C) Aire
0,5	8,4	14,9	
Conductividad (uS/cm)	Oxígeno D (%)	Oxígeno D (mg/L)	Salinidad
291	98,8	9,13	

5.- ENCARGADOS DE MONITOREO
Alejandro Palma, Magíster en Biología Javier Gonzalez, Magíster en Ecología

6.- OBSERVACIONES
Hora Inicio: 11:10, hora de término: 11:50 Rio pendiente media, sustrato bolones con perifiton y baja eutroficacion, un puente ferroviario cruza aguas arriba. Aguas claras

7.- IMAGENES MONITOREO





3.4 CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA

3.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

La cuenca hidrográfica del río Aconcagua se sitúa entre los paralelos 32° 20' y 33° 07 de latitud Sur y los 71° 31' y 70° 00' de longitud oeste. Se ubica geográficamente en la V Región de Valparaíso, en el extremo sur de la zona de los Valles Transversales o Semiárida. Su extensión es de 7.340 Km^2 y su rumbo general es de este a oeste. Los afluentes más caudalosos son recibidos por la ribera norte y todos sus tributarios formativos asientan sus cabeceras en la cordillera andina en un sector donde ésta alcanza elevaciones excepcionales, tales como los cerros Juncal (6110 m.), Alto de Los Leones o Cabeza de León (5400 m.) y el macizo del Aconcagua (7021 m.).

La reunión del río Juncal, proveniente del oriente, y del río Blanco que viene del sureste da origen al río Aconcagua en la cordillera de Los Andes a 1430 m. de altitud. Desde la junta con el río Blanco, el río Aconcagua recorre 142 Km. hasta su desembocadura en la bahía de Concón. El río Juncal se origina en la cordillera y divide las aguas con la cuenca del río Maipo en el glaciar Juncal Norte, donde recibe numerosos arroyos la mayoría originados en glaciares colgados. El río Blanco se genera al pie norte de los cerros La Copa y El Altar, se dirige al NW con una gran pendiente y una longitud de 15 Km. En el tramo río Blanco-Los Andes, el tributario más importante por la ribera norte es el río Colorado, el limo que posee más otros sedimentos rojizos enturbian sus aguas en las crecidas. Otros afluentes menores al Aconcagua en este tramo son los esteros Riecillos y Vilcuya. En los alrededores de San Felipe el río Aconcagua recibe otros tributarios, como el estero Pocuro que recoge aguas de precordillera, de la vertiente norte del cordón de Chacabuco. Cuatro kilómetros aguas abajo de San Felipe, el río Aconcagua recibe uno de sus más importantes afluentes, el río Putaendo, originado a 1.188 m. Desarrolla un curso dirigido al SSW de 34 Km. y desemboca en el Aconcagua en una caja muy ancha y pedregosa. La hoya situada entre Los Andes y San Felipe recibe por su vertiente

norte el estero Quilpué que drena un amplio sector cordillerano con una red de esteros y arroyos.

En el sector comprendido entre San Felipe y La Calera, el principal tributario es el estero Catemu que riega el valle agrícola de ese nombre; tiene un desarrollo de 14 Km. en dirección sur. También en este tramo recibe el estero Los Loros desde el sur y que drena el valle tectónico de Llay Llay. En el curso inferior entre La Calera y el mar, los afluentes relevantes son los esteros Los Litres y Limache. El primero drena la falda sur de La Calera, por la vaguada de un valle agrícola, donde se emplazan las ciudades de El Melón y Nogales. El estero Limache se une al río Aconcagua por la izquierda a sólo 8 Km. del mar, en Concón Alto.

División político-administrativa: se ubica en la V región de Valparaíso, cubriendo parcialmente el territorio de las provincias de San Felipe de Aconcagua, Los Andes, Quillota y Valparaíso. Su superficie equivale al 45% de la superficie regional. Los asentamientos con mayor número de habitantes en la cuenca son las localidades de Quillota, San Felipe, Los Andes y La Calera.

Clima: La cuenca presenta dos tipos de clima, templado del tipo Mediterráneo con estación seca prolongada y frío de altura en la Cordillera de los Andes. El primero se desarrolla prácticamente en toda la cuenca del río Aconcagua. El invierno es bien marcado con temperaturas extremas que llegan a 0 °C. Los Andes registra una temperatura media anual de 15,2 ºC pero los contrastes térmicos son fuertes. En verano las máximas alcanzan valores superiores a 27 ºC durante el día. La precipitación media anual en el sector costero de la cuenca alcanzan valores aproximados de 395 mm/año y temperaturas de 14.5 ºC. Por efectos del relieve, en el sector centro de la cuenca, se presentan áreas de mayor sequedad y montos menores de precipitación (261 mm/año). En sectores más elevados, las precipitaciones aumentan alcanzando valores medios anuales de 467 mm y temperaturas medias anuales de 14,1 ºC (Estación Vilcuya). Por otro lado, el clima frío de altura se localiza por sobre los 3.000 metros de altura, caracterizándose por bajas temperaturas y precipitaciones sólidas, acumulación de nieve y presencia de campos de hielo de tipo permanentes en cumbres y quebradas de la alta Cordillera.

Actividad económica: Las principales actividades económicas en esta cuenca son agricultura, minería e industria. La actividad agrícola se desarrolla principalmente en los alrededores de las ciudades de San Felipe y Los Andes, donde los cultivos principales son las siembras de cereales y chacras, siendo utilizado como fuente de canales de regadío. En cuanto a la actividad industrial, la minería metálica más importante de la cuenca corresponde a la explotación de cobre fino en sectores de Los Andes y Catemu. De las compañías mineras que se emplazan en la cuenca se pueden destacar a la empresa Codelco División Andina (cobre y molibdeno) y la Compañía Minera Disputada de las Condes con las faenas mineras: Fundición Chagres, Planta El Soldado, Planta El Cobre y Mina Los Bronces, actualmente en operación y dedicadas a la explotación del mineral de cobre. La División Andina de Codelco, cuenta con el mayor yacimiento de la región ubicado en la provincia de Los Andes, donde se localizan las minas Andina y Sur-Sur. La producción minera, se procesa en Ventanas. Con respecto a la minería no metálica, destaca la explotación de caliza, que se destina principalmente a la producción de Cemento Melón, en la comuna de La Calera. Además de la minería del cobre, la actividad industrial sobresale por su diversidad, ya que cuenta con actividades tan diversas como industrias de alimentos, conserveras, cemento y minería. La industria está representada también, por la fabricación de productos químicos industriales y frigoríficos relacionados con la conservación de todo tipo de carnes.

Geología y volcanismo: La cuenca está influenciada en el sector alto, por rocas sulfuradas, materiales volcánicos vítreos de texturas gruesas ubicados en los sectores de mayores pendientes en la Cordillera de los Andes. En el sector de río Aconcagua, localidad de San Felipe, existe influencia de rocas ácidas. En sectores próximos a la desembocadura, existe influencia mixta de rocas sulfuradas y de caliza. Las formaciones antes mencionadas corresponden a tres tipos de rocas. El primer tipo son las rocas sedimentarias del Pleistoceno-Holoceno; Depósitos fluviales; gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y llanuras de inundación. El segundo tipo son rocas volcánicas del Mioceno Inferior-medio; Complejos volcánicos parcialmente erosionados y secuencias volcánicas, lavas, brechas, domos y rocas piroclásticas andesíticos-basálticas a dacíticas. Y el tercer tipo son rocas volcano-sedimentarias del cretácico inferior-Cretácico Superior. Son

secuencias sedimentarias y volcánicas continentales, con escasas intercalaciones marinas: brechas sedimentarias y volcánicas, lavas andesíticas, ocoitas, conglomerados, areniscas, linolitas calcáreas lacustres con flora fósil; localmente calizas fosilíferas marinas en la base. No existe influencia de volcanes en el área de la cuenca.

Hidrogeología: Los acuíferos subterráneos se ubican solamente alrededor del cauce del río Aconcagua y río Putaendo, en el resto de la cuenca la permeabilidad es nula o muy baja. El movimiento del acuífero es en sentido del movimiento del cauce principal del río. En el sector de desembocadura se presentan dos acuíferos, uno a nivel superficial y con una profundidad variable, permeable y de buena capacidad de almacenamiento, en el cual se encuentra en contacto directo con la recarga proveniente del río Aconcagua. A una mayor profundidad se ubica un acuífero confinado, el que se encuentra separado del anterior por una capa predominantemente arcillosa. Dada la baja permeabilidad del estrato arcilloso, se genera un confinamiento del acuífero inferior, el que presenta niveles piezométricos generalmente distintos al acuífero superficial. Los depósitos fluviales del río, se alternan con apozamientos (arcillas) y sedimentos más graduados provenientes de las laderas.

Usos del suelo: El uso agrícola en la cuenca comprende 83.470 Ha equivalentes al 12,56% de la superficie total. De esta superficie, aproximadamente el 7% es utilizado para fines de cultivo permanentes. Además, comprende 586 Ha de terrenos cuyo uso se destina a rotación cultivo-pradera. De la superficie total plantada, la mayor parte está destinada al cultivo de frutales y a las plantaciones forestales, con un 35 y 22% de uso, respectivamente. Luego destacan las forrajeras y cultivo de hortalizas y cereales, con un 18, 14 y 6% aproximadamente para cada rubro. En el caso de la actividad ganadera, el ganado bovino y caprino son los predominantes en la cuenca con un 31,6 y 22,77%, respectivamente. Luego el tipo de ganado porcino y ovino con un 19,58% y 12,84% de ejemplares para cada tipo, respectivamente. Del ganado equino, el del tipo caballar predomina con casi un 12% del total de ganado criado en la cuenca. La superficie de la cuenca destinada a actividad minera industrial comprende una superficie de 1.037 Ha equivalente al 0,1% del total de la superficie de la cuenca.

En cuanto al uso forestal se puede decir que no es de los más importantes en la cuenca ya que las plantaciones de bosque alcanzan las 2.910 Ha, siendo aproximadamente el 0,5% de la cuenca. La superficie que corresponde a bosque nativo es de 29.226 Ha. Dentro de la cuenca, las provincias con mayor importancia según superficie destinada a la actividad forestal son Valparaíso y Quillota, concentrando entre ambas aproximadamente el 99% de la superficie destinada a este tipo de uso. La superficie forestal está constituida principalmente por plantaciones de Eucaliptus.

Con respecto al sector urbano, Quillota, San Felipe, Los Andes y La Calera, son las localidades que concentran el mayor número de habitantes en la cuenca, asentamientos que estarían emplazados próximos al cauce principal del río Aconcagua y a los Esteros Limache, Catemu y Los Litres.

En esta zona, existen áreas bajo protección oficial del SNASPE, las que están emplazadas en la cuenca y corresponden al Parque Nacional La Campana y la Reserva Nacional río Blanco. La superficie total abarcada por estas áreas es de 8.945 Ha, equivalentes al 1,2% de la superficie total de la cuenca. En la cuenca existe sólo un sitio de Conservación de la Biodiversidad, la Cordillera El Melón.

3.4.2 ESTACIONES DE MUESTREO

En la cuenca del río Aconcagua se seleccionaron 12 estaciones de muestreo (Figura 3.4.1). En general, estos estaciones fueron seleccionadas por ser de la DGA. También se consideró la cercanía a zonas pobladas y agrícolas, situación que se intensifica en las estaciones con altitudes inferiores a los 1000 m.

La relevancia de las estaciones BL10, JU10, AC10 y CO10 se debe a que se encuentran a altitudes superiores a los 1000 m. Además las dos primeras estaciones entregan información

del río Juncal a una altitud de 1502 m. (JU10) y a 1453 m., antes del río Blanco (BL10). Las estaciones CA20, PO20, QU10 y LI10 entregan información sobre los esteros Catemu, Pocuro, Quilpué y Limache antes del embalse Los Aromos respectivamente. Las estaciones AC10, AC30 y AC40 fueron escogidos debido a que permiten el análisis del río Aconcagua a diferentes altitudes (1035, 391 y 239 m. respectivamente). El primero de ellos se encuentra abajo del río Colorado, el segundo en Romeral y el tercero en puente Colmo. Por último PU1 informa sobre el río Putaendo y DES1 sobre la desembocadura del río. Las coordenadas de las estaciones de muestreo se muestran en la Tabla 3.4.1.

Tabla 3.4.1. Coordenadas de cada una de las áreas de vigilancia establecidas como estaciones de muestreo.

Código Área de Vigilancia	Nombre de Estación	UTM Norte	UTM Este
JU10	Río Juncal	6356392	379428
BL10	Río Juncal antes de Blanco	6358210	379024
CO10	Río Colorado	6363351	367576
CA20	Estero Catemu	6371542	314819
AC10	Aconcagua abajo Colorado	6363606	364743
AC30	Río Aconcagua en Romeral	6367626	312871
AC40	Aconcagua en puente Colmo	6368252	296822
PU10	Putaendo	6377016	334838
QU10	Estero Quilpué	6376502	337770
PO20	Estero Pocuro antes Aconcagua	6372890	338473
LI10	Estero Limache antes embalse Los Aromos	6348385	283692
DES1	Desembocadura	6355010	275389

3.4.3 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Los resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos y los metales de la cuenca del Aconcagua se muestran en la Tabla 3.4.2 y la Tabla 3.4.3 respectivamente.

Tabla 3.4.2. Resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Aconcagua. Las casillas en blanco se encuentran sin datos, debido a problemas técnicos con la instrumentación.

Variable	Unidad	JU10	BI10	CO10	CA20	AC10	AC30	AC40	PU10	QU10	PO20	LI10	DES1
pH		8,04	8,32	8,65	7,85	7,91	8,46	8,44	7,9	7,66	7,69	7,7	7,5
Temperatura	º C	5,5	9,1	14,9	19,3	18,4	19,7	18,4	14,6	16,8	12,9	18,5	16,4
Conductividad	uS/cm	392	297	304	657	N.A.	623	660	707	667	469	950	1040
Oxígeno Disuelto	%	97,7	106,7	110,9	90,5	N.A.	127,5	79,2	87,5	67,1	80,9	102,2	74
	mg/l	10,35	10,03	9,3	8,05	N.A.	11,23	7,25	8,17	6,07	7,73	9,6	7,1
Salinidad	mg/l	3,19	1,22	0,06	N.A.	0,37	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0,06	0,06
DBO5	mg/l O2	6,57	6,05	2,31	4,66	5,6	8,45	6,02	3,28	21,88	11,96	8,29	2,24
Alcalinidad	mg/l CO3H-	96,9	85,44	89,35	216,02	73,54	198,55	191,36	189,11	103,64	86,44	210,13	213,17
Calcio Total	mg/l	59,52	47,36	39,6	88,46	35,62	89,63	103,09	109,2	70,74	69,18	116,12	181,37
Cloruros	mg/l	18,79	11,25	17,48	22,3	11,9	7,19	22,54	28,78	12,95	26,62	79,87	43,17
Detergentes aniónicos	mg/l	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Fosfatos	mg/l	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	6,82	2,53	1,84	1,84
Fosforo Total	mg/l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	2,18	0,81	0,6	0,6
Magnesio Total	mg/l	10,15	5,23	7,11	41,11	4,89	29,29	30,62	22,71	26,93	10,22	50,23	37,91
Nitratos	mg/l	1,48	2,06	0,38	16,9	1,7	14	9,99	5,24	37,9	4,08	13,5	15,8
Nitritos	mg/l	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	N.A.	N.A.	N.A.	0,06	N.A.	0,06	0,06	0,06	0,57	3,7	N.A.	N.A.
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	5,36	4,54	5,01	4,74	5,15	4,81	4,54	5,9	18,76	5,63	5,29	5,08
Sólidos en Suspensión	mg/l	5	7	2,7	7	9	8	4	13	2190	93,3	3	3
Sulfatos	mg/l	103	57,9	53,1	190	48,2	186	245	218	90,2	129	326	338
Turbidez	NTU	3,4	4,15	0,81	1,05	6,26	31,9	1,72	1,77	3532	31	2,49	2,02
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	79	11	33	17	140	540	49	79	2400	170	350	79
Coliformes Totales	NMP/100 ml	540	130	33	3500	920	2400	9200	5400	9200	2400	5400	9200

N.A.: No Aplica. Indica las estaciones donde no se realizó el análisis debido a que no fue requerido.

Tabla 3.4.3. Resultados de las mediciones de los metales totales y disueltos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Aconcagua.

Estación		JU10	BL10	CO10	CA20	AC10	AC30	AC40	PU10	QU10	PO20	L I10	DES1
Cd	Total	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	
	Disuelto	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Zn	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	0,3521	0,0322	<0,022	
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	0,1321	0,0922	0,0726	<0,022	<0,022
Cr	Total	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	0,0014	<0,017	<0,017	
	Disuelto	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
As	Total	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	0,0466	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	
	Disuelto	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
Cu	Total	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	2,516	0,3913	<0,032	
	Disuelto	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
Ni	Total	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	
	Disuelto	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
Pb	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	0,024	<0,023	<0,023	
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
Al	Total	<0,025	0,2513	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	P	1,43	<0,025	
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	2,401	<0,025	<0,025	<0,025
Se	Total	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	
	Disuelto	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130
Mn	Total	0,1176	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	2,393	0,1814	0,1573	
	Disuelto	0,094	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	0,1697	0,078	0,1226	<0,029
Ag	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
V	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Ba	Total	0,0276	<LD	<LD	0,0458	<LD	0,0352	0,038	0,0449	0,1929	0,0392	0,0596	
	Disuelto	<LD	0,0244	0,0257	0,0571	0,0229	0,0505	0,0513	0,0546	0,1967	0,0742	0,0632	0,0683
Co	Total	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	0,0369	<0,018	<0,018	
	Disuelto	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Mo	Total	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	
	Disuelto	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
Be	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
B	Total	0,1341	0,1065	0,0865	0,1105	0,1547	0,1345	0,1608	0,1199	0,1727	0,1153	0,1234	
	Disuelto	0,1034	0,1191	0,0883	0,1085	0,1028	0,1327	0,1467	0,1085	0,1757	0,1133	0,0718	0,1278
Fe	Total	0,0934	0,2325	<LD	0,0712	0,2783	0,2013	0,0965	0,1716	P	1,686	0,2806	
	Disuelto	0,0105	0,0694	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	2,196	<LD	0,0705	<LD
Sb	Total	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	
	Disuelto	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

3.4.4 PARÁMETROS BIOLÓGICOS

3.4.4.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Las familias de macroinvertebrados bentónicos encontradas en las estaciones de muestreo de la cuenca del río Aconcagua se indican en la Tabla 3.4.4 con sus respectivas abundancias relativas respecto del tamaño muestreal (n) total.

Tabla 3.4.4. Abundancias de taxa de macroinvertebrados bentónicos encontradas por estación de muestreo.

TAXA	JU10	BL10	CO10	CA20	AC10	AC30	AC40	PU10	QU10	PO20	LI10	DES1
ACARI												
Acari									1		1	
COLEOPTERA												
Elmidae		1	48	32	38	33	12	2	2			1
COLLEMBOLA												
Collembola									1		1	
DIPTERA												
Ceratopogonidae					3							
Chironomidae	8	189	19	56	23	13	4	49	4	107	42	63
Empididae			1									
Simulidae					3							
Stratiomyidae				1								
Tipulidae				1	1		2	2				
EPHEMEROPTERA												
Baetidae	1	4	48	42	100	62	76	67			13	34
Leptophlebiidae			23					4				
PLECOPTERA												
Gripopterygidae			1									
TRICHOPTERA												
Hydropsichydae			12	47		29	10	23			1	17
Hydrobiosidae	2	6	6		19							
Hydroptilidae			3			3	9	39			3	8
AMPHIPODA												
Hyalellidae				1			15				32	69
DECAPODA												
Aeglidae								14				
ANNELIDA												
Hirudinea										13	1	1
Oligochaeta			38	13	2		2		5	69	51	3
MOLLUSCA												
Ancylidae								1				
Chilinidae			1					1				
Physidae				1		60	69		1	11	55	5
Sphaeridae				3								
TURBELLARIA												
Dugesiidae				3			1					
N total	**11**	**200**	**200**	**200**	**189**	**200**	**200**	**202**	**14**	**200**	**200**	**201**

3.4.4.2 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Para caracterizar la diversidad de la cuenca hidrográfica se realizaron índices de riqueza (S), abundancia, diversidad de Shannon-Wiener (H), Simpson (1-D) y Equitatividad (J). Los resultados se muestran en la Tabla 3.4.5. De acuerdo a los resultados, pocas estaciones presentan una alta riqueza taxonómica (entre 9 y 11 taxa) siendo en general la diversidad bastante baja (< 1,60). Las estaciones con menor diversidad son JU10, BL10 y PO20. Bajas diversidades suelen sugerir algún tipo de presión sobre las comunidades acuáticas.

Tabla 3.4.5. Índices comunitarios de diversidad por estaciones de muestreo para la cuenca del Aconcagua.

Estación	JU10	BL10	CO10	CA20	AC10	AC30	AC40	PU10	QU10	PO20	LI10	DES1
Riqueza (S)	3	4	11	11	8	6	10	10	6	4	10	9
Shannon (H)	0,76	0,26	1,89	1,73	1,35	1,54	1,58	1,68	1,57	1,04	1,67	1,58
Simpson (1-D)	0,43	0,11	0,82	0,79	0,65	0,76	0,72	0,78	0,76	0,59	0,79	0,75
Equidad (J)	0,69	0,19	0,79	0,72	0,65	0,86	0,69	0,73	0,88	0,75	0,73	0,72

3.4.4.3 ÍNDICE BIÓTICO DE CALIDAD DEL AGUA CHBMWP ORIGINAL

La cuenca del Aconcagua presentó desde *Regular* a *Mala* calidad de sus aguas (Tabla 3.4.6), no registrando ninguna de las estaciones en estudio calidad *Buena* o *Muy Buena*. Esto indica un claro impacto negativo sobre las comunidades bentónicas en todos los cursos de agua muestreados en la cuenca del Aconcagua.

Tabla 3.4.6. Calidad del agua según el índice biótico ChBMWP para los ríos de la cuenca del Aconcagua, por área de vigilancia y estación de muestreo.

Estación	ChBMWP
CO10	58
PU10	56
CA20	45
AC40	44
AC10	37
DES1	37
LI10	36
AC30	27
BL10	20
QU10	17
JU10	14
PO20	9

Calidad del agua

- Muy Bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy Malo

3.4.4.4 Biomasa fitoplanctónica - clorofila-a

Los resultados indican que las concentraciones de clorofila no son constantes a través de la cuenca. Las concentraciones más altas se encuentran en los tramos bajos de la cuenca, alcanzando los 13,90 µg/L. Por otro lado, los tramos en mayores altitudes presentan concentraciones de clorofila más bajas, llegando incluso a tener un valor nulo en la estación AC10 (Tabla 3.4.7)

Tabla 3.4.7. Concentraciones de Clorofila-a medidas en las estaciones de muestreo de la cuenca del Aconcagua.

Estación	Determinación Clorofila a chl a (ug/L)
JU10	1,6
BL10	6,95
CO10	4,28
CA20	12,03
AC10	0
AC30	N.D.
AC40	7,75
PU10	7,48
QU10	N.D.
PO20	8,55
LI10	13,9

N.D.: No determinado.

3.4.5 Estructura hidromorfológica

3.4.5.1 Composición del sustrato

A lo largo de la cuenca se identificaron seis tipos de sustratos: fango-limo, arena, grava, bolón, piedra y basamento, los cuales se presentaron diferencialmente a través de la cuenca (Tabla 3.4.8). En general en cada estación de muestreo se registró una diversidad de uno a cuatro tipos de sustratos, siendo las estaciones ubicadas por sobre los 1080 m.s.n.m. BL10, JU10 y CO10 las que presentaron la máxima riqueza de sustrato compuesta por arena, grava, bolón y piedra. Mientras que CA20 y QU10 solo presentaron el sustrato de la categoría más fina, fango-limo.

Tabla 3.4.8. Diversidad de sustrato por estación de muestreo en la cuenca del río Aconcagua.

Estación	JU10	BL10	CO10	CA20	AC10	AC30	AC40	PU10	QU10	PO20	LI10	DES1
Fango-Limo				x		x	x	x	x	x		
Arena	x	x	x		x	x	x					
Grava fina*												
Grava	x	x	x					x		x	x	x
Bolón	x	x	x					x			x	x
Piedra	x	x	x		x					x		x
Basamento					x							

* Sustrato no identificado para ninguna estación de muestreo de la cuenca.

3.4.5.2 VEGETACIÓN DE RIBERA

La vegetación de ribera de la cuenca del río Aconcagua estuvo representada por árboles, arbustos y hierbas (Tabla 3.4.9), presentando vegetación de tipo arbustiva en todas las estaciones en estudio. Además, en todas ellas se observaron a lo menos dos tipos vegetaciones, excepto en la estación AC30 la cual registró una cobertura del 100% de arbustos en sus dos riberas (derecha e izquierda).

Tabla 3.4.9. Vegetación de ribera por estación de muestreo en la cuenca del río Aconcagua.

Estación	JU10	BL10	CO10	CA20	AC10	AC30	AC40	PU10	QU10	PO20	LI10	DES1
Arboles		x	x	x	x			x	x	x		
Arbustos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hierbas	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x

3.4.6 Evaluación del estado ecológico de la cuenca del río Aconcagua

3.4.6.1 Tipos de ríos de la cuenca del Aconcagua

La cuenca del Aconcagua se ubica en la ecorregión mediterránea y según la clasificación de sus cuerpos de agua realizada por Fuster et al. (2011), es posible identificar tres *Tipos* de ríos: andinos semiáridos (*Tipo* 6), transición semiáridos (*Tipo* 7) y desembocadura semiáridos (*Tipo* 8). Dada la localización de nuestras estaciones de muestreo no se identificaron estaciones pertenecientes al *Tipo* 6.

El análisis de similaridad (ANOSIM) realizado con los datos obtenidos a partir de parámetros fisiográficos, señaló que la cuenca presenta dos *Tipos* de ríos, los cuales presentaron diferencias estadísticamente significativas ($R = 0{,}544$; $p < 0{,}005$) entre sus estaciones. Mediante el análisis de escalamiento multidimensional (MDS), se observó una separación clara entre estos dos *Tipos* de ríos (Figura 3.4.2). El *Tipo* 7 denominado en este estudio *Tipo* F fue constituido por cuatro estaciones de muestreo todas ellas ubicadas sobre los 1000 metros de altitud, mientras que el *Tipo* 8 ahora denominado *Tipo* G fue conformado por ocho estaciones ubicadas bajo los 650 metros de altura.

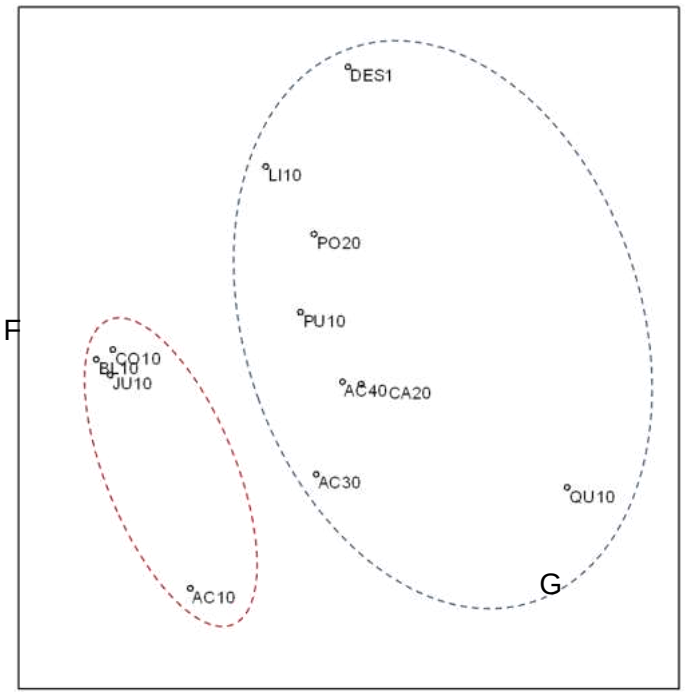


Figura 3.4.2. Análisis MDS de los componentes fisiográficos de las estaciones de muestreo de la cuenca del Aconcagua. La línea discontinua agrupa a las estaciones de muestreo dentro de un mismo *Tipo* de río: --- *Tipo* F; --- *Tipo* G. Utilizando la medida de distancia Euclidiana en un gráfico de 2 dimensiones con un coeficiente de estrés = 0,1.

3.4.6.2 SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA EN LA CUENCA DEL ACONCAGUA

Considerando que en la cuenca del Aconcagua es posible diferenciar dos *Tipos* de ríos, es necesario seleccionar estaciones de referencia para ambos *Tipos*. Debido a la elevada intervención antrópica de la cuenca y los bajos valores del índice ChBMWP fuera de la calificación *Muy Buena* y *Buena* no fue posible seleccionar estaciones de referencia para los ríos de la cuenca, identificando únicamente estaciones con un máximo potencial ecológico (MPE) para cada *Tipo* de río (Tabla 3.4.10). Para el *Tipo* F fue seleccionada CO10, mientras que para el *Tipo* G se estableció a PU10 con el MPE. Ambas estaciones fueron seleccionadas

por registrar en su composición a Leptophlebiidae (Ephemeroptera) familia de reconocida sensibilidad a la contaminación.

Tabla 3.4.10. Estaciones de referencia e impactadas para cada *Tipo* de río de la cuenca del Aconcagua.

Estaciones	Referencia	Impactadas
Tipo F	CO10*	JU10 - BL10 - AC10
Tipo G	PU10*	QU10 - PO20 - CA20 - AC30 - AC40 - LI10 - DES1

*Estación con el Máximo Potencial Ecológico (MPE)

3.4.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Aconcagua

El gradiente de estrés de la cuenca se determinó mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP), incorporando las variables ambientales (física-químicas e hidromorfológicas) medidas en todas las estaciones de muestreo.

En la cuenca del Aconcagua, los dos primeros ejes del ACP explicaron un 71,20% de la varianza total, seleccionando al primer componente como el gradiente de estrés de la cuenca, ya que, por si solo explico más de un 40% de la varianza total (Figura 3.4.3). El componente 1 fue determinado por la altitud, la conductividad, los nitratos y los sulfatos, variables que presentaron el mayor peso en este eje de análisis (> 0,3) (Tabla 3.4.11). Las estaciones de mayor altitud, elevado porcentaje de oxígeno disuelto y menor conductividad se ubicaron a la izquierda del gráfico (Figura 3.4.3), mientras que las estaciones con valores más elevados de conductividad, temperatura, nitratos, fosfatos y coliformes fecales se encuentran localizadas a la derecha, aumentando paulatinamente en dicha dirección. Estos resultados son consistentes

ya que relacionamos la perdida de la calidad de las aguas en la parte media y baja de la cuenca con la intensa actividad agrícola desarrollada en aquellas zonas.

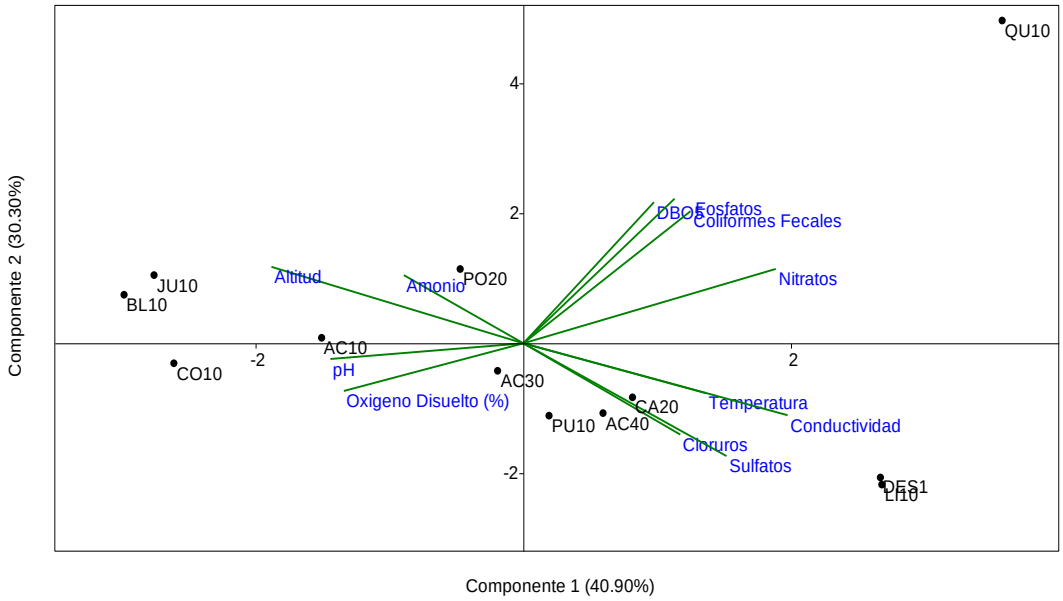


Figura 3.4.3. Disposición de las estaciones de muestreo de la cuenca del Aconcagua en el espacio definido por los dos primeros componentes en el ACP. Componente 1: Gradiente de estrés. (●) Estaciones de muestreo; (—) Variables ambientales.

Tabla 3.4.11. Variables con mayor influencia en el gradiente de estrés de la cuenca del Aconcagua, con su respectivo peso en el primer componente de análisis.

Variable	ACP Eje 1
Altitud	-0,38
Conductividad	0,39
Nitratos	0,38
Sulfatos	0,30

3.4.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP

Al relacionar el gradiente de estrés con el índice biótico ChBMWP observamos que entre ambos existe una correlación negativa estadísticamente significativa (Tabla 3.4.12). Lo cual nos permite determinar que ChBMWP será un buen indicador del estado ecológico de los ríos de la cuenca del Aconcagua. Además, al correlacionar las 22 variables ambientales, tanto físico-químicas como hidromorfológicas medidas para la cuenca, se obtuvo que el amonio, la DBO_5 y la turbidez son las variables que mejor explican la variación del índice biológico (Tabla 3.4.12).

Tabla 3.4.12. Coeficiente de correlación de Spearman (R) y su valor de significancia (p) entre el índice ChBMWP y, (a) el gradiente de estrés y (b) las variables ambientales más asociadas al valor del índice biótico en la cuenca del Aconcagua.

Correlación Spearman		ChBMWP	
		R	p
(a)	Gradiente	-0,587	0,045
(b)	Amonio	0,810	0,001
	DBO_5	0,793	0,002
	Turbidez	0,821	0,003

3.4.6.4 DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA SEGÚN EL ÍNDICE CHBMWP-AC

En la Tabla 3.4.13 se presentan las nuevas acotaciones de los rangos de valores del ChBMWP-Ac para los dos *Tipos* identificados (F y G) para las estaciones en estudio en la cuenca del Aconcagua, obtenidas mediante la utilización de diagramas de *box-plot* para cada *Tipo* de río (Figura 3.4.4 y 3.4.5).

Tabla 3.4.13. Acotaciones tentativas de los rangos de valores del índice ChBMWP-Ac, para definir el estado ecológico de los dos diferentes *Tipos* (E y F) de los cursos de agua de la cuenca del Aconcagua. Se indican las acotaciones de los rangos originales del índice.

Clase	Calificación	Color	Original	Rango de valores	
				***Tipo* F**	***Tipo* G**
Clase I	Muy Bueno	Azul	>100	>58	>56
Clase II	Bueno	Verde	61-100	35-58	34-56
Clase III	Moderado	Amarillo	36-60	21-34	20-33
Clase IV	Deficiente	Naranja	15-35	9-20	8-19
Clase V	Malo	rojo	<15	<9	<8

Al restablecer los rangos de calificación del ChBMWP-Ac para caracterizar el estado ecológico para cada *Tipo* de río identificado en la cuenca observamos una diferencia importante respecto a los intervalos de clase original del índice (Tabla 3.4.13), lo cual se refleja al comparar dichos rangos con la calificación del estado ecológico de las estaciones de muestreo definidas para los dos *Tipos* de la cuenca, que en su mayoría escalan al nivel de calidad superior al ser evaluados con los nuevos rangos del índice utilizados.

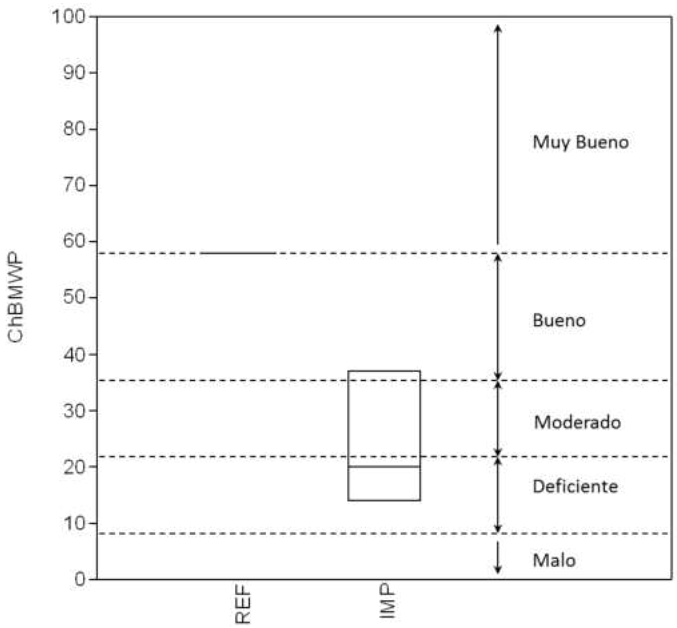


Figura 3.4.4. *Box-plot* de los valores del índice ChBMWP-Ac en las estaciones de referencia (REF) e impactadas (IMP) de *Tipo* F en la cuenca del Aconcagua. Las barras (⊤/⊥) indican el valor máximo y mínimo registrado para las estaciones de referencia e impactadas. Los límites inferior y superior del diagrama de caja señalan el percentil 25 y 75 respectivamente. La mediana se muestra con una línea horizontal en el interior de la caja. Las líneas discontinuas indican los límites entre rangos de calidad.

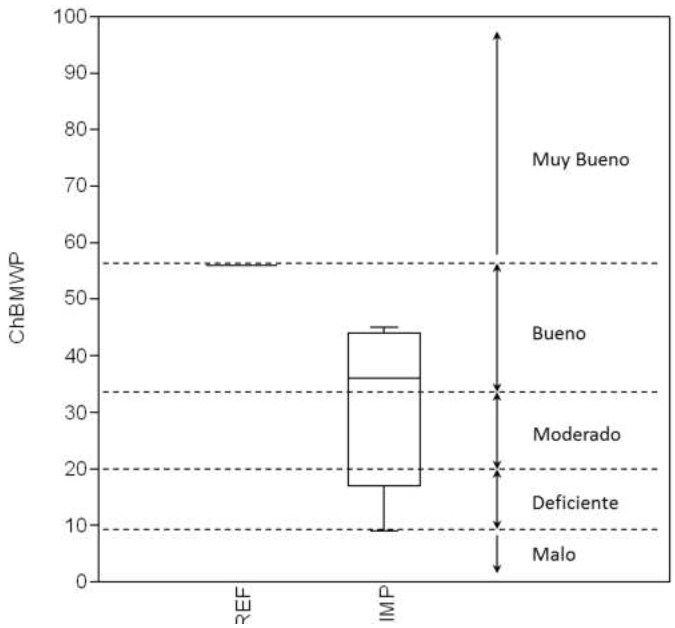


Figura 3.4.5. *Box-plot* de los valores del índice ChBMWP-Ac en las estaciones de referencia (REF) e impactadas (IMP) del *Tipo* G en la cuenca del Aconcagua. Las barras (T/⊥) indican el valor máximo y mínimo registrado para las estaciones de referencia e impactadas. Los límites inferior y superior del diagrama de caja señalan el percentil 25 y 75 respectivamente. La mediana se muestra con una línea horizontal en el interior de la caja. Las líneas discontinuas indican los límites entre rangos de calidad.

En los ríos *Tipo* F y G de la cuenca del Aconcagua se presentó un estado ecológico desde *Bueno* hasta *Deficiente* (Tabla 3.4.14 y 3.4.15, Figura 3.4.6), mientras que los rangos originales del índice definieron la calidad biológica del agua solo en las categorías que señalan un claro impacto negativo sobre las comunidades bentónicas de las estaciones en estudio (*Regular*, *Mala* y *Muy Mala* calidad).

Tabla 3.4.14. Estado ecológico para los ríos *Tipo* F de la cuenca del Aconcagua, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP-Ac.

Estación	ChBMWP *Tipo* F
CO10	58
AC10	37
BL10	20
JU10	14

Estado Ecológico

- Muy Bueno
- Bueno
- Moderado
- Deficiente
- Malo

Tabla 3.4.15. Estado ecológico para los ríos *Tipo* G de la cuenca del Aconcagua, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP-Ac.

Estación	ChBMWP *Tipo* G
PU10	56
CA20	45
AC40	44
DES1	37
LI10	36
AC30	27
QU10	17
PO20	9

Estado Ecológico

- Muy Bueno
- Bueno
- Moderado
- Deficiente
- Malo

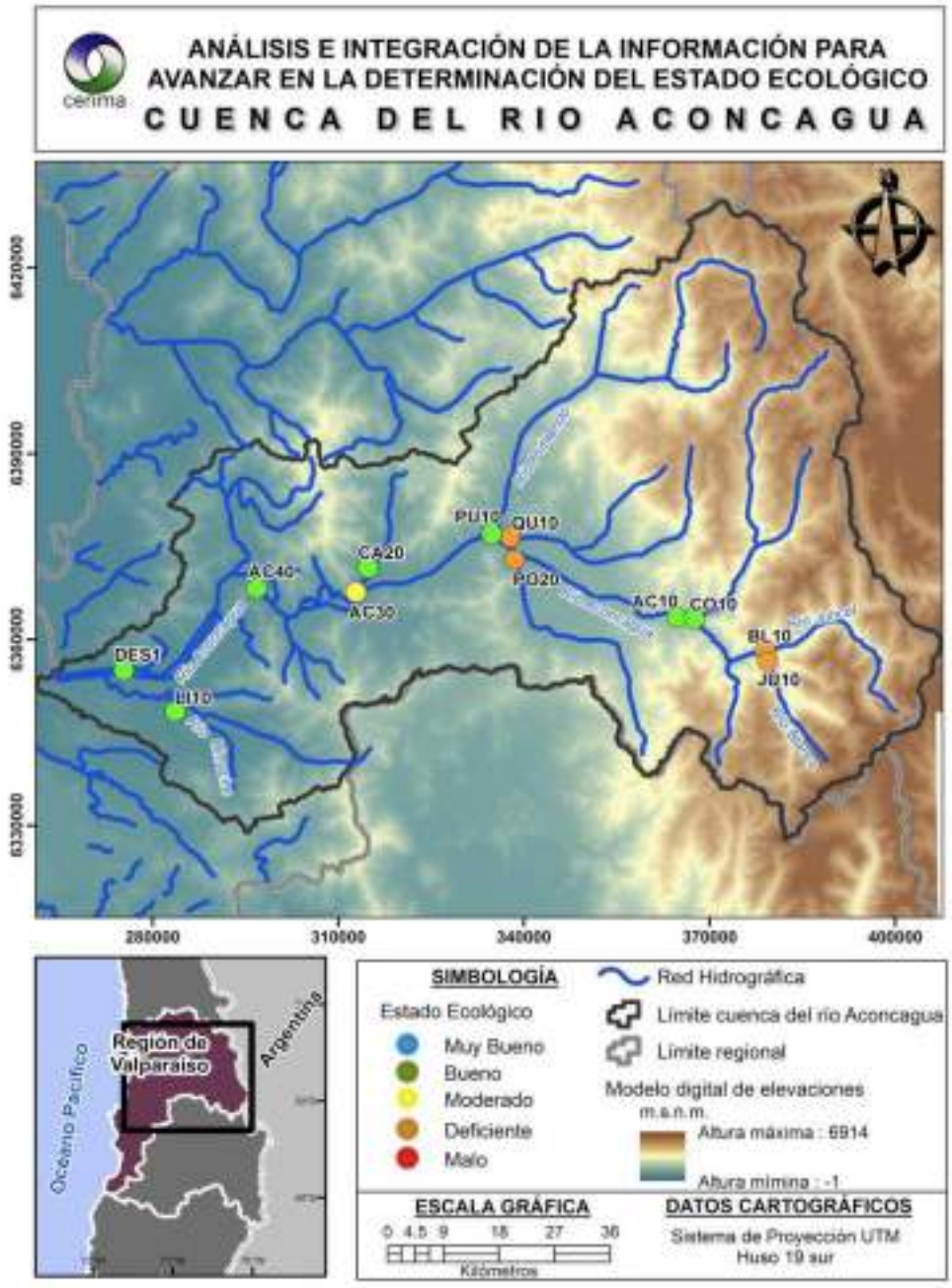


Figura 3.4.6. Estaciones de muestreo de la cuenca del río Aconcagua con sus respectivos estados ecológicos.

3.4.7 CONCLUSIONES

En este estudio, al igual que en el trabajo de Fuster et al. (2011) las estaciones de muestreo de la cuenca del Aconcagua se agruparon en dos diferentes *Tipos* de ríos semiáridos, de transición (*Tipo* 7) y desembocadura (*Tipo* 8), denominados para este proyecto como *Tipo* F y G respectivamente. Esta diferenciación resulta de evidenciar que en la cuenca del Huasco también parece estar presente el *Tipo* 7 (denominado en este estudio *Tipo* A) y que difiere del *Tipo* 7 encontrado aquí (denominado en este estudio como *Tipo* F) en la estructura hidromorfológica y físico-química, si bien las comunidades de macroinvertebrados solo difiere en pocas familias, resultando similares los índices ChBMWP-Hu y ChBMWP-Ac para esa tipología (semiáridos de transición). Entonces, parece ser que es efectivamente el grado de intervención en esta cuenca lo que asemeja las comunidades faunísticas y no la Tipología en sí misma.

Por todo lo anterior, resulta fundamental incorporar para estudios futuros en la cuenca del Aconcagua un mayor número de estaciones de muestreo, con nula o muy poca intervención antrópica que puedan ser consideradas como estaciones de referencia apropiadas para cada *Tipo* de río. Es importante definir si para esta cuenca se pueden establecer adecuadas localidades de referencia o solo es posible identificar estaciones con un máximo potencial ecológico dado la fuerte intervención existente. Todo esto permitiría realizar gestiones adecuadas a la realidad de la cuenca.

En general, utilizando el ChBMWP-Ac, los ríos de la cuenca presentaron un estado ecológico *Bueno* a *Deficiente*, que se contrapone a la calidad biológica obtenida al utilizar los rangos originales del ChBMWP, que señala que ninguna de las estaciones de muestreo de la cuenca presenta un estado equivalente al natural, identificando únicamente estaciones altamente modificadas de calidad regular. En este estudio solo se usaron estaciones de máximo potencial ecológico (MPE), es decir las mejores dentro de las alteradas. Entonces, hasta no poder contar con un mayor número de estaciones de referencia verdaderas que permitan evaluar si las diferencias observadas son el resultado de no disponer de una representación suficiente de

estaciones de referencia o MPE en los dos *Tipos* de ríos, consideramos que se deben utilizar con suma cautela las nuevas acotaciones del ChBMWP-Ac definidas para cada *Tipo* de río de la cuenca del Aconcagua, no pudiendo desechar por completo las acotaciones originales del índice hasta no validar las cinco clases de estado ecológico definidas para cada *Tipo* de río de la cuenca del Aconcagua. En efecto, los resultados de amonio, DBO_5, turbidez y coliformes fecales se encuentran elevados por sobre las condiciones descritas como naturales para los sistemas fluviales en todas las estaciones consideradas como malas por el ChBMWP original, lo que evidencia la utilidad del índice original para una primera aproximación a la calidad de la cuenca antes de realizar una intercalibración.

3.4.8 ANEXO DE DATOS

A continuación se muestra un ejemplo de ficha de terreno digital generada para una estación de muestreo de la cuenca del Aconcagua.

AREA MUESTREO
CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CENMA)

FICHA DE TERRENO - N° 48

1.- CARACTERIZACION DE LA ESTACION				
Nombre				
Código	LI10			
Cuenca	Aconcagua			
Río	Estero Limache			
Ubicación (UTM-N,UTM-E, DATUM, MSNM)				
2.- INFORMACION MONITOREO				
Fecha Muestreo	Hora Muestreo			
18/10/2012	1500			
3.- CARACTERISTICAS DEL RIO				
Pendiente del cauce	Ancho del río	Profundidad		
media	3	20		
4.- PARAMETROS FISICO-QUIMICOS IN-SITU, AGUA SUPERFICIAL				
Velocidad (m/s)	pH (u pH)	Temperatura (°C) Agua	Temperatura (°C) Aire	
0,5	7,7	18,5		
Conductividad (uS/cm)	Oxígeno D (%)	Oxígeno D (mg/L)	Salinidad	
950	102,2	9,6		
5.- ENCARGADOS DE MONITOREO				
--- ---, --- ---,				
6.- OBSERVACIONES				
Hora Inicio: 16:21, hora de término: 16:21				

7.- IMAGENES MONITOREO





3.5 CUENCA DEL RÍO MAIPO-MAPOCHO

3.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

La cuenca hidrográfica del río Maipo-Mapocho se sitúa entre los paralelos 32º55' - 34º15' latitud sur y meridianos 69º55' - 71º33' longitud oeste; abarca prácticamente la totalidad de la Región Metropolitana y parte de la V y VI regiones extendiéndose entre los paralelos. Su extensión es de 15303,06 Km^2 y alberga a una serie de ríos y esteros, destacándose entre ellos el río Maipo, principal cauce de la cuenca y fuente principal de agua potable para la Región Metropolitana y parte de las provincias de San Antonio, Región de Valparaíso y Cachapoal, Región de O'Higgins. Sus principales tributarios son el río Mapocho, río Colorado, río Angostura y estero Puangue.

Esta cuenca posee la más alta concentración de habitantes del país, radicándose en ella los centros políticos, comerciales, industriales, portuarios y de comunicaciones. La demanda de agua potable por parte de todos los sectores es subsanada en un 70% gracias al aporte del río Maipo y atiende aproximadamente un 90% los requerimientos de agua para riego. Las descargas de aguas servidas domiciliarias y residuos industriales líquidos son hechas en el segundo cauce principal de esta cuenca, el río Mapocho.

División político-administrativa: el río Maipo se encuentra en casi la totalidad del territorio de la Región Metropolitana y en parte de la V y VI regiones. En la cuenca existen 163 localidades pobladas, de las cuales 22 son ciudades y el resto, corresponden a poblados y asentamientos rurales. La ciudad que concentra el mayor número de habitantes a nivel regional y a nivel nacional es Santiago, lo que se debe a que es la capital regional del principal núcleo industrial y comercial del país. La distribución espacial de las localidades, en general, están emplazadas próximas al río Maipo y sus principales tributarios.

Clima: En la cuenca predomina el clima templado de tipo Mediterráneo con estación seca prolongada, y en las zonas de la cordillera de los Andes se establece el clima frío de altura. El primero se caracteriza por poseer una estación seca en invierno con temperaturas que llegan a los cero grados, mientras que los veranos las máximas superan los 30 ºC durante el día. Las precipitaciones de este clima varían desde los 404 mm/año en las zonas más costeras de la cuenca, pasando por los 300 mm/año en las áreas de mayor sequía hasta llegar a los 536 mm en sectores más elevados ubicados en la cordillera de Los Andes. Por otra parte, el clima frío se prolonga sobre la cordillera de Los Andes por sobre los 3.000 metros de altura, zonas donde la precipitación es de tipo sólida.

Actividad económica: la Región Metropolitana es la región que concentra el mayor porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) del país, siendo la Región con mayor ritmo de crecimiento económico, superior al promedio Nacional. La Región Metropolitana aporta el 42,56% al PIB Nacional Regionalizado, por lo que se constituye en la principal región generadora de recursos y centro económico del país. Los sectores con más dinamismo fueron: comercio, transporte, comunicaciones, servicios financieros e industria manufacturera. En tanto los sectores de menor incidencia en la actividad regional fueron la pesca y minería.

Las principales actividades económicas de la región corresponden a Servicios Financieros y Empresariales (27%), Industria Manufacturera (17%) y del Comercio,

Restaurantes y Hoteles (14%).

Geología y volcanismo: presenta rellenos por sedimentos fluviales y fluvioglaciales y cenizas volcánicas, rocas graníticas paleozoicas y mesozoicas, además de rocas volcánicas y sedimentarias cretácicas. Las formaciones presentes en la cuenca que inciden en la calidad del agua son: rocas volcánicas del mioceno inferior-medio, rocas volcanosedimentarias del neocomiano, rocas volcánicas del cretácico inferior-alto y rocas sedimentarias del jurásico superior-cretácico inferior.

El área comprendida entre el nacimiento del río Maipo hasta la confluencia con el río Colorado, se encuentra influenciado por lavas y formaciones carbonatadas. El río Olivares presenta una leve influencia de andesitas en la parte alta del cauce. Desde el sector de río Colorado hasta el Estero Colina, nuevamente se encuentran lavas y formaciones carbonatadas. En el territorio donde se emplaza el estero Yerba Loca, estero Arrayán y Colina, no se encuentran rocas que influyan en la calidad de las aguas por solubilización de iones. El río Mapocho y Maipo, presentan influencia de rocas andesíticas, desde la junta con río Colorado hasta la intersección con el Mapocho. El estero Puangue no presenta de manera significativa influencia por rocas andesíticas. En el territorio restante de la cuenca, no se presentan formaciones rocosas que influyan en la calidad de las aguas.

La influencia volcánica en la cuenca, es variada desde el punto de vista de actividad. Los volcanes Tupungato y Marmolejo están extinguidos, los volcanes activos son el Tupungatito, San José y Maipo. Esto revela una gran influencia volcánica en la zona. Los volcanes Tupungatito (5.682 m.) y San José (5.856 m.), presentan estructura de estratovolcán, el primero, presenta fumarolas permanentes. El volcán Maipo (5.264 m.) perteneciente a la categoría de caldera, es un volcán activo que no ha presentado erupciones en los últimos dos siglos.

Hidrogeología: La cordillera de los Andes, presenta rocas graníticas que conforman una barrera hidrogeológica que impide el paso de aguas subterráneas a la cuenca; el río Mapocho y los esteros Colina y Angostura ingresan a la cuenca a través de lechos excavados en rocas volcánicas impermeables. De manera que, las aguas de las hoyas de los ríos Colina, Mapocho, Maipo Superior y Angostura, sólo pueden ingresar a la cuenca superficialmente para luego infiltrarse en el relleno. La permeabilidad de esta zona de la cuenca es prácticamente nula.

La depresión intermedia, corresponde a una fosa tectónica cuya permeabilidad es media-alta. La cordillera de la costa está constituida por rocas graníticas paleozoicas, además de rocas volcánicas y sedimentarias cretácicas, las que en su meteorización ha formado “maicillo”, el que permite la infiltración y acumulación de aguas subterráneas. La permeabilidad de esta zona es media-baja. Esta cuenca posee un acuífero llamado acuífero de Santiago y está ubicado en

el sector cordillerano específicamente en el sector del río Volcán y Yeso, tiene dimensiones cercanas a 10.000 millones de m3. Siguiendo el sentido de escurrimiento del río Maipo, existe otro acuífero localizado en el sector del río Volcán, en que se junta con el río Maipo. En el área restante de la zona cordillerana no hay existencia de acuíferos.

Los acuíferos que se encuentran en el valle de la cuenca, poseen diversas características, tanto de profundidad como de calidad química de las aguas. En la zona comprendida entre los esteros Puangue y Lampa, no se encuentran acuíferos subterráneos, debido a las características de permeabilidad allí existentes.

Usos de suelo: el uso agrícola comprende 246.447 Ha de terreno agrícola y 22.916 Ha de rotación cultivo en pradera. Los terrenos agrícolas, se presentan principalmente en el sector poniente de la ciudad de Santiago, cubriendo parcialmente el territorio regional. Los principales cultivos que se presentan en la cuenca del Maipo, corresponden a plantas forrajeras, frutales, viñas y parronales viníferos, cereales y hortalizas. De estos, los cultivos de cereales, hortalizas y plantas forrajeras, son permanentes y anuales. En la provincia de Santiago las mayores superficies sembradas corresponden a los cultivos de hortalizas, forrajeras y cereales.

Los principales cultivos frutales corresponden a cultivos del tipo duraznero, cítricos, nectarines, nogales, ciruelo, almendros, palto y peral. Los cultivos pertenecientes a la categoría de viñas y parronales, son la uva de mesa y la uva vinífera. El sector agrícola más extenso e importante según los tipos de cultivos anteriores dentro de la cuenca del Maipo, involucra las provincias de Melipilla, Maipo y Cordillera.

El uso de suelo de tipo forestal, no es de los más importantes pero logra desarrollarse en algunas zonas. Las plantaciones de bosque en la cuenca, corresponden a 9.580 Ha. Las provincias con mayores superficies de suelo destinadas al uso de tipo forestal, corresponden a las comunas de: San Antonio (4.880 Ha), San Pedro (260 Ha), Mostazal (750 Ha) y Colina (500 Ha). Las principales especies planteadas son el eucalipto y pino radiata. Preferentemente este tipo de plantaciones se utilizan para reforestar áreas que han sido afectadas por incendios forestales, o bien para detener procesos erosivos de laderas en el secano costero.

La cuenca del Maipo, posee 1.966 Ha de terrenos destinados a la minería industrial y una superficie de 58.220 Ha destinados al uso de tipo Urbano, siendo Santiago la ciudad más importante. Su relevancia radica en que es centro político, comercial, industrial, cultural y de comunicaciones. Es la sede de las principales empresas y entidades financieras del país. El uso urbano de Santiago se presenta de la siguiente manera: en el centro de la ciudad se encuentra un distrito de negocios, comercio y servicios; además del centro histórico, político y administrativo. Dicho anillo central está rodeado de otros de carácter residencial, cuya densidad varía hacia la periferia.

Las tazas de urbanización que registra la Región Metropolitana son las más altas, producto de la conurbación que se ha producido entre la ciudad de Santiago y ciudades aledañas.

La provincia de Talagante se caracteriza por concentrar el mayor número de ciudades de la región. Entre las más importantes están Peñaflor y Talagante, esta última cumple como función principal servir de lugar central a un hinterland agrícola, por lo que su uso urbano está dado por funciones administrativas, de servicio, comercial e industrias. Sin embargo, en las últimas décadas ha cobrado importancia su función de ciudad – dormitorio, como consecuencia de su cercanía con Santiago lo que denota su uso residencial.

La contaminación hídrica en la cuenca del Maipo, se da principalmente a través de las actividades domésticas e industriales. La recolección y disposición de aguas servidas domésticas y los residuos industriales líquidos, se produce a través de los colectores y alcantarillados, que se vacían en plena área urbana a los cursos naturales que atraviesan la ciudad, como es el caso del río Mapocho. Estas aguas son utilizadas también para el riego de cultivos en zonas agrícolas que rodean Santiago. A su vez, en eventos de fuertes lluvias el uso urbano (cementación) impide la infiltración del agua en el suelo por lo que se produce un aumento de caudal y turbidez del agua de los cursos fluviales que atraviesan la ciudad, puesto que el agua escurre directamente hacia ellos.

Con respecto a la protección de biodiversidad, en la Región Metropolitana existen 2 áreas pertenecientes al SNASPE y 5 áreas pertenecientes a los Sitios prioritarios de conservación de biodiversidad. Dentro del primer grupo se encuentran el Monumento Natural el Morado y la Reserva Nacional Río Clarillo, las que suman un área total de 13.194 Ha. Mientras que en el segundo grupo se encuentran Altos de Cantillana, El Roble, Altos del Río Maipo, El Morado y Río Colorado, Olivares y Tupungato.

3.5.2 ESTACIONES DE MUESTREO

En la cuenca del Maipo-Mapocho se seleccionaron 16 estaciones de muestreo (Figura 3.5.1). En general, estas estaciones son seleccionadas por ser estaciones de la DGA. Por otro lado, también se consideró su cercanía a zonas pobladas y agrícolas.

En particular, las estaciones MA10, YE20, CO10, VO10 y SF10 fueron elegidos por encontrarse a altitudes superiores a los 1100 m. Las estaciones PU10B y PU10A se escogieron porque entregan información sobre Puangue, la primera estación hacia el nacimiento del río y la segunda antes de confluir con el río Maipo. La relevancia de los estaciones EC10, YE20, CO10, VO10, AN10 y SF10 se debe a que informan el estado de diversos ríos que conforman la cuenca del río Maipo; EC10 mide el río Colina, YE20 el río El Yeso, CO10 el río Colorado, VO10 el río Volcán, AN10 el río Angostura y SF10 el río San Francisco. Las estaciones MA10, MA30, MA40 y MA50 informan sobre el estado del río Maipo en diferentes zonas: el primero se refiere al río antes de la confluencia con el río Volcán, el segundo a la zona entre Toma de agua de Aguas Andinas y la confluencia con el río Clarillo, el tercero al río en el puente Naltagua y el cuarto al río antes de la confluencia con el Estero Puangue. Por último, las estaciones MP10 y MP31 fueron escogidos porque entregan información del río Mapocho en la zona de Los Almendros y en el puente Pudahuel respectivamente. Estas últimas estaciones están cercanas a zonas altamente pobladas, por lo que es posible analizar los efectos antropogénico. Por último, las estaciones MAD1 y MAD2 fueron seleccionados por encontrarse

en la desembocadura del río Maipo. Las coordenadas de las estaciones de muestreo se muestran en la Tabla 3.5.1.

Tabla 3.5.1. Coordenadas de cada una de las áreas de vigilancia establecidas como estaciones de muestreo.

Código Área de Vigilancia	Nombre de Estación	UTM Norte	UTM Este
VO10	Río Volcán	6256431	403654
YE20	Río Yeso	6271137	397404
MA10	Río Maipo antes confluencia río Volcán	6251872	389518
MA32	Río Maipo entre Toma de agua de Aguas Andinas y río Clarillo	6276652	349240
MA40	Río Maipo en puente Naltagua	6266699	322208
MA50	Río Maipo antes confluencia Estero Puangue	6267093	307695
PU10A	Puangue antes confluencia río Maipo	6290623	303283
PU10B	Puangue	6267093	280488
CO10	Río Colorado	6289520	382698
EC10	Río Colina	6332169	359167
AN10	Río Angostura	6253122	336740
SF10	Río San Francisco	6311608	373407
MP10	Río Mapocho en Los Almendros	6306665	365026
MP31	Río Mapocho en puente Pudahuel	6298723	330791
MAD1	Desembocadura río Maipo 1	6276823	256620
MAD2	Desembocadura río Maipo 2	6274813	259403

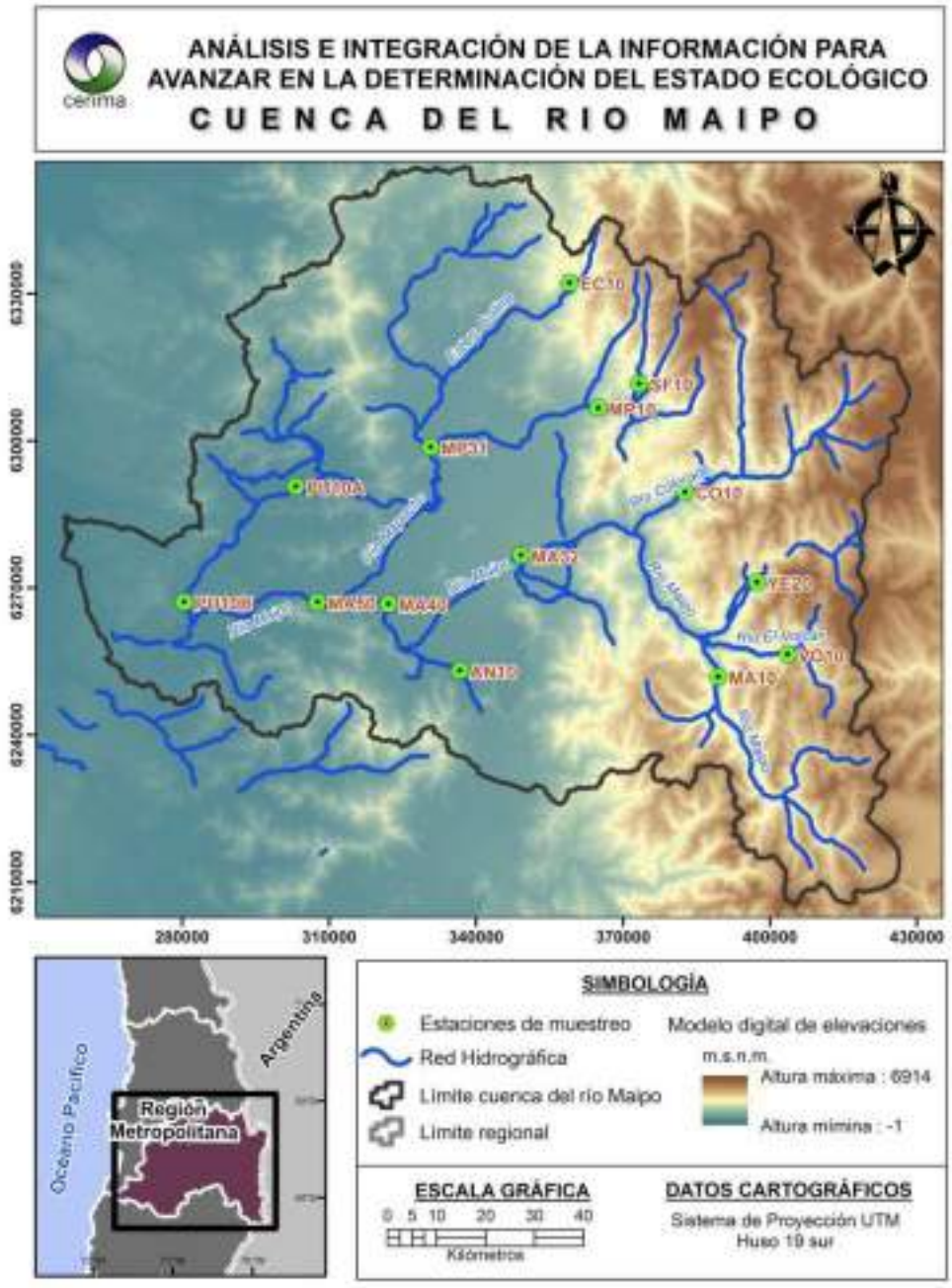


Figura 3.5.1. Estaciones de muestreo de la cuenca del río Maipo.

3.5.3 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Los resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos y los metales de la cuenca del Maipo-Mapocho se muestran en la Tabla 3.5.2 y la Tabla 3.5.3 respectivamente.

Tabla 3.5.2. Resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Maipo-Mapocho. Las casillas en blanco se encuentran sin datos, debido a problemas técnicos con la instrumentación.

Variable	Unidad	VO10	YE20	MA10	MA32	MA40	MA50	PU10A	PU10B
pH		8,05	8,43	8,02	8,78	8,32	8,22	7,8	7,7
Temperatura	º C	7,9	16	14	15,8	15,1	15,2	16,3	16
Conductividad	uS/cm	1528	512	1349	1838	1220	1299	1961	1728
Oxígeno Disuelto	%	93,7	92,8	92,4	118,2	87,2	83	58,8	58,8
	mg/l	8,27	7,79	8,02	10,94	8,71	8,28	5,68	5,78
Salinidad	mg/l	N.A.	N.A.	0,5	0,8	0,4	0,4	0,8	0,7
Amonio	mg/l	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0,8	0,95	1,02
DBO5	mg/l O2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	8,42	39,37	53,77
Detergentes aniónicos	mg/l	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0,11	0,11	0,11
Fosfatos	mg/l	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1,84	6,63	3,91
Fosforo Total	mg/l	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0,6	2,12	1,25
Nitratos	mg/l	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0,68	0,98	0,87
Nitritos	mg/l	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0,43	0,43	0,43
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	4,81	5,74	4,67	5,27	4,67	6,67	41,1	14,44
Sólidos en suspensión	mg/l	31,5	4	18	15	17	103	43	100
Sulfatos	mg/l	568	145	211	425	324	346	355	381
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3500	9200	9200
Coliformes Totales	NMP/100 ml	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	16000	16000	92000

N.A.: No Aplica. Indica las estaciones donde no se realizó el análisis debido a que no fue requerido.

Tabla 3.5.2. Resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Maipo-Mapocho. Las casillas en blanco se encuentran sin datos, debido a problemas técnicos con la instrumentación (Continuación).

Variable	Unidad	CO10	EC10	AN10	SF10	MP10	MP31	MAD1	MAD2
pH		8,22	7,96	7,47	8,2	7,92	7,6	7,33	7,92
Temperatura	º C	14,3	15,9	13	8,8	9,2	19	15,2	15,8
Conductividad	uS/cm	1251	152	471	540	186	1478	6350	1543
Oxígeno Disuelto	%	92,8	92,5	76	91	93	45,5	N.A.	63,2
	mg/l	8,12	8,25	7,7	8,92	9,48	4,01	N.A.	6,3
Salinidad	mg/l	0,4	0	0	0	0	0,6	3,49	0,6
Amonio	mg/l	0,45	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0,7	0,8	N.A.
DBO5	mg/l O2	3,65	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15,54	7,27	N.A.
Detergentes aniónicos	mg/l	0,11	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0,11	0,11	N.A.
Fosfatos	mg/l	1,84	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	2,72	1,84	N.A.
Fosforo Total	mg/l	0,6	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0,87	0,6	N.A.
Nitratos	mg/l	0,35	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1,87	0,68	N.A.
Nitritos	mg/l	0,43	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0,43	0,43	N.A.
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	5,4	5	4,94	5,21	6,87	6,07	4,74	5,47
Sólidos en suspensión	mg/l	2,7	20	3	4	153	5	12,5	29
Sulfatos	mg/l	203	14,5	96	183	35,6	302	524	365
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	22	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1600	2	N.A.
Coliformes Totales	NMP/100 ml	79	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	9200	2	N.A.

N.A.: No Aplica. Indica las estaciones donde no se realizó el análisis debido a que no fue requerido.

Tabla 3.5.3. Resultados de las mediciones de los metales totales y disueltos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Maipo-Mapocho.

Estación		VO10	YE20	MA32	MA10	MA40	MA50	PU10A	PU10B
Cd	Total	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
	Disuelto	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Zn	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	0,046	<0,022
	Disuelto	<0,022	0,0572	<0,022	0,1182	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Cr	Total	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
	Disuelto	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
As	Total	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
	Disuelto	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
Cu	Total	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
	Disuelto	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	0,0321
Ni	Total	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
	Disuelto	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
Pb	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
Al	Total	0,2165	0,092	0,3998	0,2162	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,555	1,063	0,6827	1,081
Se	Total	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
	Disuelto	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
Mn	Total	0,031	<0,029	0,0371	<0,029	0,0387	0,0845	0,385	0,1021
	Disuelto	<0,029	<0,029	0,038	<0,029	0,1571	0,2032	0,3329	0,2363
Ag	Total	0,0242	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	0,0258	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
V	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Ba	Total	<0,023	0,0264	0,0443	0,0256	0,0495	0,0811	0,092	0,0714
	Disuelto	0,0389	0,0397	0,0873	0,0375	0,0555	0,0715	0,0541	0,0926
Co	Total	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
	Disuelto	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Mo	Total	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
	Disuelto	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
Be	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
B	Total	0,2965	0,1792	0,9908	0,3602	0,1991	0,25	0,3985	0,2524
	Disuelto	0,3024	0,1353	1,548	0,302	0,2721	0,2947	0,3743	0,3824
Fe	Total	0,3495	0,1486	0,3717	0,2463	<0,061	<0,061	0,217	<0,061
	Disuelto	<0,061	<0,061	0,0721	<0,061	0,6625	1,327	0,9294	1,53
Sb	Total	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036
	Disuelto	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036

Tabla 3.5.3. Resultados de las mediciones de los metales totales y disueltos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Maipo-Mapocho (Continuación).

Estación		CO10	EC10	SF10	AN10	MP10	MP31	MAD2
Cd	Total	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
	Disuelto	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Zn	Total	<0,022	<0,022	0,0651	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	0,0544	<0,022	0,2614	<0,022	<0,022	0,0315	<0,022
Cr	Total	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
	Disuelto	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
As	Total	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
	Disuelto	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
Cu	Total	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	0,1242	<0,032	<0,032
	Disuelto	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	0,0499	1,459	<0,032
Ni	Total	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
	Disuelto	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
Pb	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
Al	Total	<0,025	0,5488	<0,025	<0,025	2,464	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,781	0,3644	0,3815
Se	Total	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	0,1422	<0,13
	Disuelto	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
Mn	Total	<0,029	<0,029	<0,029	0,2054	0,1502	0,3748	0,1905
	Disuelto	<0,029	<0,029	<0,029	0,3285	0,0702	0,387	0,2859
Ag	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
V	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Ba	Total	0,0438	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	0,0269	0,0693
	Disuelto	0,0524	<0,023	0,0416	0,0355	0,0638	0,0432	0,0743
Co	Total	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
	Disuelto	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Mo	Total	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
	Disuelto	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
Be	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
B	Total	0,2866	0,1159	0,2602	0,0883	0,0625	0,3057	0,2636
	Disuelto	0,2503	0,0796	0,2556	0,103	<0,039	0,2648	0,3709
Fe	Total	<0,061	0,3696	0,0756	0,1416	1,613	0,2271	<0,061
	Disuelto	<0,061	<0,061	<0,061	0,0695	0,7073	0,1202	0,5588
Sb	Total	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036
	Disuelto	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036

3.5.4 PARÁMETROS BIOLÓGICOS

3.5.4.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Las familias de macroinvertebrados bentónicos encontradas en las estaciones de muestreo de la cuenca del río Maipo-Mapocho se indican en la Tabla 3.5.4 con sus respectivas abundancias relativas respecto del tamaño muestreal (n) total.

Tabla 3.5.4. Abundancias de taxa de macroinvertebrados bentónicos encontradas por estación de muestreo en la cuenca del Maipo-Mapocho.

TAXA	VO10	YE20	MA10	MA32	MA40	MA50	PU10A	PU10B	CO10	EC10	AN10	SF10	MP10	MP31
ACARI														
Acari				1										
COLEOPTERA														
Elmidae				14						11				2
Hydraenidae			1											
Psephenidae										2				
Staphylinidae										2				
DIPTERA														
Athericidae	2								3	3		1	1	
Blephariceridae	7									1		27	7	
Chironomidae	32	23	2	95	125	200	193	12	194	52	174	1	10	24
Empididae	3													
Ephydridae						1			1	1				
Simulidae		1								1	5			
Tipulidae										3				
EPHEMEROPTERA														
Baetidae	1									3	14	142	41	
Leptophlebiidae	3													
HEMIPTERA														
Hemiptera									1	12			1	
Corixidae										1				
LEPIDOPTERA														
Pyralidae														2
ODONATA														
Coenagrionidae											1			
TRICHOPTERA														
Hydropsichydae				1						1	10		1	
Hydrobiosidae	2											3		
Hydroptilidae				1						1	3			
AMPHIPODA														
Hyalellidae								8						
ANNELIDA														
Hirudinea								1						
Oligochaeta		1		87	73		7	180	1					176
MOLLUSCA														
Chilinidae					1									
Physidae				1	3						2			
TURBELLARIA														
Dugesiidae					1									
N total	**50**	**25**	**3**	**200**	**203**	**201**	**200**	**201**	**200**	**94**	**209**	**174**	**61**	**204**

3.5.4.2 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Para caracterizar la diversidad de la cuenca hidrográfica se realizaron índices de riqueza (S), abundancia, diversidad de Shannon-Wiener (H), Simpson (1-D) y Equitatividad (J). Los resultados se muestran en la Tabla 3.5.5. De acuerdo a los resultados, se puede decir que en general, la mayoría de las estaciones presentan una baja riqueza taxonómica (menor o igua a 7 taxa, excepto para EC10) y una baja diversidad menor o cercana a 1. Solo VO10 y EC10 presenta una diversidad aceptable. Bajas diversidades suelen sugerir algún tipo de presión sobre las comunidades acuáticas.

Tabla 3.5.5. Índices comunitarios de diversidad por estaciones de muestreo para la cuenca del Maipo-Mapocho.

Estación	VO10	YE20	MA10	MA32	MA40	MA50	PU10A	PU10B	CO10	EC10	AN10	SF10	MP10	MP31
Riqueza (S)	7	3	2	7	5	2	2	4	5	14	7	5	6	4
Shannon (H)	1,23	0,33	0,64	1,01	0,78	0,03	0,15	0,42	0,17	1,63	0,70	0,58	1,01	0,47
Simpson (1-D)	0,56	0,15	0,44	0,58	0,49	0,01	0,07	0,19	0,06	0,66	0,30	0,31	0,51	0,24
Equidad (J)	0,63	0,30	0,92	0,52	0,49	0,05	0,22	0,30	0,11	0,62	0,36	0,36	0,57	0,34

3.5.4.3 ÍNDICE BIÓTICO DE CALIDAD DEL AGUA CHBMWP ORIGINAL

En la cuenca del Maipo-Mapocho se observó una tendencia general de la calidad de las aguas entre una *Mala* y *Muy Mala* calidad. Las estaciones EC10 y VO10 presentaron calidades *Buena* y *Regular*, respectivamente (Tabla 3.5.6). La *Muy Mala* calidad del agua en PU10A, PU10B, YE20, MA10, MA50 y MP31 se explica por el bajo número de familias presentes en dichas estaciones de muestreo, las cuales fueron representadas principalmente por quironómidos y oligoquetos.

Tabla 3.5.6. Calidad del agua según el índice biótico ChBMWP para los ríos de la cuenca del Maipo-Mapocho, por área de vigilancia y estación de muestreo.

Estación	ChBMWP
EC10	70
VO10	46
AN10	33
SF10	33
MP10	32
MA32	27
MA40	17
CO10	15
PU10B	12
YE20	8
MA10	6
MP31	6
MA50	4
PU10A	3

Calidad del agua

- Muy Bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy Malo

3.5.4.4 BIOMASA FITOPLANCTÓNICA - CLOROFILA-A

Los resultados indican que las concentraciones de clorofila no son constantes a través de la cuenca. Las concentraciones más altas se encuentran en los tramos bajos de la cuenca, alcanzando los 13,90 µg/L. Por otro lado, los tramos en mayores altitudes presentan concentraciones de clorofila más bajas, llegando incluso a tener un valor nulo en la estación AC10 (Tabla 3.5.7).

Tabla 3.5.7. Concentraciones de Clorofila-a medidas en las estaciones de muestreo de la cuenca del Maipo-Mapocho.

Estación	Determinación Clorofila a chl a (ug/L)
VO10	N.D.
YE20	2,41
MA10	4,01
MA32	N.D
MA40	12,3
MA50	27,26
PU10A	10,96
PU10B	8,82
CO10	N.D.
EC10	14,43
AN10	6,68
SF10	3,47
MP10	5,35
MP31	6,95
MAD-1	18,44
MAD-2	36,89

N.D.: No determinado

3.5.5 ESTRUCTURA HIDROMORFOLÓGICA

3.5.5.1 COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO

A lo largo de la cuenca se identificaron seis tipos de sustratos: fango-limo, arena, grava fina, grava, bolón y piedra, los cuales se presentaron diferencialmente a través de la cuenca (Tabla 3.5.8). La composición del sustrato en cada estación presento entre dos a cuatro tipos de sustrato, siendo YE10, MA50, PU10A, EC10 y AN10 las estaciones más diversas. El sustrato de bolón fue registrado en todas las estaciones de muestreo, excepto en MA10. Mientras que el sustrato basamento no fue observado en ninguna de las estaciones de muestreo.

Tabla 3.5.8. Diversidad de sustrato por estación de muestreo en la cuenca del río Maipo-Mapocho.

Estación	VO10	YE20	MA10	MA32	MA40	MA50	PU10A	PU10B	CO10	EC10	AN10	SF10	MP10	MP31
Fango-Limo				x	x	x	x	x		x	x			
Arena			x	x			x							
Grava fina		x	x								x	x	x	
Grava		x	x			x		x	x	x	x		x	x
Bolón	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Piedra	x	x				x	x		x	x				x
Basamento*														

* Sustrato no identificado para ninguna estación de muestreo de la cuenca.

3.5.5.2 VEGETACIÓN DE RIBERA

La vegetación de ribera de la cuenca del río Maipo-Mapocho estuvo representada por árboles, arbustos y hierbas (Tabla 3.5.9), presentando únicamente en las estaciones PU10A, PU10B, SF10 y MP31 los tres tipos vegetacionales descritos. De las otras diez estaciones de muestreo restantes la mitad de ellas presentó solo un tipo vegetacional, arbustos (YE20, MA30 y CO10) o hierbas (MA40 y AN10).

Tabla 3.5.9. Vegetación de ribera por estación de muestreo en la cuenca del río Maipo-Mapocho.

Estación	VO10	YE20	MA10	MA32	MA40	MA50	PU10A	PU10B	CO10	EC10	AN10	SF10	MP10	MP31
Arboles			x			x	x	x		x		x	x	x
Arbustos	x	x	x	x			x	x	x			x		x
Hierbas	x				x	x	x	x		x	x	x	x	x

3.5.6 EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO-MAPOCHO

3.5.6.1 TIPOS DE RÍOS DE LA CUENCA DEL MAIPO-MAPOCHO

La cuenca del Maipo-Mapocho se ubica en la ecorregión mediterránea y según la clasificación de sus cuerpos de agua realizada por Fuster et al. (2011), es posible identificar siete *Tipos* de ríos: Andinos sub húmedos (*Tipo* 11), Transición sub húmedos (*Tipo* 12), Desembocadura sub húmedos (*Tipo* 13), Andinos sub húmedos con dominancia calcárea (*Tipo* 15), Transición subhúmedos con dominancia calcárea (*Tipo* 16), Desembocadura sub húmedos con dominancia calcárea (*Tipo* 17) y Costeros mediterráneos (*Tipo* 24). Dada la localización de nuestras estaciones de muestreo no se identificaron estaciones pertenecientes a los *Tipos* 15 y 24.

El análisis de similaridad (ANOSIM) realizado con los datos obtenidos a partir de parámetros fisiográficos, señaló que la cuenca presenta solo un *Tipo* de río, no presentando diferencias estadísticamente significativas (R = 0,158; p > 0,5) entre grupos de estaciones. Mediante el análisis de escalamiento multidimensional (MDS), no se observó una segregación definida entre grupos de estaciones (Figura 3.5.2). Por lo cual, todas las estaciones en estudio en la cuenca del Maipo-Mapocho se agruparon en un mismo *Tipo* de río, denominado H.

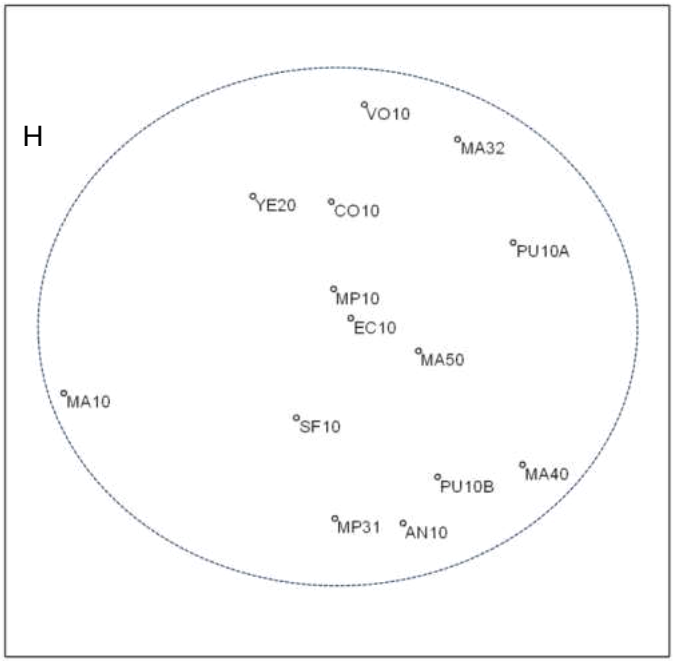


Figura 3.5.2. Análisis MDS de los componentes fisiográficos de las estaciones de muestreo de la cuenca del Maipo-Mapocho. La línea discontinua agrupa a las estaciones de muestreo dentro de un mismo *Tipo* de río: ---- *Tipo* H. Utilizando la medida de distancia Euclidiana en un gráfico de 2 dimensiones con un coeficiente de estrés = 0,2.

3.5.6.2 SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA EN LA CUENCA DEL MAIPO-MAPOCHO

De las 14 estaciones de muestreo solo una de ellas cumplió con los requerimientos para ser consideradas de referencia, es decir, sin o con muy poca intervención antrópica, mientras que todas las demás estaciones en estudio presentaron un considerable nivel de impacto (Tabla 3.5.10), generado por las diversas actividades antrópicas desarrolladas en la cuenca.

Tabla 3.5.10. Estaciones de referencia e impactadas para la cuenca del Maipo-Mapocho.

Estaciones	Referencia	Impactadas
Tipo H	EC10	VO10 - YE20 - MA10 - MA30 - MA40 - PU10A - PU20B - CO10 - AN10 - SF10 - MP10 - MP31

3.5.6.3 GRADIENTE DE ESTRÉS DE LA CUENCA DEL MAIPO-MAPOCHO

El gradiente de estrés de la cuenca se determinó mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP), incorporando las variables ambientales (física-químicas e hidromorfológicas) medidas en todas las estaciones de muestreo.

En la cuenca del Maipo-Mapocho, los dos primeros ejes del ACP explicaron un 63,30% de la varianza total, seleccionando al primer componente como el gradiente de estrés de la cuenca, ya que, por si solo explico más de un 45% de la varianza total (Figura 3.5.3). El componente 1 fue determinado por la altitud, la conductividad, la salinidad, la temperatura, el oxígeno disuelto

(%), el nitrógeno Kjeldahl y los sulfatos, variables que presentaron el mayor peso en este eje de análisis (> 0,3) (Tabla 3.5.11). Las estaciones de mayor altitud y porcentaje de oxígeno disuelto se ubicaron al extremo izquierdo del gráfico (Figura 3.5.3), mientras que las estaciones con valores más elevados de conductividad, temperatura, nitrógeno Kjeldahl y sulfatos se encontraron situadas a la derecha, aumentando paulatinamente en dicha dirección. Estos resultados concuerdan y se complementan, ya que, relacionamos la pérdida de calidad de las aguas con la intensa intervención antrópica, la cual se incrementa en tramos medios y bajos de la cuenca.

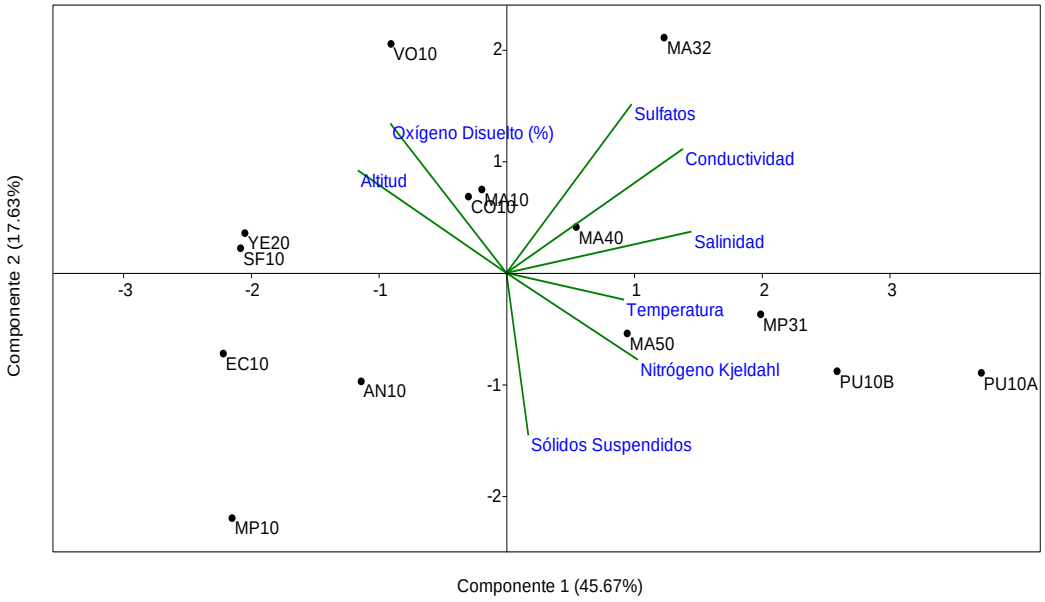


Figura 3.5.3. Disposición de las estaciones de muestreo de la cuenca del Maipo-Mapocho en el espacio definido por los dos primeros componentes en el ACP. Componente 1: Gradiente de estrés. (●) Estaciones de muestreo; (—) Variables ambientales.

Tabla 3.5.11. Variables con mayor influencia en el gradiente de estrés de la cuenca del Maipo-Mapocho, con su respectivo peso en el primer componente de análisis.

Variable	ACP Eje 1
Altitud	0,39
Oxígeno Disuelto (%)	0,30
Conductividad	-0,46
Salinidad	-0,48
Temperatura	-0,31
Nitrógeno Kjeldahl	-0,34
Sulfatos	-0,33

3.5.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP

Al relacionar el gradiente de estrés con el índice biótico ChBMWP observamos que entre ambos existe una elevada correlación negativa estadísticamente significativa (Tabla 3.5.12). Lo cual nos permite determinar que ChBMWP será un buen indicador del estado ecológico de los ríos de la cuenca del Maipo. Además, al correlacionar las 20 variables ambientales, tanto físico-químicas como hidromorfológicas medidas para la cuenca, mostraron que el oxígeno disuelto (%), la temperatura y la salinidad son las variables que mejor explican la variación del índice biológico (Tabla 3.5.12).

Tabla 3.5.12. Coeficiente de correlación de Spearman (R) y su valor de significancia (p) entre el índice ChBMWP y, (a) el gradiente de estrés y (b) las variables ambientales más asociadas al valor del índice biótico en la cuenca del Maipo-Mapocho.

Correlación Spearman		ChBMWP	
		R	p
(a)	Gradiente	-0,706	0,005
	Oxígeno Disuelto (%)	0,538	0,029
(b)	Temperatura	-0,583	0,047
	Salinidad	-0,662	0,010

3.5.6.4 DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA SEGÚN EL ÍNDICE CHBMWP-MA

En la Tabla 3.5.13 se presentan las nuevas acotaciones de los rangos de valores del ChBMWP-Ma para las estaciones en estudio en la cuenca del Maipo-Mapocho, obtenidas mediante la utilización del diagrama de *box-plot* (Figura 3.5.4).

Tabla 3.5.13. Acotaciones tentativas de los rangos de valores del índice ChBMWP, para definir el estado ecológico de los cursos de agua de la cuenca del Maipo-Mapocho. Se indican las acotaciones de los rangos originales del índice.

Clase	Calificación	Color	Rango de Valores	
			Original	*Tipo* H
Clase I	Muy Bueno	Azul	>100	>70
Clase II	Bueno	Verde	61-100	43-70
Clase III	Moderado	Amarillo	36-60	25-42
Clase IV	Deficiente	Naranja	15-35	11-24
Clase V	Malo	Rojo	<15	<11

Al restablecer los rangos de calificación del ChBMWP-Ma para caracterizar el estado ecológico de la cuenca observamos una diferencia moderada con respecto a los intervalos de clase original del índice (Tabla 3.5.13). Aunque a pesar de este cambio la mayoría de las estaciones se mantienen en una categoría que nos indica un claro impacto negativo sobre las comunidades bentónicas de la cuenca, a excepción de VO10.

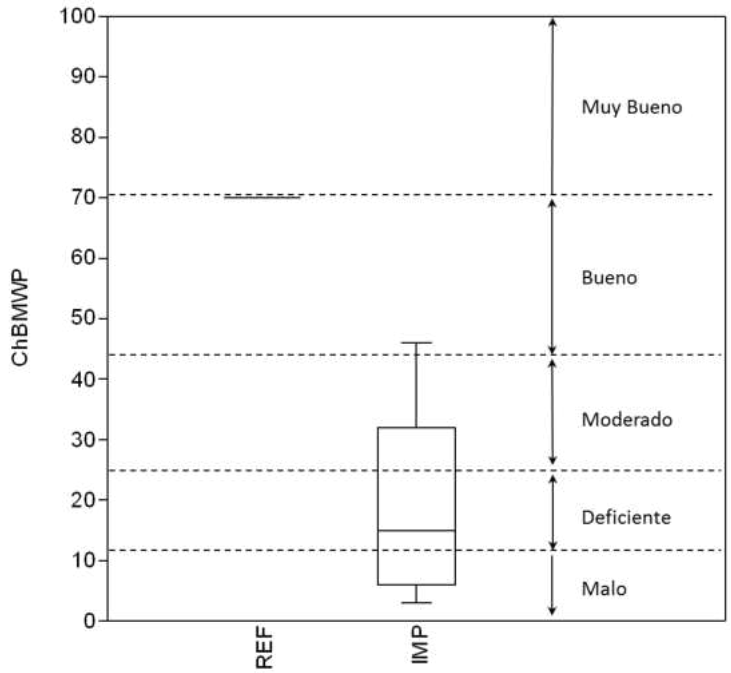


Figura 3.5.4. *Box-plot* de los valores del índice ChBMWP-Ma en las estaciones de referencia (REF) e impactadas (IMP) de la cuenca del Maipo-Mapocho. Las barras (⊤/⊥) indican el valor máximo y mínimo registrado para las estaciones de referencia e impactadas. Los límites inferior y superior del diagrama de caja señalan el percentil 25 y 75 respectivamente. La mediana se muestra con una línea horizontal en el interior de la caja. Las líneas discontinuas indican los límites entre rangos de calidad.

En los ríos de la cuenca del Maipo-Mapocho se identificaron principalmente categorías de estado ecológico *Moderado, Deficiente* y *Malo*, excepto en la referencia EC10 y la estación VO10, las cuales presentaron un estado ecológico *Bueno* (Tabla 3.5.14, Figura 3.5.5). Este resultado coincide con las clases de calidad de las aguas registradas para las estaciones que presentaron algún nivel de impacto antrópico (Clase III, IV y V), y que nos indican un impacto notable sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en el área de estudio.

Tabla 3.5.14. Estado ecológico para los ríos de la cuenca del Maipo-Mapocho, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP-Ma.

Estación	ChBMWP *Tipo* H
EC10	70
VO10	46
AN10	33
SF10	33
MP10	32
MA32	27
MA40	17
CO10	15
PU10B	12
YE20	8
MA10	6
MP31	6
MA50	4
PU10A	3

Estado Ecológico

- Muy Bueno
- Bueno
- Moderado
- Deficiente
- Malo

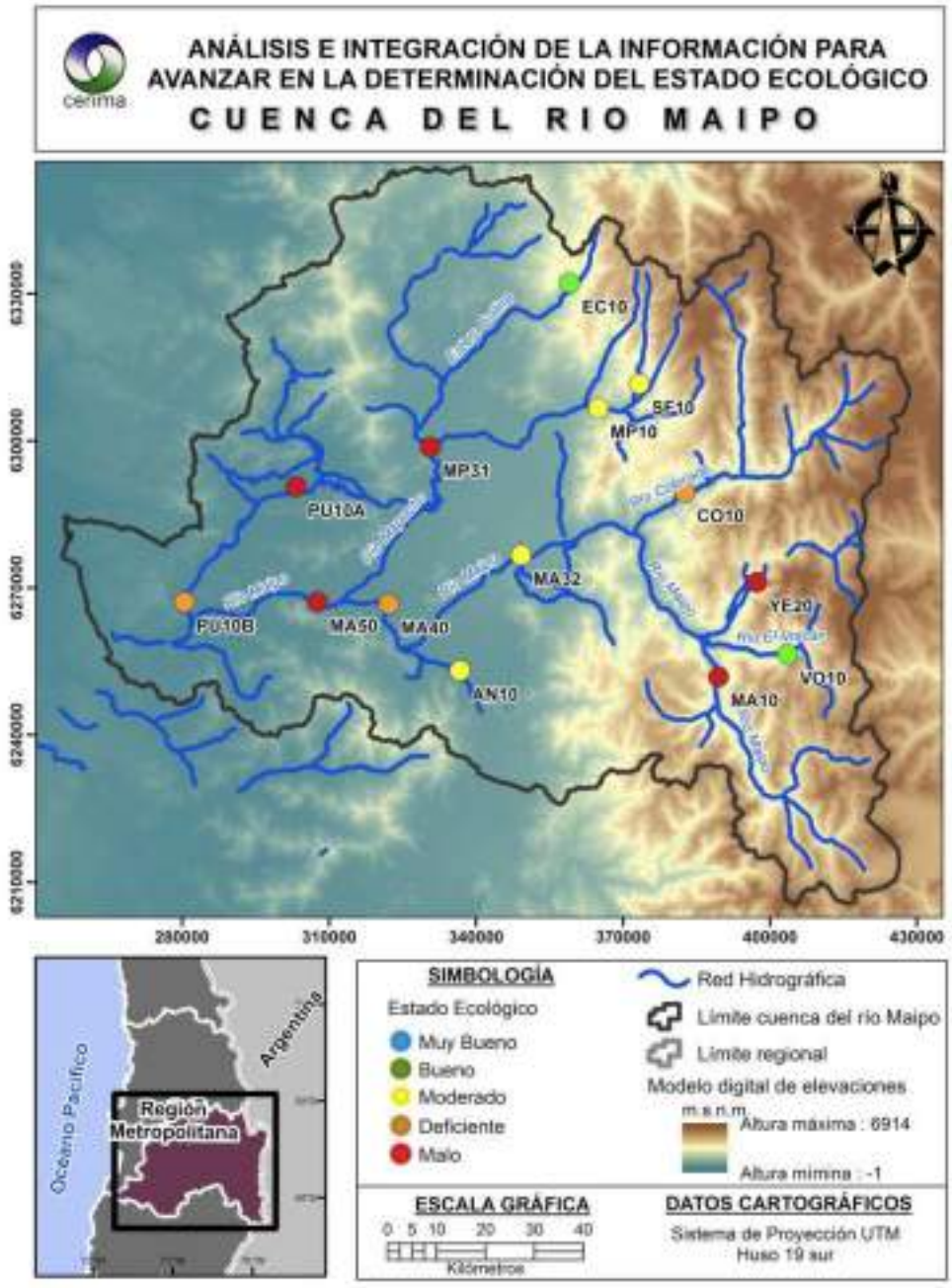


Figura 3.5.5. Estaciones de muestreo de la cuenca del río Maipo-Mapocho con sus respectivos estados ecológicos.

3.5.7 CONCLUSIONES

En contraste con los siete *Tipos* definidos por Fuster et al. (2011) para la cuenca del Maipo-Mapocho, en este estudio solo se identificó un *Tipo* de río, mediante la utilización de factores fisiográficos. Sin embargo esta cuenca presenta una alta complejidad debido a sus multiples usos y presiones en casi toda su extensión, mientras que la tipología propuesta por Fuster et al. (2011) se basa en un modelo conceptual basado en condiciones naturales o muy cercanas a ellas. A pesar de lo anterior, los resultados sugieren que no parece haber diferencias entre tipos calcáreos y silíceos, lo cual ha sido evidenciado en otras cuencas y dan argumentos para que esos tipos sean fusionados en uno solo. Entonces solo habrían 4 de los siete tipos propuestos por Fuster et al (2011) de los cuales el Tipo Costero Mediterráneo no fue evaluado en este trabajo.

Los resultados de este estudio muestran que actualmente existe un solo tipo que correspondería al de Transición sub húmedos (*Tipo* 12), el cual además presenta una alta intervención. Recomendamos ajustar la definición de los *Tipos* de ríos de la cuenca a partir de la utilización de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos recolectadas en monitoreos continuos en el tiempo, para complementar y corroborar estos resultados.

Es importante considerar para estudios futuros en la cuenca del Maipo-Mapocho la incorporación de un mayor número de estaciones de muestro, en cursos no muestreados en este proyecto como por ejemplo en las áreas de vigilancia YE10 y AR10, las cuales presentaron en 2011 una Buena calidad del agua según ChBMWP, con el propósito de establecer un mayor número de estaciones de referencia para la cuenca del Maipo-Mapocho.

En general los ríos de la cuenca presentaron una calidad biológica y un estado ecológico que nos señala que la mayor parte de las estaciones de muestreo presentan un impacto notable sobre la biota, el cual es evidente a nivel de cuenca, debido a la intensa actividad antrópica desarrollada en esta área de estudio.

Finalmente, consideramos que se las nuevas acotaciones del ChBMWP-Ma (definidas para la cuenca del Maipo) son consistentes y validas, si bien es cierto que nuevos estudios aportarían la robustez necesaria para definir con certeza los *Tipos* de ríos de la cuenca y es necesario contar con un mayor número de estaciones de referencia. En ese sentido no se debe desechar por completo las acotaciones originales del índice hasta no validar las cinco clases de estado ecológico definidas en este proyecto para los ríos de la cuenca del Maipo-Mapocho.

3.5.8 ANEXO DE DATOS

A continuación se muestra un ejemplo de ficha de terreno digital generada para una estación de muestreo de la cuenca del Maipo-Mapocho.

AREA MUESTREO
CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CENMA)

FICHA DE TERRENO - N° 65

1.- CARACTERIZACION DE LA ESTACION					
Nombre					
Código	VO10				
Cuenca	Maipo-Mapocho				
Río	Volcan				
Ubicación (UTM-N,UTM-E, DATUM, MSNM)					

2.- INFORMACION MONITOREO	
Fecha Muestreo	Hora Muestreo
25/09/2012	14:15

3.- CARACTERISTICAS DEL RIO		
Pendiente del cauce	Ancho del río	Profundidad
alta	20	40

4.- PARAMETROS FISICO-QUIMICOS IN-SITU, AGUA SUPERFICIAL			
Velocidad (m/s)	pH (u pH)	Temperatura (°C) Agua	Temperatura (°C) Aire
1	8,05	7,9	
Conductividad (uS/cm)	Oxígeno D (%)	Oxígeno D (mg/L)	Salinidad
1528	93,7	8,27	

5.- ENCARGADOS DE MONITOREO
--- ---, --- ---,

6.- OBSERVACIONES
Hora Inicio: 17:46, hora de término: 17:46

7.- IMAGENES MONITOREO





3.6 CUENCA DEL RÍO MATAQUITO

3.6.1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

La cuenca hidrográfica del río Mataquito se extiende desde la latitud 34º50' por el norte hasta la latitud 35º30' por el sur. Se ubica en la VII región del Maule, situado en el límite de las provincias de Talca y Curicó. Posee una extensión de 6.190 Km^2, lo que lo convierte en una de las cuencas más pequeñas de esta zona.

La formación del río Mataquito se debe a la confluencia del río Teno, que drena la porción norte del área, y del Lontué, que drena la porción sur. Dicha conjunción se produce a 12 Km. al W de Curicó; desde aquí el Mataquito serpentea por un valle ancho en dirección general al W hasta desembocar en mar abierto después de un recorrido de 95 Km. Recibe afluentes de escasa consideración, prácticamente todos generados en depresiones de la cordillera de la Costa.

El río Teno, principal afluente del sistema, tiene las cabeceras de sus formativos en las lagunas de Teno. La divisoria interoceánica alcanza en este sector a los 2.800 y 3.800 m. Se forma el Teno de la confluencia de los ríos del Nacimiento y Malo y drena un área de 1.590 Km^2, con un recorrido de 102 Km. Sin embargo, si se considera el formativo más alejado, su desarrollo se alcanza 120 Km. El más importante tributario por el sur es el Claro, que se le une en Los Queñes, a unos 30 Km. del nacimiento, el cual ocurre en la zona englaciada del volcán Planchón. Un afluente de escasa importancia en la ribera derecha del Teno es río El Manzano, en el sector de La Montaña, pero que es digno de mención porque en su valle se ha hecho el estudio de un embalse regulador de las aguas del Teno trasvasadas con canal alimentador.

El río Lontué posee una hoya de 2.510 Km^2 y un rumbo al NW en todo su curso. Se forma en la cordillera andina de la reunión de los ríos Colorado y Patos de San Pedro a 48 Km. al SE de su junta al Teno. Tomando en cuenta el Colorado, que es el más importante de sus afluentes, la longitud total del Lontué asciende a 126 Km.

División político-administrativa: la cuenca pertenece a la VII Región del Maule, abarcando las provincias de Talca y Curicó, posee una superficie de 619.000 Ha que equivalen al 2% de la superficie regional. Los asentamientos humanos más relevantes, de acuerdo al número de habitantes son las ciudades de Curicó y Teno.

Clima: la cuenca tiene predominantemente un clima mediterráneo, es decir, que existen al menos dos meses consecutivos del verano con déficit hídrico. Además se puede distinguir la presencia de ombroclimas que varían de húmedo a subhúmedo, dependiendo de los montos de precipitación, lo que se debe a la condición geomorfológica general. Las variaciones pluviales sumadas a las diferencias térmicas que ocurren en la cordillera andina, especialmente en lo que se refiere a la amplitud térmica anual o continentalidad, definen en su conjunto dos tipos bioclimáticos en la cuenca, que son Mediterráneo pluviestacional-oceánico (bajo los 2000 m.) y mediterráneo pluviestacional-continental (sobre los 2000 m.) Las características de continentalidad hacia el interior (Valle Longitudinal y Precordillera) hacen que los contrastes térmicos sean más acentuados que en el litoral.

Actividad económica: Los suelos, el clima y la hidrografía de la región determinan que su producción esté íntimamente ligada al sector silvoagropecuario. Entre los principales cultivos de la cuenca del río Mataquito, están el maíz, el trigo, las manzanas, las vides y otros tipos de hortalizas. También se encuentran plantaciones de pino en los sectores más cercanos a la costa. Dentro de la importancia que el rubro agrícola tiene para el desarrollo regional, cabe mencionar los cultivos industriales donde la reactivación de la producción de remolacha originó la construcción de la planta azucarera de Curicó.

Geología y volcanismo: la cuenca posee diversas formaciones rocosas, entre las cuales encontramos tipos de rocas sedimentarias, metamórficas, intrusivas, volcano-sedimentarias y volcánicas. En la parte alta de la cuenca, existe una formación rocosa de roca Q3i del tipo volcánico del Cuaternario, en la que se encuentran los volcanes existentes en la cuenca. Además se puede decir que la influencia volcánica viene de parte del volcán Planchón, el Peteroa y el Azufre.

Hidrogeología: en la parte alta de la cuenca, el acuífero asociado al derretimiento de nieves corre paralelo a los cursos de agua de los ríos Teno y Colorado, por un relleno no consolidado de origen aluvial y coluvial de alta permeabilidad. Las formaciones geológicas de la cordillera de Los Andes definen un basamento por el cual baja un acuífero hacia el valle longitudinal de la depresión intermedia, siguiendo por lo general las direcciones de los ríos Teno y Lontué con niveles freáticos de 4 m. a la altura de la ciudad de Curicó. Siguiendo más al sur, las aguas subterráneas confluyen en dirección paralela al río Mataquito, la cual es encerrada por un cordón norte – sur de rocas con baja permeabilidad pertenecientes a los períodos cretácico y paleozoico – batolito costero, motivo por lo cual escurre a través de un relleno de materiales no consolidados conformados por depósitos coluviales de estos cerros vecinos de alta permeabilidad hasta el océano pacífico. La desembocadura del río es en las proximidades del pueblo de Iloca.

Usos de suelo: el uso de suelo agrícola en la cuenca comprende 110.477 Ha que equivalen al 17% de la superficie total. Los cultivos que ocupan mayor superficie en la cuenca corresponden a los cultivos anuales y permanentes. Entre ellos destacan las superficies de frutales, cereales, viñas y parronales. Las provincias que concentran mayores superficies destinadas a los cultivos anteriores, corresponden a Curicó, Teno, Molina y Sagrada Familia. En cuanto al uso forestal del suelo abraca 21.658 Ha equivalentes al 3% de la superficie total de la cuenca. Destaca la superficie de bosque Nativo correspondiente a 90.464 Ha (14% de la superficie total). La provincia que posee mayor superficie forestal es Curicó, concentrándose en las comunas de Hualañé, Licantén y Vichuquén. El uso de tipo urbano es reducido y sólo comprende un 0,5% de la superficie total. Este tipo de uso abarca ciudades, pueblos y zonas industriales.

La población urbana se concentra mayoritariamente en la ciudad de Curicó. Las ciudades de Teno y Sagrada Familia pese a tener alto grado de ruralidad, también concentran un número importante de población urbana. La ciudad de Curicó, capital de la provincia del mismo nombre, se emplaza en el sector centro de la cuenca donde se concentra un número importante de población. Esta ciudad se caracteriza por ser el principal centro socio – económico debido a su

creciente comercio, especialmente del área agrícola, exportación de frutas y elaboración de vinos.

3.6.2 ESTACIONES DE MUESTREO

En la cuenca del río Mataquito se seleccionaron 8 estaciones de muestreo (Figura 3.6.1). En general, las estaciones de muestreo son seleccionados por ser estaciones de la DGA.

En particular, las estaciones CO10, PA10, CL10 y TE10B fueron escogidas por encontrarse en altitudes superiores a los 600 m. Las estaciones inferiores a los 600 m. de altitud están cercanas a zonas agrícolas y pobladas. Se seleccionó una estación de muestreo en el río Colorado y en el río Los Patos antes de su confluencia, estas estaciones son CO10 (río Colorado) y PA10 (Los Patos). Bajo la junta de estos ríos se escogió la estación LO2B en Lontué. Además se escogió la estación CL10 por entregar información del río Claro antes de Teno. Por otro lado, se escogieron dos estaciones en el río Teno, lo que permite análisis comparativos, dado que TE10B se encuentra antes del río Claro y TE20B después de la confluencia con el río Claro. Por último, se eligieron dos estaciones en el río Mataquito: MA10A, luego de la junta de los ríos Teno y Lontué; y MA10C por ser estación DGA.

Las coordenadas de las estaciones de muestreo se muestran en la Tabla 3.6.1.

Tabla 3.6.1. Coordenadas de cada una de las áreas de vigilancia establecidas como estaciones de muestreo.

Código Área de Vigilancia	Nombre de Estación	UTM Norte	UTM Este
CO10	Colorado antes junta Los Patos	6094736	316657
PA10	Los Patos antes confluencia con Colorado	6094742	316653
LO20B	Lontué bajo junta Colorado con Los Patos	6118411	296701
CL10	Río Claro antes Teno	6125036	334793
TE10B	Río Teno antes Claro	6125550	334857
TE20B	Río Teno después de confluencia con Claro	6127324	282966
MA10A	Mataquito después de junta	6113614	258933
MA10C	Mataquito en Estación DGA	6124577	225276

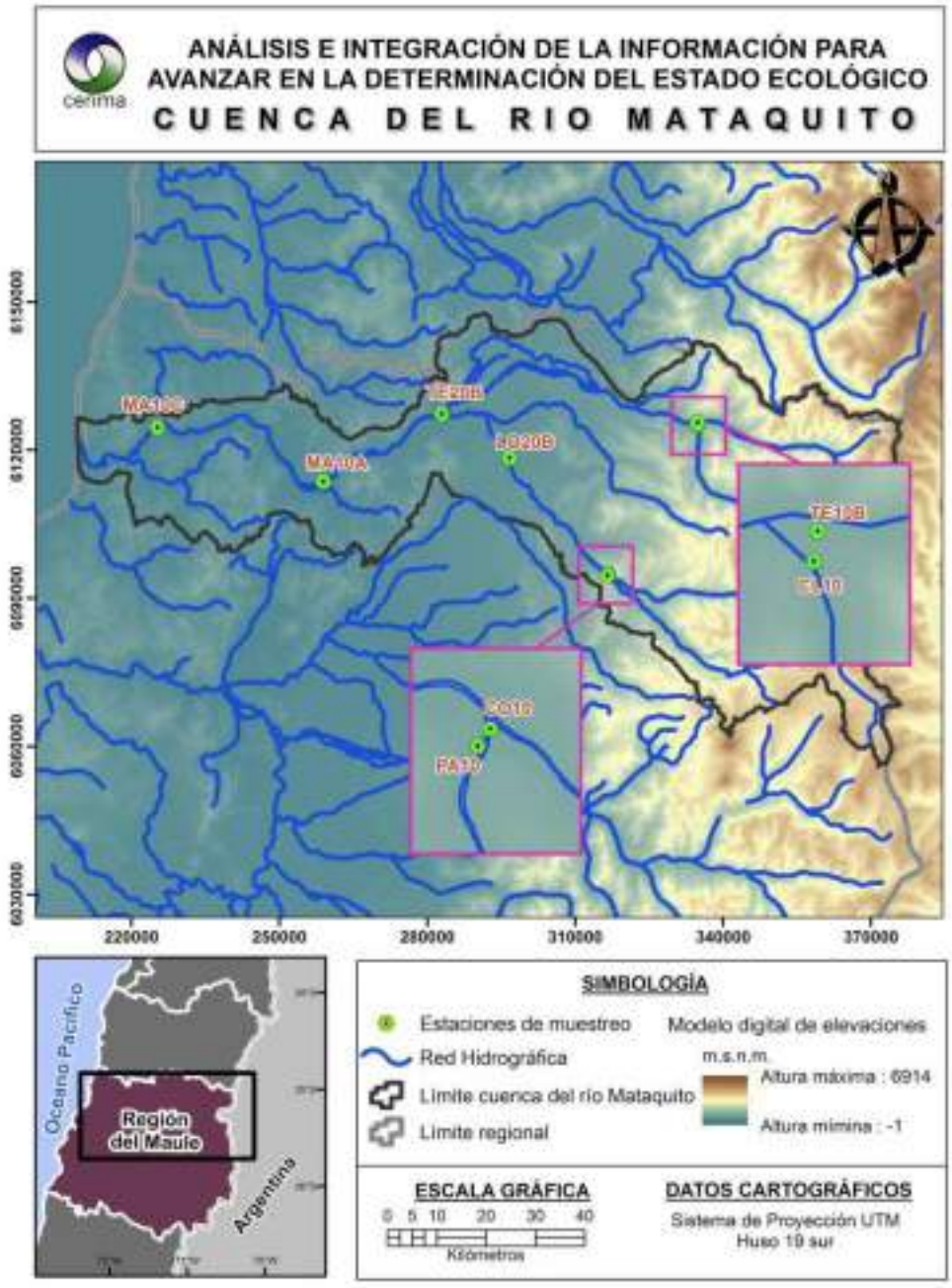


Figura 3.6.1. Estaciones de muestreo de la cuenca del río Mataquito.

3.6.3 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Los resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos y los metales de la cuenca del Mataquito se muestran en la Tabla 3.6.2 y la Tabla 3.6.3 respectivamente.

Tabla 3.6.2. Resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Mataquito. Las casillas en blanco se encuentran sin datos, debido a problemas técnicos con la instrumentación.

Variable	Unidad	CO10	PA10	LO20B	CL10	TE10B	TE20B	MA10A	MA10C
pH		7,43	7,68	7,76	7,45	8,15	8,43	7,36	7,94
Temperatura	º C	14,3	17	19,4	11,5	12,1	17,8	16,5	19,9
Conductividad	uS/cm	131	102	118	111	336	438	229	265
Oxígeno Disuelto	%	90,4	89,5	87,5	78,5	83,4	87,2	94,8	93,2
	mg/l	8,61	8,11	7,75	7,9	8,14	7,92	9,15	8,39
Fosfatos	mg/l	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
Fosforo total	mg/l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Nitratos	mg/l	1,58	0,35	1,3	0,57	2,94	3,65	4,44	3,46
Nitritos	mg/l	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	2,24	3,08	3,64	3,5	8,06	2,94	2,59	3,99

N.A.: No Aplica. Indica las estaciones donde no se realizó el análisis debido a que no fue requerido.

Tabla 3.6.3. Resultados de las mediciones de los metales totales y disueltos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Mataquito.

Estación		CO10	PA10	LO20B	CL10	TE10B	TE20B	MA10A	MA10C
Cd	Total	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
	Disuelto	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Zn	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	0,0525	<0,022	<0,022	<0,022
Cr	Total	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
	Disuelto	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
As	Total	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
	Disuelto	<0,041	<0,041	0,0639	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
Cu	Total	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
	Disuelto	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
Ni	Total	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
	Disuelto	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
Pb	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	0,0229	<0,023	<0,023
	Disuelto	0,0243	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
Al	Total	2,171	0,4725	1,431	0,2835	5,334	0,1373	1,126	0,4331
	Disuelto	0,1231	0,0618	0,191	0,0676	0,1174	0,0549	0,2197	0,1012
Se	Total	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130
	Disuelto	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	0,1387	0,132	<0,130	<0,130
Mn	Total	0,0925	<0,029	0,0561	<0,029	0,3009	<0,029	0,0706	0,0319
	Disuelto	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	0,0339	<0,029	<0,029	<0,029
Ag	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
V	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Ba	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	0,0563	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	0,0273	<0,023	0,0401	<0,023	0,0685	0,0382	<0,023	<0,023
Co	Total	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
	Disuelto	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Mo	Total	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
	Disuelto	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
Be	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
B	Total	0,1101	0,2451	0,0784	<0,039	0,0404	<0,039	0,0665	0,0794
	Disuelto	<0,039	0,1678	0,1444	0,0798	0,0745	0,0658	0,1182	0,1125
Fe	Total	1,677	0,3909	1,108	0,2671	4,039	0,1632	1,008	0,3321
	Disuelto	0,0868	<0,061	0,1096	<0,061	<0,061	<0,061	0,1417	0,086
Sb	Total	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	0,0428	0,0379	<0,036	0,042
	Disuelto	<0,036	<0,036	<0,036	0,0194	0,0495	0,044	0,0224	0,0279

3.6.4 PARÁMETROS BIOLÓGICOS

3.6.4.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Las familias de macroinvertebrados bentónicos encontradas en las estaciones de muestreo de la cuenca del río Mataquito se indican en la Tabla 3.6.4 con sus respectivas abundancias relativas respecto del tamaño muestreal (n) total.

Tabla 3.6.4. Abundancias de taxa de macroinvertebrados bentónicos encontradas por estación de muestreo en la cuenca del Mataquito.

TAXA	CO10	PA10	LO20B	CL10	TE10B	TE20B	MA10A
ACARI							
Acari				2			2
COLEOPTERA							
Elmidae	18	24	55	25	6	2	3
Haliplidae			1				
Hydrophilidae		2					42
COLLEMBOLA							
Collembola							1
DIPTERA							
Athericidae	1	6	5	6	1		
Ceratopogonidae		3					
Chironomidae	110	91	23	37	108	44	64
Empididae				1		1	
Ephydridae	1						
Simulidae		2			1		
Tabanidae		1					
Tipulidae	9	15		74	7		
EPHEMEROPTERA							
Baetidae	43	38	62	38	14	48	38
Leptophlebiidae	12	15	12	4	4		
PLECOPTERA							
Gripopterygidae	4		17	8			
TRICHOPTERA							
Glossosomatidae	1	1	2	2	1		
Hydropsichydae	1		4	2	1	52	22
Hydrobiosidae			2	1			
Hydroptilidae		2	17		4	35	7
ANNELIDA							
Oligochaeta					53	5	21
MOLLUSCA							
Chilinidae						13	
N total	**200**	**200**	**200**	**200**	**200**	**200**	**200**

3.6.4.2 Índices de diversidad

Para caracterizar la diversidad de la cuenca hidrográfica se realizaron índices de riqueza (S), abundancia, diversidad de Shannon-Wiener (H), Simpson (1-D) y Equitatividad (J). Los resultados se muestran en la Tabla 3.6.5 De acuerdo a los resultados, se puede decir que en general, todas las estaciones presentan una alta riqueza taxonómica (entre 9 y 12 taxa) y una diversidad similar. Las estaciones con menor diversidad son CO10 y TE10B. Diversidades bajas suelen sugerir algún tipo de presión sobre las comunidades acuáticas.

Tabla 3.6.5. Índices comunitarios de diversidad por estaciones de muestreo para la cuenca del Mataquito.

Estación	CO10	PA10	LO20B	CL10	TE10B	TE20B	MA10A
Riqueza (S)	10	12	11	12	11	8	9
Shannon (H)	1,37	1,68	1,84	1,76	1,36	1,67	1,74
Simpson (1-D)	0,64	0,73	0,80	0,77	0,63	0,79	0,79
Equidad (J)	0,59	0,67	0,77	0,71	0,57	0,80	0,79

3.6.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original

En la cuenca del Mataquito se observó una tendencia general a la *Buena* calidad de las aguas en la parte alta y media de la cuenca. Incluso, a pesar que la estación CO10 registró una *Regular* calidad, su puntaje de calificación del índice está muy próximo al nivel de calidad superior (*Bueno*). Solo se registró una *Mala* calidad de las aguas en TE20B y MA10A, ambas ubicadas en la parte baja de la cuenca, donde se concentra el mayor número de actividades humanas de la cuenca (Tabla 3.6.6).

Tabla 3.6.6. Calidad del agua según el índice biótico ChBMWP para los ríos de la cuenca del Mataquito, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP.

Estación	ChBMWP
CL10	72
PA10	69
LO20B	69
TE10B	62
CO10	58
TE20B	35
MA10A	33

Calidad del agua
Muy Bueno
Bueno
Regular
Malo
Muy Malo

3.6.4.4 BIOMASA FITOPLANCTÓNICA - CLOROFILA-A

Los resultados indican que las concentraciones de clorofila no varían mucho a través de la cuenca, no sobrepasando en la mayoría de los casos los 11 µg/L. La concentración más alta se encontró en uno de los tramos bajos de la cuenca, alcanzando los 30,5 µg/L. Por otro lado, la estación muestreada en el lugar con mayor altitud (TE10 B) presentó las concentraciones de clorofila más bajas (Tabla 3.6.7).

Tabla 3.6.7. Concentraciones de Clorofila-a medidas en las estaciones de muestreo de la cuenca del Mataquito.

Estación	Determinación Clorofila a chl a (ug/L)
CO10	8,29
PA10	9,89
LO20 B	6,95
CL10	10,16
TE10 B	0,53
TE20 B	10,96
MA10 A	30,47
MA10 C	5,61

N.D.: No determinado.

3.6.5 Estructura hidromorfológica

3.6.5.1 Composición del sustrato

A lo largo de la cuenca se identificaron los siete tipos de sustratos, posibles de encontrar en el curso del río: fango-limo, arena, grava fina, grava, bolón, piedra y basamento los cuales se presentaron diferencialmente a través de la cuenca (Tabla 3.6.8). En general en cada estación de muestreo se registró entre uno a cinco tipos de sustratos, siendo PA10 la estación más diversa compuesta por arena, grava, grava fina, piedra y basamento. Mientras que MA10C solo presentó el sustrato de la categoría más fina, fango-limo.

Tabla 3.6.8. Diversidad de sustrato por estación de muestreo en la cuenca del río Mataquito.

Estación	CO10	PA10	LO20B	CL10	TE10B	TE20B	MA10A	MA10C
Fango-Limo								x
Arena	x	x	x	x	x	x		
Grava fina		x						
Grava		x		x		x		
Bolón	x		x	x	x	x	x	
Piedra	x	x	x	x	x		x	
Basamento		x			x			

3.6.5.2 VEGETACIÓN DE RIBERA

La vegetación de ribera de la cuenca del río Mataquito estuvo representada por árboles, arbustos y hierbas (Tabla 3.6.9), presentando vegetación de tipo arbustiva en todas las estaciones en estudio. Tanto en CO10 como CL10 el tramo de ribera evaluado solo presento arbustos con un porcentaje de cobertura menor al 25% en ambas riberas.

Tabla 3.6.9. Vegetación de ribera por estación de muestreo en la cuenca del río Mataquito.

Estación	CO10	PA10	LO20B	CL10	TE10B	TE20B	MA10A	MA10C
Arboles		x	x		x		x	x
Arbustos	x	x	x	x	x	x	x	x
Hierbas		x	x		x	x	x	x

3.6.6 EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MATAQUITO

3.6.6.1 TIPOS DE RÍOS DE LA CUENCA DEL MATAQUITO

La cuenca del Mataquito se ubica en la ecorregión mediterránea y según la clasificación de sus cuerpos de agua realizada por Fuster et al. (2011), es posible identificar tres *Tipos* de ríos: andinos sub húmedos (*Tipo* 11), transición sub húmedos (*Tipo* 12) y desembocadura sub húmedos (*Tipo* 13). Dada la localización de nuestras estaciones de muestreo no se identificaron estaciones del *Tipo* 11.

El análisis de similaridad (ANOSIM) realizado con los datos obtenidos a partir de parámetros fisiográficos, señaló que la cuenca presenta dos *Tipos* de ríos, presentando diferencias estadísticamente significativas ($R = 0{,}354$; $p < 0{,}05$) entre estaciones del *Tipo* 12 y 13. Mediante el análisis de escalamiento multidimensional (MDS), se observó una clara separación entre estos *Tipos* de ríos (Figura 3.6.2). El primer *Tipo*, denominado J fue constituido por cuatro estaciones de muestreo ubicadas sobre los 600 metros de altitud, mientras que el segundo *Tipo* denominado K fue conformado por cuatro estaciones ubicadas bajo los 250 metros de altitud.

Los resultados de la determinación de los *Tipos* de ríos de la cuenca utilizando las comunidades de macroinvertebrados bentónicos corroboran los resultados obtenidos mediante la utilización de factores físicos como altitud, pendiente, entre otros. Se estableció también mediante un ANOSIM ($R = 0{,}555$; $p < 0{,}001$) y un MDS dos *Tipos* de ríos para la cuenca, los cuales como se muestra en la Figura 3.6.3 agruparon a las mismas estaciones tanto en el *Tipo* J (PA10, CO10, CL10 y TE10B), como en el *Tipo* K (TE20B, LO20B, MA10A y MA10C).

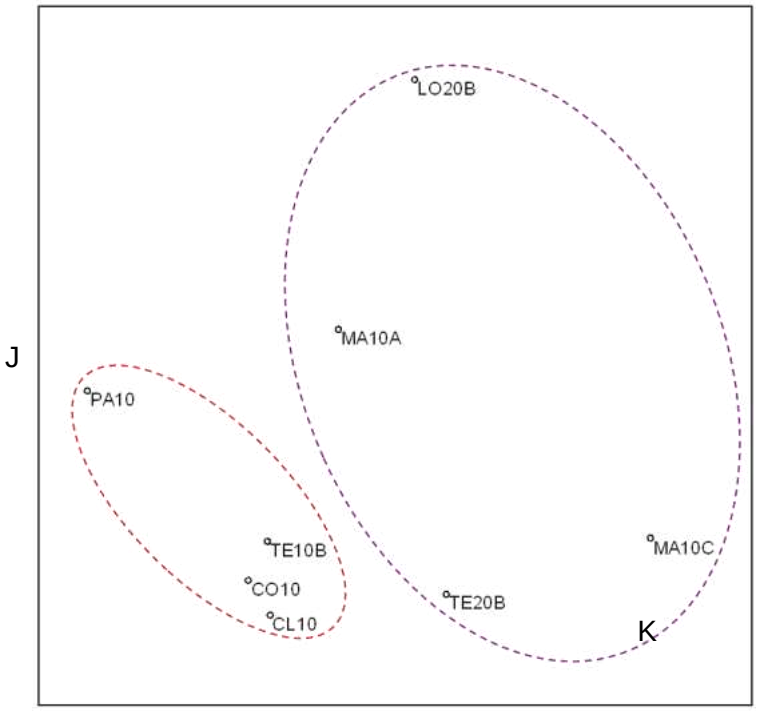


Figura 3.6.2. Análisis MDS de los componentes fisiográficos de las estaciones de muestreo de la cuenca del Mataquito. La línea discontinua agrupa a las estaciones de muestreo dentro de un mismo *Tipo* de río: --- *Tipo* J; --- *Tipo* K. Utilizando la medida de distancia Euclidiana en un gráfico de 2 dimensiones con un coeficiente de estrés = 0,1.

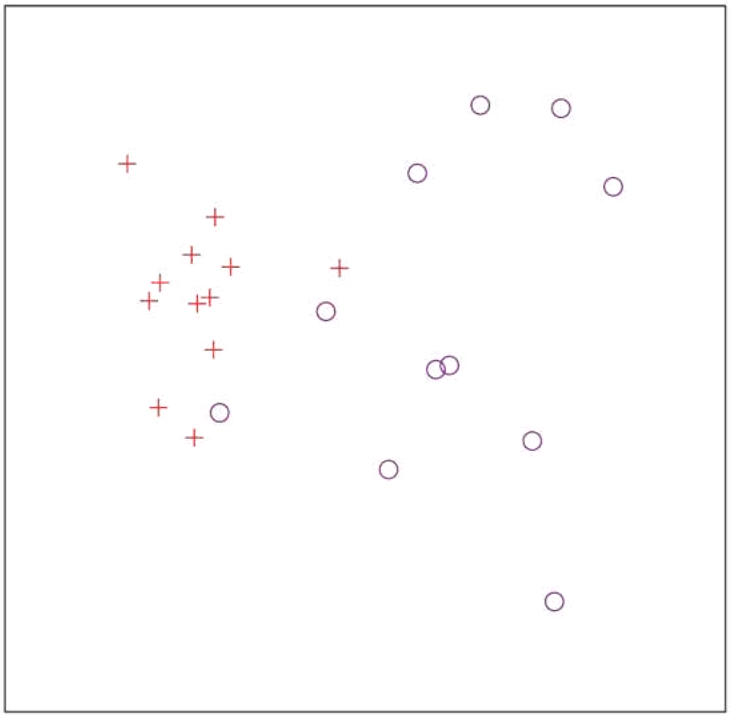


Figura 3.6.3. Análisis MDS de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones de muestreo de la cuenca del Mataquito. Utilizando la medida de distancia de Bray-Curtis en un gráfico de 2 dimensiones con un coeficiente de estrés = 0,2. + Estaciones de muestreo del *Tipo* J; ○ Estaciones de muestreo del *Tipo* K.

3.6.6.2 SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA EN LA CUENCA DEL MATAQUITO

Considerando que en la cuenca del Mataquito es posible diferenciar dos *Tipos* de ríos, es necesario seleccionar estaciones de referencia para cada *Tipo*. Para el *Tipo* J se establecieron tres estaciones de referencia, mientras que para el *Tipo* K solo se pudo establecer una estación de referencia (Tabla 3.6.10), debido a que la parte baja de la cuenca presenta una mayor intervención antrópica producida por actividades mineras, agrícolas extensivas o hidroeléctricas.

Tabla 3.6.10. Estaciones de referencia e impactadas para cada *Tipo* de río de la cuenca del Mataquito.

Estaciones	Referencia	Impactadas
Tipo J	CL10 - PA10	CO10 - TE10B
Tipo K	LO20B	TE20B - MA10A

3.6.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Mataquito

El gradiente de estrés de la cuenca se determinó mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP), incorporando las variables ambientales (física-químicas e hidromorfológicas) medidas en todas las estaciones de muestreo.

En la cuenca del Mataquito, los dos primeros ejes del ACP explicaron un 81,25% de la varianza total, seleccionando al primer componente como el gradiente de estrés de la cuenca, ya que, por si solo explico más de un 54% de la varianza total (Figura 3.6.4). El componente 1 fue determinado por la altitud, la conductividad, el oxígeno disuelto (%), la temperatura, los nitratos y la diversidad de sustratos, variables que presentaron el mayor peso en este eje de análisis (> 0,3) (Tabla 3.6.11). Las estaciones del *Tipo* J con una altitud superior a los 600 metros y una elevada diversidad de sustratos se ubicaron a la izquierda del gráfico, mientras que las estaciones del *Tipo* K con valores más elevados de temperatura y nitratos se localizaron a la derecha del gráfico. Estos resultados son consistentes con la identificación de los dos *Tipos* de ríos presentes en la cuenca, los cuales presentan además diferente una caracterización fisicoquímica.

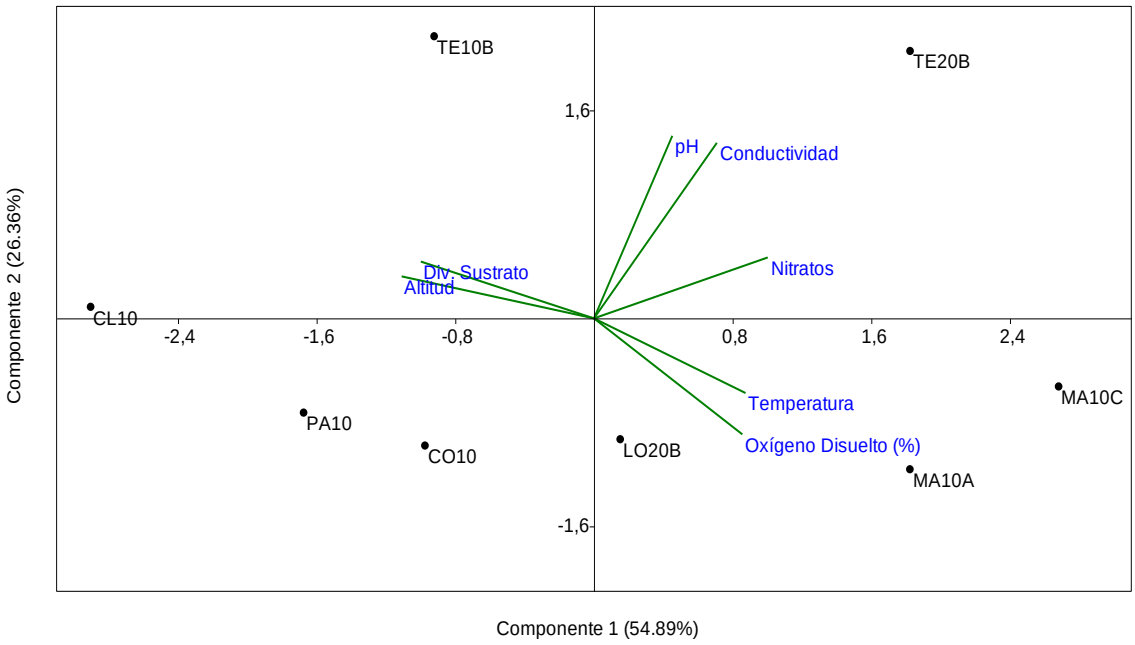


Figura 3.6.4. Disposición de las estaciones de muestreo de la cuenca del Mataquito en el espacio definido por los dos primeros componentes en el ACP. Componente 1: Gradiente de estrés. (●) Estaciones de muestreo; (—) Variables ambientales.

Tabla 3.6.11. Variables con mayor influencia en el gradiente de estrés de la cuenca del Mataquito, con su respectivo peso en el primer componente de análisis.

Variable	ACP Eje 1
Altitud	-0,48
Diversidad de Sustrato	-0,43
Conductividad	0,30
Oxígeno Disuelto (%)	0,37
Temperatura	0,38
Nitratos	0,43

3.6.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP

Al relacionar el gradiente de estrés con el índice biótico ChBMWP observamos que entre ambos existe una elevada correlación negativa estadísticamente significativa (Tabla 3.6.12). Esto nos permite determinar que ChBMWP será un buen indicador del estado ecológico de los ríos de la cuenca del Mataquito. Además, al correlacionar las 12 variables ambientales, tanto físico-químicas como hidromorfológicas medidas para la cuenca, se obtuvo que la altitud, la diversidad de sustrato, el oxígeno disuelto (%) y los nitratos son las variables que mejor explican la variación del índice biológico (Tabla 3.6.12).

Tabla 3.6.12. Coeficiente de correlación de Spearman (R) y su valor de significancia (p) entre el índice ChBMWP y, (a) el gradiente de estrés y (b) las variables ambientales más asociadas al valor del índice biótico en la cuenca del Mataquito.

Correlación Spearman		ChBMWP	
		R	p
(a)	Gradiente	-0,796	0,032
(b)	Altitud	0,765	0,027
	Diversidad de sustrato	0,795	0,018
	Oxígeno Disuelto (%)	-0,740	0,036
	Nitratos	-0,840	0,009

3.6.6.4 DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA SEGÚN EL ÍNDICE CHBMWP-MQ

En la Tabla 3.6.13 se presentan las nuevas acotaciones de los rangos de valores del ChBMWP-Mq para los dos *Tipos* de ríos (J y K) para las estaciones en estudio en la cuenca del Mataquito. Este índice se acompaña de las letras Mq (ChBMWP-Mq) para diferenciarlas de Ma (ChBMWP-Ma) que corresponde a la cuenca del Maipo-Mapocho.

Se observa mediante la utilización de diagramas de *box-plot* que ambos *Tipos* de ríos presentan el mismo valor del percentil 25 para las estaciones de referencia (Figura 3.6.5 y 3.6.6), por ende los límites entre clases de calificación del estado ecológico son las mismas (Tabla 3.6.13).

Tabla 3.6.13. Acotaciones tentativas de los rangos de valores del índice ChBMWP.Mq, para definir el estado ecológico de los dos *Tipos* de ríos (J y K) de la cuenca del Mataquito. Se indican las acotaciones de los rangos originales del índice.

Clase	Calificación	Color	Rango de valores		
			Original	*Tipo* J	*Tipo* K
Clase I	Muy Bueno	Azul	>100	>69	>69
Clase II	Bueno	Verde	61-100	42-69	42-69
Clase III	Moderado	Amarillo	36-60	25-41	25-41
Clase IV	Deficiente	Naranja	15-35	10-24	10-24
Clase V	Malo	Rojo	<15	<10	<10

Al restablecer los rangos de calificación del ChBMWP-Mq para caracterizar el estado ecológico de la cuenca observamos una diferencia con respecto a los intervalos de clase original del índice (Tabla 3.6.13).

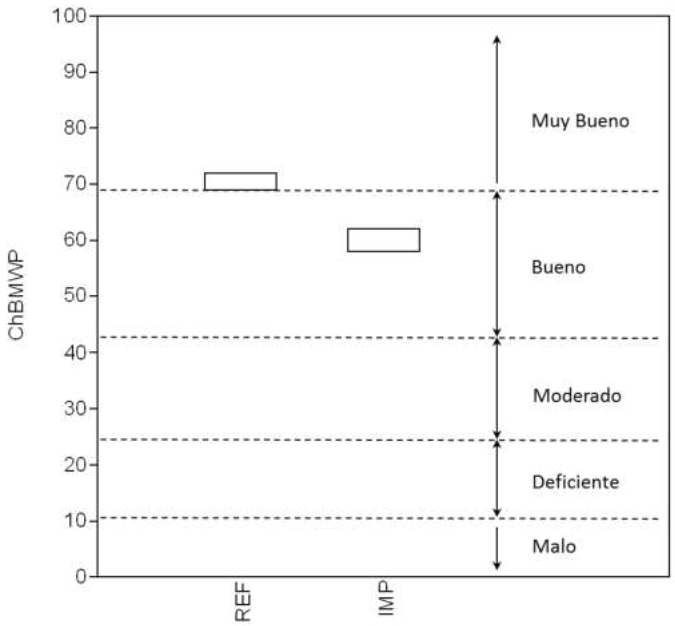


Figura 3.6.5. *Box-plot* de los valores del índice ChBMWP-Mq en las estaciones de referencia (REF) e impactadas (IMP) de *Tipo* J en la cuenca del Mataquito. Los límites inferior y superior del diagrama de caja señalan el percentil 25 y 75 respectivamente y, el valor máximo y mínimo registrado para las estaciones de referencia e impactadas. La mediana se muestra con una línea horizontal en el interior de la caja. Las líneas discontinuas indican los límites entre rangos de calidad.

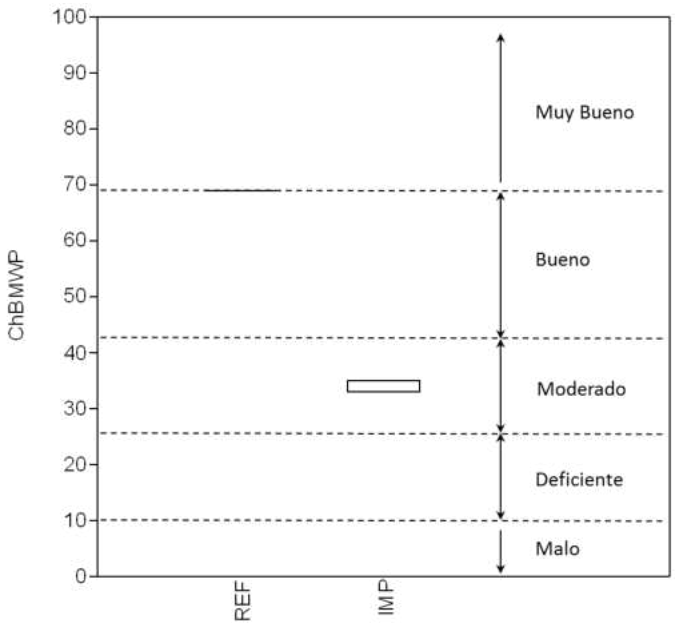


Figura 3.6.6. *Box-plot* de los valores del índice ChBMWP-Mq en las estaciones de referencia (REF) e impactadas (IMP) de *Tipo* K en la cuenca del Mataquito Los límites inferior y superior del diagrama de caja señalan el percentil 25 y 75 respectivamente y, el valor máximo y mínimo registrado para las estaciones de referencia e impactadas. La mediana se muestra con una línea horizontal en el interior de la caja. Las líneas discontinuas indican los límites entre rangos de calidad.

En los ríos pertenecientes al *Tipo* J de la cuenca del Mataquito localizados sobre los 600 m.s.n.m. se observó un estado ecológico *Muy bueno* a *Bueno* (Tabla 3.6.14, Figura 3.6.7), lo cual nos índica la excelente condición ecológica de la parte alta de la cuenca.

Tabla 3.6.14. Estado ecológico para los ríos *Tipo* J de la cuenca del Mataquito, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP-Mq.

Estación	ChBMWP *Tipo* J
CL10	72
PA10	69
TE10B	62
CO10	58

Estado Ecológico
Muy Bueno
Bueno
Moderado
Deficiente
Malo

En los ríos pertenecientes al *Tipo* K de la cuenca del Elqui ubicados bajo los 215 metros de altitud, se presenta una disminución del estado ecológico de la cuenca, desde un estado *Bueno* a un estado ecológico *Moderado* (Tabla 3.6.15, Figura 3.6.7).

Tabla 3.6.15. Estado ecológico para los ríos *Tipo* K de la cuenca del Mataquito, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP-Mq.

Estación	ChBMWP *Tipo* K
LO20B	69
TE20B	35
MA10A	33

Estado Ecológico
Muy Bueno
Bueno
Moderado
Deficiente
Malo

3.6.7 CONCLUSIONES

En este estudio, al igual que en el trabajo de Fuster et al. (2011) las estaciones de muestreo de la cuenca del Aconcagua se agruparon en dos diferentes *Tipos* de ríos sub húmedos, de transición y desembocadura, denominados para este proyecto como *Tipo* J y K respectivamente. Sin embargo los valores del índice ChBMWP-Mq resultaron iguales para ambos tipos, por lo que en la práctica resulta uno solo, correspondiendo al descrito como de ríos sub húmedos de transición. Aquí el sistema de tipología muestra su utilidad al aportar información relevante para la gestión de las cuencas y de sus cuerpos de agua, al demostrar que en la actualidad las cuencas del Maipo-Mapocho y Mataquito responden a condiciones fisiográficas similares, que permite compararlas y gestionarlas de manera similar. Asimismo, los resultados demuestran que esta cuenca presenta un estado ecológico mucho mejor que la vecina cuenca de más al norte. Lo anterior permite inferir y modelar los pasos a seguir para una recuperación de la cuenca del Maipo-Mapocho en un futuro cercano y tener una idea de la fauna que se ha perdido debido a la fuerte intervención en esa cuenca.

Es importante considerar para estudios futuros en la cuenca del Mataquito la incorporación de un mayor número de estaciones de muestreo, con el propósito de establecer de un mayor número de estaciones de referencia para cada *Tipo* de ríos, y de esta manera lograr establecer si efectivamente existen diferencias entre ambos tipos.

El índice ChBMWP-Mq resulta idéntico al ChBMWP-Ma por lo que resulta conveniente solo utilizar la sigla ChBMWP-Ma que resulta acorde a las dos primeras iniciales de ambas cuencas.

En general los ríos de la cuenca del Mataquito presentaron un estado ecológico *Bueno*, a excepción de la parte baja de la cuenca (TE20B y MA10A) la cual presentó un claro impacto sobre la biota, registrando un estado ecológico *Moderado*.

3.6.8 ANEXO DE DATOS

A continuación se muestra un ejemplo de ficha de terreno digital generada para una estación de muestreo de la cuenca del Mataquito.

AREA MUESTREO
CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CENMA)

FICHA DE TERRENO - N° 72

1.- CARACTERIZACION DE LA ESTACION			
Nombre	Claro antes de junta con Teno		
Código	CL10		
Cuenca	Mataquito		
Río	Claro		
Ubicación (UTM-N,UTM-E, DATUM, MSNM)	6125036	334793	670

2.- INFORMACION MONITOREO	
Fecha Muestreo	Hora Muestreo
07/11/2012	10:20

3.- CARACTERISTICAS DEL RIO		
Pendiente del cauce	Ancho del río	Profundidad
media	20	25

4.- PARAMETROS FISICO-QUIMICOS IN-SITU, AGUA SUPERFICIAL			
Velocidad (m/s)	pH (u pH)	Temperatura (°C) Agua	Temperatura (°C) Aire
0,5	7,45	11,5	
Conductividad (uS/cm)	Oxígeno D (%)	Oxígeno D (mg/L)	Salinidad
111	78,5	7,9	0

5.- ENCARGADOS DE MONITOREO
María Isabel Olmedo, Magíster en Biología Javier Gonzalez, Magíster en Ecología

6.- OBSERVACIONES
Hora Inicio: 19:43, hora de término: 19:43

7.- IMAGENES MONITOREO	
	

3.7 CUENCA DEL LAGO VILLARRICA

3.7.1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

El Lago Villarrica se sitúa en 39,3° de Latitud Sur y 72,1° de Latitud Oeste. Se encuentra en la IX Región de la Araucanía dentro de los límites de la hoya hidrográfica perteneciente al Río Toltén. Adicionalmente, se ubica en la cuenca que lleva su nombre rodeado de altos cordones montañosos. El principal afluente del lago Villarrica es el río Pucón o Minetue, el cual nace de la confluencia de los ríos Trancura y Maichin y tiene como uno de sus principales contribuyentes al río Liucura, que a su vez recibe las aguas provenientes del lago Caburgua. Posee una extensión de 173 Km^2 y hace su descarga principalmente en el Río Toltén.

A nivel de cuerpo de agua, el lago Villarrica presenta una forma elíptica con un eje mayor E-W de 22 Km. y uno menor de 11 Km., su profundidad media es de 120 m. y contiene un volumen aproximado de 21 Km3. El régimen térmico de este lago es monomíctico temperado con períodos de mezcla en invierno y una marcada estratificación en los meses estivales.

División político-administrativa: la cuenca se encuentra en la IX Región de la Araucanía y compende a las comunas de Curarrehue, Pucón y Villarrica, las cuales poseen un total de 66671 habitantes.

Clima: la cuenca posee clima de tipo templado lluvioso con influencia mediterránea, el cual se caracteriza por presentar precipitaciones durante todo el año alcanzando los 1.000 mm anuales, aunque en verano suele haber una leve disminución. Por otra parte, el promedio de temperaturas máximas es de 13 ºC y para las mínimas es de 6 ºC.

Actividad Económica: La población se desempeña en diversas actividades económicas como la agricultura, ganadería, forestal, pesquería y salmonicultura (pisciculturas de tierra), siendo esta última la actividad industrial más relevante de la cuenca. Sin embargo, la principal actividad es el turismo, el cual gira en torno a los diversos lagos que posee la región, siendo el principal

atractivo el Lago Villarrica y su entorno. Esta zona lacustre se ubica entre los seis destinos de mayor pernoctación por turismo interno.

Geología y volcanismo: En la zona alta de la cuenca se presentan formaciones rocosas de origen sedimentario volcánico, rocas hipabisales e intrusivas, las cuales poseen materiales de baja permeabilidad que forman el basamento de dicha zona. Es por esto que existe una importante infiltración de las aguas hacia los acuíferos hasta llegar a los lagos Villarrica, Caburga y Colico, cuerpos lacustres desde donde también el agua se infiltra a través del material morrénico, generando un constante abastecimiento del acuífero. Por otra parte, el suelo que caracteriza la cuenca tiene un alto grado de retención de agua y buena a muy buena permeabilidad.

Usos de Suelo: en los últimos años la cuenca del lago Villarrica registró un incremento en la cobertura de renovales de bosque nativo y un decrecimiento en la superficie de praderas agropecuarias. Por otro lado, tanto el uso de suelo agrícola como el uso urbano son muy reducidos. En cuanto a la biodiversidad, la cuenca cuenta con un área bajo protección oficial perteneciente al SNASPE. Esta corresponde a la Reserva Nacional Villarrica.

3.7.2 ESTACIONES DE MUESTREO

En la cuenca de Villarrica se seleccionaron 7 estaciones de muestreo (Figura 3.7.1). Las estaciones de muestreo seleccionados por ser estaciones de la DGA son Río Liucura, Río Trancura en Pucón y Río Toltén en Villarrica. Las demás estaciones fueron seleccionadas tomando en consideración los criterios establecidos por la contraparte del Ministerio del Medio Ambiente según la Minuta Adjunta.

En particular, la estación MA10 informa sobre el río Maichin antes del río Trancura, TR20 entrega información acerca de la zona abajo del desagüe Curarrehue. Por otro lado, TR30 y TR40 miden el estado del río Trancura en el camino Curarrehue y en el embalse Queule respectivamente. Además la estación LI10 informa sobre el río Licura en el puente y la estación CAR10 sobre el río Carhuello antes del río Liucura. Por último, La estación TO10 fue seleccionada por entregar información del río Toltén en su desembocadura en el lago y por encontrarse cercana a una zona altamente poblada.

Las coordenadas de las estaciones de muestreo se muestran en la Tabla 3.7.1

Tabla 3.7.1. Coordenadas de cada una de las áreas de vigilancia establecidas como estaciones de muestreo.

Código Área de Vigilancia	Nombre de Estación	UTM Norte	UTM Este
MA10	Maichin antes Trancura	5641423	277937
TR20	Abajo desagüe Curarrehue	5640503	277584
TR30	Trancura camino Curarrehue	5642609	256882
TR40	Trancura embalse Queule	5649602	247101
LI10	Licura en puente	5650436	256136
CAR10	Carhuello antes Liucura	5652925	254684
TO10	Toltén salida Lago	5648105	221331

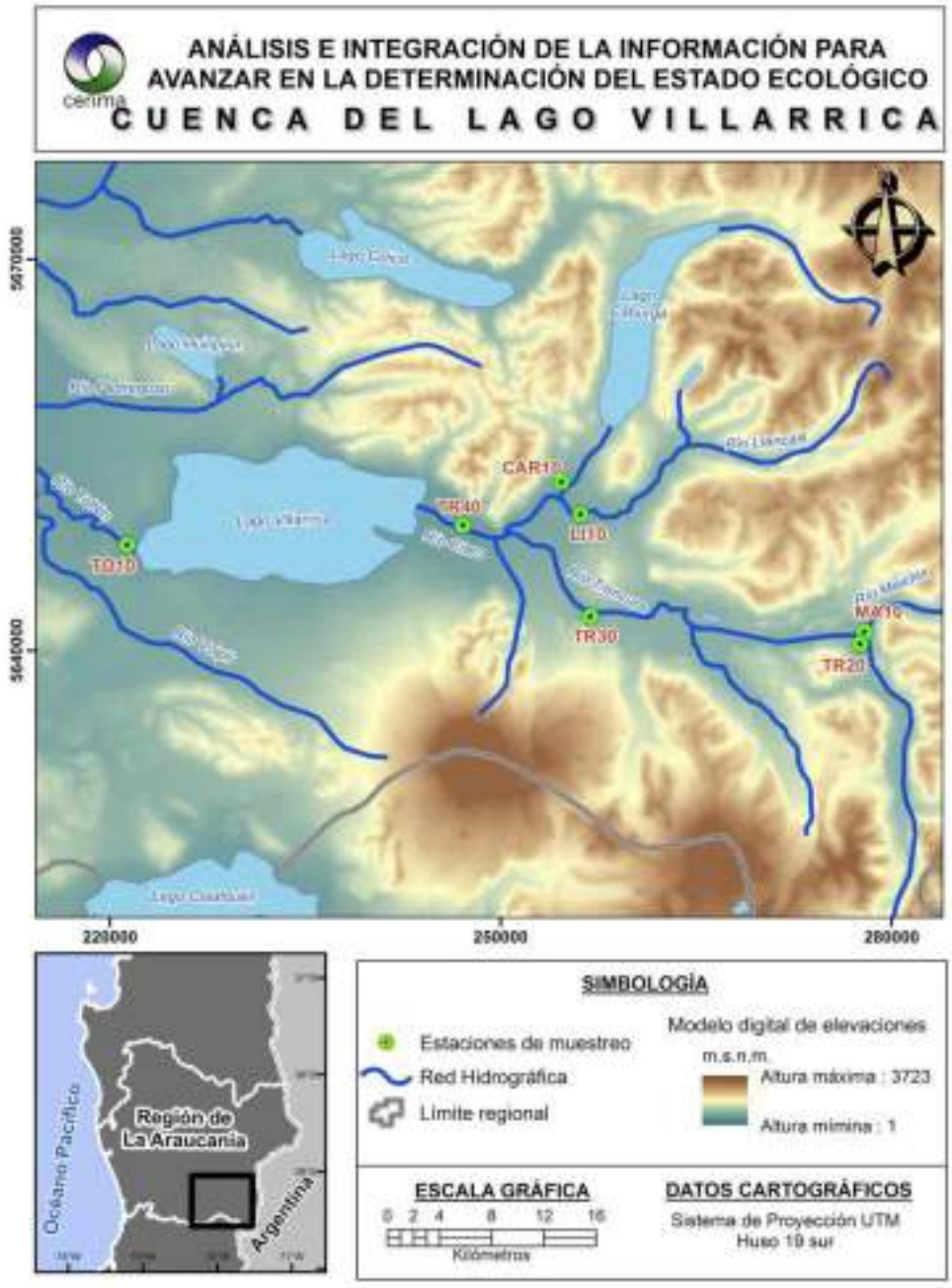


Figura 3.7.1. Estaciones de muestreo de la cuenca del lago Villarrica.

3.7.3 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Los resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos y los metales de la cuenca del Villarrica se muestran en la Tabla 3.7.2 y la Tabla 3.7.3 respectivamente.

Tabla 3.7.2. Resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos para las estaciones de muestreo de la cuenca del lago Villarrica. Las casillas en blanco se encuentran sin datos, debido a problemas técnicos con la instrumentación.

Variable	Unidad	MA10	TR20	TR30	TR40	LI10	CAR10	TO10
pH		7,32	7,05	7,19	7,78	7,59	7,72	7,76
Temperatura	º C	13,8	12,8	13,8	14,4	11,4	10,2	17
Conductividad	uS/cm	54	48	61	70	102	49	68
Oxígeno Disuelto	%	96,1	94,4	87,4	75,7	72,2	72,9	72,2
	mg/l	9,73	9,51	8,58	7,5	7,58	7,92	7,15
Fosfatos	mg/l	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
Fosforo Total	mg/l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Nitratos	mg/l	0,35	0,44	0,49	0,35	1,75	0,35	1
Nitritos	mg/l	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	2,38	2,94	3,22	3,22	3,57	3,78	3,64
Sílice	mg/l	12,8	12,8	15	21,4	27,8	12,8	17,1

N.A.: No Aplica. Indica las estaciones donde no se realizó el análisis debido a que no fue requerido.

Tabla 3.7.3. Resultados de las mediciones de los metales totales y disueltos para las estaciones de muestreo de la cuenca del lago Villarrica.

Estación		MA10	TR20	TR30	TR40	LI10	CAR10	TO10
Cd	Total	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
	Disuelto	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Zn	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Cr	Total	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
	Disuelto	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
As	Total	<0,041	<0,041	0,0106	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
	Disuelto	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
Cu	Total	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
	Disuelto	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
Ni	Total	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
	Disuelto	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
Pb	Total	<0,023	<0,023	<0,023	0,0248	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
Al	Total	0,0728	<0,025	0,0373	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Se	Total	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130
	Disuelto	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130
Mn	Total	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029
	Disuelto	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029
Ag	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
V	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	0,0253	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	0,0215	<0,022	<0,022
Ba	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
Co	Total	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
	Disuelto	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Mo	Total	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
	Disuelto	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
Be	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
B	Total	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039
	Disuelto	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039
Fe	Total	0,083	0,1834	0,242	0,111	0,0667	<0,061	<0,061
	Disuelto	<0,061	0,0775	0,12	<0,061	0,0344	0,0029	<0,061
Sb	Total	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036
	Disuelto	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	0,0361

3.7.4 PARÁMETROS BIOLÓGICOS

3.7.4.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Las familias de macroinvertebrados bentónicos encontradas en las estaciones de muestreo de la cuenca del río Villarrica se indican en la Tabla 3.7.4 con sus respectivas abundancias relativas respecto del tamaño muestreal (n) total.

Tabla 3.7.4. Abundancias de taxa de macroinvertebrados bentónicos encontradas por estación de muestreo en la cuenca del Villarrica.

TAXA	MA10	TR20	TR30	TR40	LI10	CAR10	TO10
ACARI							
Acari			2			3	
COLEOPTERA							
Elmidae	29			2	15	8	
Hydrophilidae						2	
Psephenidae	1				1	2	
DIPTERA							
Athericidae					2	17	
Chironomidae	34	7	24	181	25	35	17
Empididae						2	
Tipulidae	43			2	43	17	
EPHEMEROPTERA							
Baetidae					2	1	
Leptophlebiidae	48	2	26	14	36	42	22
Oniscigastridae			3				
Caenidae							12
Amaletopsidae					3		
Nesameletidae					1	2	
MEGALOPTERA							
Sialidae			3				
Corydalidae					6		
PLECOPTERA							
Gripopterygidae	9				18	19	2
Eustheniidae						1	
Diamphipnoidae						2	
Austroperlidae						13	
Notoneumoridae						1	
Perlidae	2						
TRICHOPTERA							
Glossosomatidae			1			1	
Helicophidae					2		
Hydropsichydae	32				29		
Hydrobiosidae					1	1	
Hydroptilidae						30	
Leptoceridae		2				1	
Philopotamidae						2	
Sericostomatidae	3				1		
AMPHIPODA							
Hyalellidae		1	2	1			
DECAPODA							
Aeglidae	2		2		8	2	11
ANNELIDA							
Hirudinea		6					
Oligochaeta		52	133				133
MOLLUSCA							
Ancylidae							1
Chilinidae			4		9		
Sphaeridae		1			1		
TURBELLARIA							
Dugesiidae							2
N total	**203**	**71**	**200**	**200**	**203**	**204**	**200**

3.7.4.2 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Para caracterizar la diversidad de la cuenca hidrográfica se realizaron índices de riqueza (S), abundancia, diversidad de Shannon-Wiener (H), Simpson (1-D) y Equitatividad (J). Los resultados se muestran en la Tabla 3.7.5. De acuerdo a los resultados, se puede decir que en general, todas las estaciones presentan una alta riqueza taxonómica (entre 10 y 22 taxa, excepto para TR20 y TR40). La diversidad es fluctuante siendo alta para LI10 y CAR10. Las estaciones con menor diversidad son TR20, TR30 y TR40. Diversidades bajas suelen sugerir algún tipo de presión sobre las comunidades acuáticas.

Tabla 3.7.5. Índices comunitarios de diversidad por estaciones de muestreo para la cuenca del Villarrica.

Estación	MA10	TR20	TR30	TR40	LI10	CAR10	TO10
Riqueza (S)	10	7	10	5	18	22	8
Shannon (H)	1,86	0,99	1,16	0,40	2,28	2,38	1,17
Simpson (1-D)	0,82	0,44	0,53	0,18	0,87	0,88	0,53
Equidad (J)	0,81	0,51	0,50	0,25	0,79	0,77	0,56

3.7.4.3 ÍNDICE BIÓTICO DE CALIDAD DEL AGUA CHBMWP ORIGINAL

En la cuenca del lago Villarrica se observó desde una *Muy Buena* a una *Mala* calidad de las aguas (Tabla 3.7.6). Siendo las estaciones CAR10 y LI10 las que presentaron una calidad *Muy Buena*, dada por la elevada presencia de familias sensibles a la contaminación, pertenecientes principalmente al grupo EPT. Las estaciones del río Trancura (TR) y Toltén (TO) presentaron una dominancia de familias tolerantes, representadas principalmente por quironómidos y oligoquetos.

Tabla 3.7.6. Calidad del agua según el índice biótico ChBMWP para los ríos de la cuenca del lago Villarrica, por área de vigilancia y estación de muestreo.

Estación	ChBMWP
CAR10	159
LI10	125
MA10	70
TR30	55
TO10	40
TR20	31
TR40	28

Calidad del agua

- Muy Bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy Malo

3.7.4.4 Biomasa fitoplanctónica - clorofila-a

Los resultados indican que las concentraciones de clorofila no son constantes a través de la cuenca, sin presentar un patrón claro de descenso o aumento. De esta manera, podemos observar que la estación muestreada con mayor concentración de clorofila (TR20) y la estación con menor concentración (MA10) se encuentran ambos en la parte más elevada de la cuenca, a solo 2 Km de separación. (Tabla 3.7.7). Los resultados no muestran relación con los obtenidos en la columna de agua, sugiriendo que quizá la respuesta se encuentre en los sedimentos del río.

Tabla 3.7.7. Concentraciones de Clorofila-a medidas en las estaciones de muestreo de la cuenca del Villarrica.

Estación	Determinación Clorofila a chl a (ug/L)
MA10	0,53
TR20	33,41
TR30	26,73
TR40	19,25
LI10	2,41
CAR10	N.D.
TO10	4,81

N.D.: No determinado.

3.7.5 ESTRUCTURA HIDROMORFOLÓGICA

3.7.5.1 COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO

A lo largo de la cuenca se identificaron seis tipos de sustratos: fango-limo, arena, grava fina, grava, bolón y piedra, los cuales se presentaron diferencialmente a través de la cuenca (Tabla 3.7.8). La composición del sustrato en cada estación presento entre uno a cinco tipos de sustrato, siendo LI10 la estación más diversa a diferencia de TR20 que registro el sustrato de la categoría más fina, fango-limo. El sustrato de bolón y piedra fue registrado en todas las estaciones de muestreo, excepto en TR20, mientras que el sustrato basamento no fue observado en ninguna de las estaciones de muestreo.

Tabla 3.7.8. Diversidad de sustrato por estación de muestreo en la cuenca del lago Villarrica.

Estación	MA10	TR20	TR30	TR40	LI10	CAR10	TO10
Fango-Limo	x	x	x		x		
Arena				x			x
Grava fina					x		
Grava				x	x		
Bolón	x		x	x	x	x	x
Piedra	x		x	x	x	x	x
Basamento*							

* Sustrato no identificado para ninguna estación de muestreo de la cuenca.

3.7.5.2 VEGETACIÓN DE RIBERA

La vegetación de ribera de la cuenca del lago Villarrica estuvo representada por árboles, arbustos y hierbas, presentando dicha asociación vegetacional en todas las estaciones en estudio, excepto en TO10 estación en la cual no se registra vegetación herbácea (Tabla 3.7.9). Destacando en todas las estaciones en estudio que la vegetación arbórea presentó el mayor porcentaje de cobertura (≥ 40%).

Tabla 3.7.9. Vegetación de ribera por estación de muestreo en la cuenca del lago Villarrica.

Estación	MA10	TR20	TR30	TR40	LI10	CAR10	TO10
Arboles	x	x	x	x	x	x	x
Arbustos	x	x	x	x	x	x	x
Hierbas	x	x	x	x	x	x	

3.7.6 EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA DEL LAGO VILLARRICA

3.7.6.1 TIPOS DE RÍOS DE LA CUENCA DEL VILLARRICA

La cuenca del Lago Villarrica se ubica en la ecorregión Lagos Valdivianos y según la clasificación de sus cuerpos de agua realizada por Fuster et al. (2011), es posible identificar dos *Tipos* de ríos: De montaña valdivianos (*Tipo* 25) y De montaña con regulación lacustre (*Tipo* 26).

El análisis de similaridad (ANOSIM) realizado con los datos obtenidos a partir de parámetros fisiográficos, señaló que la cuenca presenta solo un *Tipo* de río, no presentando diferencias estadísticamente significativas (R = 0,489; p = 0,145) entre estaciones de diferentes *Tipos*. Mediante el análisis de escalamiento multidimensional (MDS) no se observó una separación definida entre los dos *Tipos* de ríos (Figura 3.7.2) definidos para esta cuenca por Fuster et al. (2011). Es por esto que toda las estaciones en estudio en la cuenca del lago Villarrica se agruparon en un único *Tipo*, denominado L y que correspondería al *Tipo* 25.

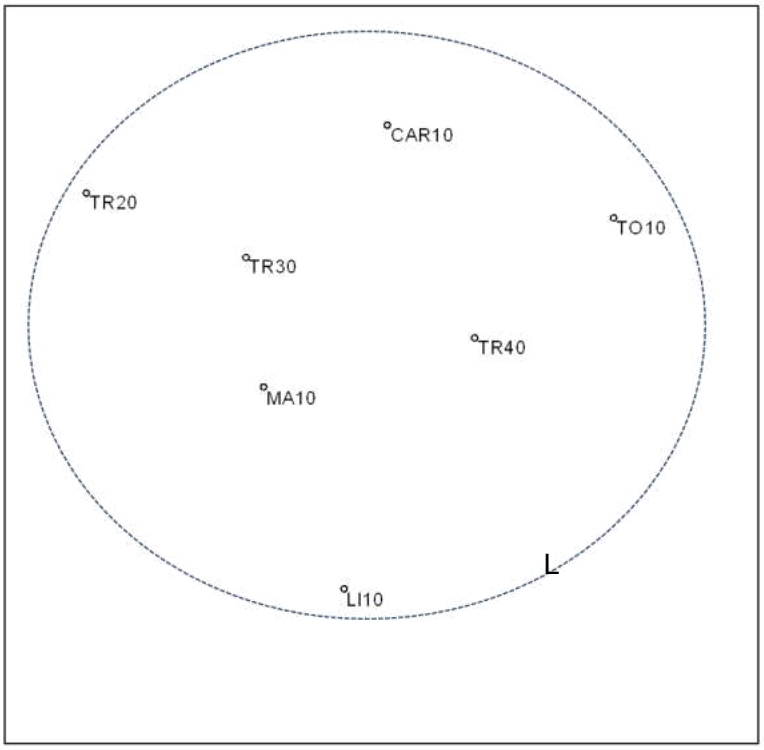


Figura 3.7.2. Análisis MDS de los componentes fisiográficos de las estaciones de muestreo de la cuenca del lago Villarrica. La línea discontinua agrupa a las estaciones de muestreo dentro de un mismo *Tipo* de río: --- *Tipo* L. Utilizando la medida de distancia Euclidiana en un gráfico de 2 dimensiones con un coeficiente de estrés = 0,1.

3.7.6.2 SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA EN LA CUENCA DEL VILLARRICA

De las siete estaciones de muestreo, tres de ellas cumplieron con los requerimientos para ser consideradas de referencia; es decir, sin o con muy poca intervención antrópica, mientras que el resto de estaciones presentaron algún nivel de impacto (Tabla 3.7.10), generado principalmente por el vertido de aguas residuales y el emplazamiento del embalse Queule.

Tabla 3.7.10. Estaciones de referencia e impactadas para la cuenca del lago Villarrica.

Estaciones	Referencia	Impactadas
Tipo L	MA10 - LI10 - CAR10	TR20 - TR30 - TR40 -TO10

3.7.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Villarrica

El gradiente de estrés de la cuenca se determinó mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP), incorporando las variables ambientales (física-químicas e hidromorfológicas) medidas en todas las estaciones de muestreo.

En la cuenca del lago Villarrica, los dos primeros ejes del ACP explicaron un 78,94% de la varianza total, seleccionando al primer componente como el gradiente de estrés de la cuenca, ya que, por si solo explico más de un 59% de la varianza total (Figura 3.7.3). El componente 1 fue determinado por la conductividad, el oxígeno disuelto (%), el pH, los nitratos y el sílice; variables que presentaron el mayor peso en este eje de análisis (> 0,3) (Tabla 3.7.11). Las estaciones con mayor porcentaje de oxígeno disuelto se ubicaron al extremo izquierdo del gráfico (Figura 3.7.3), mientras que las estaciones con valores más elevados de nitratos, conductividad y sílice se encontraron situadas a la derecha, aumentando paulatinamente en dicha dirección.

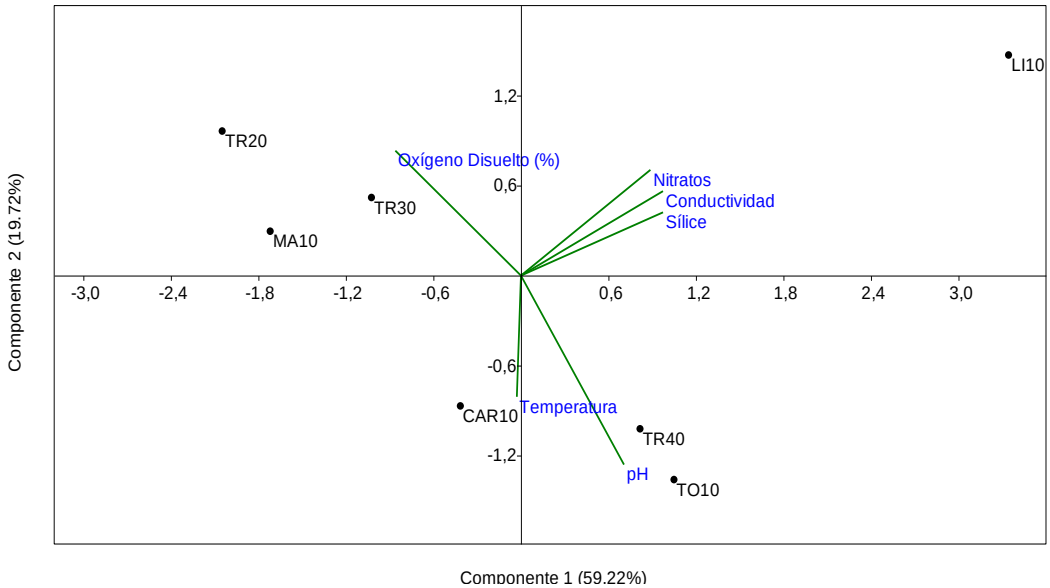


Figura 3.7.3. Disposición de las estaciones de muestreo de la cuenca del Villarrica en el espacio definido por los dos primeros componentes en el ACP. Componente 1: Gradiente de estrés. (●) Estaciones de muestreo; (—) Variables ambientales.

Tabla 3.7.11. Variables con mayor influencia en el gradiente de estrés de la cuenca, con su respectivo peso en el primer componente de análisis.

Variable	ACP Eje 1
Conductividad	0,49
Oxígeno Disuelto (%)	-0,43
pH	0,36
Nitratos	0,45
Sílice	0,49

3.7.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP

Al relacionar el gradiente de estrés con el índice biótico ChBMWP observamos que entre ambos existe una débil correlación negativa que no fue significativa estadísticamente (Tabla 3.7.12). Debido a esto, ChBMWP podría no ser un buen indicador del estado ecológico de los ríos de la cuenca del lago Villarrica. Ante esto se correlaciono el gradiente de estrés de la cuenca con otros dos índices bióticos (ChSIGNAL y EPT), observando de igual forma una débil correlación, no significativa. A pesar de este resultado, por consistencia con análisis de otras cuencas, ChBMWP será utilizado para determinar el estado ecológico de esta cuenca. Además, al correlacionar las 13 variables ambientales, tanto físico-químicas como hidromorfológicas medidas para la cuenca, se obtuvo que la temperatura se correlaciono fuertemente con ChBMWP ($R = -0,985$; $p < 0,001$), siendo esta la variable que explicaría la variación del índice biológico en la cuenca.

Tabla 3.7.12. Coeficiente de correlación de Spearman (R) y su valor de significancia (p) entre el gradiente de estrés y los índices bióticos (a) ChBMWP, (b) ChSIGNAL y (c) EPT, en la cuenca del lago Villarrica.

Correlación Spearman		Gradiente	
		R	p
(a)	ChBMWP	-0,195	0,711*
(b)	ChSIGNAL	-0,179	0,702*
(c)	EPT	-0,211	0,649*

* p > 0,05 No significativo.

3.7.6.4 Determinación del estado ecológico de la cuenca según el índice ChBMWP-Vi

En la Tabla 3.7.13 se presentan las nuevas acotaciones de los rangos de valores del ChBMWP-Vi para las estaciones en estudio en la cuenca del lago Villarrica, obtenidas mediante la utilización del diagrama de *box-plot* (Figura 3.7.4).

Tabla 3.7.13. Acotaciones tentativas de los rangos de valores del índice ChBMWP-Vi, para definir el estado ecológico de los cursos de agua de la cuenca del lago Villarrica. Se indican las acotaciones de los rangos originales del índice.

Clase	Calificación	Color	Rango de Valores	
			Original	*Tipo* L
Clase I	Muy Bueno	Azul	>100	>70
Clase II	Bueno	Verde	61-100	43-70
Clase III	Moderado	Amarillo	36-60	25-42
Clase IV	Deficiente	Naranja	15-35	11-24
Clase V	Malo	Rojo	<15	<11

Al restablecer los rangos de calificación del ChBMWP-Vi para caracterizar el estado ecológico de la cuenca observamos una diferencia moderada con respecto a los intervalos de clase original del índice (Tabla 3.7.13). A pesar de este cambio la mayoría de se mantienen en la misma categoría, a excepción de las estaciones ubicadas en el río Trancura, ya que, TR30 que pasa a un estado ecológico *Bueno*, mientras que TR20 y TR40 pasan a un estado ecológico *Moderado*.

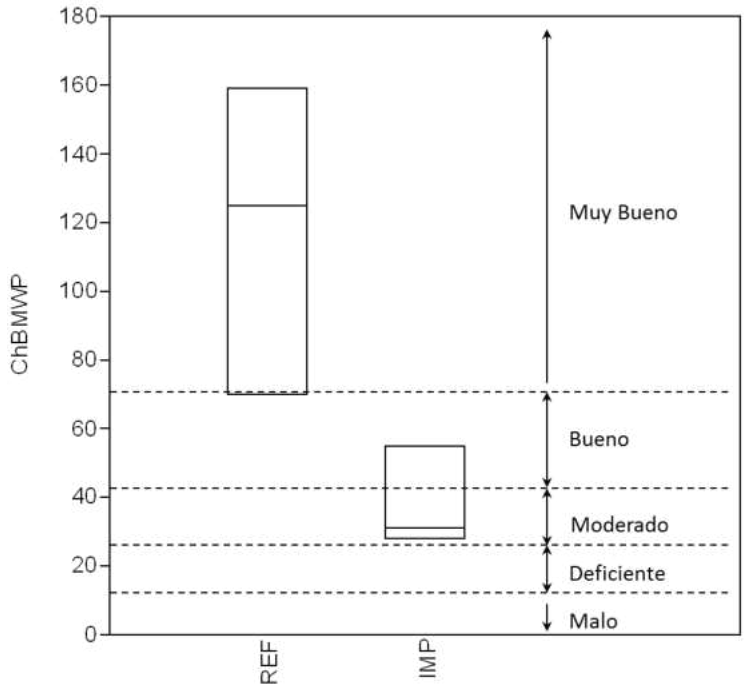


Figura 3.7.4. *Box-plot* de los valores del índice ChBMWP-Vi en las estaciones de referencia (REF) e impactadas (IMP) de la cuenca del lago Villarrica. Los límites inferior y superior del diagrama de caja señalan el percentil 25 y 75 respectivamente, que coincidió con los valores máximo y mínimo registrado para las estaciones. La mediana se muestra con una línea horizontal en el interior de la caja. Las líneas discontinuas indican los límites entre rangos de calidad.

En los ríos de la cuenca del lago Villarrica se observó un estado ecológico *Muy Bueno*, *Bueno* y *Moderado* (Tabla 3.7.14, Figura 3.7.5), esta última categoría se registró en TR20, TR40 y TO10, estaciones las que presentaron un impacto notable sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en el área de estudio y en la calidad de sus aguas.

Tabla 3.7.14. Estado ecológico para los ríos de la cuenca del lago Villarrica, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP-Vi.

Estación	ChBMWP *Tipo* L
CAR10	159
LI10	125
MA10	70
TR30	55
TO10	40
TR20	31
TR40	28

Estado Ecológico
Muy Bueno
Bueno
Moderado
Deficiente
Malo

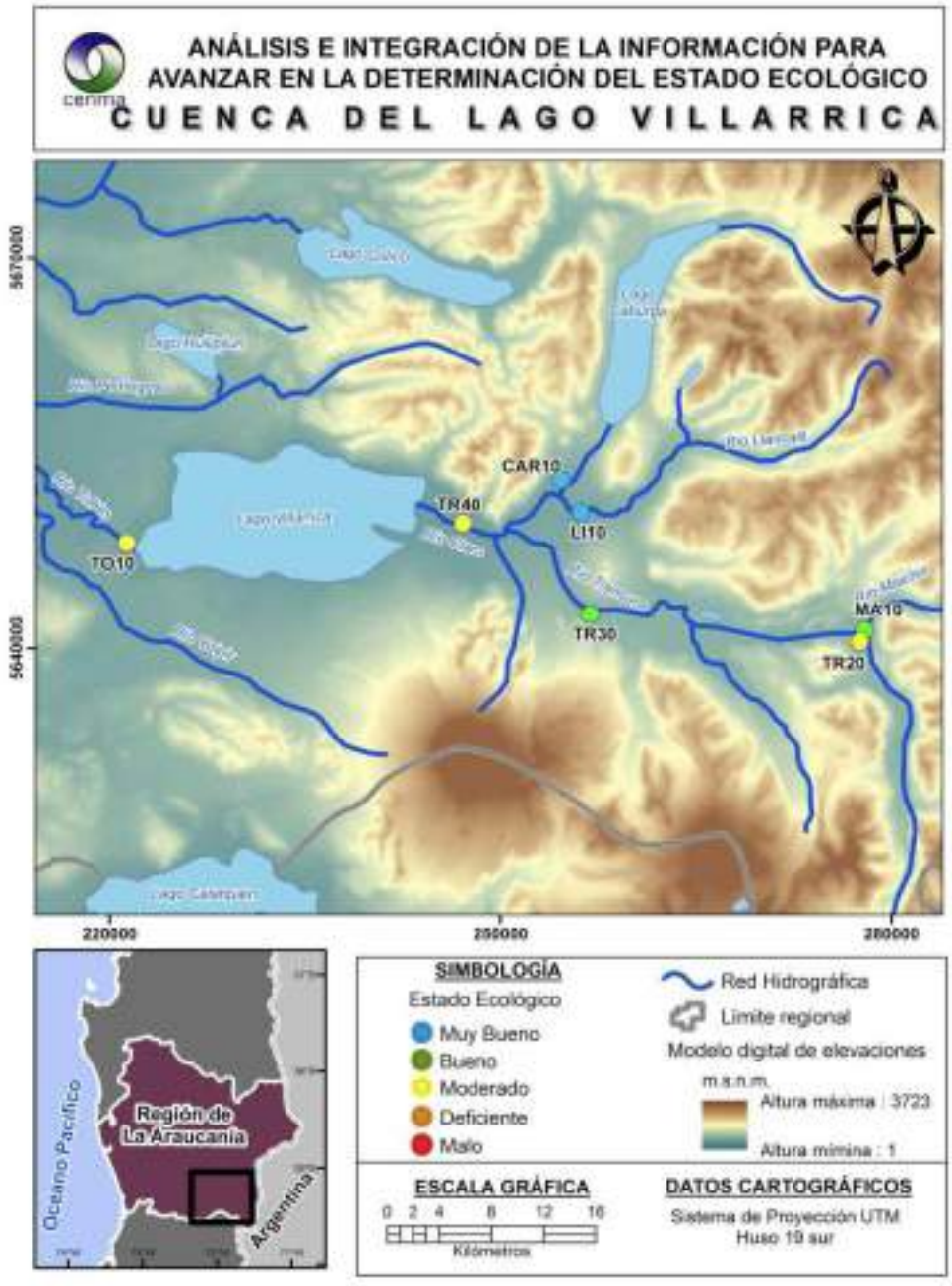


Figura 3.7.5. Estaciones de muestreo de la cuenca del lago Villarrica y sus respectivos estados ecológicos.

3.7.7 CONCLUSIONES

En contraste con los dos *Tipos* definidos por Fuster et al. (2011) para la cuenca del lago Villarrica, en este estudio solo se identificó un *Tipo* de río mediante la utilización de factores fisiográficos, que corresponde al *Tipo* De Montaña Valdivianos (*Tipo* 25). Esto pudo deberse a que el *Tipo* 26 (De montaña con regulación lacustre) fue representado solo por TO10 y CAR10.

Para definir correctamente los *Tipos* de ríos de esta cuenca es necesaria la incorporación de más estaciones de muestreo en ríos de montaña de regulación lacustre (*Tipo* 26) que puedan ser consideradas de referencia. Es también recomendable definir los *Tipos* de ríos de la cuenca a partir de la utilización de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos recolectadas en monitoreos continuos en el tiempo, para complementar estos resultados. Es importante destacar que este tipo se encuentra también en la cuenca del Llanquihue, por lo cual el sistema de tipología muestra su utilidad al hacer comparables tipos similares en lugares diferentes. De igual forma los índices ChBMWP-Vi y ChBMWP-Ll se corresponden.

Recomendamos utilizar el ChBMWP-Vi dado que se muestra robusto al detectar alteraciones en la cuenca. En este sentido recomendamos ampliamente proteger y monitorear sobre todo las estaciones CAR10 y LI10 por ser lugares de alta biodiversidad, y presentar una fauna importante de ser protegida al no encontrarse en otros sectores de la cuenca, y presentar al mismo tiempo las mejores clases de calidad. El seguimiento del estado ecológico en el tiempo aquí parece fundamental, al evidenciar que las otras estaciones muestreadas presentan una gran desviación respecto a estas dos de referencia. Entre los taxa importantes están los Plecoptera, Ephemeroptera y Aeglidae.

En general los ríos de la cuenca presentaron una calidad y un estado ecológico que se corresponden, señalando que las estaciones de muestreo en el río Trancura y Toltén presentan un notable impacto sobre la biota. Por ello se recomienda además incorporar información del sector río Claro en Pucón en próximos muestreos, antes de su afluencia con el lago. En este sentido, es recomendable muestrear en los meses de menor caudal (febrero-marzo), de

manera de tener información que refleje la temporada de mayor estrés, reflejando el comportamiento del sistema en su condición más demandante.

3.7.8 ANEXO DE DATOS

A continuación se muestra un ejemplo de ficha de terreno digital generada para una estación de muestreo de la cuenca del Villarrica.

AREA MUESTREO
CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CENMA)

FICHA DE TERRENO - N° 90

1.- CARACTERIZACION DE LA ESTACION				
Nombre				
Código	TR20			
Cuenca	Villarica			
Río	trancura			
Ubicación (UTM-N,UTM-E, DATUM, MSNM)	5640503	277584	19	374

2.- INFORMACION MONITOREO	
Fecha Muestreo	Hora Muestreo
13/11/2012	10:45

3.- CARACTERISTICAS DEL RIO		
Pendiente del cauce	Ancho del río	Profundidad
baja	30	15

4.- PARAMETROS FISICO-QUIMICOS IN-SITU, AGUA SUPERFICIAL			
Velocidad (m/s)	pH (u pH)	Temperatura (°C) Agua	Temperatura (°C) Aire
0,3	7,05	12,8	
Conductividad (uS/cm)	Oxígeno D (%)	Oxígeno D (mg/L)	Salinidad
48	94,4	9,51	0

5.- ENCARGADOS DE MONITOREO
María Isabel Olmedo, Magíster en Biología Javier Gonzalez, Magíster en Ecología
6.- OBSERVACIONES
Hora Inicio: 10:45, hora de término: 10:45

7.- IMAGENES MONITOREO	
	

3.8 CUENCA DEL RÍO VALDIVIA

3.8.1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

La cuenca del río Valdivia se sitúa desde la latitud 39º20' por el norte hasta la latitud 40º10' por el sur. Se encuentra en la X Región de Los Lagos y es la primera que se genera más allá de la línea de frontera con Argentina, constituyendo, por lo tanto, una hoya calificada como trasandina. La extensión total de la cuenca es de 10.275 Km^2. Se caracteriza fundamentalmente por contener, en su curso alto, una cadena de grandes lagos dispuestos en serie.

Dos grandes ríos concurren a formar el río Valdivia en la ciudad del mismo nombre, a 15 Km. del mar: el Calle Calle, que es el más importante y proviene del oriente, y el Cruces que se genera enteramente en territorio nacional y proviene del norte, constituyendo una subcuenca preandina.

El río Calle Calle es el resultado de un complejo sistema fluviolacustre, en el que las aguas, especialmente de lluvias, son reguladas en los lagos andinos, originando un caudal abundante y relativamente uniforme durante todo el año. Este río se origina de la junta de los ríos San Pedro y Quinchilca, 8 Km. aguas arriba de la ciudad de Los Lagos, siendo el primero de ellos el emisario del lago Riñihue.

El Lago Riñihue es el último de una cadena de lagos que tiene la siguiente trayectoria: se origina en el extremo poniente del lago Lacar con el nombre de río Huahum, cruza la frontera en el paso Huahum para caer luego en el extremo suroriental del lago Pirehueico, que tiene, igual que el lago Lacar que le antecede, una forma elongada de manifiesto origen glacial, de fiordo interior. El río Fui que constituye el emisario de ese lago, va a reunirse con el río Neltume, que es el emisario del lago homónimo, para juntos caer con el nombre de Llanquihue en el extremo sureste del lago Panguipulli. El lago Panguipulli es uno de los más grandes de la hoya y su desagüe se produce a través del río Enco, cuyo origen se encuentra también en el

extremo sureste y corre hacia el sur hasta vaciarse en el extremo oriental del lago Riñihue. Finalmente, toda la serie de estos cuerpos lacustres se evacua a través del río San Pedro.

El Calle Calle dirige su curso de 55 Km. al W en un desarrollo meándrico y de escasa pendiente. A su término, rodea la ciudad de Valdivia por sus costados este, norte y la ribera sureste de la isla Tejas, ya que el otro costado de esta isla lo baña el río Cruces. A partir de la junta de ambos nace el río Valdivia que va a desembocar en la bahía de Corral, tras un recorrido de 15 Km. Un brazo hacia el sur rodea por el sur y por el oeste la gran isla del Rey y se junta al brazo principal en la misma bahía nombrada. Este brazo llamado río Tornagaleones recibe por su ribera oriental dos ríos de cursos paralelos de breve desarrollo: son los ríos Angachilla y Futa.

El río Cruces tiene un desarrollo total de 125 Km. de NE a SW entre riberas acantiladas con numerosas vueltas y meandros que dejan islas y pantanos. Nace con el nombre de San José Copihuelpi, de la reunión de varios esteros que se originan en la vertiente occidental de los cerros situados entre los lagos Villarrica y Calafquén. Drena una superficie de 3.233 Km^2, baña a su paso la ciudad de San José de Mariquina y toma el nombre de Cruces al pasar por el caserío homónimo. Antes de su reunión con el Callecalle en Valdivia, recibe dos aportes importantes: los ríos Nanihue y Pichoy.

División político-administrativa: la cuenca forma parte de la X Región de Los Lagos, abarcando las provincias de Valdivia y Cautín; y además posee una superficie de 1.027.500 Ha equivalentes al 15% de la región.

Clima: se presentas dos tipos climáticos, el Clima templado cálido lluvioso con influencia mediterránea (en el sector centro y bajo de la cuenca) y Clima templado frío lluvioso con influencia mediterránea (sector precordillerano de la cuenca). El primero de ellos se caracteriza por presentar precipitaciones a lo largo de todo el año aunque los meses de verano presentan menor pluviosidad que los meses invernales. El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre 18 ºC y –3 ºC, y la media del mes más cálido supera los 10 ºC. Las temperaturas no sufren una gran variación por latitud, siendo la unidad térmica y lo poco significativo de las oscilaciones, una notable característica de este clima. Por otro lado, el

segundo tipo de clima se caracteriza por las bajas temperaturas durante todo el año y el aumento de las precipitaciones con la altura, las cuales llegan a los 3.000 mm anuales, sobre los 1.200 m.

Actividad económica: la ciudad de Valdivia basa su economía en actividades industriales, universitarias, eventos artesanales, de artilleros y de turismo. La oferta gastronómica y de productos típicos turísticos es variada y han logrado merecido prestigio nacional e internacional. Las principales actividades de la cuenca corresponden a las actividades silvoagropecuarias, agrícolas y ganaderas con un gran número de empresas de este rubro. Además su economía se basa en empresas forestales e industrias de la madera (Forestal Mininco, Forestal Valdivia, CMPC Valdivia).

Geología y volcanismo: en la cuenca se encuentra el volcán Choshuenco (Estratovolcán histórico cuya última erupción se registra entre 1900 y 1963), Mocho, Villarrica (Estratovolcán histórico cuya última erupción es posterior a 1964) y Quetrupillán los cuales ejercen influencia directa sobre la cuenca del río Valdivia, e indirecta sobre las cuencas vecinas.

Hidrogeología: en el sector alto de la cuenca destaca la existencia de formaciones rocosas de origen sedimentario volcánico del período Terciario y Cuaternario y rocas hipabisales e intrusivas pertenecientes a los períodos Jurásico Terciario. Destacan los volcanes Quetrupillán y Choshuenco como importantes formadores del relieve de esta cuenca, así como las glaciaciones acontecidas durante el período Cuaternario. Estas formaciones consisten principalmente en coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados de baja permeabilidad y que forman el basamento de este sector de la cuenca. Por lo tanto, las infiltraciones de aguas meteóricas escurren por el subsuelo principalmente hasta los cuerpos lacustres de Panguipulli, Calafquén, Riñihue, Pellaifa, Pirihueico y Neltume. Las aguas de estos lagos se infiltran a través del material morrénico originando una fuente constante de abastecimiento del acuífero.

En el valle central de la cuenca escurren dos acuíferos: uno en dirección SWW paralelo al río Las Cruces y el otro lo hace en dirección oeste paralelo al río Calle-Calle juntándose ambos en las proximidades de la ciudad de Valdivia. El medio por el cual escurre el acuífero es material de relleno o depósitos no consolidados de origen glacial, consistente en morrenas y materiales aluviales de alta permeabilidad. Destaca el estrechamiento del valle central por parte del batolito costero consistente en rocas metamórficas y sedimentarias del período Paleozoico que provoca la bifucación antes señalada de los acuíferos. Destaca la baja profundidad del acuífero que se mantiene hasta su desembocadura con profundidades de 2 a 3 metros.

Usos de suelo: el uso de suelo agrícola en la cuenca comprende 2.587 Ha equivalentes al 0,3% de la superficie total. Los terrenos agrícolas se presentan en una superficie muy reducida próxima a la ciudad de Máfil y localidad de Santa Elvira, poblado emplazado en las proximidades del sector de la Junta entre los ríos Cruces y Calle – Calle.

El uso de suelo de tipo forestal ocupa una superficie relevante en la cuenca. Comprende una extensión de 131.844 Ha equivalentes al 13% de la superficie total de la cuenca. Estas plantaciones de bosque corresponden a la especie pino radiata. Es importante destacar además, que la cuenca posee una superficie importante de terrenos con especies de nativas que alcanzan las 452.000 Ha aproximadamente.

En cuanto al uso de suelo de tipo urbano, se puede decir que es reducido y sólo alcanza las 4.132 Ha equivalentes al 0,4% de la superficie total. Este tipo de uso comprende a ciudades, pueblos y zonas industriales. La población urbana, se concentra mayoritariamente en la ciudad de Valdivia, Panguipulli y Loncoche. El centro urbano más importante de la cuenca es la ciudad de Valdivia, capital provincial, que se emplaza en la zona costera de la cuenca. Al interior de la cuenca en la zona precordillerana y Llano Central, también se emplazan asentamientos humanos que poseen un importante porcentaje de población urbana con respecto a la totalidad de los asentamientos presentes en la cuenca, estos corresponden a la localidad de Panguipulli localizada en la vertiente occidental del lago Panguipulli y la cuidad de Loncoche emplazada en la ribera norte del río Cruces. Además en esta cuenca se ubica la Mina de Carbón Mulpun y la Cía Carbonífera San Pedro de Catamutún.

Con respecto a la biodiversidad, la cuenca posee áreas bajo Protección Oficial pertenecientes al SNASPE, correspondiendo a la Reserva Nacional Mocho – Choshuenco, Parque Nacional Villarrica y Reserva Nacional Valdivia.

3.8.2 ESTACIONES DE MUESTREO

En la cuenca del río Valdivia se seleccionaron 12 estaciones de muestreo (Figura 3.8.1). En general, las estaciones de muestreo son seleccionadas por ser estaciones de la DGA.

En particular, la estación RC I A fue escogida porque se encuentra en el origen del río cruces, además es la estación de muestreo de mayor altitud de la cuenca alcanzando sólo los 229 m. La estación RC I B informa sobre la zona de Loncoche. También se seleccionaron las estaciones RC II y RC III que informan sobre el río en Puente Negro y Mariquina respectivamente. Por otro lado, las estaciones RC IV A, RC IV B y RC V informan sobre las zonas de Cahuincura, el Fuerte San Luis y el río Cruces, en el sector denominado Tres Bocas respectivamente. La estación RSP A fue escogida por estar en la desembocadura en el lago Riñihue. Además se seleccionaron las estaciones RSP C, RSP D y RCC porque entregan datos acerca de la zona de Los Lagos, Antilhue y el río Calle Calle respectivamente. Y por último, se eligió la estación RV porque informa sobre el estado del río Valdivia.

Las coordenadas de las estaciones de muestreo se muestran en la Tabla 3.8.1.

Tabla 3.8.1. Coordenadas de cada una de las áreas de vigilancia establecidas como estaciones de muestreo.

Código Área de Vigilancia	Nombre de Estación	UTM Norte	UTM Este
RC I A	Origen Cruces	5636209	727040
RC I B	Loncoche	5638867	704277
RC II	Puente Negro	5626678	688345
RC III	Mariquina	5621099	675139
RC IV A	Cahuincura	5620581	667357
RC IV B	Fuerte San Luis	5614414	658767
RC V	Río Cruces, Tres Bocas	5601550	651023
RSP A	Desembocadura Lago Riñihue	5594125	717883
RSP C	Los Lagos	5585800	687345
RSP D	Antilhue	6355010	675871
RCC	Calle Calle	5590489	651965
RV	Río Valdivia	5586531	642705

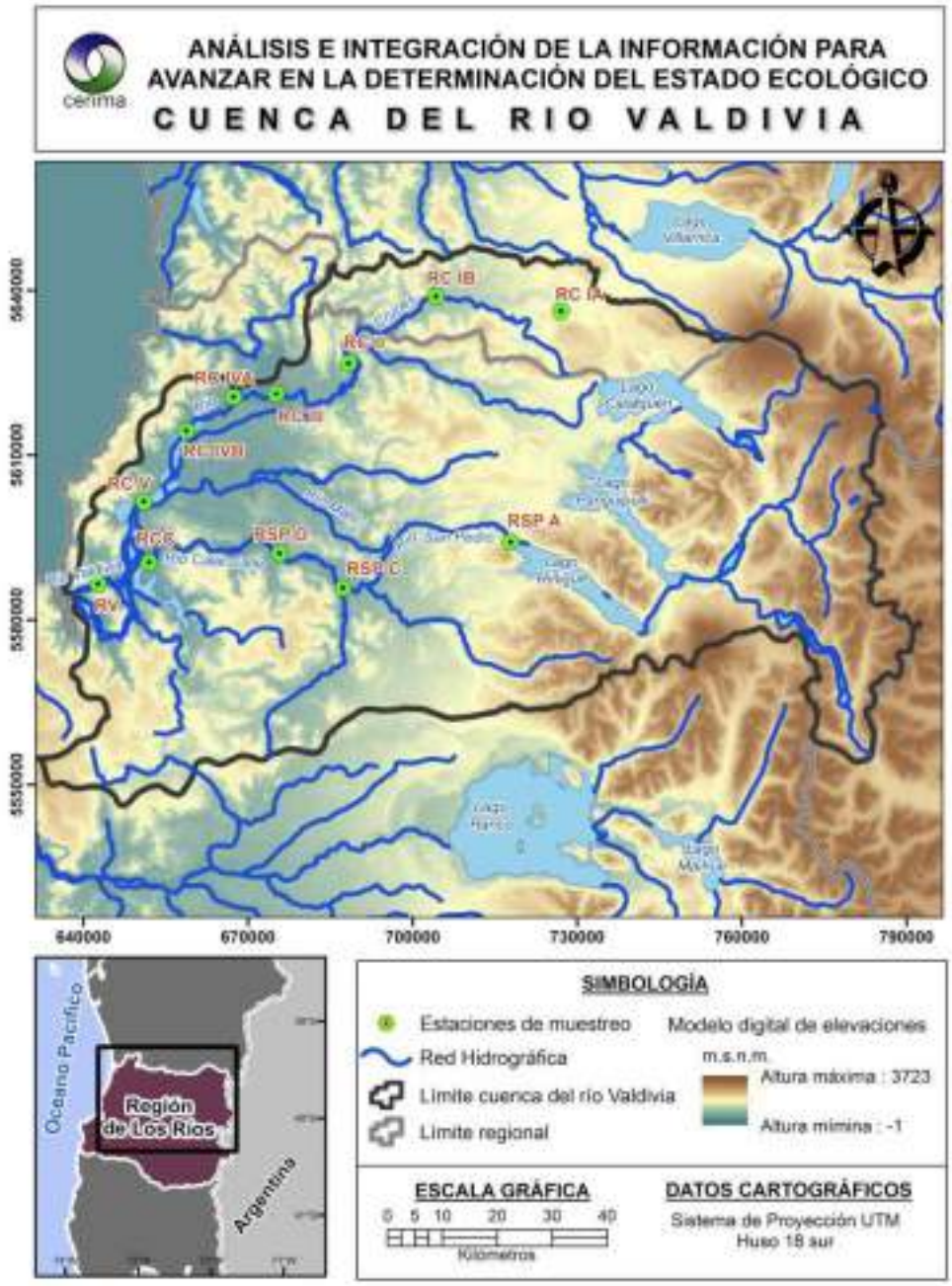


Figura 3.8.1. Estaciones de muestreo de la cuenca del río Valdivia.

3.8.3 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Los resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos y los metales de la cuenca del Valdivia se muestran en la Tabla 3.8.2 y la Tabla 3.8.3 respectivamente.

Tabla 3.8.2. Resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Valdivia. Las casillas en blanco se encuentran sin datos, debido a problemas técnicos con la instrumentación.

Variable	Unidad	RC I A	RC I B	RC II	RC III	RC IV A	RC IV B	RC V	RSP A	RSP C	RSP D	RCC	RV
pH		7,03	7,21	7,02	7,21	7,23	7,03	7,17	7,6	7,39	6,68	7,27	7,66
Temperatura	º C	10,5	11,8	13,5	15,8	16,6	15,7	18,4	13,9	14,4	14,7	14,3	17,4
Conductividad	uS/cm	35	33	38	41	42	45	68	46	48	45	45	1260
Oxígeno Disuelto	%	74,2	77,8	78,7	84,4	82,9	70	84,3	99,2	101	89,4	75,3	79,8
	mg/l	8,06	8,38	8,22	8,34	8,47	7,06	8,03	10,22	10,42	9,1	7,74	7,89
Fosfatos	mg/l	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
Fosforo Total	mg/l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Nitratos	mg/l	0,83	1,83	1,64	1,58	1,68	1,47	1,92	0,35	0,35	0,57	0,64	1,32
Nitritos	mg/l	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	3,22	3,29	2,38	4,69	3,43	3,5	2,87	2,45	4,13	3,78	2,87	3,99

N.A.: No Aplica. Indica las estaciones donde no se realizó el análisis debido a que no fue requerido.

Tabla 3.8.3. Resultados de las mediciones de los metales totales y disueltos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Valdivia.

Estación		RC I A	RC I B	RC II	RC III	RC IV A	RC IV B	RC V	RSP A	RSP C	RSP D	RCC	RV
Cd	Total	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
	Disuelto	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Zn	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Cr	Total	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
	Disuelto	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
As	Total	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	0,0642	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
	Disuelto	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
Cu	Total	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
	Disuelto	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
Ni	Total	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
	Disuelto	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
Pb	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	0,0236	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
Al	Total	0,1317	0,2155	0,1636	0,0885	0,153	0,0686	0,3454	<0,025	<0,025	0,1262	0,0537	0,0511
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,1673	<0,025	<0,025	<0,025
Se	Total	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	0,2523
	Disuelto	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130
Mn	Total	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	0,0927	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029
	Disuelto	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029
Ag	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
V	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Ba	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	0,0335	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
Co	Total	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
	Disuelto	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Mo	Total	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
	Disuelto	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
Be	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
B	Total	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	0,9662
	Disuelto	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	0,9078
Fe	Total	0,2418	0,4479	0,5426	0,3644	0,5087	0,4469	1,09	<0,061	<0,061	0,0908	0,1604	0,1718
	Disuelto	0,1105	0,1663	0,2276	0,1833	0,212	0,2288	0,3509	<0,061	<0,061	<0,061	0,0613	<0,061
Sb	Total	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	0,0395
	Disuelto	0,0426	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	0,0372	0,0359	0,0478	<0,036	<0,036	0,0637

3.8.4 PARÁMETROS BIOLÓGICOS

3.8.4.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Las familias de macroinvertebrados bentónicos encontradas en las estaciones de muestreo de la cuenca del río Valdivia se indican en la Tabla 3.8.4 con sus respectivas abundancias relativas respecto del tamaño muestreal (n) total.

Tabla 3.8.4. Abundancias de taxa de macroinvertebrados bentónicos encontradas por estación de muestreo en la cuenca del Valdivia.

TAXA	RC I A	RC I B	RC II	RC III	RC IV A	RSP A	RSP C	RSP D
ACARI								
Acari	3		1	2				
COLEOPTERA								
Elmidae	15	6	23	17	5	6		28
Psephenidae	6	1						
DIPTERA								
Athericidae	1	5	1					
Ceratopogonidae	1	1	1		1			13
Chironomidae	10	14	53	29	38		96	36
Empididae			3	1				
Simulidae		1						
Tipulidae	10	38	38	43	25		77	27
EPHEMEROPTERA								
Baetidae	2	6	2	4	3		13	13
Leptophlebiidae	25	48	37	30	60	52	7	47
Oniscigastridae	1							11
Caenidae	1							
MEGALOPTERA								
Corydalidae	1							
ODONATA								
Petaluridae	13							
PLECOPTERA								
Gripopterygidae		48	22	6	38	13	1	
TRICHOPTERA								
Glossosomatidae	4			3				
Hydropsichydae		5	10	6	4	46	6	
Hydroptilidae			2		2			
Limnephilidae		1		2				
AMPHIPODA								
Hyalellidae				2	2			
DECAPODA								
Aeglidae	97	26	7	6	2	83		25
ANNELIDA								
Oligochaeta	12			15	1			
MOLLUSCA								
Ancylidae				1	1			
Chilinidae	1			33	9			
Hidrobiidae					9			
Sphaeridae	1							
N total	**204**	**200**	**200**	**200**	**200**	**200**	**200**	**200**

3.8.4.2 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Para caracterizar la diversidad de la cuenca hidrográfica se realizaron índices de riqueza (S), abundancia, diversidad de Shannon-Wiener (H), Simpson (1-D) y Equitatividad (J). Los resultados se muestran en la Tabla 3.8.5. De acuerdo a los resultados, cinco estaciones presentan una alta riqueza taxonómica (entre 13 y 18 taxa) y una diversidad similar. Las estaciones con menor diversidad son RSPA y RSPC. Bajas diversidades suelen sugerir algún tipo de presión sobre las comunidades acuáticas.

Tabla 3.8.5. Índices comunitarios de diversidad por estaciones de muestreo para la cuenca del Valdivia.

Estación	RC I A	RC I B	RC II	RC III	RC IV A	RSP A	RSP C	RSP D
Riqueza (S)	18	13	13	16	15	5	6	8
Shannon (H)	1,91	1,95	1,97	2,24	1,98	1,34	1,15	1,97
Simpson (1-D)	0,74	0,82	0,83	0,87	0,82	0,70	0,62	0,85
Equidad (J)	0,66	0,76	0,77	0,81	0,73	0,83	0,64	0,95

3.8.4.3 ÍNDICE BIÓTICO DE CALIDAD DEL AGUA CHBMWP ORIGINAL

En la cuenca del Valdivia se observó desde una *Muy Buena* a una *Mala* calidad de las aguas (Tabla 3.8.6). Las estaciones localizadas en río Cruces (RC) presentaron una *Buena* calidad, dada por el mayor número de familias presentes de las cuales al menos cinco pertenecen al grupo EPT. Mientras que las estaciones ubicadas en el río San Pedro (RSP) presentaron una calidad biológica que nos indica un impacto negativo sobre las comunidades bentónicas.

Tabla 3.8.6. Calidad del agua según el índice biótico ChBMWP para los ríos de la cuenca del río Valdivia, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP.

Estación	ChBMWP
RC I A	104
RC III	90
RC I B	84
RC IV A	81
RC II	74
RSP D	47
RSP A	33
RSP C	33

Calidad del agua
Muy Bueno
Bueno
Regular
Malo
Muy Malo

3.8.4.4 BIOMASA FITOPLANCTÓNICA - CLOROFILA-A

Los resultados indican que las concentraciones de clorofila no son constantes a través de la cuenca. Las concentraciones más altas se encuentran en los tramos evaluados a menor altitud, alcanzando los 44,9 µg/L. Por otro lado, no existen mayores diferencias entre las concentraciones observadas en los tramos muestreados en altitudes mayores, no superando los 9 µg/L (Tabla 3.8.7).

Folio016868

Tabla 3.8.7. Concentraciones de Clorofila-a medidas en las estaciones de muestreo de la cuenca del Valdivia.

Estación	Determinación Clorofila a chl a (ug/L)
RC I A	2,94
RC I B	0,53
RC II	5,88
RC III	N.D.
RC IV A	N.D.
RC IV B	11,23
RC V	44,91
RSP A	8,55
RSP C	5,88
RSP D	3,47
RCC	2,67
RV	18,71

N.D.: No determinado.

3.8.5 ESTRUCTURA HIDROMORFOLÓGICA

3.8.5.1 COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO

A lo largo de la cuenca se identificaron cinco tipos de sustratos: fango-limo, grava fina, grava, bolón y piedra, los cuales se presentaron diferencialmente a través de la cuenca (Tabla 3.8.8). En general en cada estación se registró una diversidad de tres tipos de sustratos, excepto en dos estaciones de muestreo (RC II y RC III). El sustrato fango-limo fue registrado con mayor frecuencia en la cuenca, mientras que los sustratos arena y basamento no fueron observados en ninguna de las estaciones de muestreo.

Tabla 3.8.8. Diversidad de sustrato por estación de muestreo en la cuenca del río Valdivia.

Estación	RC I A	RC I B	RC II	RC III	RC IV A	RSP A	RSP C	RSP D
Fango-Limo	x	x		x	x		x	x
Arena*								
Grava fina					x		x	
Grava	x	x			x	x	x	
Bolón	x	x	x			x		x
Piedra			x			x		x
Basamento*								

* Sustrato no identificado para ninguna estación de muestreo de la cuenca.

3.8.5.2 VEGETACIÓN DE RIBERA

La vegetación de ribera de la cuenca del río Valdivia estuvo representada por árboles, arbustos y hierbas, presentando vegetación de tipo arbustiva en todas las estaciones en estudio (Tabla 3.8.9). Además, en todas ellas se observaron al menos dos tipos vegetaciones, excepto en la estación RC III la cual registró únicamente vegetación arbórea, con un porcentaje de cobertura del 80% en el tramo evaluado.

Tabla 3.8.9. Vegetación de ribera por estación de muestreo en la cuenca del río Valdivia.

Estación	RC I A	RC I B	RC II	RC III	RC IV A	RSP A	RSP C	RSP D
Arboles	x	x	x	x	x	x	x	x
Arbustos	x			x	x	x	x	x
Hierbas	x	x		x	x	x	x	

3.8.6 EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA

3.8.6.1 TIPOS DE RÍOS DE LA CUENCA DEL VALDIVIA

La cuenca del Valdivia se ubica en la ecorregión Lagos Valdivianos y según la clasificación de sus cuerpos de agua realizada por Fuster et al. (2011), es posible identificar cuatro *Tipos* de ríos: De montaña valdivianos (*Tipo* 25), De montaña con regulación lacustre (*Tipo* 26), Costeros valdivianos (*Tipo* 27) y De montaña con regulación lacustre calcáreo (*Tipo* 28). Dada la localización de nuestras estaciones de muestreo no se identificaron estaciones del *Tipo* 25.

El análisis de similaridad (ANOSIM) realizado con los datos obtenidos a partir de parámetros fisiográficos, señaló que la cuenca presenta sólo un *Tipo* de río, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas (R = 0,203; p = 0,213) entre estaciones de diferentes *Tipos* de ríos. Mediante el análisis de escalamiento multidimensional (Figura 3.8.2) tampoco se observa una separación definida entre los *Tipos* de ríos definidos por Fuster et al. (2011) para la cuenca del Valdivia. Es por esto que todas las estaciones en estudio en la cuenca del Valdivia se agruparon en un mismo *Tipo* de río, denominado M. Este parece corresponderse con el *Tipo* 26.

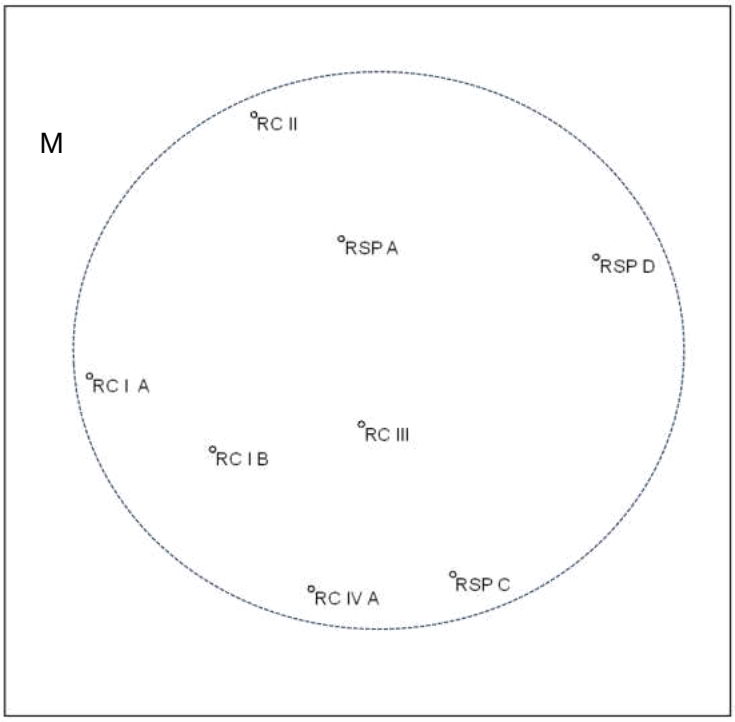


Figura 3.8.2. Análisis MDS de los componentes fisiográficos de las estaciones de muestreo de la cuenca del Valdivia. La línea discontinua agrupa a las estaciones de muestreo dentro de un mismo *Tipo* de río: --- *Tipo* M. Utilizando la medida de distancia Euclidiana en un gráfico de 2 dimensiones con un coeficiente de estrés = 0,2.

3.8.6.2 SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA EN LA CUENCA DEL VALDIVIA

De las ocho estaciones de muestreo, cinco de ellas cumplieron con los requerimientos para ser consideradas de referencia; es decir, sin o con muy poca intervención antrópica, mientras que únicamente tres estaciones presentaron algún nivel de impacto (Tabla 3.8.10).

Tabla 3.8.10. Estaciones de referencia e impactadas para la cuenca del Valdivia.

Estaciones	Referencia	Impactadas
Tipo M	RC I A - RC 2 B - RC II - RC III - RC IV A	RSP A - RSP C - RSP D

3.8.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Valdivia

El gradiente de estrés de la cuenca se determinó mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP), incorporando las variables ambientales (física-químicas e hidromorfológicas) medidas en todas las estaciones de muestreo.

En la cuenca del Valdivia, los dos primeros ejes del ACP explicaron un 82,06% de la varianza total, seleccionando al primer componente como el gradiente de estrés de la cuenca, ya que, por si solo explico más de un 53% de la varianza total (Figura 3.8.3). El componente 1 fue determinado por la altitud, la conductividad, la temperatura, el oxígeno disuelto (%) y los nitratos, variables que presentaron el mayor peso en este eje de análisis (> 0,3) (Tabla 3.8.11). Las estaciones de mayor altitud se ubicaron al extremo izquierdo del gráfico (Figura 3.8.3), mientras que las estaciones con valores más elevados de conductividad, temperatura y oxígeno disuelto (%) se encontraron situadas a la derecha, aumentando paulatinamente en dicha dirección.

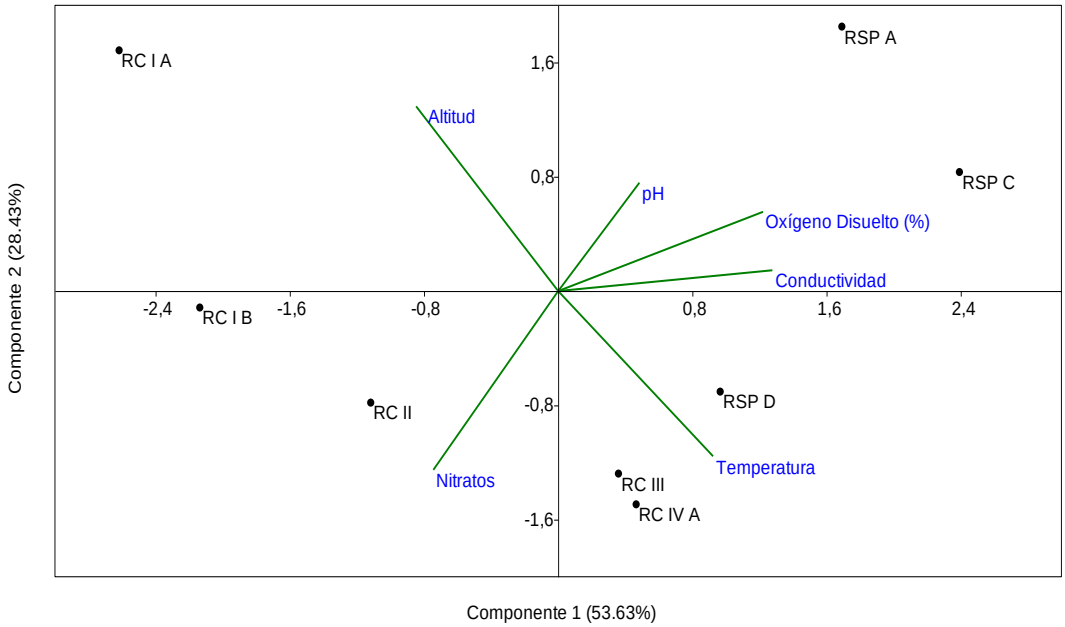


Figura 3.8.3. Disposición de las estaciones de muestreo de la cuenca del Valdivia en el espacio definido por los dos primeros componentes en el ACP. Componente 1: Gradiente de estrés. (●) Estaciones de muestreo; (—) Variables ambientales.

Tabla 3.8.11. Variables con mayor influencia en el gradiente de estrés de la cuenca del Valdivia, con su respectivo peso en el primer componente de análisis.

Variable	ACP Eje 1
Altitud	-0,36
Conductividad	0,55
Oxígeno Disuelto (%)	0,52
Temperatura	0,39
Nitratos	-0,32

3.8.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP

Al relacionar el gradiente de estrés con el índice biótico ChBMWP observamos que entre ambos existe una fuerte correlación negativa estadísticamente significativa (Tabla 3.8.12). Esto nos permite determinar que ChBMWP será un buen indicador del estado ecológico de los ríos de la cuenca del Valdivia. Además, al correlacionar las 12 variables ambientales, tanto físico-químicas como hidromorfológicas medidas para la cuenca, se obtuvo que la conductividad y la temperatura fueron las variables que mejor explican la variación del índice biológico (Tabla 3.8.12).

Tabla 3.8.12. Coeficiente de correlación de Spearman (R) y su valor de significancia (p) entre el índice ChBMWP y, (a) el gradiente de estrés y (b) las variables ambientales más asociadas al valor del índice biótico en la cuenca del Valdivia.

Correlación Spearman		ChBMWP	
		R	p
(a)	Gradiente	-0,881	0,004
(b)	Conductividad	-0,836	0,009
	Temperatura	-0,836	0,009

3.8.6.4 Determinación del estado ecológico de la cuenca según el índice ChBMWP-Va

En la Tabla 3.8.13 se presentan las nuevas acotaciones de los rangos de valores del ChBMWP-Va para las estaciones en estudio en la cuenca del Valdivia, obtenidas mediante la utilización del diagrama de *box-plot* (Figura 3.8.4).

Tabla 3.8.13. Acotaciones tentativas de los rangos de valores del índice ChBMWP-Va, para definir el estado ecológico de los cursos de agua de la cuenca del Valdivia. Se indican las acotaciones de los rangos originales del índice.

Clase	Calificación	Color	Rango de Valores	
			Original	*Tipo* M
Clase I	Muy Bueno	Azul	>100	>81
Clase II	Bueno	Verde	61-100	49-80
Clase III	Moderado	Amarillo	36-60	29-48
Clase IV	Deficiente	Naranja	15-35	12-28
Clase V	Malo	Rojo	<15	<12

Al restablecer los rangos de calificación del ChBMWP-Va para caracterizar el estado ecológico de la cuenca observamos una diferencia leve respecto a los intervalos de clase original del índice (Tabla 3.8.13), observándose un salto a una clase superior en las estaciones RC I B, RC III, RSP A y RSP C.

En los ríos de la cuenca del Valdivia se identificaron clases de estado ecológico *Muy Bueno*, *Bueno* y *Moderado* (Tabla 3.8.14, Figura 3.8.5), registrándose esta última categoría solo en las estaciones de muestreo ubicadas en el río San Pedro (RSP), las cuales presentaron un estado ecológico y una calidad biológica de sus aguas bastante disminuida en comparación a la registrada en las estaciones de muestreo del río Cruces (RC).

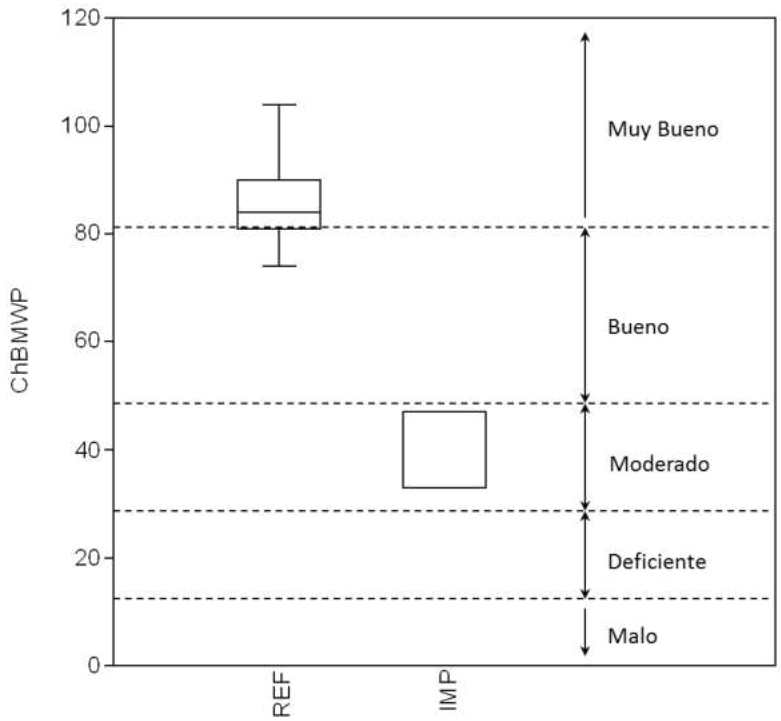


Figura 3.8.4. *Box-plot* de los valores del índice ChBMWP-Va en las estaciones de referencia (REF) e impactadas (IMP) de la cuenca del Valdivia. Las barras (⊤/⊥) indican el valor máximo y mínimo registrado para las estaciones de referencia e impactadas. Los límites inferior y superior del diagrama de caja señalan el percentil 25 y 75 respectivamente. La mediana se muestra con una línea horizontal en el interior de la caja. Las líneas discontinuas indican los límites entre rangos de calidad.

Tabla 3.8.14. Estado ecológico para los ríos de la cuenca del Valdivia, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP-Va.

Estación	ChBMWP *Tipo* M
RC I A	104
RC III	90
RC I B	84
RC IV A	81
RC II	74
RSP D	47
RSP A	33
RSP C	33

Estado Ecológico
Muy Bueno
Bueno
Moderado
Deficiente
Malo

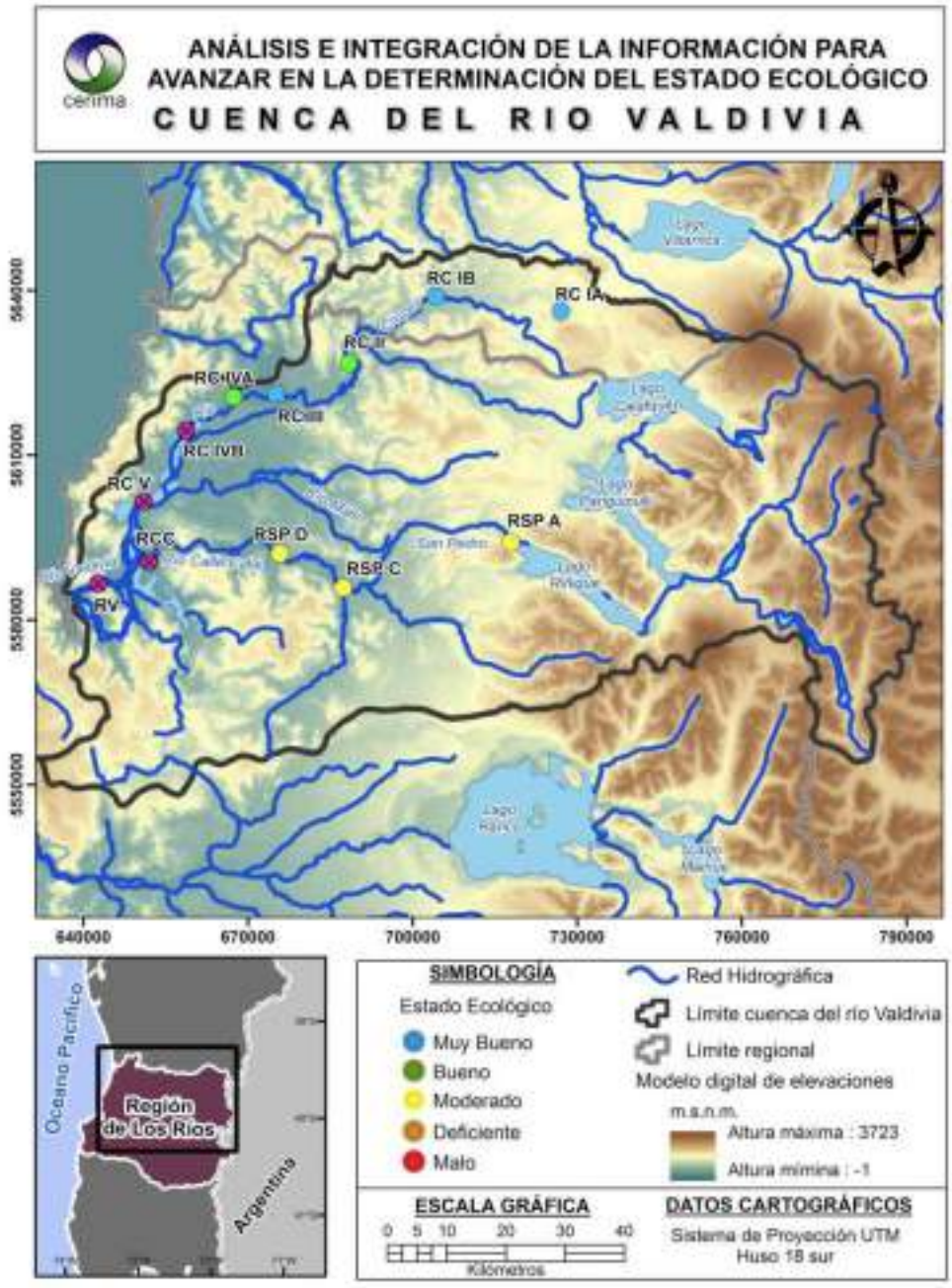


Figura 3.8.5. Estaciones de muestreo de la cuenca del río Valdivia y sus respectivos estados ecológicos.

3.8.7 CONCLUSIONES

En contraste con los cuatro *Tipos* definidos por Fuster et al. (2011) para la cuenca del Valdivia, en este estudio solo se identificó un único *Tipo* de río, mediante la utilización de factores fisiográficos. Esto pudo deberse a que el *Tipo* 26 (De montaña con regulación lacustre) fue representado por la mayor parte de las estaciones de muestreo, mientras que el *Tipo* 27 (Costeros valdivianos) no fue representado con muestreos de macroinvertebrados bentónicos, solo parámetros físico-químicos, y el *Tipo* 25 y 28 no fue representado por ninguna estación de muestreo. Para definir con certeza los *Tipos* de ríos de la cuenca es necesario incorporar un mayor número de estaciones de muestreo ubicadas en *Tipos* no representados adecuadamente en este estudio. Es también recomendable definir los *Tipos* de ríos de la cuenca a partir de la utilización de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos recolectadas en monitoreos continuos en el tiempo, para complementar y corroborar estos resultados.

En general los ríos de la cuenca presentaron una calidad y un estado ecológico que se corresponden, y que evidencian a las estaciones de muestreo ubicadas en el río San Pedro con un claro impacto negativo, reflejado en la composición y estructura de las comunidades bentónicas registradas en las tres estaciones de muestreo localizadas en el río. Por el contrario, el río Cruces presentó un excelente estado ecológico desde su nacimiento hasta Cahuincura.

Finalmente, el ChBMWP-Va resulta ser adecuado para utilizar en la evaluación de estado ecológico de la cuenca. Esta cuenca presenta un valor de biodiversidad especialmente en la fauna de Ephemeroptera y Aeglidae presentes, donde se evidencia la presencia de familias que no aparecen en otras cuencas.

3.8.8 ANEXO DE DATOS

A continuación se muestra un ejemplo de ficha de terreno digital generada para una estación de muestreo de la cuenca del Valdivia.

ÁREA MUESTREO
CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CENMA)

FICHA DE TERRENO - N° 82

1.- CARACTERIZACION DE LA ESTACION				
Nombre	en puente negro			
Código	05-Pte			
Cuenca	Valdivia			
Río	Cruces			
Ubicación (UTM-N,UTM-E, DATUM, MSNM)	5626678	688345	18	63.7

2.- INFORMACION MONITOREO	
Fecha Muestreo	Hora Muestreo
10/11/2012	12:53

3.- CARACTERISTICAS DEL RIO		
Pendiente del cauce	Ancho del río	Profundidad
baja	60	30

4.- PARAMETROS FISICO-QUIMICOS IN-SITU, AGUA SUPERFICIAL			
Velocidad (m/s)	pH (u pH)	Temperatura (°C) Agua	Temperatura (°C) Aire
0,7	7,02	13,5	
Conductividad (uS/cm)	Oxígeno D (%)	Oxígeno D (mg/L)	Salinidad
38	78,7	8,22	0

5.- ENCARGADOS DE MONITOREO
María Isabel Olmedo, Magíster en Biología Javier Gonzalez, Magíster en Ecología

6.- OBSERVACIONES
Hora Inicio: 12:53, hora de término: 12:53

7.- IMAGENES MONITOREO	
	

3.9 CUENCA DEL LAGO LLANQUIHUE

3.9.1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

El lago Llanquihue se ubica entre los 41º08' de Latitud Sur y 72º47' de Latitud Oeste, a 51 m. sobre el nivel del mar, en la X Región de Los Lagos. Presenta un área de 870 Km^2, una profundidad promedio de 182 m. y una profundidad máxima de 317 m. La línea de costa es de 196,5 Km. y almacena un volumen de agua de 158,6 Km3.

El lago Llanquihue es el más grande de la región y el segundo a nivel Nacional. Los estudios lo describen como un lago del tipo oligotrófico, aunque durante el último tiempo ha presentado una transición gradual desde un estado oligotrófico a mesotrófico. Además se caracteriza por sus aguas extremadamente puras y con mínimos valores de clorofila, condición fuertemente influida por la morfología, una aparente limitación de nutrientes, especialmente nitrógeno.

El reducido tamaño de la hoya de este lago, en relación al tamaño del mismo y la pequeña magnitud de sus principales afluentes (río Pescado, río Blanco Las Cascadas, Río Blanco Arenal, Río Tepú), hace que la renovación teórica de sus aguas se complete en un período estimado de 74 años. También resulta significativo que el principal aporte de agua al mismo, sea por medio de las precipitaciones.

La cuenca del lago Llanquihue se divide en dos secciones principales, la zona litoral que corresponde a la zona ribereña con profundidad similar o inferior a 25 m, donde la penetración de la luz es relevante dado que determina el lugar de crecimiento de las plantas acuáticas con raíz, lo que también afecta a la temperatura en esta zona. Por otro lado, en las profundidades donde no es posible la penetración de la luz comienza la zona pelagial, que corresponde a la zona del lago Llanquihue que posee una profundidad máxima superior a 25 m.

División político-administrativa: la cuenca se encuentra en la X región de Los Lagos, entre las provincias de Osorno y Llanquihue. Al lago convergen las comunas de Puerto Octay, Frutillar, Llanquihue y Puerto Varas.

Clima: el clima de la cuenca lacustre es Templado Lluvioso, la temperatura media sólo alcanza los 11 °C. La humedad media es superior al 80% y no hay meses con humedad media inferior a 75%. Las precipitaciones son producidas por frecuentes sistemas frontales que cruzan la zona, los que a su vez producen abundante nubosidad y poca cantidad de días despejados.

Actividad económica: existe un alto desarrollo urbano en las riberas del lago, de maneras que sustenta un mayor nivel de actividades que dependen de la calidad del agua, entre ellas la acuicultura, el turismo y la pesca deportiva.

Hidrodinámica: el lago Llanquihue corresponde a un lago de tipo monomíctico, lo que quiere decir que se caracteriza porque sus aguas se mezclan una vez al año debido a las variaciones de la temperatura, de modo homogéneo en un perfil vertical sin un gradiente de densidad. Este tipo de lago presenta una termoclina en período de máxima temperatura atmosférica. La termoclina estratifica las capas de agua en profundidad del lago, dificultando el intercambio de aguas arriba de la termoclina con aguas debajo de ella, generando en la práctica dos volúmenes de agua de distinta calidad. El lago Llanquihue se estratifica en primavera verano a los 65 metros. La estratificación comienza, se desarrolla y desaparece en verán, ya que durante otoño es posible observar la mezcla de la columna de agua.

Usos de suelo: el uso de suelo agrícola se divide en dos grandes subsistemas de producción: la explotación agrícola empresarial y pequeños agricultores. La producción se orienta principalmente a la carne, leche, cultivos de remolacha, avena, cereales.

El uso de suelo urbano comprende los asentamientos urbanos que corresponden a cuatro comunas, siendo Puerto Varas la de mayor población (44% de la cuenca), luego Llanquihue (22% de la cuenca), Frutillar (21% de la cuenca) y Puerto Octay (14% de la cuenca). Además existen zonas bajo protección del Estado como lo es el parque Vicente Pérez Rosales y la Reserva Forestal Llanquihue.

3.9.2 ESTACIONES DE MUESTREO

En la cuenca de Llanquihue se seleccionaron 10 estaciones de muestreo (Figura 3.9.1). En general, las estaciones de muestreo fueron seleccionados por ser estaciones de la DGA. La estación de mayor altitud escogida es la estación PU-01 que se encuentra a 281 m. y representa al estero Puma. En particular, cada estación fue seleccionada por entregar información de un río determinado. Así, BL-01 fue escogido porque informa sobre el río Blanco, TE-01 sobre el río Tepú, LC-01 sobre el río Las Cascadas, PE-01 sobre el río Pescado, BA-01 sobre el río Blanco Arenal, MA-01 sobre el río Maullín y CA-01 sobre el río Camahueto. El resto de las estaciones entregan información sobre el estero Maqui (PM-01) y el estero Sin Nombre (S/N PV), el cual se encuentra cercano a una zona poblada. Las coordenadas de las estaciones de muestreo se muestran en la Tabla 3.9.1.

Tabla 3.9.1. Coordenadas de cada una de las áreas de vigilancia establecidas como estaciones de muestreo.

Código Área de Vigilancia	Nombre de Estación	UTM Norte	UTM Este
BL-01	Río Blanco	5432978	699473
TE-01	Río Tepú	5432598	701561
LC-01	Río Las Cascadas	5449268	698661
PE-01	Río Pescado	5430832	684731
BA-01	Río Blanco Arenal	5452913	696417
PU-01	Estero Puma	5456752	701369
PM-01	Estero Maqui	5446928	669027
MA-01	Río Maullín	5430207	667320
CA-01	Río Camahueto	5428128	679654
S/N PV	Estero Sin Nombre	5422645	670418

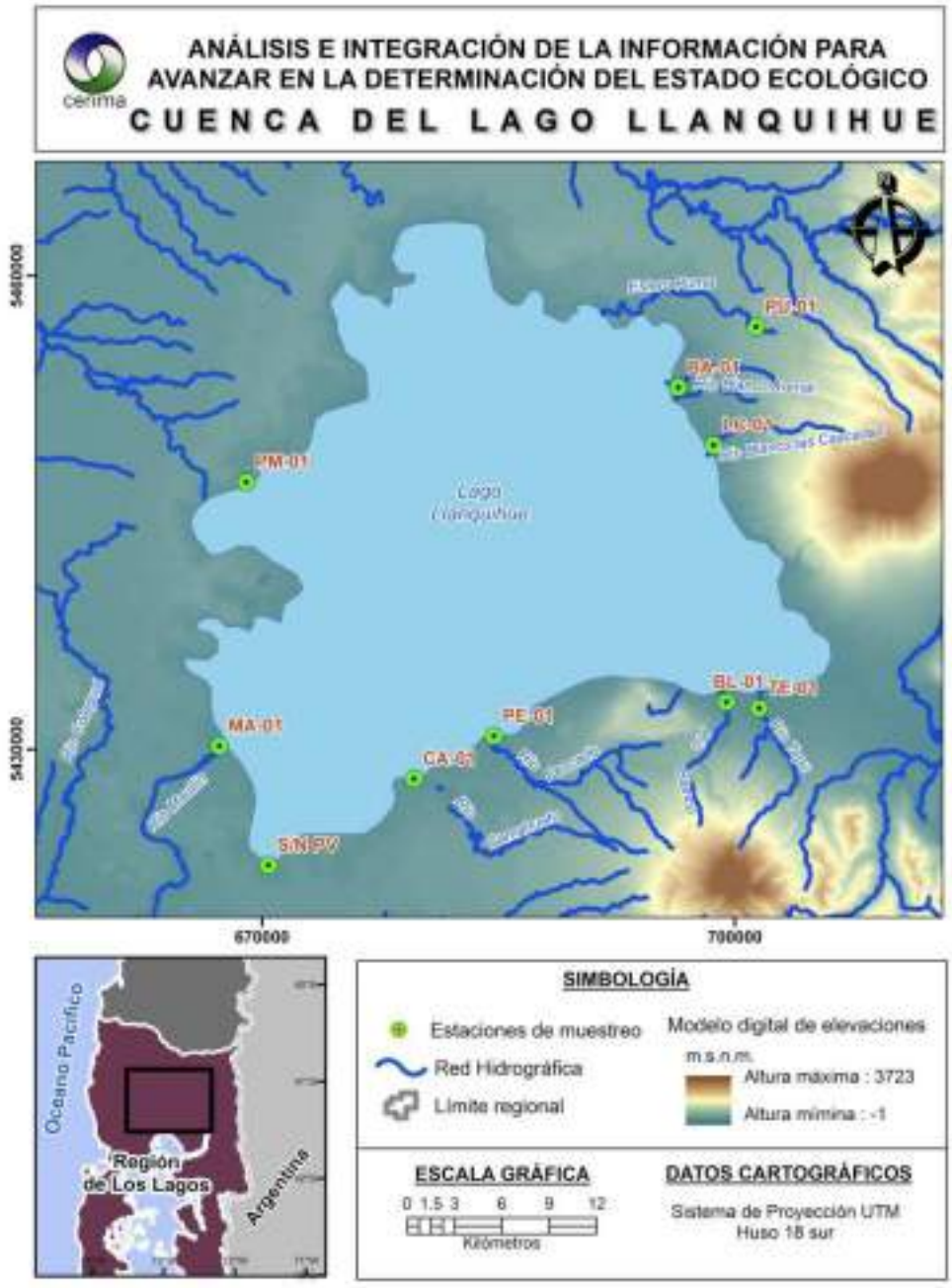


Figura 3.9.1. Estaciones de muestreo de la cuenca del lago Llanquihue.

3.9.3 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Los resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos y los metales de la cuenca del Llanquihue se muestran en la Tabla 3.9.2 y la Tabla 3.9.3 respectivamente.

Tabla 3.9.2. Resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos para las estaciones de muestreo de la cuenca del lago Llanquihue. Las casillas en blanco se encuentran sin datos, debido a problemas técnicos con la instrumentación

Variable	Unidad	BL-01	TE-01	LC-01	PE-01	BA-01	PU-01	PM-01	MA-01	CA-01	S/N PV
pH		7,61	7,6	7,62	7,22	6,9	7,49	7,62	8,34	7,37	7,4
Temperatura	º C	10,3	11,6	9,4	8,3	10,2	13	14,6	12,5	18,2	14,1
Conductividad	uS/cm	46	103	71	53	104	124	89	46	81	186
Oxígeno Disuelto	%	86,3	90,8	89,2	64,2	69	73	75,8	94,3	65	63
	mg/l	9,85	9,81	10,07	7,52	7,44	7,62	7,71	10,02	6,11	6,47
Fosfatos	mg/l	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
Fosforo Total	mg/l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Nitratos	mg/l	0,35	0,35	0,35	0,44	0,35	3,48	2,97	0,35	1,47	5,02
Nitritos	mg/l	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	2,1	3,08	2,59	3,36	2,87	3,64	3,85	3,08	2,52	2,66
Sílice	mg/l	21,4	21,4	25,7	21,4	17,1	27,8	32,1	0,1	17,1	25,7

N.A.: No Aplica. Indica las estaciones donde no se realizó el análisis debido a que no fue requerido.

Tabla 3.9.3. Resultados de las mediciones de los metales totales y disueltos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Llanquihue.

Estación		BL-01	TE-01	LC-01	PE-01	BA-01	PU-01	PM-01	MA-01	CA-01	S/N PV
Cd	Total	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
	Disuelto	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Zn	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Cr	Total	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
	Disuelto	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
As	Total	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
	Disuelto	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
Cu	Total	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
	Disuelto	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
Ni	Total	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
	Disuelto	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
Pb	Total	0,0237	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
Al	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,3903	0,5427	<0,025	<0,025	0,9843
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Se	Total	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130
	Disuelto	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130
Mn	Total	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	0,0341	<0,029	0,0332	0,0704
	Disuelto	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	0,0555	<0,029	<0,029	<0,029	0,0555
Ag	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
V	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Ba	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	0,0295	<0,023	<0,023	<0,023	0,0295
Co	Total	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
	Disuelto	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	0,005	<0,018	<0,018	<0,018	0,005
Mo	Total	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
	Disuelto	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
Be	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
B	Total	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039
	Disuelto	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039
Fe	Total	<0,061	0,1226	0,072	0,2012	<0,061	0,3534	0,6438	<0,061	0,5156	1,233
	Disuelto	<0,061	0,0977	<0,061	0,1399	<0,061	<0,061	0,1392	<0,061	0,365	0,2478
Sb	Total	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	0,0464	0,035	0,039	<0,036	0,0422	0,0446
	Disuelto	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	0,0374	0,0361	<0,036	<0,036	<0,036	0,0361

3.9.4 PARÁMETROS BIOLÓGICOS

3.9.4.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Las familias de macroinvertebrados bentónicos encontradas en las estaciones de muestreo de la cuenca del río Llanquihue se indican en la Tabla 3.9.4 con sus respectivas abundancias relativas respecto del tamaño muestreal (n) total.

Tabla 3.9.4. Abundancias de taxa de macroinvertebrados bentónicos encontradas por estación de muestreo en la cuenca del Llanquihue.

TAXA	BL-01	TE-01	LC-01	PE-01	BA-01	PU-01	PM-01	MA-01	CA-01	S/N PV
ACARI										
Acari	3			9						
COLEOPTERA										
Dytiscidae						8	1			1
Elmidae	22	7	2	33			1			
DIPTERA										
Athericidae	12	6	2		2	1				
Ceratopogonidae	2			1						1
Chironomidae	9	48	88	64	21	15	9	3	35	83
Empididae				4						
Simulidae						4				
Tipulidae	11	32	93	1	49	6				
EPHEMEROPTERA										
Baetidae	6	13		13	1	3	4			
Leptophlebiidae	42	54	6	63	63	52		16	2	
Amaletopsidae				5						
ODONATA										
Aeshnidae									1	
PLECOPTERA										
Gripopterygidae	20	2	2	2	49	81	4	3		
Eustheniidae	3									
Diamphipnoidae	6									
Austroperlidae	39			1	3					
Notoneumoridae	3									
Perlidae	7									
TRICHOPTERA										
Glossosomatidae	3	3	1		4					
Hydropsichydae	1		4			22				
Hydrobiosidae	2	5		1	4	1				
Hydroptilidae	3	26							7	
Leptoceridae	6	4		1		1				
AMPHIPODA										
Hyalellidae					3			27		1
DECAPODA										
Aeglidae						6	73	27	6	12
ISOPODA										
Janiridae								1	38	
ANNELIDA										
Hirudinea								2		
Oligochaeta			1	2				1		69
MOLLUSCA										
Chilinidae								1		
Hidrobiidae								5		
Planorbidae			1							
TURBELLARIA										
Dugesiidae					1					1
N total	**200**	**200**	**200**	**200**	**200**	**200**	**92**	**86**	**89**	**168**

3.9.4.2 Índices de diversidad

Para caracterizar la diversidad de la cuenca hidrográfica se realizaron índices de riqueza (S), abundancia, diversidad de Shannon-Wiener (H), Simpson (1-D) y Equitatividad (J). Los resultados se muestran en la Tabla 3.9.5. De acuerdo a los resultados, en general las estaciones presentan una alta riqueza taxonómica (entre 10 y 19 taxa). Sin embargo la diversidad es fluctuante. Las estaciones con menor diversidad son LC01, PM01 y S/NPV. Diversidades bajas suelen sugerir algún tipo de presión sobre las comunidades acuáticas.

Tabla 3.9.5. Índices comunitarios de diversidad por estaciones de muestreo para la cuenca del Llanquihue.

Estación	BL-01	TE-01	LC-01	PE-01	BA-01	PU-01	PM-01	MA-01	CA-01	S/N PV
Riqueza (S)	19	11	10	14	11	12	6	10	6	7
Shannon (H)	2,45	1,93	1,12	1,74	1,67	1,71	0,78	1,68	1,25	1,02
Simpson (1-D)	0,88	0,82	0,59	0,76	0,77	0,75	0,36	0,76	0,65	0,58
Equidad (J)	0,83	0,81	0,49	0,66	0,70	0,69	0,44	0,73	0,70	0,53

3.9.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original

En la cuenca del lago Llanquihue se observó desde una *Muy Buena* a una *Mala* calidad de las aguas (Tabla 3.9.6). La estación BL-01 presentó una calidad *Muy Buena*, dada por la elevada presencia de familias sensibles a la contaminación, pertenecientes principalmente al grupo EPT. La más baja calidad de las aguas se registró en las estaciones próximas a zonas urbanas en las comunas de Frutillar (PM-01) y Puerto Varas (S/N PV).

Tabla 3.9.6. Calidad del agua según el índice biótico ChBMWP para los ríos de la cuenca del Lago Llanquihue, por área de vigilancia y estación de muestreo.

Estación	ChBMWP
BL-01	137
PE-01	83
BA-01	74
TE-01	72
PU-01	70
LC-01	56
MA-01	48
CA-01	32
S/N PV	29
PM-01	29

Calidad del agua

- Muy Bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy Malo

3.9.4.4 BIOMASA FITOPLANCTÓNICA - CLOROFILA-A

Los resultados indican que las concentraciones de clorofila no son constantes a través de la cuenca, sin presentar un patrón claro de descenso o aumento. En general las concentraciones de clorofila no son elevadas en comparación a otras cuencas (< 4,5 µg/L). La estación muestreada con mayor concentración de clorofila fue PE01 y la estación con menor concentración fue BL01 (Tabla 3.9.7)

Tabla 3.9.7. Concentraciones de Clorofila-a medidas en las estaciones de muestreo de la cuenca del Llanquihue.

Estación	Determinación Clorofila a Chl a (ug/L)
BL01	0
TE01	2,41
LC01	N.D.
PE01	4,28
BA01	0,53
PU01	2,94
PM01	2,41
MA01	0,53
CA01	2,41
S/N PV	N.D.

N.D.: No determinado.

3.9.5 ESTRUCTURA HIDROMORFOLÓGICA

3.9.5.1 COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO

A lo largo de la cuenca se identificaron seis tipos de sustratos: fango-limo, arena, grava fina, grava, bolón y piedra, los cuales se presentaron diferencialmente a través de la cuenca (Tabla 3.9.8). La composición del sustrato en cada estación presento entre dos a cuatro tipos de sustrato, siendo LC-01, BA-01 y PM-01 las estaciones más diversas. El sustrato de bolones fue registrado con mayor frecuencia en la cuenca, mientras que el sustrato basamento no fue observado en ninguna de las estaciones de muestreo.

Tabla 3.9.8. Diversidad de sustrato por estación de muestreo en la cuenca del lago Llanquihue.

Estación	BL-01	TE-01	LC-01	PE-01	BA-01	PU-01	PM-01	MA-01	CA-01	S/N-PV
Fango-Limo		x		x			x		x	x
Arena	x		x		x					
Grava fina						x	x	x		x
Grava			x		x		x	x	x	
Bolón	x	x	x	x	x	x	x	x		
Piedra	x	x	x	x	x	x				
Basamento*										

* Sustrato no identificado para ninguna estación de muestreo de la cuenca.

3.9.5.2 VEGETACIÓN DE RIBERA

La vegetación de ribera de la cuenca del lago Valdivia estuvo representada por árboles, arbustos y hierbas, presentando vegetación de tipo arbustiva en todas las estaciones en estudio (Tabla 3.9.9).

Tabla 3.9.9. Vegetación de ribera por estación de muestreo en la cuenca del lago Llanquihue.

Estación	BL-01	TE-01	LC-01	PE-01	BA-01	PU-01	PM-01	MA-01	CA-01	S/N-PV
Arboles	x	x	x	x	x		x	x	x	
Arbustos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hierbas	x	x			x	x	x	x	x	x

3.9.6 EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO LLANQUIHUE

3.9.6.1 TIPOS DE RÍOS DE LA CUENCA DEL LLANQUIHUE

La cuenca del Lago Llanquihue se ubica en la ecorregión Lagos Valdivianos y según la clasificación de sus cuerpos de agua realizada por Fuster et al. (2011), es posible identificar dos *Tipos* de ríos: De montaña valdivianos (*Tipo* 25) y De montaña con regulación lacustre (*Tipo* 26).

El análisis de similaridad (ANOSIM) realizado con los datos obtenidos a partir de parámetros fisiográficos, señaló que la cuenca presenta solo un *Tipo* de río, no presentando diferencias estadísticamente significativas (R = 0,303; p = 0,288) entre estaciones de los dos diferentes *Tipos*. Mediante el análisis de escalamiento multidimensional (MDS), no se observó una clara

separación entre los dos *Tipos* de ríos definidos para esta cuenca (Figura 3.9.2). Es por esto que todas las estaciones en estudio en la cuenca del lago Llanquihue se agruparon en un único *Tipo*, denominado Q y que responde a ríos: De montaña valdivianos (*Tipo* 25), lo cual es consistente con la ubicación de las estaciones de muestreos, pertenecientes a ese tipo.

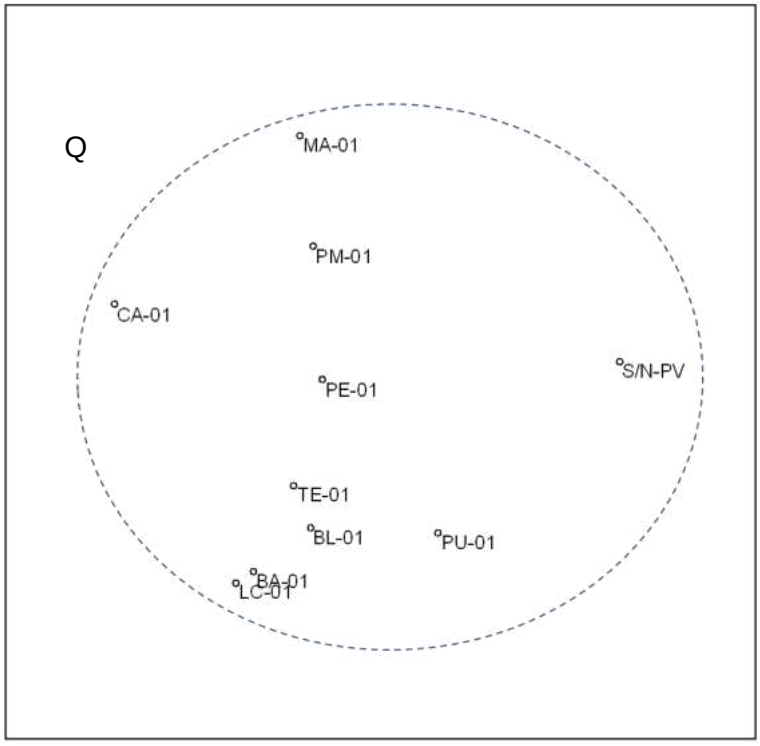


Figura 3.9.2. Análisis MDS de los componentes fisiográficos de las estaciones de muestreo de la cuenca del lago Llanquihue. La línea discontinua agrupa a las estaciones de muestreo dentro de un mismo *Tipo* de río: ---- *Tipo* Q. Utilizando la medida de distancia Euclidiana en un gráfico de 2 dimensiones con un coeficiente de estrés = 0,1.

3.9.6.2 SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA EN LA CUENCA DEL LLANQUIHUE

De las diez estaciones de muestreo, cinco de ellas cumplieron con los requerimientos para ser consideradas de referencia; es decir, sin o con muy poca intervención antrópica, mientras que el resto presentó algún nivel de impacto (Tabla 3.9.10), generado principalmente por ganadería, agricultura, descargas de aguas residuales y/o actividades industriales o de servicio.

Tabla 3.9.10. Estaciones de referencia e impactadas para la cuenca del lago Llanquihue.

Estaciones	Referencia	Impactadas
Tipo Q	BL-01 – TE-01 – PE-01 – BA01 – PU-01	LC-01 – PM-01 – CA-01 – S/N PV – MA-01

3.9.6.3 GRADIENTE DE ESTRÉS DE LA CUENCA DEL LLANQUIHUE

El gradiente de estrés de la cuenca se determinó mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP), incorporando las variables ambientales (física-químicas e hidromorfológicas) medidas en todas las estaciones de muestreo.

En la cuenca del lago Llanquihue, los dos primeros ejes del ACP explicaron un 74,59% de la varianza total, seleccionando al primer componente como el gradiente de estrés de la cuenca, ya que por sí solo explico más de un 50% de la varianza total (Figura 3.9.3). El componente 1 fue determinado por la conductividad, el oxígeno disuelto (%), el pH, los nitratos y el sílice; variables que presentaron el mayor peso en este eje de análisis (> 0,3) (Tabla 3.9.11). Las estaciones de mayor porcentaje de oxígeno disuelto y pH se ubicaron al extremo izquierdo del gráfico (Figura 3.9.3), mientras que las estaciones con valores más elevados de temperatura,

nitratos, conductividad y sílice se encontraron situadas a la derecha, aumentando paulatinamente en dicha dirección.

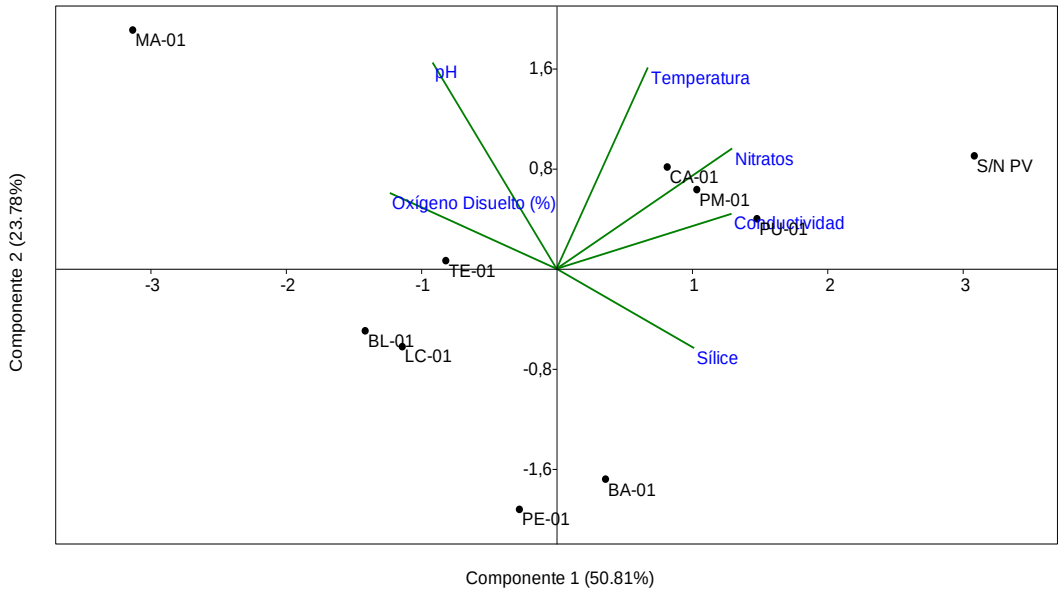


Figura 3.9.3. Disposición de las estaciones de muestreo de la cuenca del Llanquihue en el espacio definido por los dos primeros componentes en el ACP. Componente 1: Gradiente de estrés. (●) Estaciones de muestreo; (—) Variables ambientales.

Tabla 3.9.11. Variables con mayor influencia en el gradiente de estrés de la cuenca, con su respectivo peso en el primer componente de análisis.

Variable	ACP Eje 1
Conductividad	0,48
Oxígeno Disuelto (%)	-0,46
pH	-0,34
Nitratos	0,48
Sílice	0,38

3.9.6.3.1 Gradiente de estrés y su relación con el índice biótico ChBMWP

Al relacionar el gradiente de estrés con el índice biótico ChBMWP observamos que entre ambos existe una moderada correlación negativa que no fue significativa estadísticamente (Tabla 3.9.12). Debido a esto, ChBMWP podría no ser un buen indicador del estado ecológico de los ríos de la cuenca del lago Llanquihue. Ante esto se correlacionó el gradiente de estrés de la cuenca con otros dos índices bióticos (ChSIGNAL y EPT), observando una correlación más baja e igualmente no significativa. A pesar de este resultado, por consistencia con los análisis de otras cuencas, ChBMWP será utilizado para determinar el estado ecológico de la cuenca. Además, al correlacionar las 13 variables ambientales, tanto físico-químicas como hidromorfológicas medidas para la cuenca, se obtuvo que la temperatura se correlacionó fuertemente con ChBMWP ($R = -0,764$; $p < 0,01$), siendo ésta la variable que explicaría la variación del índice biológico en la cuenca.

Tabla 3.9.12. Coeficiente de correlación de Spearman (R) y su valor de significancia (p) entre el gradiente de estrés y los índices bióticos (a) ChBMWP, (b) ChSIGNAL y (c) EPT, en la cuenca del lago Villarrica.

Correlación Spearman		Gradiente	
		R	p
(a)	ChBMWP	-0,509	0,133*
(b)	ChSIGNAL	-0,345	0,328*
(c)	EPT	-0,425	0,219*

* p > 0,05 No significativo.

3.9.6.4 DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA SEGÚN EL ÍNDICE CHBMWP-LL

En la Tabla 3.9.13 se presentan las nuevas acotaciones de los rangos de valores del ChBMWP-Ll para las estaciones en estudio en la cuenca del lago Llanquihue, obtenidas mediante la utilización del diagrama de *box-plot* (Figura 3.9.4).

Tabla 3.9.13. Acotaciones tentativas de los rangos de valores del índice ChBMWP-Ll, para definir el estado ecológico de los cursos de agua de la cuenca del lago Llanquihue. Se indican las acotaciones de los rangos originales del índice.

Clase	Calificación	Color	Rango de Valores	
			Original	*Tipo* Q
Clase I	Muy Bueno	Azul	>100	>72
Clase II	Bueno	Verde	61-100	44-72
Clase III	Moderado	Amarillo	36-60	26-44
Clase IV	Deficiente	Naranja	15-35	11-25
Clase V	Malo	Rojo	<15	<11

Al restablecer los rangos de calificación del ChBMWP-Ll para caracterizar el estado ecológico de la cuenca observamos una diferencia moderada con respecto a los intervalos de clase original del índice (Tabla 3.9.13), donde la mayoría de las estaciones asciende a un estado ecológico *Muy Bueno* o *Bueno*, mientras que CA-01, PM-01 y S/N PV pasan a un estado ecológico *Moderado*.

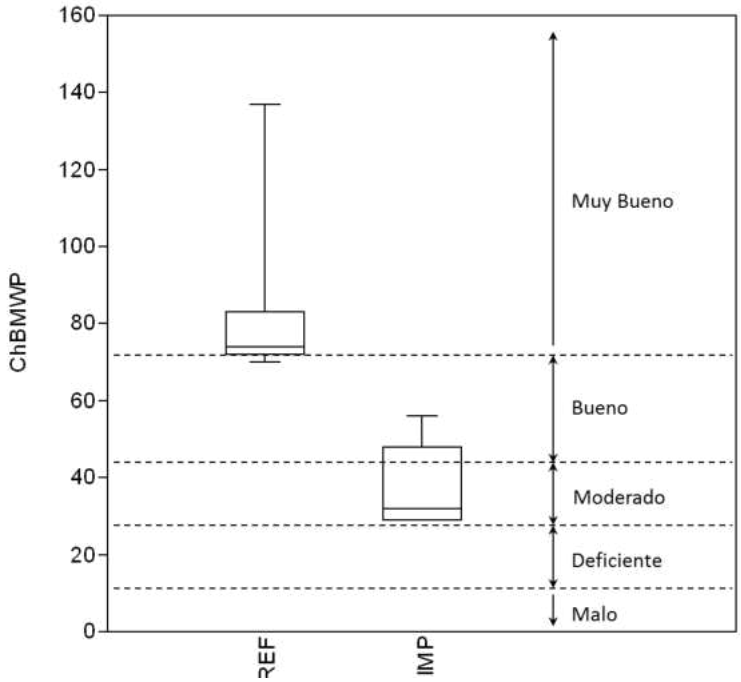


Figura 3.9.4. *Box-plot* de los valores del índice ChBMWP-Ll en las estaciones de referencia (REF) e impactadas (IMP) de la cuenca del lago Llanquihue. Las barras ($^{T}/_{\perp}$) indican el valor máximo y mínimo registrado para las estaciones de referencia e impactadas. Los límites inferior y superior del diagrama de caja señalan el percentil 25 y 75 respectivamente. La mediana se muestra con una línea horizontal en el interior de la caja. Las líneas discontinuas indican los límites entre rangos de calidad.

En los ríos de la cuenca del lago Llanquihue se identificaron clases de estado ecológico *Muy Bueno*, *Bueno* y *Moderado* (Tabla 3.9.14, Figura 3.9.5), registrándose esta última categoría en CA-01, S/N PV y PM-01, estaciones que presentaron un impacto notable sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en el área de estudio.

Tabla 3.9.14. Estado ecológico para los ríos de la cuenca del lago Llanquihue, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP-Ll.

Estación	ChBMWP *Tipo* Q
BL-01	137
PE-01	83
BA-01	74
TE-01	72
PU-01	70
LC-01	56
MA-01	48
CA-01	32
S/N PV	29
PM-01	29

Estado Ecológico
Muy Bueno
Bueno
Moderado
Deficiente
Malo

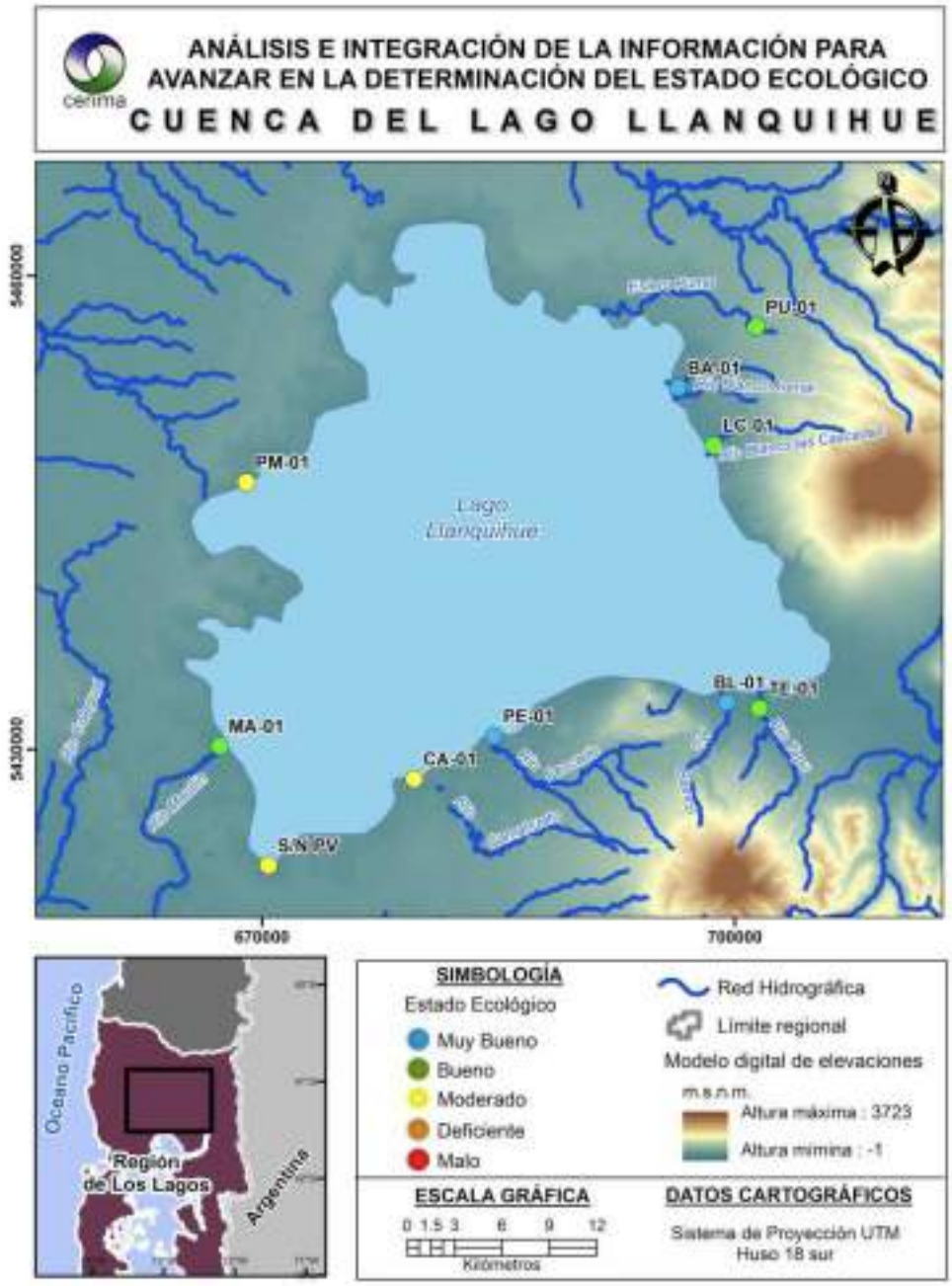


Figura 3.9.5. Estaciones de muestreo de la cuenca del lago Llanquihue y sus respectivos estados ecológicos.

3.9.7 CONCLUSIONES

En contraste con los dos *Tipos* definidos por Fuster et al. (2011) para la cuenca del lago Llanquihue, en este estudio solo se identificó un *Tipo* de río mediante la utilización de factores fisiográficos que corresponde al *Tipo* De Montaña Valdivianos (*Tipo* 25). Esto pudo deberse a que el *Tipo* 26, únicamente fue representado por MA-01. Para definir correctamente los *Tipos* de ríos de esta cuenca es necesaria la incorporación de estaciones de muestreo de montaña de regulación lacustre (*Tipo* 26) que puedan ser consideradas de referencia. Es también recomendable definir los *Tipos* de ríos de la cuenca a partir de la utilización de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos recolectadas en monitoreos continuos en el tiempo, para complementar estos resultados. Es importante destacar que este tipo se encuentra también en la cuenca del Villarrica, por lo cual el sistema de tipología muestra su utilidad al hacer comparables tipos similares en lugares diferentes. De igual forma los índices ChBMWP-Vi y ChBMWP-Ll se corresponden.

Recomendamos utilizar el ChBMWP-Ll dado que se muestra robusto al detectar alteraciones en la cuenca. En este sentido recomendamos ampliamente proteger y monitorear sobre todo las estaciones BL01 y PE01 por ser lugares de alta biodiversidad, y presentar una fauna importante de ser protegida al no encontrarse en otros sectores de la cuenca, y presentar al mismo tiempo las mejores clases de calidad. El seguimiento del estado ecológico en el tiempo aquí parece fundamental, al evidenciar que las otras estaciones muestreadas presentan una gran desviación respecto a estas dos de referencia. Entre los taxa importantes están los Plecoptera, Ephemeroptera y Trichoptera. En otras estaciones la familia Aeglidae adquiere gran relevancia por su valor de conservación.

En general los ríos de la cuenca presentaron una calidad y un estado ecológico que se corresponden y que señalan a las estaciones de muestreo ubicadas muy próximas a las zonas urbanas de Frutillar y Puerto Varas, como zonas un impacto considerable sobre la biota.

3.9.8 ANEXO DE DATOS

A continuación se muestra un ejemplo de ficha de terreno digital generada para una estación de muestreo de la cuenca del Llanquihue.

AREA MUESTREO
CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CENMA)

FICHA DE TERRENO - N° 105

1.- CARACTERIZACION DE LA ESTACION				
Nombre				
Código	BL01			
Cuenca	Llanquihue			
Río	Blanco			
Ubicación (UTM-N,UTM-E, DATUM, MSNM)	5432978	699473	18	59,9

2.- INFORMACION MONITOREO	
Fecha Muestreo	Hora Muestreo
15/11/2012	13:58

3.- CARACTERISTICAS DEL RIO		
Pendiente del cauce	Ancho del río	Profundidad
media	8 m	25

4.- PARAMETROS FISICO-QUIMICOS IN-SITU, AGUA SUPERFICIAL			
Velocidad (m/s)	pH (u pH)	Temperatura (°C) Agua	Temperatura (°C) Aire
0,7	7,61	10,3	
Conductividad (uS/cm)	Oxígeno D (%)	Oxígeno D (mg/L)	Salinidad
46	86,3	9,85	0

5.- ENCARGADOS DE MONITOREO
María Isabel Olmedo, Magíster en Biología Javier Gonzalez, Magíster en Ecología
6.- OBSERVACIONES
Hora Inicio: 13:58, hora de término: 13:58

7.- IMAGENES MONITOREO





3.10 CUENCA DEL RÍO SERRANO

3.10.1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

La cuenca hidrográfica del río Serrano se extiende desde la latitud 50º30' hasta los 51º30' latitud Sur. Se ubica en la XII Región de Magallanes, es de tipo trasandino y consta de una serie de pequeños y grandes lagos concatenados y otros situados en paralelo. Su extensión es de 6673 Km^2 y recorre 38 Km.

Algunos derrames importantes del Campo de Hielo Sur hacia el este son las cabeceras de los tributarios de la cuenca del río Serrano. El río Serrano se genera como desagüe del lago Toro en el extremo más occidental de este cuerpo de agua. Recorre serpenteando una extensa llanura aluvial cubierta en parte por mallines y turberas. Uno de sus más importantes tributarios por su ribera derecha, con un desarrollo de 20 Km., es el río Grey, emisario del lago homónimo, que por su forma y longitud de más de 15 Km. constituye naturalmente un fiordo interior de orientación NW-SE. Este lago es alimentado desde un gran ventisquero, que con un frente de derretimiento de más de 20 Km. de altura, le cae en su cabecera norte. Su superficie alcanza a 32,6 Km^2 y sus aguas son turbias a causas del limo glacial. El río Serrano recibe, por la misma ribera, el emisario del lago Tyndall, casi conjuntamente con el río Geikie, que también desagua un par de lagos provenientes del mismo ventisquero Tyndall.

El gran lago Toro, con sus contornos irregulares, posee varios cabos, penínsulas y ensenadas. En una de estas últimas, la más noroccidental, recibe al Paine, que es el principal afluente de toda la hoya. El lago Toro tiene una extensión de 202 Km^2, y el más notable accidente es la gran saliente de la ribera sur llamada La Península.

El río Paine se genera en el extremo sur del lago Dickson, cuerpo de agua de mediano tamaño que es alimentado por el ventisquero Dickson, próximo al límite internacional. Este río, después de recorrer 9 Km., cae al lago Paine, de cuyo extremo noroccidental vuelve a emerger para

recorrer un espacio de 15 Km. antes de rematar en el lago Nordenskjöld. Este último, de aguas muy claras, tiene un eje mayor de 15 Km. y una superficie de 28 Km^2.

El río Paine, tras un breve recorrido y en un espectacular salto de 12 m. de altura, cae al lago Pehoe que le sigue inmediatamente al sur. Dicho lago, de contornos irregulares, tiene también aguas claras y una superficie de 22 Km^2; recibe al emisario del pequeño lago Skottsberg, situado entre el Nordenskjöld y el Grey. El río Paine resurge en el extremo SE del lago Pehoe y, a su salida, presente otro gran salto de 50 m, de altura y, tras un recorrido de seis kilómetros en un lecho ancho y profundo bien definido entre rocas fundamentales, se vacía en la ensenada NW del lago Toro.

El lago Sarmiento de Gamboa que pareciera formar parte activa en esta cadena de lagos del Paine y que queda con su extremo occidental a corta distancia de los lagos Nordenskjöld y Pehoe no tiene, sin embargo, desagüe visible. Queda separado del lago Toro por la llamada sierra del Toro, con cumbres de 1.390 m.; cuenta con un eje mayor E-W de 25 Km. y una superficie de 90 Km^2; su alimentación principal la recibe de la sierra del Toro.

Otro afluente del lago Toro de cierta importancia por su largo recorrido es el río de las Chinas, algunos de cuyos tributarios tienen nacimiento allende la frontera. Se vacía en su ribera oriente en una zona pantanosa, tras un recorrido de 105 Km. Afluente de su curso superior por su banda derecha es el río Zamora que drena un área importante del sector norte. En su curso medio afluye, por su izquierda, el río Baguales, proveniente de la sierra del mismo nombre.

División político-administrativa: la cuenca pertenece a la XII Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, comprende la provincia de Última Esperanza y las comunas de Natales y Torres del Paine. La cuenca posee una superficie de 667.300 Ha que equivalen al 0,5% de la región. El único asentamiento humano de importancia emplazado en la cuenca es el poblado de Cerro Castillo.

Clima: en los sectores bajos la cuenca presenta un clima Frío Estepárico, el cual es muy variable por lo que en un mismo día puede estar soleado, nublado, con lluvia e incluso nevar, es decir, tiene una gran amplitud térmica. En invierno las condiciones son más extremas.

Precipita y nieva a lo largo de todos los meses. En los sectores altos se presenta un clima de Tundra.

Actividad económica: la actividad económica más importante en la cuenca es el turismo dado que posee sitios naturales de gran valor paisajístico. Entre estos atractivos naturales se encuentran, los sitios declarados como Áreas bajo Protección Oficial correspondientes a los Parques Nacionales Torres del Paine y Bernardo O'Higgins; así como numerosos cuerpos lacustres, glaciares y ventisqueros.

El poblado de Cerro Castillo se dedica a la crianza de ganado ovino y apoyo al turismo. Este poblado otorga el aprovisionamiento de abarrotes a las estancias vecinas, e información turística a los visitantes que acceden por el paso fronterizo Don Guillermo, provenientes de Calafate, República Argentina. La ganadería ovina y bobina también constituye una de las principales actividades económicas de la cuenca.

Geología y volcanismo: existen diversas formaciones rocosas en la cuenca hidrográfica entre ellas destacan, de oriente a poniente, rocas PP13 del tipo volcánicas del Plioceno-Pleistoceno, rocas Ks1mp del tipo sedimentaria del Campaniano-Maastrichtiano, rocas Ks1m del tipo sedimentaria del Cretácico Superior y rocas Mg del tipo intrusiva del Mioceno. No existe influencia volcánica en esta cuenca.

Hidrogeología: en la cuenca destacan formaciones geológicas de baja permeabilidad constituidas por formaciones de origen sedimento - volcánicas del período terciario, que constituyen el basamento sobre la cual drena el acuífero. No se cuenta con suficientes antecedentes acerca de las direcciones de las aguas subterráneas, sin embargo, lo más probable es que escurran paralelos a los cursos superficiales los cuales drenan finalmente en los lagos Toro, Sarmiento de Gamboa y Pehoe.

Usos de suelo: el uso de suelo agrícola se basa en cultivos de avena y papas, además existe actividad pecuaria. No se presenta uso de suelo forestal en esta cuenca, pero cabe destacar que la cuenca posee una importante superficie de terrenos con especies de bosque nativo que equivalen al 19% de la superficie total de la cuenca. El uso de tipo urbano es muy reducido y

corresponde al 0,003% de la superficie total. La cuenca no cuenta con población urbana por lo cual esta superficie se refiere a las instalaciones hoteleras próximas a la cuenca hidrográfica. En cuanto a la protección de la biodiversidad, existen áreas bajo protección oficial pertenecientes al SNASPE que se emplazan en la cuenca y corresponden los Parques Nacionales Torres del Paine y Bernardo O'Higgins, los que en conjunto ocupan el 51% de la superficie total de la cuenca.

3.10.2 ESTACIONES DE MUESTREO

En la cuenca del río Serrano se seleccionaron 14 estaciones de muestreo (Figura 3.10.1). En general, las estaciones de muestreo son seleccionados por ser estaciones de la DGA.

En particular, las estaciones PA10 y PA20 fueron escogidos para comparar el río Paine en dos sectores, el primero a 51 m. de altitud y el segundo a 19 m. de altitud, en un sector cercano al hotel Explora. Para poder realizar comparaciones en el río Serrano se seleccionaron las estaciones SE10 en el origen del río (a 21 m. de altitud) y SE30 (a 6 m. de altitud) en un sector ubicado después del pueblo. La estación GR10 evalúa al río Grey en el puente. Además se escogieron dos estaciones en el río Las chinas: CH10 y CH20 (estación DGA). Por otro lado, las estaciones BA10 y VI10 entregan datos sobre los ríos Baguales y Vizcachas respectivamente. En el río Don Guillermo se seleccionaron dos estaciones que son DG10 y DG20, ésta última en una zona ubicada después del pueblo. También se escogieron dos estaciones en el río 3 Pasos, la estación TP10 a mayor altitud y la estación TP20 en la desembocadura, lo que permite comparar el estado del río en diferentes altitudes. Por último, se escogió la estación PI10 en el sector Chorrillo – Picana. Las coordenadas de las estaciones de muestreo se muestran en la Tabla 3.10.1

Tabla 3.10.1. Coordenadas de cada una de las áreas de vigilancia establecidas como estaciones de muestreo.

Código Área de Vigilancia	Nombre de Estación	UTM Norte	UTM Este
PA10	Paine	4350688	654363
PA20	Paine abajo hotel Explora	4333614	642141
SE10	Serrano en Naciente	4326710	642434
SE30	Serrano después Pueblo	4321681	639767
GR10	Grey en puente	4327640	638927
CH10	Las Chinas	4345339	675006
CH20	Las Chinas en DGA	4319710	672019
BA10	Baguales	4345989	676118
VI10	Vizcachas	4345876	675933
DG10	Don Guillermo	4318712	686822
DG20	Don Guillermo después pueblo	4318550	684916
TP10	Tres Pasos	4297265	674829
TP20	Tres Pasos desembocadura	4313480	663948
PI10	Chorrillo - Picana	4307374	678575

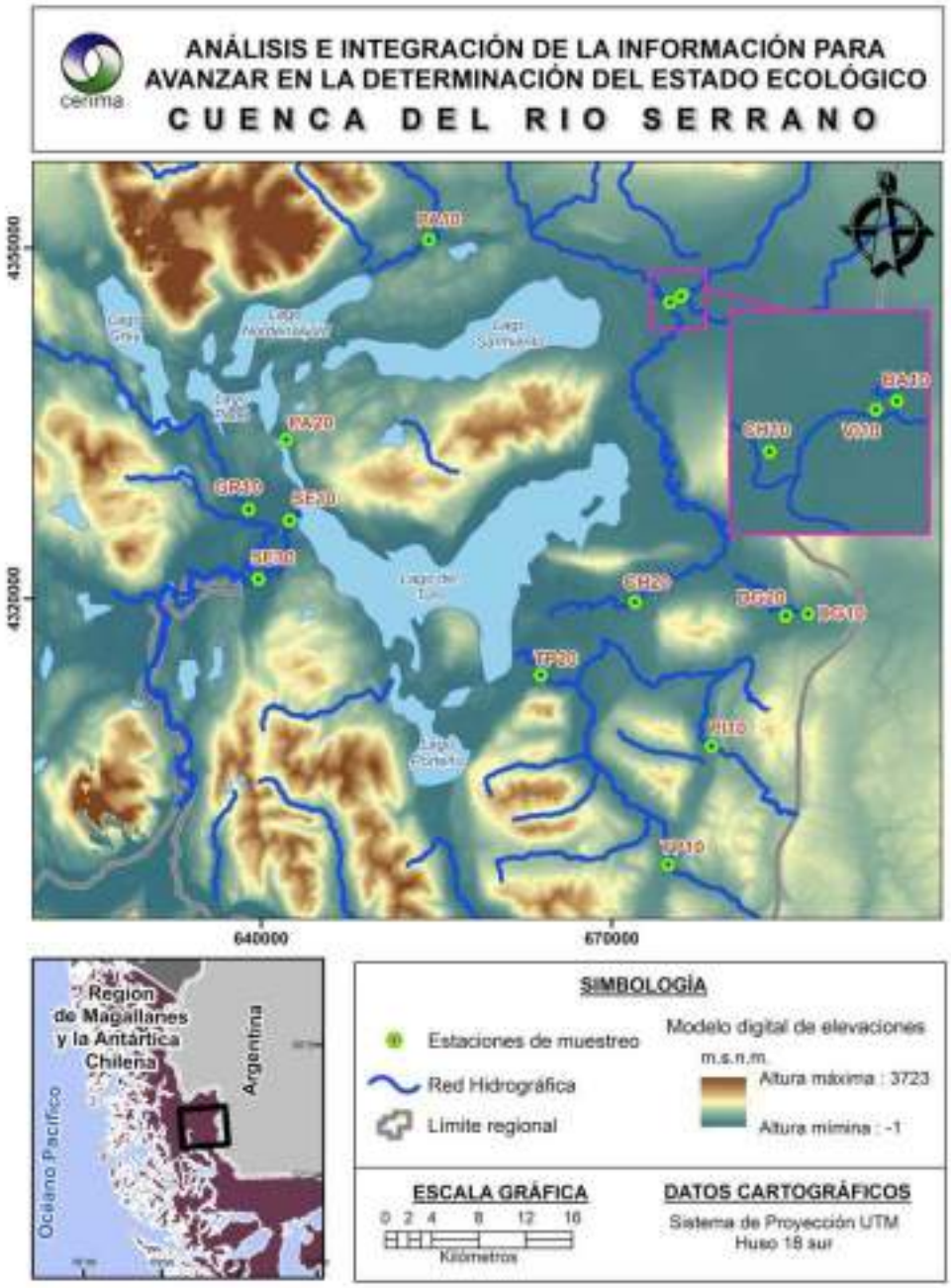


Figura 3.10.1. Estaciones de muestreo de la cuenca del Serrano.

3.10.3 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Los resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos y los metales de la cuenca del Serrano se muestran en la Tabla 3.10.2 y la Tabla 3.10.3 respectivamente.

Tabla 3.10.2. Resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Serrano. Las casillas en blanco se encuentran sin datos, debido a problemas técnicos con la instrumentación.

Variable	Unidad	PA10	PA20	SE10	SE30	GR10	CH10	CH20
pH		7,72	7,83	8,69	6,42	7,75	8,24	8,46
Temperatura	º C	6,6	9,4	7,7	6,7	4	7,2	9,9
Conductividad	uS/cm	50	58	82	79	35	94	126
Oxígeno Disuelto	%	77	72,2	71,8	80,04	89,7	68	74,5
	mg/l	8,9	8,14	8,44	10,13	11,44	8,12	8,26
Aceites y Grasas	mg/l	85,2	4	4	4	4	4	4
Fosforo Total	mg/l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Nitratos	mg/l	0,61	0,45	0,35	0,35	0,93	3,74	7,69
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	2,65	2,78	2,98	2,72	2,52	2,58	2,98
Sulfatos	mg/l	7,53	7,23	10,1	9,02	5,32	13,3	12,4

N.A.: No Aplica. Indica las estaciones donde no se realizó el análisis debido a que no fue requerido.

Tabla 3.10.2. Resultados de las mediciones de los parámetros físico-químicos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Serrano. Las casillas en blanco se encuentran sin datos, debido a problemas técnicos con la instrumentación (Continuación).

Variable	Unidad	BA10	VI10	DG10	DG20	TP10	TP20	PI10
pH		7,59	8,09	8,17	9,06	7,8	7,64	7,59
Temperatura	º C	8,9	8,8	11,7	14,4	7,5	6,8	10,2
Conductividad	uS/cm	42	139	203	218	196	124	146
Oxígeno Disuelto	%	87,2	71	65,2	40,8	68,5	66	71
	mg/l	10,03	8,05	6,99	11,11	8,1	7,6	7,78
Aceites y Grasas	mg/l	189,5	4	4,8	5,2	4,8	4	4
Fosforo Total	mg/l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Nitratos	mg/l	4,93	6,32	12,5	9,6	7,84	8,77	5,19
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	3,25	2,72	2,32	2,65	2,72	2,45	2,52
Sulfatos	mg/l	10,9	10,6	17,8	19,3	13,2	8,73	16

N.A.: No Aplica. Indica las estaciones donde no se realizó el análisis debido a que no fue requerido.

Tabla 3.10.3. Resultados de las mediciones de los metales totales y disueltos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Serrano.

Estación		PA10	PA20	SE10	SE30	GR10	CH10	CH20
Cd	Total	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
	Disuelto	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Zn	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	0,0866
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Cr	Total	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
	Disuelto	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
As	Total	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
	Disuelto	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
Cu	Total	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
	Disuelto	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
Ni	Total	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
	Disuelto	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
Pb	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
Al	Total	0,5222	0,0484	<0,025	<0,025	0,8062	2,525	2,96
	Disuelto	0,0762	0,0302	<0,025	<0,025	0,1164	0,2991	0,1353
Se	Total	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130
	Disuelto	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130
Mn	Total	0,0463	<0,029	<0,029	<0,029	0,0374	0,1187	0,1528
	Disuelto	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029
Ag	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
V	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Ba	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	0,0388	0,0425
	Disuelto	<0,023	<LD	0,0329	0,0363	0,0384	<0,023	0,0555
Co	Total	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
	Disuelto	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Mo	Total	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
	Disuelto	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
Be	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
B	Total	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039
	Disuelto	0,1065	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	0,4546	<0,039
Fe	Total	0,7656	<0,061	<0,061	<0,061	1,133	4,042	P
	Disuelto	<0,061	0,0303	<0,061	0,0068	0,1578	<0,061	0,3417
Sb	Total	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036	<0,036
	Disuelto	<0,036	<0,036	<0,036	0,0449	<0,036	0,0798	<0,036

Tabla 3.10.3. Resultados de las mediciones de los metales totales y disueltos para las estaciones de muestreo de la cuenca del río Serrano (Continuación).

Estación		BA10	VI10	DG10	DG20	TP10	TP20	PI10
Cd	Total	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
	Disuelto	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Zn	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Cr	Total	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
	Disuelto	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017	<0,017
As	Total	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
	Disuelto	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041	<0,041
Cu	Total	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
	Disuelto	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032
Ni	Total	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
	Disuelto	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027	<0,027
Pb	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
Al	Total	2,604	2,135	0,166	0,1114	0,1421	0,3386	0,1457
	Disuelto	0,1435	0,1931	0,0678	<0,025	0,0347	0,0776	0,052
Se	Total	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130
	Disuelto	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130	<0,130
Mn	Total	0,1553	0,1579	0,0733	0,049	0,0682	0,1317	<0,029
	Disuelto	<0,029	<0,029	0,0623	0,0473	0,0539	0,0906	<0,029
Ag	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
V	Total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
	Disuelto	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022
Ba	Total	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023
	Disuelto	0,0372	<0,023	<0,023	0,0362	0,037	<0,023	0,0392
Co	Total	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
	Disuelto	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Mo	Total	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
	Disuelto	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
Be	Total	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	Disuelto	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
B	Total	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039
	Disuelto	<0,039	0,3078	0,3796	<0,039	<0,039	0,544	<0,039
Fe	Total	4,666	4,016	0,4591	0,2844	<0,061	1,241	<0,061
	Disuelto	0,2894	<0,061	<0,061	0,1782	0,3356	<0,061	0,0926
Sb	Total	0,0362	<0,036	<0,036	<0,036	0,0388	0,0478	<0,036
	Disuelto	<0,036	0,0396	0,0384	<0,036	<0,036	0,0365	<0,036

3.10.4 PARÁMETROS BIOLÓGICOS

3.10.4.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Las familias de macroinvertebrados bentónicos encontradas en las estaciones de muestreo de la cuenca del río Serrano se indican en la Tabla 3.10.4 con sus respectivas abundancias relativas respecto del tamaño muestreal (n) total.

Tabla 3.10.4. Abundancias de taxa de macroinvertebrados bentónicos encontradas por estación de muestreo en la cuenca del Serrano.

TAXA	PA10	PA20	SE10	SE30	GR10	CH10	CH20	BA10	DG10	DG20	TP10	TP20	PI10
ACARI													
Acari									1				
COLEOPTERA													
Elmidae							1				1	5	
Hydraenidae								1					
COLLEMBOLA													
Collembola								1					
DIPTERA													
Ceratopogonidae											1		
Chironomidae	97	20			33	4	65	3	37	1	47		22
Empididae	1					1							
Simulidae				2					32	64	59	30	6
Tipulidae						1			1				
EPHEMEROPTERA													
Baetidae	93		1		2		4		1	1	44	5	3
Leptophlebiidae	4	32	32	33	23	1	10		2		5	5	6
PLECOPTERA													
Gripopterygidae	2	37	14	16	56		19		23	2	5	103	25
Austroperlidae	1	3	2	6	23								
TRICHOPTERA													
Glossosomatidae			1	1								3	
Hydrobiosidae			1	1	2							1	
Hydroptilidae							1		1		2		
Leptoceridae		1										1	
AMPHIPODA													
Hyalellidae		100	136	32	43		11		4		27	34	3
ANNELIDA													
Hirudinea		3									5		
Oligochaeta		3	12	19	17	1	2	1	14	2	2	3	2
MOLLUSCA													
Chilinidae	2	1	1	1			4	1			4	12	
Sphaeridae								2					
N total	**200**	**200**	**200**	**111**	**199**	**8**	**117**	**9**	**116**	**70**	**202**	**202**	**67**

3.10.4.2 Índices de diversidad

Para caracterizar la diversidad de la cuenca hidrográfica se realizaron índices de riqueza (S), abundancia, diversidad de Shannon-Wiener (H), Simpson (1-D) y Equitatividad (J). Los resultados se muestran en la Tabla 3.10.5. De acuerdo a los resultados, en general las estaciones presentan una alta riqueza taxonómica (entre 9 y 12 taxa) y una diversidad similar. Las estaciones con menor diversidad son PA10, SE10 y DG20. Bajas diversidades suelen sugerir algún tipo de presión sobre las comunidades acuáticas.

Tabla 3.10.5. Índices comunitarios de diversidad por estaciones de muestreo para la cuenca del Serrano.

Estación	PA10	PA20	SE10	SE30	GR10	CH10	CH20	BA10	DG10	DG20	TP10	TP20	PI10
Riqueza (S)	7	9	9	9	9	5	9	6	10	5	12	11	7
Shannon (H)	0,93	1,42	1,06	1,66	1,81	1,39	1,44	1,68	1,65	0,41	1,80	1,55	1,55
Simpson (1-D)	0,55	0,68	0,50	0,77	0,81	0,69	0,65	0,79	0,77	0,16	0,79	0,68	0,73
Equidad (J)	0,48	0,65	0,48	0,75	0,82	0,86	0,65	0,94	0,71	0,25	0,72	0,65	0,80

3.10.4.3 Índice biótico de calidad del agua ChBMWP original

En la cuenca del Serrano en general se registró una *Regular* a una *Mala* calidad de sus aguas, excepto en las dos estaciones de muestreo ubicadas en el río Tres pasos (Tabla 3.10.6), cada una de ellas perteneciente a una respectiva área de vigilancia (TP10 y TP20). El obtener calificaciones de calidad que señalan un deterioro de la calidad biológica de las aguas en una cuenca que presenta una baja intervención antrópica acotada a ciertas áreas de la cuenca y que además, presenta organismos bentónicos altamente sensibles a las perturbaciones como Austroperlidae, Leptophlebiidae y Glossosomatidae, sugiere que para definir correctamente la calidad de las aguas de esta cuenca, ChBMWP debe adaptarse a sistemas patagónicos.

Tabla 3.10.6. Calidad del agua según el índice biótico ChBMWP sin intercalibrar para los ríos de la cuenca del Serrano, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP.

Estación	ChBMWP
TP20	68
TP10	62
SE10	60
SE30	60
PA20	51
DG10	50
CH20	48
GR10	47
PA10	43
PI10	35
CH10	21
DG20	20
BA10	17

Calidad del agua

- Muy Bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy Malo

3.10.4.4 BIOMASA FITOPLANCTÓNICA - CLOROFILA-A

Los resultados indican que las concentraciones de clorofila no son muy elevadas, en comparación a otras cuencas (< 8 µg/L). No se presentaron mayores diferencias entre los valores obtenidos en los distintas estaciones de muestreo, siendo a la vez independientes de la altitud a la que se muestreó (Tabla 3.10.7).

Tabla 3.10.7. Concentraciones de Clorofila-a medidas en las estaciones de muestreo de la cuenca del Serrano.

Estación	Determinación Clorofila a chl a (ug/L)
PA10	N.D
PA20	N.D
SE10	7,48
SE30	5,08
GR10	N.D
CH10	1,34
CH20	N.D
BA10	1,34
VI10	N.D
DG10	N.D
DG20	N.D
TP10	3,47
TP20	1,34
PI10	1,6

N.D.: No determinado.

3.10.5 ESTRUCTURA HIDROMORFOLÓGICA

3.10.5.1 COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO

A lo largo de la cuenca se identificaron seis tipos de sustratos: fango-limo, arena, grava fina, grava, bolón y piedra, los cuales se presentaron diferencialmente a través de la cuenca (Tabla 3.10.8). La composición del sustrato en cada estación presento entre uno a cinco tipos de sustrato, siendo TP10 la estación más diversa a diferencia de VI10 que presento solo sustrato de arena. El sustrato de grava y bolón presentaron la mayor frecuencia de aparición registrándose en 11 y 10 estaciones respectivamente, mientras que el sustrato piedra sólo fue registrado en PA10. El sustrato basamento no fue observado en ninguna de las estaciones de muestreo.

Tabla 3.10.8. Diversidad de sustrato por estación de muestreo en la cuenca del río Serrano.

Estación	PA10	PA20	SE10	SE30	GR10	CH10	CH20	BA10	VI10	DG10	DG20	TP10	TP20	PI10
Fango-Limo						x				x	x	x	x	x
Arena							x	x	x			x		
Grava fina	x	x	x	x		x		x		x				
Grava		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Bolón			x	x	x		x	x		x	x	x	x	x
Piedra	x											x		
Basamento*														

* Sustrato no identificado para ninguna estación de muestreo de la cuenca.

3.10.5.2 VEGETACIÓN DE RIBERA

La vegetación de ribera de la cuenca del río Serrano estuvo representada por árboles, arbustos y hierbas, presentando vegetación herbácea todas las estaciones en estudio (Tabla 3.10.9). Las estaciones PA20, SE10, SE30, GR10 y TP20 fueron las únicas que presentaron los tres tipos vegetacionales descritos, mientras que CH20, BA10, DG10 TP10 y PI10 solo se componen de vegetación herbácea.

Tabla 3.10.9. Vegetación de ribera por estación de muestreo en la cuenca del río Serrano.

Estación	PA10	PA20	SE10	SE30	GR10	CH10	CH20	BA10	VI10	DG10	DG20	TP10	TP20	PI10
Arboles		x	x	x	x								x	
Arbustos	x	x	x	x	x	x			x		x		x	
Hierbas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

3.10.6 Evaluación del estado ecológico de la cuenca del río Serrano

3.10.6.1 Tipos de ríos de la cuenca del Serrano

La cuenca del Serrano se ubica en la ecorregión Patagonia y según la clasificación de sus cuerpos de agua realizada por Fuster et al. (2011), es posible identificar tres *Tipos* de ríos: Magallánicos con dominancia calcárea de llanura (*Tipo* 36), Magallánicos de llanura (*Tipo* 37) y Magallánicos con dominancia calcárea de llanura con sustrato grueso (*Tipo* 38).

El análisis de similaridad (ANOSIM) realizado con los datos obtenidos a partir de parámetros fisiográficos, señaló que la cuenca presenta solo dos *Tipos* de ríos, presentando diferencias estadísticamente significativas ($R = 0{,}356$; $p \leq 0{,}01$) entre las estaciones que presentan una composición de sustrato fino vs grueso. Mediante el análisis de escalamiento multidimensional (MDS), el cual muestra una separación clara entre estos dos *Tipos* de ríos (Figura 3.10.2). El primer *Tipo* denominado S fue constituido por cinco estaciones todas ellas representadas por un lecho del río de sustrato grueso y una vegetación de ribera compuesta por árboles, arbustos y hierbas, mientras que el segundo *Tipo* denominado T fue conformado por las estaciones ubicadas que presentaron sustratos de menor tamaño, compuesto principalmente por fango, arena y limo, siendo representada por nueve estaciones de muestreo.

Los resultados de la determinación de los *Tipos* de ríos de la cuenca utilizando las comunidades de macroinvertebrados bentónicos corroboran los resultados obtenidos mediante la utilización de factores físicos como altitud, pendiente, entre otros. Mediante un MDS y un ANOSIM se estableció también solo dos *Tipos* de ríos para la cuenca del Serrano ($R = 0{,}192$; $p = 0{,}005$), los cuales como se muestra en la Figura 3.10.3 agruparon a las mismas estaciones dentro del *Tipo* S (PA20, SE10, SE30, GR10 y TP20), como dentro del *Tipo* T (PA10, CH10, CH20, DG10, DG20, TP10, BA10, VI10 y PI10).

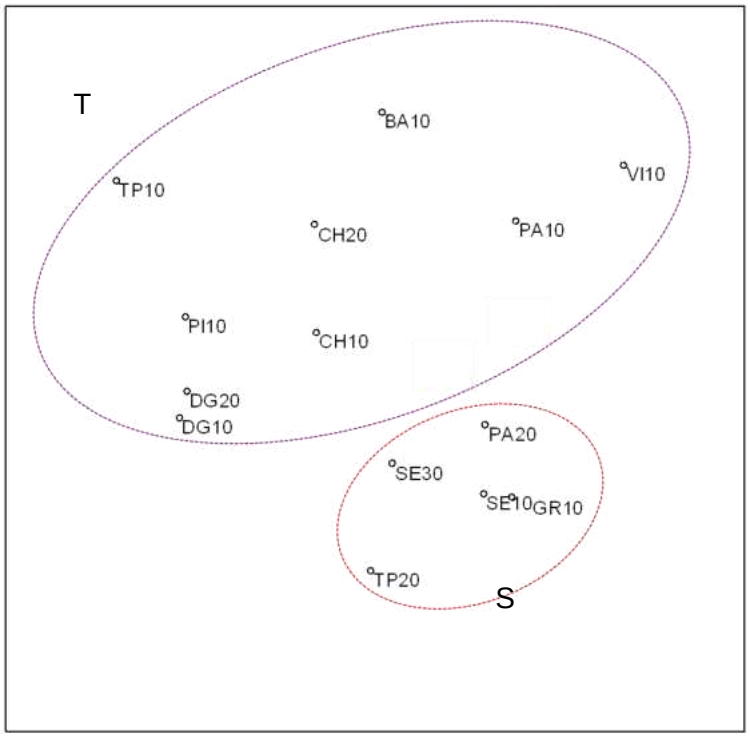


Figura 3.10.2. Análisis MDS de los componentes fisiográficos de las estaciones de muestreo de la cuenca del Serrano. La línea discontinua agrupa a las estaciones de muestreo dentro de un mismo *Tipo* de río: --- *Tipo* S; --- *Tipo* T. Utilizando la medida de distancia Euclidiana en un gráfico de 2 dimensiones con un coeficiente de estrés = 0,2.

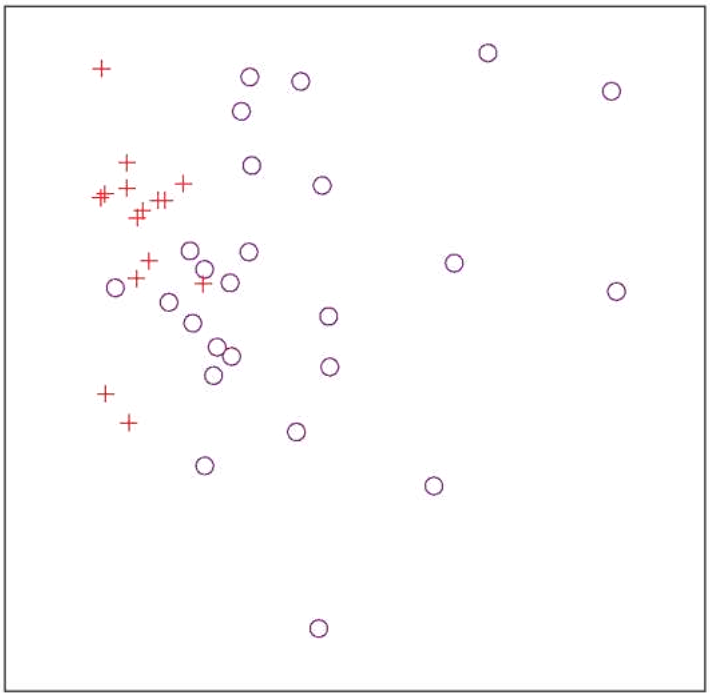


Figura 3.10.3. Análisis MDS de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones de muestreo de la cuenca del Serrano. Utilizando la medida de distancia Bray-Curtis en un gráfico de 2 dimensiones con un coeficiente de estrés = 0,2. + Estaciones de muestreo del *Tipo* S; ○ Estaciones de muestreo del *Tipo* T.

3.10.6.2 SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA EN LA CUENCA DEL SERRANO

Debido a la baja intervención antrópica de esta cuenca en relación a otras cuencas en estudio para este proyecto, los criterios para la selección de las estaciones de referencia en esta cuenca fueron que la estación de muestreo no se ubicara bajo algún poblado o salida de un alcantarillado, que no existiera ningún tipo de obra vial o pública aguas arriba de la estación y que la estación presentara un registro de al menos 4 familias pertenecientes al grupo de ordenes EPT (Ephemeroptera - Plecóptera - Trichoptera). En base a esto, para cada *Tipo* de río se establecieron cuatro estaciones de referencia (Tabla 3.10.10).

Tabla 3.10.10. Estaciones de referencia e impactadas para cada *Tipo* de río de la cuenca del Serrano.

Estaciones	Referencia	Impactadas
Tipo S	PA20 - SE10 - GR10 - TP20	SE30
Tipo T	PA10 - CH20 - DG10 - TP10	CH10 - BA10 - DG20 - PI10

3.10.6.3 Gradiente de estrés de la cuenca del Serrano

El gradiente de estrés de la cuenca se determinó mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP), incorporando las variables ambientales (física-químicas e hidromorfológicas) medidas en todas las estaciones de muestreo.

En la cuenca del Serrano, los dos primeros ejes del ACP explicaron un 71,38% de la varianza total, seleccionando al primer componente como el gradiente de estrés de la cuenca, ya que, por si solo explico más de un 56% de la varianza total (Figura 3.10.4). El componente 1 fue determinado por la conductividad, el oxígeno disuelto (%), el pH, la temperatura, los nitratos y los sulfatos, variables que presentaron el mayor peso en este eje de análisis (> 0,3) (Tabla 3.10.11). Las estaciones con un mayor porcentaje de oxígeno disuelto se ubicaron a la izquierda del gráfico (Figura 3.10.4), mientras que las estaciones con valores más elevados de conductividad, temperatura, nitratos y sulfatos se encuentran localizadas a la derecha, aumentando paulatinamente en dicha dirección.

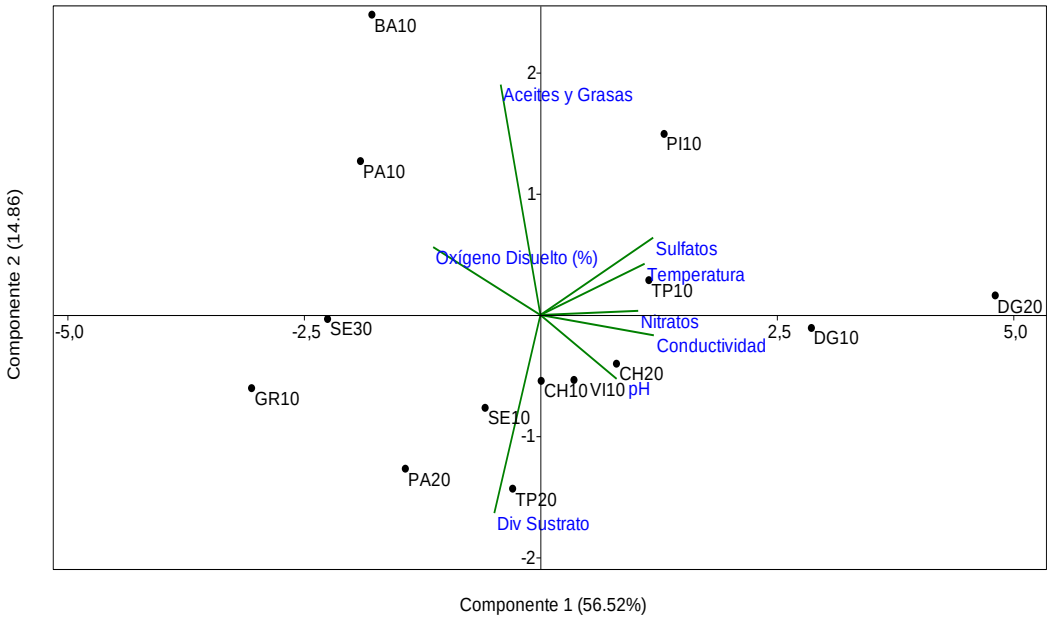


Figura 3.10.4. Disposición de las estaciones de muestreo de la cuenca del Serrano en el espacio definido por los dos primeros componentes en el ACP. Componente 1: Gradiente de estrés. (●) Estaciones de muestreo; (—) Variables ambientales.

Tabla 3.10.11. Variables con mayor influencia en el gradiente de estrés de la cuenca del Serrano, con su respectivo peso en el primer componente de análisis.

Variable	ACP Eje 1
Conductividad	-0,44
Oxígeno Disuelto (%)	0,41
pH	-0,30
Temperatura	-0,41
Nitratos	-0,38
Sulfatos	-0,44

3.10.6.3.1 GRADIENTE DE ESTRÉS Y SU RELACIÓN CON EL ÍNDICE BIÓTICO CHBMWP

Al relacionar el gradiente de estrés con el índice biótico ChBMWP observamos que entre ambos existe una correlación negativa estadísticamente significativa (Tabla 3.10.12). Esto nos permite determinar que ChBMWP será un buen indicador del estado ecológico de los ríos de la cuenca del Serrano. Además, al correlacionar las 12 variables ambientales, tanto físico-químicas como hidromorfológicas medidas para la cuenca, se obtuvo que la conductividad es la variable que mejor explica la variación del índice biológico (Tabla 3.10.12).

Tabla 3.10.12. Coeficiente de correlación de Spearman (R) y su valor de significancia (p) entre el índice ChBMWP y, (a) el gradiente de estrés y (b) las variables ambientales más asociadas al valor del índice biótico en la cuenca del Serrano.

Correlación Spearman		ChBMWP	
		R	p
(a)	Gradiente	-0,570	0,042
(b)	Conductividad	-0,959	0,009

3.10.6.4 DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CUENCA SEGÚN EL ÍNDICE CHBMWP-SE

En la Tabla 3.10.13 se presentan las nuevas acotaciones de los rangos de valores del ChBMWP-Se para las dos *Tipos* de ríos (S y T) de la cuenca del Serrano, obtenidas mediante la utilización de diagramas de *box-plot* para cada *Tipo* de río (Figura 3.10.5 y 3.10.6).

Tabla 3.10.13. Acotaciones tentativas de los rangos de valores del índice ChBMWP-Se, para definir el estado ecológico de las dos *Tipos* de ríos (S y T) de la cuenca del Serrano. Se indican las acotaciones de los rangos originales del índice.

Clase	Calificación	Color	Rango de Valores		
			Original	*Tipo* S	*Tipo* T
Clase I	Muy Bueno	Azul	>100	>47	>43
Clase II	Bueno	Verde	61-100	29-47	26-43
Clase III	Moderado	Amarillo	36-60	17-28	16-25
Clase IV	Deficiente	Naranja	15-35	7-16	7-15
Clase V	Malo	Rojo	<15	<7	<7

Al restablecer los rangos de calificación del ChBMWP-Se para caracterizar el estado ecológico de los dos *Tipos* de ríos de la cuenca observamos una amplia diferencia respecto a los intervalos de clase original del índice en ambos *Tipos* de ríos (Tabla 3.10.13), lo cual se refleja al comparar los rangos originales con las nuevas acotaciones definidas para evaluar del estado ecológico de la cuenca del Serrano, las que escalan al nivel de calidad superior al ser evaluadas con los nuevos rangos del índice para los dos *Tipos* de ríos de cuenca, que a pesar de sus diferencias tipológicas presentaron solo una leve diferencia entre sus respectivos rangos de calificación para la evaluación del estado ecológico (Tabla 3.10.13).

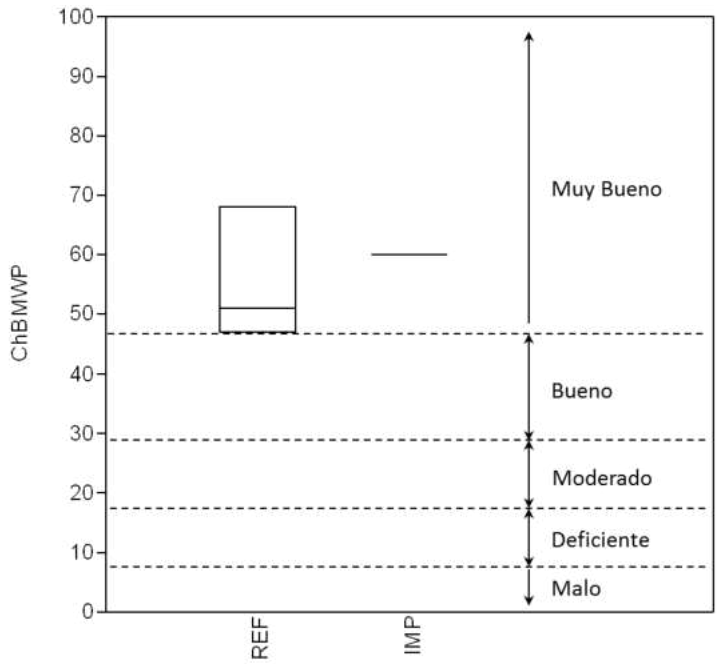


Figura 3.10.5. *Box-plot* de los valores del índice ChBMWP-Se en las estaciones de referencia (REF) e impactadas (IMP) de *Tipo* S en la cuenca del Serrano. Los límites inferior y superior del diagrama de caja señalan el percentil 25 y 75 respectivamente y, el valor máximo y mínimo registrado para las estaciones de referencia e impactadas. La mediana se muestra con una línea horizontal en el interior de la caja. Las líneas discontinuas indican los límites entre rangos de calidad.

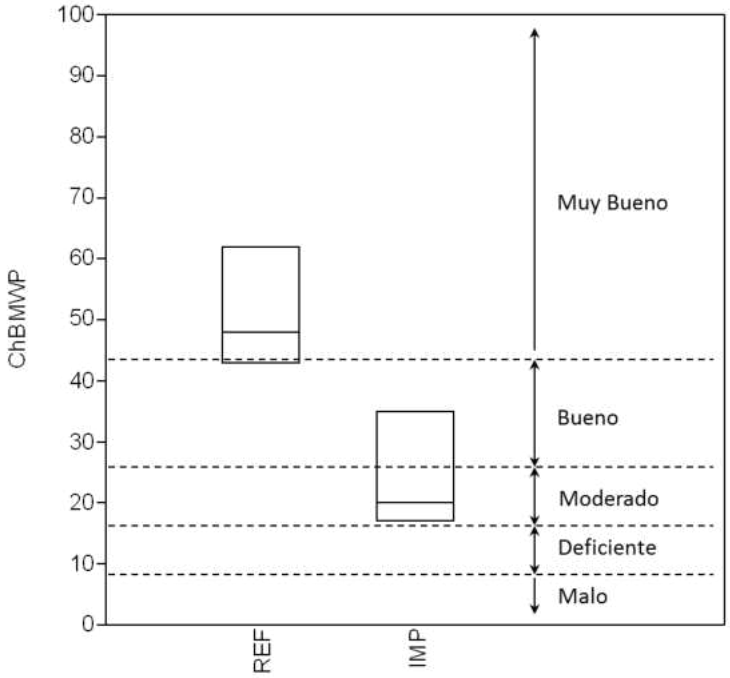


Figura 3.10.6. *Box-plot* de los valores del índice ChBMWP-Se en las estaciones de referencia (REF) e impactadas (IMP) de *Tipo* T en la cuenca del Serrano. Los límites inferior y superior del diagrama de caja señalan el percentil 25 y 75 respectivamente y, el valor máximo y mínimo registrado para las estaciones de referencia e impactadas. La mediana se muestra con una línea horizontal en el interior de la caja. Las líneas discontinuas indican los límites entre rangos de calidad.

Los ríos *Tipo* S presentaron un estado ecológico *Bueno* a *Muy bueno* (Tabla 3.10.14, Figura 3.10.7), lo cual nos índica la excelente condición ecológica de estos ríos, incluida SE30 establecida como una estación impactada al ubicarse bajo el pueblo Serrano, un hotel turístico y un alcantarillado.

Tabla 3.10.14. Estado ecológico para los ríos *Tipo* S de la cuenca del Serrano, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP-Se.

Estación	ChBMWP *Tipo* S
TP20	68
SE10	60
SE30	60
PA20	51
GR10	47

Estado Ecológico
Muy Bueno
Bueno
Moderado
Deficiente
Malo

Los ríos *Tipo* T presentaron desde un estado ecológico *Muy Bueno* a un *Moderado* (Tabla 3.10.15, Figura 3.10.7), siendo Ch10, BA10 y DG20 las estaciones que presentaron la calificación más baja de estado ecológico registrada en la cuenca del Serrano. Dichas estaciones se ubican fuera del Parque Nacional Torres del Paine (PNTP) y tienen una serie de usos que han generado un impacto negativo sobre las comunidades bentónicas en aquellas áreas en estudio. Considerando además que Ch10 y BA10 presentan actividad ganadera extensiva y DG20 se ubica en la zona inmediata a la descarga de las aguas servidas del poblado Cerro Castillo. Aquella perturbación antrópica disminuye considerablemente el estado ecológico del río Don Guillermo, el cual en su estación DG10 ubicada aproximadamente 3 Km aguas arriba se registró un estado ecológico *Muy Bueno*.

Tabla 3.10.15. Estado ecológico para los ríos *Tipo* T de la cuenca del Serrano, por área de vigilancia y estación de muestreo a partir del índice ChBMWP-Se.

Estación	ChBMWP *Tipo* T
TP10	62
DG10	50
CH20	48
PA10	43
PI10	35
CH10	21
DG20	20
BA10	17

Estado Ecológico
Muy Bueno
Bueno
Moderado
Deficiente
Malo

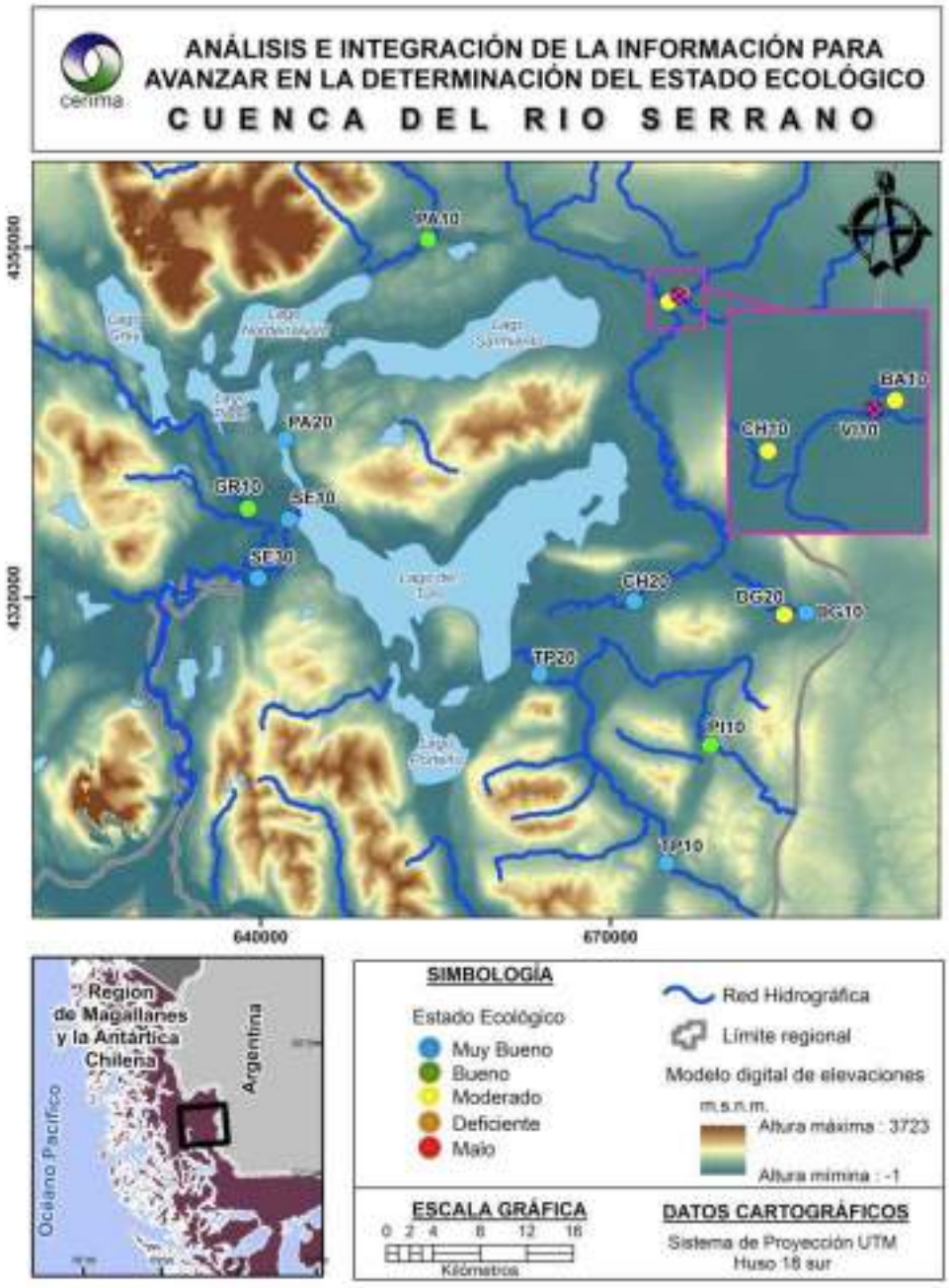


Figura 3.10.7. Estaciones de muestreo de la cuenca del río Serrano y sus respectivos estados ecológicos. La estación VI-10 no fue muestreada.

3.10.7 CONCLUSIONES

En contraste con los tres *Tipos* definidos por Fuster et al. (2011) para la cuenca del Serrano, en este estudio solo se identificaron dos *Tipos* de ríos, definidos mediante la utilización de factores fisiográficos y corroborados con los resultados obtenidos de la composición y distribución de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos registrada en monitoreos continuos en época de primavera realizados en la cuenca desde el año 2010. Estos corresponderían a Magallánicos de llanura (*Tipo* 37) y Magallánicos con dominancia calcárea de llanura con sustrato grueso (*Tipo* 38).

La baja o nula intervención antrópica de la mayor parte de la cuenca nos permitió definir y clasificar a más del 50% de las estaciones como referencia, las cuales no presentaron un impacto nulo o leve sobre la biota.

En general todos los ríos de la cuenca presentan un estado ecológico *Muy Bueno* a *Bueno*, en todos las estaciones muestreadas. Los macroinvertebrados fueron representados principalmente por familias bioindicadoras de buena calidad, sensibles a la contaminación. Sin embargo, las estaciones CH10, DG20 y BA10 presentaron un estado ecológico *Moderado,* reflejado también en la baja riqueza de familias y EPT presentes en aquellas estaciones de muestreo.

Para la cuenca del río Serrano es apropiado utilizar las nuevas acotaciones del índice ChBMWP-Se para evaluar tanto la calidad biológica como el estado ecológico de los ríos de la cuenca.

3.10.8 ANEXO DE DATOS

A continuación se muestra un ejemplo de ficha de terreno digital generada para una estación de muestreo de la cuenca del Serrano.

ÁREA MUESTREO
CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CENMA)

FICHA DE TERRENO - N° 52

1.- CARACTERIZACION DE LA ESTACION					
Nombre					
Código	TP20				
Cuenca	Serrano				
Río	tres pasos				
Ubicación (UTM-N,UTM-E, DATUM, MSNM)	663948	4313480			
2.- INFORMACION MONITOREO					
Fecha Muestreo	Hora Muestreo				
22/10/2012	1100				
3.- CARACTERISTICAS DEL RIO					
Pendiente del cauce	Ancho del río	Profundidad			
baja	7	20			
4.- PARAMETROS FISICO-QUIMICOS IN-SITU, AGUA SUPERFICIAL					
Velocidad (m/s)	pH (u pH)	Temperatura (°C) Agua	Temperatura (°C) Aire		
0,7	7,64	6,8			
Conductividad (uS/cm)	Oxígeno D (%)	Oxígeno D (mg/L)	Salinidad		
124	66	7,6			
5.- ENCARGADOS DE MONITOREO					
--- ---, --- ---,					
6.- OBSERVACIONES					
Hora Inicio: 1100, hora de término: 1210					

7.- IMAGENES MONITOREO





4. CONCLUSIONES GENERALES E INTEGRACIÓN DE RESULTADOS

En este estudio se observaron diferencias fisicoquímicas y biológicas importantes entre las diferentes estaciones de muestreo de cada cuenca. Estas diferencias, reflejadas en la composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados, pueden ser atribuidas a los impactos de las actividades humanas desarrolladas en cada cuenca, especialmente aquellos generados por la minería, la agricultura, la regulación de los ríos, el emplazamiento de embalses y las zonas urbanas. Esto se traduce en una notoria disminución de la calidad biológica en las estaciones impactadas y en estados ecológicos bajo los niveles deseables para varias de las cuencas incluidas en el presente estudio.

4.1 *TIPOS* DE RÍOS

Al caracterizar las diez cuencas en estudio se estableció un total de 12 *Tipos* de ríos. Esto contrasta con los 18 *Tipos* identificados por Fuster et al. (2011) para estas mismas cuencas y aporta sustento respecto de lo mencionado por estos autores, acerca de la necesidad de realizar una evaluación general y empírica al sistema de tipología desarrollado de manera teórica por ellos. En efecto, nuestros resultados confirman las sospechas de los mencioandos autores, respecto a la inexistencia de diferencias entre los tipos Calcáreos y Silíceos, por lo cual se debieran fusionar esos tipos, reduciendo el número de Tipos en cada Ecorregión. Por otra parte, nuestro estudio no abarca todos los tipos propuestos por Fuster et al. (2011), por lo que no se puede concluir sobre aquellos tipos no evaluados aquí.

En concreto, para las cuencas Huasco, Limarí, Maipo-Mapocho, Villarrica, Valdivia y Llanquihue se identificó solo un *Tipo* de río, mientras que para las cuencas Elqui, Aconcagua, Mataquito y Serrano se identificaron dos *Tipos* para cada cuenca.

Una de las finalidades del sistema de tipología es obtener sistemas comparables, y en ese sentido predice que cuencas dentro de una misma Ecorregión y que presenten condiciones similares pertenecerán a un mismo *Tipo*. Dentro de los *Tipos* obtenidos, se identificó que cada cuenca presentaba *Tipos* propios a ella, excepto en dos cuencas de dos Ecorregiones diferentes: a) en la Ecorregión Mediterránea las cuencas de Maipo-Mapocho con Mataquito, comparten el *Tipo* denominado por el sistema de tipología original “ríos sub húmedos de transición” (*Tipo* 12), y b) en la Ecorregión Lagos Valdivianos las cuencas Villarrica con Llanquihue comparten el *Tipo* denominado por el sistema de tipología original “ríos de montaña valdivianos” (*Tipo* 25) lo cual señala que responden a condiciones fisiográficas y faunísticas similares, lo que podría permitir compararlas y gestionarlas de manera similar.

Las diferencias en la clasificación de ríos obtenida en este estudio respecto de la clasificación de Fuster et al. (2011) se deben principalmente a dos factores. Primero, que el número de estaciones de muestreo incluidas en este estudio no permiten una clasificación de alta resolución. Un mayor número de estaciones es requisito para intentar validar la tipología vigente. Segundo, nuestras observaciones incluyeron diferentes factores fisiográficos que rigen el funcionamiento de los ecosistemas fluviales: altitud, ancho del río, velocidad, forma del canal, pendiente, composición del sustrato y de la vegetación de ribera. En cambio, la tipología de Fuster el al. 2011 fue definida en base a aspectos físicos (geología, altitud, caudal, sustrato dominante) y biológicos (peces y macroinvertebrados bentónicos), siendo fundamental en estudios futuros seguir con el proceso de validación y/o perfeccionamiento de esta tipología definida para ríos y lagos de Chile.

4.2 ESTACIONES DE REFERENCIAS

En la mayoría de las cuencas en estudio solo fue posible definir un bajo número de estaciones de referencia o de máximo potencial ecológico, siendo considerablemente mayor el número de estaciones impactadas en cada una de las cuencas, a excepción de la cuenca del río Valdivia,

Lago Llanquihue y río Serrano, en las que más del 50% de las estaciones de muestreo se clasificaron como de referencia. Es fundamental incrementar el número de estaciones especialmente para contar con más estaciones de referencia en futuros estudios, las cuales son indispensables para una mejor determinación de las clases de estado ecológico para cada *Tipo* de río en cada cuenca y para cada cuenca en su globalidad

4.3 VARIABLES HIDROMORFOLÓGICAS

El registro en terreno de variables hidromorfológicas ha sido una mejora importante para alcanzar el objetivo de determinar el estado ecológico de cada cuenca, siendo una información de carácter físico que facilito la interpretación de los resultados entregados por los indicadores de carácter biótico. Los resultados del presente estudio, además sugieren que se deben precisar los *Tipos* de ríos de cada cuenca aumentando el número de datos hidrogeomorfológicos medidos en terreno en cada estación de muestreo a nivel de cuenca.

4.4 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

El uso de macroinvertebrados, ha mostrado ser adecuado para el objetivo de determinar el *estado ecológico* de las cuencas, ya que, mediante el análisis de la composición taxonómica y la estructura de las comunidades de macroinvertebrados se puede llegar a determinar el grado de afección producido por diversas perturbaciones antrópicas (Loeb & Spacie, 1994). Así, cambios en la estructura comunitaria pueden asociarse a cambios en toda la comunidad acuática, dando un fuerte carácter integrador del ecosistema. En las cuencas Limarí, Mataquito y Serrano el registro de macroinvertebrados bentónicos de monitoreos realizados en años anteriores nos permitió validar y corroborar los *Tipos* de ríos establecidos para aquellas cuencas, en conjunto con la utilización de variables fisiográficas medidas en terreno: altitud, ancho del río, velocidad, forma del canal, pendiente, composición del sustrato y composición de

la vegetación de ribera. Las variables indicadas son relevantes para los macroinvertebrados bentónicos dada la estrecha relación que exhibe la estructura de su ensamble con las características físicas del río. Es fundamental el seguimiento a través del tiempo del estado ecológico de todas las cuencas, así como el perfeccionamiento de los programas de monitoreo (Ver Recomendaciones Generales).

Dentro de los grupos faunísticos encontrados, algunos grupos adquieren gran relevancia por su valor de conservación y de sensibilidad ante las perturbaciones como son los taxa Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera y Aeglidae. En este sentido, las cuencas de la Ecorregión Lagos Valdivianos (Villarrica, Valdivia y Llanquihue), y la cuenca del Serrano en la Ecorregión Patagonia adquieren amplia relevancia en específicas estaciones monitoreadas en este estudio, por presentar el total de familias de Plecoptera presentes en Chile y registrar familias de otros taxa que solo aparecen en estaciones particulares para los otros grupos. Esto evidencia la gran importancia de proteger esos sectores de la cuenca. Para información adicional específica a las estaciones de monitoreo donde se encuentran esos grupos, ver resultados específicos a la cuenca señalada.

4.5 ÍNDICE CHBMWP

Consideramos que las nuevas acotaciones realizadas al ChBMWP son adecuadas y pertinentes, por lo cual recomendamos utilizar el ChBMWP modificado para cada cuenca o *Tipo*, dado que se muestra robusto al detectar alteraciones existentes, permitiendo una adecuada comparación del estado ecológico. No obstante, es prudente validar las categorías de estado ecológico definidas para cada *Tipo* de río de cada cuenca con estudios futuros. Se debe mejorar la cobertura de los datos, contar con un mayor número de estaciones de referencia para cada *Tipo* de río en cada una de las cuencas y reanalizar periódicamente la data existente, con el propósito de consolidar el proceso de evaluación del estado ecológico de las cuencas para el país.

Al relacionar el índice biótico ChBMWP con las variables ambientales medidas para cada cuenca observamos que en todas ellas al menos una de las variables físicas, químicas o hidromorfológicas explicó la variación del índice biológico; siendo la temperatura, la conductividad y la altitud las variables más frecuentemente relacionadas con el ChBMWP. Es importante señalar que las cuencas ubicadas en la ecorregión Mediterránea presentaron correlaciones significativas con un mayor número de variables ambientales, mientras que en las cuencas localizadas en la ecorregión Lagos Valdivianos y Patagonia el índice solo presentó una asociación con la temperatura y/o la conductividad. Es por esto que en dichas cuencas es necesario incorporar otras variables ambientales, principalmente hidromorfológicas, las que podría explicar la variación en la composición y estructura de la comunidad bentónica en aquellas áreas de estudio.

En el caso de la relación observada entre gradiente de estrés y ChBMWP los resultados muestran una asociación negativa significativa entre ambos parámetros en todas las cuencas en estudio, a excepción de las cuencas de los lagos Villarrica y Llanquihue donde el gradiente de presiones presentó una más baja relación con aquel índice, así como con otros índices biológicos calculados (ChSIGNAL y EPT). A pesar de esto, ChBMWP fue un buen indicador del estado ecológico de los ríos de las diez cuencas en estudio.

4.6 Clorofila

Las concentraciones de clorofila no fueron consideradas en la evaluación del estado ecológico debido a que no se observaron correlaciones significativas con los parámetros fisicoquímicos ni con el índice CHBMWP. Sin embargo, se observó un patrón general de disminución de las concentraciones de clorofila a medida que la altitud aumenta. Este patrón fue observado para todas las cuencas excepto Villarrica, Llanquihue y Serrano, donde las diferencias de altura no superaron los 100 mts y se correlacionó con la pendiente del lugar, siendo elevada en sectores de baja pendiente. La clorofila es un indicador de la biomasa vegetal, que se puede relacionar a niveles de eutrofia en un sitio de interés. Por ello es coherente que no se relaciones con los

parámetros fisicoquímicos de la columna de agua, sino más bien debieran relacionarse a mediciones en sedimentos.

4.7 ESTADO ECOLÓGICO DE LAS CUENCAS

Este resultado consiste en una propuesta de calificación del estado ecológico de las cuencas estudiadas. A fin de integrar los resultados de la evaluación de estado ecológico de cada estación de muestreo y obtener una calificación global a nivel de cuenca, desarrollamos dos índices que proponemos utilizar a futuro. El primer índice (*EE*) otorga un valor único de estado ecológico a una cuenca, a partir de los valores del índice biótico para cada estación de muestreo. Un segundo índice (*H*) es una medida de la heterogeneidad de valores de estado ecológico dentro de la cuenca.

(i) Índice de ***estado ecológico global*** (*EE*) que proponemos para una cuenca:

$$EE = \frac{p_{25}(\mathbf{v})}{\mu_r}$$

Donde, $p_{25}(\mathbf{v})$ es el percentil 25 de los valores v_1, v_2, ...v_n del índice biótico utilizado en cada cuenca, reunidos en el vector **v** y μ_r es el promedio sobre los valores del índice en las estaciones de referencia.

(ii) Índice de ***heterogeneidad de estado ecológico*** (*H*) para una cuenca:

$$H = \frac{p_{90}(\mathbf{v}) - p_{10}(\mathbf{v})}{\max(\mathbf{v})}$$

Donde $p_{90}(\mathbf{v})$ y $p_{10}(\mathbf{v})$ son el percentil 90 y 10 respectivamente, de los valores v_1, v_2, ...v_n del índice biótico utilizado en cada cuenca, reunidos en el vector **v** y max(**v**) es el valor máximo de **v**.

Ambos índices tienen la propiedad que arrojan valores entre 0 y 1, siendo comparables entre cuencas debido a que son insensibles a cambios en la escala de valores de estado ecológico. El índice *EE* es particularmente conservador, es decir, tiende a calificar con valores cercanos a cero a una cuenca que posee ciertas estaciones fuertemente impactadas. A partir de los valores obtenidos de *EE*, proponemos la siguiente clasificación en categorías para el estado ecológico global de la cuenca (Tabla 1).

Elección de los percentiles

Para el índice EE, la elección del percentil 25 refleja el siguiente criterio arbitrario: si al menos el 75% de las estaciones de una cuenca poseen un índice biótico igual al de las estaciones de referencia, entonces el estado global de la cuenca es óptimo. Si hay un menor porcentaje de estaciones con índice biótico cercano a las estaciones de referencia, entonces el estado de la cuenca es inferior. Para el caso del cálculo de la heterogeneidad (H), los percentiles 10 y 90 se eligieron para reflejar la variedad de valor del índice al interior de la cuenca, descartando los extremos (< 10% y > 90%).

Tabla 1. Clasificación propuesta del estado ecológico global (*EE*) de una cuenca en cinco categorías.

Calificación	Color	Rango *EE*
Muy Bueno	Azul	> 0,85
Bueno	Verde	]0,65 - 0,85]
Moderado	Amarillo	]0,45 - 0,65]
Deficiente	Naranja	]0,25 - 0,45]
Malo	Rojo	< 0,25

También proponemos la siguiente clasificación en categorías de la heterogeneidad de estado ecológico *H* (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación propuesta de la heterogeneidad del estado ecológico (*H*) de una cuenca en cuatro categorías.

Calificación	Trama	Rango *H*
Muy Alta		> 0,7
Alta		]0,55 - 0,7]
Media		]0,4 - 0,55]
Baja		< 0,4

Los resultados obtenidos a partir de los índices de cuenca propuestos se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3. Estado ecológico global (*EE*) y heterogeneidad del estado ecológico (*H*) para las diez cuencas en estudio, calculado de acuerdo a los índices propuestos en este estudio.

Cuenca	*EE*		*H*	
	Valor	**Calificación**	**Valor**	**Calificación**
Huasco	0,63	Moderado	0,48	Media
Elqui	0,27	Deficiente	0,74	Muy Alta
Limarí	0,44	Deficiente	0,63	Alta
Aconcagua	0,42	Deficiente	0,70	Alta
Maipo-Mapocho	0,10	Malo	0,54	Media
Mataquito	0,77	Bueno	0,50	Media
Villarica	0,32	Deficiente	0,68	Alta
Valdivia	0,54	Moderado	0,59	Alta
Llanquihue	0,46	Moderado	0,43	Media
Serrano	0,67	Bueno	0,61	Alta

En este estudio, ha sido posible distinguir que las cuencas en consideración presentaron globalmente estados ecológicos entre *Bueno* y *Malo,* no encontrándose ninguna de las diez cuencas evaluadas en una categoría de estado *Muy Bueno*. Solo las cuencas del río Mataquito y Serrano presentaron una calificación de estado *Bueno*, mientras que las cuencas del río Huasco, Valdivia y lago Llanquihue registraron un estado ecológico *Moderado*. Las cuencas del río Elqui, Limarí, Aconcagua y lago Villarrica presentaron un estado ecológico *Deficiente* y la cuenca del río Maipo-Mapocho presentó la más baja calificación, registrando un estado ecológico *Malo*. Estos resultados indican que ocho de las diez cuencas evaluadas han sufrido un impacto negativo notorio, generado presumiblemente por las diversas actividades antrópicas desarrolladas en cada una de ellas.

Al analizar el estado ecológico por estación de muestreo observamos que en todas las cuencas en estudio existen áreas con un impacto al menos *Moderado* sobre la biota. Siendo las cuencas del río Elqui, Limarí, Aconcagua y Maipo-Mapocho las que presentaron un mayor número de

estaciones con un estado ecológico en las categorías *Moderado*, *Deficiente* y *Malo*. Destaca negativamente la cuenca del río Maipo-Mapocho, donde el 85% de las estaciones de muestreo se encontraron en aquellas categorías, no registrando ninguna de sus estaciones la categoría de estado ecológico *Muy Bueno*, igual que para la cuenca del Aconcagua. Estos resultados son corroborados por el índice *EE* para evaluar el estado ecológico global de cada cuenca, el cual señala que dichas cuencas presentan las categorías de estado ecológico más bajo; *Malo* para Maipo-Mapocho y *Deficiente* para Elqui, Limarí y Aconcagua, incluyendo además en esta categoría a la cuenca del lago Villarrica. La calificación obtenida para Villarrica, sin embargo, se explica por el aumento de la diversidad de macroinvertebrados en estaciones impactadas, respecto del año anterior. Esto sugiere que este sistema se encuentra experimentando ajustes en su composición específica, por lo que es necesario un seguimiento en años posteriores.

La heterogeneidad del estado ecológico de las cuencas, que indica el nivel de diferencias al interior de cada cuenca basado en las calificaciones de las estaciones de muestreo, es variable -desde *Media* a *Muy Alta*- a través de las cuencas estudiadas. Mataquito y Serrano presentaron ambos *EE* bueno, pero diferentes valores de *H,* siendo ésta mayor en Serrano. Entre las cuencas con *EE Moderado*, Huasco y Llanquihue presentaron heterogeneidad *Media*, pero Valdivia presentó H de categoría *Alta*. Las cuencas con *EE Deficiente* presentaron heterogeneidad *Alta* o *Muy Alta* (Elqui). Es decir estas cuencas presentan ciertas estaciones con estado ecológico más que aceptable, pero en contraste presentan estaciones con mala calidad. Finalmente la cuenca del río Maipo-Mapocho, la peor calificada por su estado ecológico, presenta una heterogeneidad *Media*. Es decir, tiene pocas estaciones de calidad aceptable.

La información sobre estado ecológico global y heterogeneidad a nivel de cuencas, se muestra en forma gráfica en la figura 5.1.

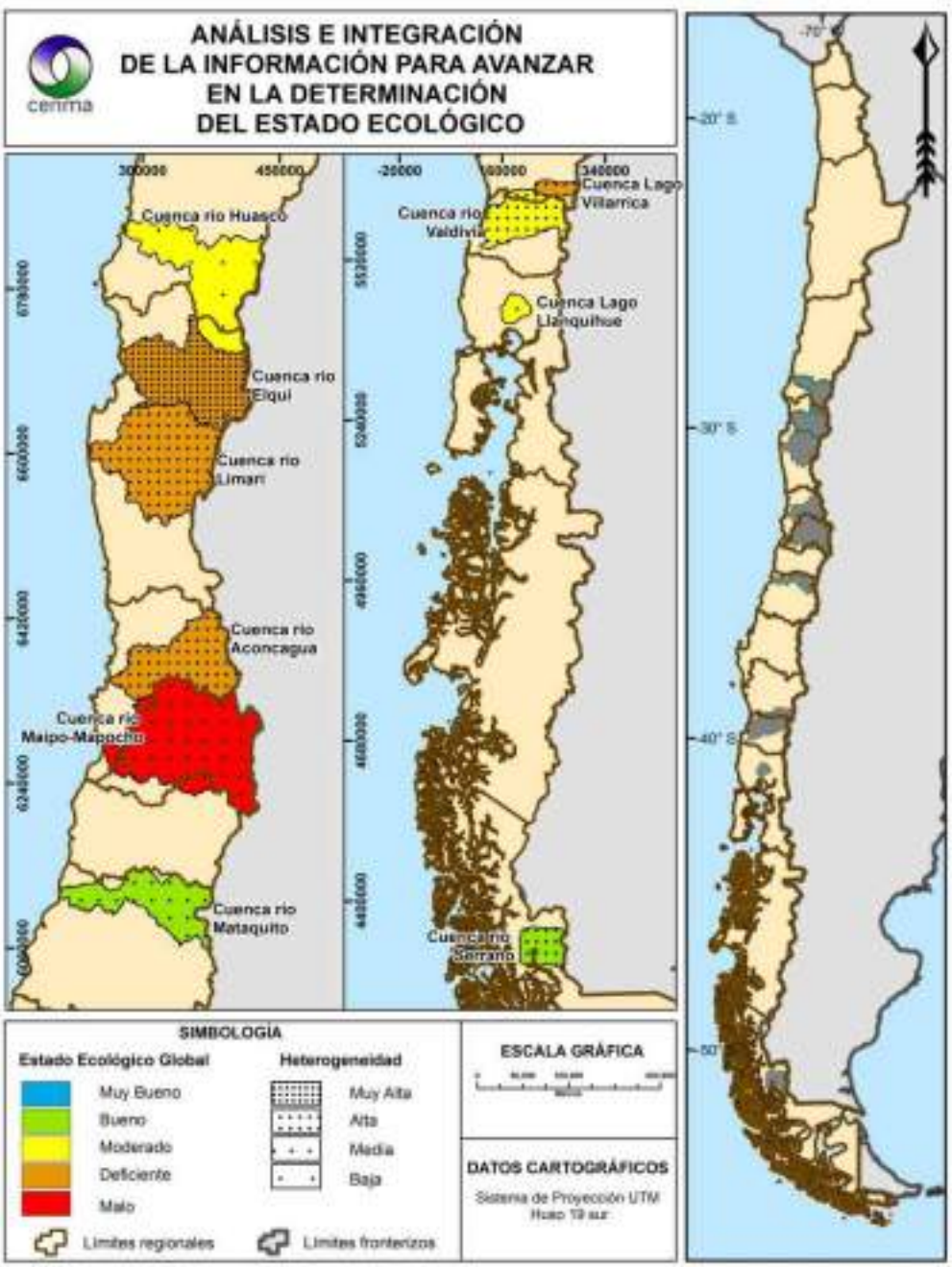


Figura 4.6.1 Estado ecológico global y heterogeneidad a nivel de cuencas. A la derecha la ubicación de las cuencas de estudio en Chile. A la izquierda el detalle de las cuencas estudiadas.

CENMA considera que el análisis realizado en este estudio muestra el valor de la integración adecuada de las distintas clases de la información obtenida, para determinar el *estado ecológico* de las cuencas en estudio**.** En nuestra opinión, la aproximación utilizada es viable en largo plazo en términos de conocimiento y calidad, no obstante la reducida cantidad de los datos existentes requiere un incremento de la información física, química, biológica e hidromorfológica necesaria para la evaluación del estado ecológico. Lo anterior orientado a dar continuidad al programa de seguimiento ambiental de cada cuenca, permitiendo alcanzar metas a una escala nacional en el mediano plazo.

5. RECOMENDACIONES GENERALES

Dada la complejidad de los estudios requeridos para obtener un estado ecológico de un ecosistema lótico, CENMA ha considerado necesario sugerir recomendaciones que permitan mejorar el proceso de evaluación del estado ecológico de los ríos, en concordancia con el conocimiento disponible y la validez internacional de la aproximación elegida. En general, estas recomendaciones permitirán aumentar la robustez y calidad de los resultados actuales y futuros con el objeto de alcanzar un seguimiento adecuado de las cuencas en el mediano plazo.

5.1. TIPOLOGÍA DE RÍOS

Considerando los resultados de este estudio, se hace necesario avanzar el conocimiento y validación del sistema de tipología. En este trabajo faltaron tipos por evaluar, ya sea por el bajo número de estaciones en algunos de ellos, o por la total carencia de ellas en otros. Los *Tipos* Silíceos y Calcáreos deben ser unidos en un solo *Tipo*, mientras que en otros lugares pareciera ser que debiera afinarse y crearse nuevos *Tipos*, como es a lo menos el caso de los ríos de transición semiáridos (*Tipo* 7), donde parece ajustar bien para la cuenca del Huasco, pero ser un *Tipo* diferente para la cuenca de Limarí. En esta última, es posible incluso establecer dos *Tipos* distintos: aguas arriba a las represas, y aguas debajo de ellas, pues las gestiones que deben realizarse en ambos tramos son distintos para su conservación y uso.

Para clasificar los ríos en un número determinado de grupos se requiere un número mínimo de estaciones de referencia por *Tipo* de río (Chovarec et al., 2000, Hawkins et al., 2000), o bien estaciones con el máximo potencial ecológico dado que para algunos *Tipos* de ríos, obtener estaciones de referencia estrictas (sin alteraciones antrópicas) puede ser difícil o imposible. Por lo cual, el número de *Tipos* de ríos que se establecen debe tener sentido ecológico, pero a su vez contener un número mínimo de estaciones de referencia.

5.2. ESTACIONES DE REFERENCIAS

En primer lugar, se hace indispensable mantener y preservar los actuales sitios de referencia en condiciones óptimas, no intervenidas y con la mayor protección posible. Esto posibilita a lo menos cuidar la fauna existente y mantener un control sobre la calidad de la cuenca. Por otro lado, los resultados de los análisis muestran con claridad que es indispensable aumentar el número de estaciones de muestreo y en especial las estaciones de referencia, para mejorar y consolidar la información a largo plazo respecto de los ecosistemas lóticos, claves para el desarrollo del país. Es por esto que recomendamos aumentar el número de estaciones de referencia o de máximo potencial ecológico según corresponda en todas las cuencas de la ecorregión Mediterránea. Es necesario que del total de estaciones de muestreo de cada *Tipo* de río, al menos un tercio de ellas puedan ser consideradas de referencia o de máximo potencial ecológico. Esto otorgaría una adecuada robustez al análisis, siendo importante la reevaluación de estos resultados en el próximo año, destinando los recursos financieros necesarios para su ejecución.

Los métodos utilizados para el establecimiento de las condiciones de referencia pueden utilizar varios criterios, siendo la utilización de la opinión del experto el método menos recomendable, debido al enorme sesgo que puede presentar (Owen et al., 2001). Por lo anterior, la selección de las estaciones de referencia en este estudio debería ser validada. Recomendamos validar las estaciones de referencia seleccionadas en este estudio y seleccionar nuevas estaciones de referencia mediante la utilización de la metodología propuesta por Acosta et al. (2009), la cual considera cuatro niveles jerárquicos que evalúan condiciones ambientales a escala de cuenca, hidrología, tramo y lecho del río. Cada uno de estos apartados considera diversos impactos, que van desde actividades agrícolas, ganaderas y mineras, introducción de especies exóticas, presencia de embalses, desviaciones y trasvases de aguas, que pueden ser relevantes como impacto en las cuencas de los ríos de zona centro-norte del país. Es especialmente importante

definir los impactos antrópicos que afectan a cada área en estudio, tanto a nivel de cuenca como en cada estación de muestreo.

5.3. INDICADORES DEL ESTADO ECOLÓGICO EN RÍOS

Para evaluar el estado ecológico de los ríos es importante contar con una caracterización hidromorfológica integral de los ecosistemas fluviales, basada en la aplicación de índices diseñados para evaluar tanto la calidad del hábitat fluvial como de la vegetación la de ribera. Para este fin, se recomienda en estudios futuros la aplicación del índice de hábitat fluvial (IHF) y del índice de calidad de la vegetación de ribera (QBR, del catalán "*Qualitat del Bosc de Ribera"*) para la evaluación hidromorfológica de cada estación de muestreo en estudio, o al menos usar la información de sus apartados como datos importantes a considerar. El uso de estos índices es una herramienta que permite un buen grado de comparabilidad en los resultados, aunque deberá ser necesario intercalibrar las clases de calidad a cada *Tipo* dada la gran heterogeneidad ambiental del país.

Por una parte, el índice de hábitat fluvial (IHF) valora aspectos físicos del cauce relacionados con la heterogeneidad del hábitat y que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato existente como son la frecuencia de rápidos, la existencia de distintos regímenes de velocidad y profundidad, el grado de inclusión del sustrato y sedimentación en pozas, y la diversidad y representación de sustratos. Además, evalúa la presencia y dominancia de distintos elementos de heterogeneidad, que contribuyen a incrementar la diversidad de hábitat físico y de las fuentes alimenticias, entre ellos materiales de origen alóctono (hojas, madera) y de origen autóctono, como la presencia de diversos grupos morfológicos de productores primarios (Pardo et al., 2002). Los parámetros anteriores permiten determinar la capacidad del hábitat físico para albergar una fauna determinada, asociando una mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas que presenta un hábitat con una mayor diversidad de las comunidades biológicas que puede albergar. Por otra parte, el índice de calidad de la

vegetación de ribera (QBR) evalúa distintos componentes y atributos de la ribera como el grado de cubierta de la zona de ribera, la calidad y la estructura de la cubierta y grado de naturalidad del canal fluvial. Se considera que una de las características de mayor relevancia de la ribera es la protección que brinda al sistema acuático, al actuar como zona *buffer* para retener sedimentos, nutrientes y contaminantes desde los suelos adyacentes a los cursos de agua (Gergel *et al*. 2002; Baudry & Thenail, 2004; Pardo et al., 2009).

En las últimas décadas, se han desarrollado un gran número de métricas para la seguimiento biológico de los ecosistemas fluviales basadas en las comunidades de macroinvertebrados bentónicos. Éstas comprenden desde índices unimétricos (% EPT, % Díptera, etc.), a índices bióticos (BMWP, IBF, etc.), pasando por métodos multivariantes (AUSRIVAS, RIVPACS, etc.) hasta índices multimétricos (IMEERA, etc.). Actualmente, los índices multimétricos son una de las metodologías más efectivas y utilizadas para definir el estado ecológico de los ríos, ya que reúnen en una única medida la variabilidad funcional y estructural de los componentes bióticos de un ecosistema fluvial (Segnini, 2003). Las ventajas que proporcionan los índices integrados son diversas; como una fácil interpretación, dado que la información esta resumida en un único valor que se compara con el valor de un patrón; concentran la información de varios niveles de organización ecológica en una sola medida; es una metodología poco costosa; reflejan de manera confiable las respuestas biológicas de la biota a la intervención humana y son sensibles a los análisis estadísticos univariados (Karr & Chu, 1999; Gerritsen et al., 2000). Por lo tanto, recomendamos considerar el desarrollo paulatino de una herramienta de bioevaluación multimétrica como un aporte a la mejora de la gestión de los recursos hídricos del país.

5.4. ÍNDICES CHBMWP, EE Y H

ChBMWP: Recomendamos el uso de este índice y sus modificaciones realizadas en este estudio para cada *Tipo.* Por otra parte, sugerimos efectuar un estudio a fin de modificar los criterios de presencia/ausencia de familias para la calificación de estado ecológico a parir del índice biótico ChBMWP. Lo anterior, debido a que en este estudio pudimos observar que esta metodología es altamente sensible a ocurrencias individuales accidentales, que se traducen en una sobreestimación del estado ecológico de la estación. Esta situación fue particularmente notoria en las cuencas de Villarrica y Llanquihue. Una solución a ello, sería no considerar taxas cuya abundancia sea menor al 5% de la abundancia total en la estación, pero este criterio debe ser evaluado con nuevos estudios.

EE y H: Estos dos índices propuestos en este estudio como una forma de calificación del estado ecológico de las cuencas estudiadas, integran los resultados de la evaluación de estado ecológico de cada estación de muestreo y obtienen una calificación global a nivel de cuenca. Recomendamos su uso en futuros estudios a modo de tener una estimación global de las cuencas de estudio, y su calidad ecológica.

5.5. SEGUIMIENTO ANUAL DE LAS CUENCAS

Consideramos radicalmente importante el desarrollo de monitoreos periódicos (a lo menos anuales) de las condiciones bióticas y abióticas de los ecosistemas acuáticos en estudio. Esto, con el fin de consolidar una metodología de evaluación del estado ecológico adecuada para los sistemas fluviales en nuestro país, que ha estado desarrollando el Ministerio del Medio Ambiente y del que este estudio forma parte. Esto permitirá primero, converger a una caracterización robusta del estado ecológico de los cuerpos de agua y luego, a registrar su evolución temporal. El registro de la evolución temporal del estado ecológico podrá asociarse

tanto a actividades antrópicas que puedan impactar los ecosistemas, a fin de mejorar las regulaciones, como a actividades públicas y privadas de gestión ambiental, a fin de evaluar su efectividad. El no desarrollo o el producir un vació temporal de estos monitoreos (por ejemplo no ejecutándolos en un año o en dos) retrasa el desarrollo país a la hora de tener información robusta y contundente para tomar decisiones adecuadas de desarrollo, gestión y conservación de nuestro territorio, nuestra fauna y sus recursos. En este sentido, se hace necesario elaborar un plan de extensión de seguimiento a un número mayor de cuencas a escala nacional, dado que los resultados permiten afirmar que la aproximación definida con el Ministerio del Medio Ambiente es viable en largo plazo y es factible por esta vía cumplir con los compromisos internacionales de estándares de calidad, protección y manejo ambiental.

5.6. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

El Ministerio del Medio Ambiente ha realizado un esfuerzo en la estandarización de la base de datos, que se requieren para la determinación del estado ecológico de las cuencas. Esta base de datos puede ser mejorada con la incorporación de registros fotográficos anuales de las estaciones de muestreo, ya que los ríos son entidades dinámicas y además se pueden producir acciones de modificación por perturbaciones de origen antrópico.

5.7. REGISTRO CONTINUO DE LA BIOTA

Un aspecto clave de las bases de datos es la mejora continua de la calidad taxonómica de la información disponible, lo cual posibilitaría el uso de diversos índices bióticos en complemento con la aproximación utilizada en este estudio. Esto requiere definir acciones especiales de inversión en este aspecto, para alcanzar el mejor conocimiento taxonómico de la biota que sea posible. Esto requiere del financiamiento de estudios más detallados para los grupos claves como los macroinvertebrados, entre otros, y así entregar una mejor evaluación del estado ecológico de las cuencas. En este sentido, la validación experta de quien identifique los distintos grupos faunísticos de interés se hace absolutamente necesario, de manera de tener altos estándares de calidad y confiabilidad en la información e identificación de la biota.

6. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, R., B. Ríos, M. Rieradevall & N. Prat. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. Limnetica 28: 35-64.

Alba-Tercedor, J., P. Jáimez-Cuéllar, M. Álvarez, J. Avilés, N. Bonada, J. Casas, A. Mellado, M. Ortega, I. Pardo, N. Prat, M. Rieradevall, S. Robles, C.E. Sáinz-Cantero, A. Sanchez-Ortega, M.L. Súarez, M. Toro, M.R. Vidal-abarca, S. Vivas & C. Zamora Muñoz. 2002. Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP`). Limnetica 21(3-4):175-185

APHA, AWWA & WEF (1999) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition. Washington DC.

Barbour, M.T., J. Gerritsen, G. E. Griffith, R. Frydenborg, E. McCarron, J. S. White & M. L. Bastian. 1996. A Framework for Biological Criteria for Florida Streams Using Benthic Macroinvertebrates. Journal of the North American Benthological Society 15: 185-211.

Barbour, M.T., J. Gerrisen, B. Snyder & S. James. 1999. Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish (Second ed.). Washington, DC 20460: U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water.

Baudry, J. & C. Thenail. 2004. Interaction between farming systems, riparian zones and landscape patterns: a case study in western France. Landscape and urban planning 67: 121-129.

Bonada, N., Prat, N., Munné, A., Rieradevall, M., Alba-Tercedor, J., Álvarez, M., Avilés, J., Casas, J., Jáimez-Cuéllar, P., Mellado, A., Moyà, G., Pardo, I., Robles, S., Ramón, G., Suárez, M. L., Toro, M., Vidal-Abarca, M. R., & Vivas, S. 2004. Ensayo de una tipología de las cuencas

mediterráneas del proyecto GUADALMED siguiendo las directrices de la directiva marco del agua. Limnetica, 21: 77-98.

Cáceres, M. D., Oliva, F., & Font, X. 2003. GINKGO, un programa de análisis multivariante orientado a la clasificación basada en distancias. *27 Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa*: 9pp. Lleida.

Carvacho, C. 2012. Estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y desarrollo de un índice multimétrico para evaluar el estado ecológico de los ríos de la cuenca del Limarí en Chile. Tesis para optar al Master en Agua. Análisis Interdisciplinario y Gestión Sostenible. Universidad de Barcelona, España.70pp. http://www.ub.edu/fem/docs/treballs/TESIS_MASTER_Caroline%20Carvacho.pdf.

Chovarec, A., P. Jager, M. Jungwirth, V. Koller-Kreimel, O. Moog, S. Muhar & S. T. Schmutz. 2000. The Austrian way of assessing the ecological integrity of running waters: a contribution to the EU Water Framework Directive. Hydrobiologia, 422/423: 445-452.

D.O.C.E. 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. D.O.C.E. L 327 de 22.12.00. 69 pp.

EPA. 1990. Biological criteria: National program guidance for surface waters. Washington, DC: Environmental Protection Agency; Office of water regulation and standards. 68 pp.

Figueroa, R., A. Palma, V. Ruiz & X. Niell. 2007. Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillan, VIII Región. Revista Chilena de Historia Natural 80: 225-242.

Flory, E. & A.M. Milner. 1999. Influence of riparian vegetation on invertebrate assemblages in a recent formed stream in Glacier Bay National Park, Alaska. Journal of the North American Benthological Society 18: 261-273

Fuster, R., A. de la Fuente, C. Escobar, A. Palma, G. Lillo, et al. 2011. Generación de información cartográfica para el sistema de tipologías de ríos y lagos de Chile. Informe Final. Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 94 pp.

Gergel, S. E., M. G. Turner, J. R. Miller, J. M. Melack & E. H. Stanley. 2002. Landscape indicators of human impacts to riverine systems. Aquatic Sciences 64:118-128.

Gerritsen, J. B., B. K. Jessup, E. Leppo & J. White. 2000. Development of lake condition indexes (LCI) for Florida. Prepared for the Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee, Florida.

Green, J, & W. Swietlik. 2000. A Stream Condition Index (SCI) for west Virginia wadeables stream. Tetra Tech: 80 pp.

Gower, J C. 1984. Multivariate analysis: ordination, multidimensional scaling and allied topics, pp: 727-781. En Handbook of applicable mathematics: Statistics, vol. 6, parts A and B. W. Lerterman & E. H. Lloyd (eds.). John Wiley and Sons, Chichester, England.

Hammer, Ø., D. A. T. Harper & P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Paleontología Electrónica 4 (1): 9 pp.

Hawkins, C. P., R. H. Norris, J. Gerritsen, R. M. Hughes, S. K. Jackson, R. K. Johnson & R. J. Stevenson. 2000. Evaluation of the use of landscape classifications for the prediction of freshwater biota: synthesis and recommendations. J. N. Am. Benthol. Soc., 19: 541-556.

Karr, J. R. & E. W. CHU. 1999. Restoring Life in Running Waters: Better Biological Monitoring. Island Press Washington, D.C.

Loeb, S. L. & A. Spacie. 1994. Biological monitoring of aquatic systems. Florida, Lewis Publishers, 381p.

Owen, R., W. Duncan & P. Pollard. 2001. Definition and establishment of reference conditions. Resumen reunión REFCOND. Ispra.

Pardo, I., M. Álvarez, J. Casas, J. L. Moreno, S. Vivas, N. Bonada, J. Alba-Tercedor, P. Jáimez-Cúellar, G. Moyá, N. Prat, S. Robles, M. L. Suárez, M. Toro & M. R. Vidal-Abarca. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. Limnetica 21: 115-133.

Pardo, A., R. Figueroa & V. H. Ruiz. 2009. Evaluación de ribera y de hábitat fluvial a través de los índices QBR e IHF. Gayana 73(1): 57-63.

Sánchez-Montoya, M., M. Vidal-Abarca & M. Suárez. 2010. Comparing the sensitivity of diverse macroinvertebrate metrics to a multiple stressor gradient in Mediterranean streams and its influence on the assessment of ecological status. Ecological Indicators 10: 896-904.

Segnini, S. 2003. El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. Ecotropicos 16 (2): 45-63.

Villamarín, C., N. Prat, M. Rieradevall, M. Paul & M. T. Barbour. Submitted. Development of an assessment tool to measure the ecological condition of tropical high Andean streams in Ecuador and Perú: The IMEERA index. Ecological Indicators.

Ward, J.W. (ED). 1992. Aquatic insect ecology 1, biology and habitat. John Wiley & Sons, Inc, New York. 384 pp.

7. ANEXOS

7.1 METODOLOGÍAS ASOCIADAS AL MUESTREO Y ANÁLISIS

7.1.1 SELECCIÓN DE ESTACIONES DE MUESTREO

El programa de vigilancia ambiental (PVA) se estructura según una red de control, la que está constituida por las áreas de vigilancia definidas en la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para cada cuenca y una red de observación que permitirá evaluar otras condiciones relacionadas con la calidad de las aguas y el estado trófico del río o lago, lo cual contempla la incorporación de estaciones de condición natural, de intervención antrópica y de investigación.

El objetivo de la selección de las estaciones de muestreo es maximizar la probabilidad de detección de zonas con las concentraciones más altas de contaminantes o por el contrario, minimizar el costo de colección de muestras inadecuadas.

La localización y el número de estaciones de muestreo tienen una fundamentación técnica documentada que es completada por la autoridad. Una vez en terreno, es responsabilidad de la contraparte ubicar las georeferencias correctas, estipuladas en un inicio para llevar a cabo el monitoreo en cada estación definida. En ocasiones, las condiciones (climáticas, geográficas, etc.) no hacen posible respetar lo indicado y es necesario redefinir la ubicación de uno o más estaciones, esto, respetando los objetivos principales del proyecto y siempre en común acuerdo y con aprobación de las autoridades competentes, lo que debe quedar registrado adecuadamente, ya que son aspectos importantes para la gestión.

La elección de las estaciones de muestreo y el número de estaciones se realiza en base a lo siguiente:

- Propósito del muestreo
- Objetivos del estudio

- Data histórica
- Dinámica de los cuerpos de agua
- Tamaño del área de muestreo

De acuerdo a lo anterior, se considera la mantención de una red de control (red DGA), que corresponde a la data histórica disponible, y se proponen nuevas estaciones que dado al área del cuerpo de agua y su dinámica es necesario incluir.

La red de control para la evaluación del cumplimiento normativo debe contar con al menos una estación de monitoreo oficial, consistente con las estaciones de monitoreo que aportan datos para la elaboración de la Norma. Actualmente se cuenta con una estación DGA en cada área de vigilancia.

7.1.2 MUESTREO Y ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y DE TERRENO

El monitoreo de aguas superficiales considera las siguientes directrices y criterios establecidos en la Norma Chilena:

- NCH. 411/6. Of. 96, “guía para el muestreo de ríos y cursos de agua”.
- NCH 411/2. Of.96, “guía sobre técnicas de muestreo”.
- NCH 411/3.Of. 96, “guía sobre preservación y manejo de las muestras”.

Así, en los procedimientos realizados en cada monitoreo se considera la obtención de muestras representativas en lugares donde el cuerpo de agua demuestra ser lo más homogéneo posible y considerando además, un lugar que no genere interferencia con el muestreo biológico.

Se evita tomar muestras en el fondo u orilla del cuerpo de agua y remover el fondo del mismo cuando éste no es profundo.

Se utilizan guantes para realizar todas las actividades de manipulación de las muestras hasta su sellado (cierre final del envase), para evitar la contaminación de las mismas y como medida de seguridad para el personal de muestreo.

Cada muestra es almacenada en envases limpios y apropiados según cada grupo de analitos a medir y utilizando los preservantes correspondientes que garantizan el mínimo de modificación hasta su análisis. Además, se tiene especial precaución en respetar los holding-time (tiempo de espera) de cada muestra, ya que, si éstos resultan excedidos, no es posible garantizar que los valores obtenidos correspondan a los valores reales en el cuerpo de agua que se está evaluando (Tabla 7.1.2a y 7.1.2b).

Los análisis químicos de aniones y cationes siguen las metodologías descritas en la Tabla 7.1.2b. Por otro lado, los análisis de metales totales y disueltos siguen los métodos descritos por Standard Methods for examination of Water and Wastewater (2005), y se describe más adelante en el apartado “Determinación de Metales por ICP”

Los envases con las muestras respectivas se envían en cajas de plumavit con ice-pack para asegurar su refrigeración e ingresan al laboratorio acompañadas de una Cadena de Custodia, documento que detalla y respalda los parámetros que se solicita analizar.

La medición de los parámetros de terreno, tales como temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto, se realiza in situ, utilizando un equipo de medición multiparámetro o similar, para ello, se sumerge la sonda directamente en el agua, o bien, se separa una fracción de muestra a partir de la original (Figura 7.1.1).

Toda la información de terreno se registra en forma escrita en un cuadernillo individualizado para cada cuenca y además, el año en curso, se incorporó la utilización de un Tablet de terreno, el cual facilitó la ubicación georeferencial rápida de las estaciones de muestreo y permitió el almacenamiento digital de la información obtenida al momento de muestrear.

Tabla 7.1.2a. Detalle de parámetros para análisis en muestras de agua superficial, tipo de envase, preservante, holding-time y métodos de medición.

Análisis	Tipo de envase	Volumen	Preservante	Holding-time	Método de análisis/medición
Aceites y grasas	Vidrio	1L.	HCl	28 días	Gravimetría.
Alcalinidad	Plástico				
Amonio	Plástico	1L.	H_2SO_4	7 días	Cromatografía Iónica con supresor de conductividad.
Calcio	Plástico	200ml.	HNO_3		Cromatografía Iónica con supresor de conductividad.
Cianuro	Plástico	1L.	NAOH	14 días	
Coliformes	Plástico	200ml.	EDTA	24hrs.	Número más probable (recuento por dilución en tubo).
Cloruro	Plástico			1 mes	Cromatografía Iónica con supresor de conductividad.
DBO_5	Plástico	500ml.	S/P	24hrs.	Incubación y medición con electrodo de oxígeno.
Fósforo total	Plástico	200ml.	HNO_3	1 mes	Digestión ácida y medición espectrofotométrica.
Fosfato	Plástico	200ml.	HNO_3	1 mes	Espectrofotometría Molecular.
Magnesio	Plástico	200ml.	HNO_3		Cromatografía Iónica con supresor de conductividad.
NTK	Plástico	1L.	H_2SO_4	7 días	Digestión ácida con destilación y detección potenciométrica con electrodo de amoníaco.
Nitrato	Plástico	1L.	H_2SO_4	48hrs.	Cromatografía Iónica con supresor de conductividad.
Nitrito	Plástico	200ml.	S/P	48hrs.	Cromatografía Iónica con supresor de conductividad.
SAAM	Plástico	200ml.	S/P	48hrs.	
Sílice	Plástico	500ML.	H_2SO_4		
Sulfato	Plástico	1L.	S/P	28 días	Cromatografía Iónica con supresor de conductividad.
S.S.T	Plástico	1L.	S/P	24hrs.	Gravimetría.
Turbiedad	Plástico	1L.	S/P		

Tabla 7.1.2b. Análisis químico de aniones y cationes.

ANION	unid	Min PQL	Método
Fluoruro	mg/L	0,101	SM4110B(2005)
Cloruro	mg/L	0,112	SM4110B(2005)
Sulfato	mg/L	0,039	SM4110B(2005)
Nitrito	mg/L	0,203	SM4110B(2005)
Nitrato	mg/L	0,006	SM4110B(2005)
CATIONES	**unid**	**Min PQL**	**Método**
Bicarbonato	mg/L	3	St Met 2320B
Carbonato	mg/L	3	St Met 2320B
Magnesio	mg/L	0,35	SM3120B(2005)
Manganeso	mg/L	0,016	SM3120B(2005)
Calcio	mg/L	1,78	SM3120B(2005)
Sodio	mg/L	0,49	SM3120B(2005)
Potasio	mg/L	0,37	SM3120B(2005)
Hierro	mg/L	0,02	ME-07(SISS)

7.1.2.1 DETERMINACIÓN DE METALES POR ICP

Objetivo

El objetivo de este instructivo es proporcionar las pautas a seguir para realizar el ensayo de determinación de metales en muestras de aguas por ICP, conforme a los estándares de calidad establecidos en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Química Ambiental de CENMA.

Alcance

El método permite la determinación de metales (Cd, Zn, Cr, As, Cu, Ni, Pb, Al, Se, Mn, Ag, V, Ba, Co, Mo, Be, B, Fe, Sb) en muestras de aguas: potable, superficiales, subterránea, de lluvia y residuales, mediante cuantificación por espectrometría de plasma inductivamente acoplado.

Descripción De La Actividad

En el método de determinación de analitos por espectrometría de emisión en plasma inductivamente acoplado (ICP-OES) la muestra es aspirada y transportada en forma líquida a un plasma de argón, el cual consiste en un flujo de gas de argón ionizado al que se aplica un campo de radio frecuencia. En el nebulizador del instrumento la muestra es convertida en un aerosol, que es transportado al interior del plasma de argón donde la muestra es desolvatada, vaporizada, atomizada, para finalmente ser excitada y/o ionizada. Los iones y átomos excitados emiten su radiación característica la cual es detectada por un dispositivo foto sensible que selecciona la radiación por longitud de onda. La radiación es detectada y transformada en señales las que son convertidas en unidades de concentración.

Esta metodología se ha convertido en una de las de mayor aplicación para la determinación de metales trazas en muestras ambientales considerando su estabilidad, bajo nivel de ruido y ausencia de interferencias en comparación con otros métodos de espectroscopía de emisión. La determinación multielemental en una porción pequeña de muestra destaca entre sus ventajas operacionales aunque el consumo de gases e insumos es relativamente elevado.

Protocolo de Análisis

La muestra líquida es sacada de la cámara de frío hasta que alcance la temperatura ambiente.

Muestras de aguas superficiales y subterráneas se observan a simple vista clara y transparente, éstas se miden directamente en el espectrómetro sin necesidad de digestión.

Ingrese la secuencia de análisis en el espectrómetro de ICP considerando los elementos de control de calidad que se requieran.

Además se cuenta con un Estándar de Recalibración, solución correspondiente al sexto punto de la curva de calibración (1 mg/L), el cual realiza pequeñas correcciones a la curva de calibración original, esto con el fin de compensar cambios en las condiciones instrumentales ocurridas durante la lectura.

Realizada la lectura se procede con el reprocesamiento de las señales obtenidas, en la cual se revisan los parámetros de los distintos analitos, reubicación de la longitud de onda de emisión con mayor intensidad y Modelo de corrección, ya sea a través del área definida por dos extremos (Corrección Background) o por un determinado algoritmo propio del software que calcula el área de los espectros.

Una vez que se han seleccionado los modelos de corrección para cada analito se procede con la cuantificación de las muestras, usando las opciones entregadas por el proveedor del software para su posterior impresión y reporte.

Control de Calidad

A continuación se detallan los controles de calidad asociados a la lectura por ICP-OES.

La frecuencia de análisis y su respectiva inserción de controles de calidad se debe ajustar a lo indicado. Los criterios de aceptabilidad se manejaran según lo especificado en la Tabla 7.1.2c.

Tabla 7.1.2c. Criterios de aceptabilidad para análisis de metales.

Elemento de control de calidad / Tipo de muestra	Blanco de reactivos	Blanco de curva	Blanco de filtro	Material de referencia	Muestra con Spike, en duplicado(*)
AGUAS (1)	1	1	0	0	1
Criterio de aceptación	<Límite de Cuantificación	-	-	-	± 20 % para recuperación ± 10% CV entre replicas

(*) Realizar fortificación con concentración conocida a dos porciones de la muestra original. Con la fortificación duplicada se evalúa la precisión y con la concentración encontrada vs la concentración adicionada, se evalúa la exactitud como porcentaje de recuperación.

(1) Incluye aguas potable, superficiales, subterráneas, crudas y residuales

Cálculos y Expresión de Resultados

En todos los casos la cuantificación se realiza introduciendo en el ICP-OES soluciones de concentración conocida del elemento de interés (solución estándar) y la intensidad de la emisión característica para cada elemento es medida. Estas intensidades son graficadas versus la concentración de los estándares, formando una curva de calibración para cada elemento.

Cuando la intensidad de emisión de un analito es medida, ésta es interpolada en el gráfico o curva de calibración del elemento, determinando la concentración correspondiente a esa intensidad. El criterio de aceptación de la curva de calibración es que se obtenga un coeficiente de correlación igual o mayor que 0,995.

Cálculo de la concentración

La recta obtenida del gráfico de calibración es:

$$I = mC + n$$

Siendo

I : Intensidad de emisión
C : Concentración
m : Pendiente de la recta
n : intercepto

De esta recta se despeja la incógnita C y se reemplaza el valor de intensidad obtenido en forma experimental, conociéndose así la concentración de la muestra problema.

Si existe factor de dilución la concentración encontrada debe ser multiplicada por el factor de dilución para corregir y así encontrar la concentración verdadera.

Definiciones

Límite de Detección

Corresponde a la concentración mínima de un compuesto que puede ser detectada dentro de una matriz real, la cual es tratada siguiendo todas las etapas del método completo, incluyendo separaciones y pre-tratamientos. Esta mínima concentración produce una señal detectable con una fiabilidad definida, estadísticamente diferente a la señal producto del blanco obtenido en las mismas condiciones.

El Límite de Detección del Método corresponde a 3 veces la desviación estándar de los resultados.

$$LD = 3 \times S \text{ muestra}$$

Dónde:

S = desviación estándar de las mediciones de las muestras o blancos matriz fortificados

Límite de Cuantificación

Corresponde a la concentración mínima de un compuesto que puede ser cuantificada dentro de una matriz real, la cual es tratada siguiendo todas las etapas del método completo, incluyendo separaciones y pre-tratamientos. Esta mínima concentración produce una señal cuantificable con una fiabilidad definida.

$$LC = 10 \times S \text{ muestra}$$

Dónde:

S = desviación estándar de las mediciones de las muestras o blancos matriz fortificados.

Los resultados instrumentales de estos límites se presentan en la Tabla 7.1.2d y 7.1.2e

Tabla 7.1.2d. Límites de Detección (LD) y Límites de Cuantificación (LC) de los instrumentos utilizados para medir metales en la columna de agua.

Metal	LD (mg/L)	LC (mg/L)
Cd	0.013	0.043
Zn	0.022	0.074
Cr	0.017	0.056
As	0.041	0.136
Cu	0.032	0.108
Ni	0.027	0.09
Pb	0.023	0.075
Al	0.025	0.085
Se	0.13	0.435
Mn	0.029	0.095
Ag	0.023	0.077
V	0.022	0.074
Ba	0.023	0.078
Co	0.018	0.06
Mo	0.014	0.048
Be	0.025	0.083
B	0.039	0.129
Fe	0.061	0.204
Sb	0.036	0.121
Hg	0.000394	0.00131

Tabla 7.1.2d. Límites de Detección (LD) y Límites de Cuantificación (LC) de los instrumentos utilizados para medir metales en los sedimentos.

Metal	LD (mg/kg)	LC (mg/kg)
Cd	0.0008	0.0026
Zn	0.0016	0.0052
Cr	0.0054	0.0181
As	0.0287	0.0955
Cu	0.0033	0.011
Ni	0.0046	0.0153
Pb	0.0032	0.0106
Al	0.0021	0.0069
Se	0.0212	0.0706
Mn	0.0002	0.0005
Ag	0.0006	0.0019
V	0.0004	0.0012
Ba	0.0001	0.0004
Co	0.0013	0.0042
Mo	0.0037	0.0124
Be	0.0002	0.0007
B	0.0055	0.0182
Fe	0.0011	0.0035
Hg	0.108	0.361

7.1.3 MUESTREO Y ANÁLISIS BIOLÓGICO

La colecta de bentos se realizó utilizando una red de mano de 250 µm de abertura de malla. En cada estación se realiza un recorrido visual a lo largo del tramo a muestrear y se identifican los diferentes hábitats para macroinvertebrados presentes: zonas de rápidos o remansos, con macrófitas o no, con raíces o con diferentes tipos de sustratos: arena, limo, etc. Usando la técnica multihábitat de "kicking" se reparten 20 "kicks" de muestreo, donde un kicks equivale a remover el fondo situado a los 0.5 m de la boca de red, con algún implemento, o la mano o el pie, de manera que los sedimentos que se encuentran en el fondo del río queden en suspensión en la columna de agua. Se asigna un kicks por cada 5% de cobertura de un microhábitat de manera de obtener la representación según el porcentaje de cobertura de cada hábitat (Figura 7.1.1).

Las muestras se preservaron in-situ con etanol al 96% en frascos de polietileno debidamente identificados y se trasladaron al laboratorio para la separación e identificación de los organismos.

El contenido de los frascos fue puesto en un tamiz y lavado bajo agua corriente. Este material fue seccionado en placas de Petri de donde se extrajeron manualmente los organismos utilizando una lupa. Los organismos fueron identificados hasta nivel taxonómico de familia.

El análisis de las muestras semicuantitativas contempló contar hasta 200 individuos, captando la mayor diversidad de la muestra (Bonada 2004). Posterior a ello, se revisa el total de la muestra para incorporar nuevos individuos que no hayan sido encontrados durante el recuento inicial, de manera de capturar la riqueza total de la estación muestreada. La identificación de los macroinvertebrados bentónicos fue realizada utilizando las claves de Fernández & Domínguez (2001) y Domínguez & Fernández (2009).

7.1.3.1 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

La diversidad es un término utilizado para expresar la variedad de organismos en un área o en otras palabras, alude a la heterogeneidad de una comunidad en relación a la riqueza de especies presentes y su abundancia. Esta es mínima cuando todos los organismos pertenecen a la misma especie. En la definición de la diversidad hay dos componentes:

Riqueza específica (S): variedad de organismos o cantidad de especies diferentes presentes en un lugar sin considerar su abundancia.

Abundancia relativa de especies: número de individuos por unidad de área para cada tipo o variedad.

Dos comunidades pueden tener la misma cantidad de especies pero ser muy distintas en términos de la abundancia relativa o dominancia de cada una. En general una comunidad no posee igual abundancia para cada especie: la mayoría de las especies son raras, mientras que un moderado número son comunes, con muy pocas especies verdaderamente abundantes.

Para la presente evaluación y control de la calidad de las aguas de las distintas cuencas, las estaciones de muestreo se caracterizaron en base a sus atributos comunitarios. Se determinaron: riqueza, abundancia, diversidad de Shannon, diversidad de Simpson y Equitatividad (J'), utilizandopara ello los datos obtenidos del muestreo semicuantitativo.

A) INDICE DE SHANNON-WEAVER (H), 1949

Se conoce también como el índice de Shannon e indica que todo los individuos sean muestreados al azar y que todo los representada todo los individuos de la comunidad. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$H = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

Donde pi = proporción de individuos de cada especie en la comunidad. Esta proporción se estima a partir de n/N, que es la relación entre el número de individuos de la especie i (n) y el número total de individuos de todas las especies (N). Esta fórmula se utiliza usualmente en Log base 2. Para que los resultados sean comparables los datos deben ser analizados con logaritmo en igual base. El índice de Shannon – Wiener esta descrito para comunidades indefinidamente grandes que no se pueden estudiar en su totalidad, por lo que el resultado es un valor estimado. Un mayor valor del índice indica una mayor diversidad del sistema.

B) ÍNDICE DE SIMPSON (D)

Es conocido como la medida de concentración y refiere a la probabilidad de extraer dos individuos de la misma especie. También se utiliza como un índice de dominancia dada su marcada dependencia de las especies más abundantes.

$$D = \sum_{i=1}^{S} p_i^2.$$

Este índice fue propuesto por el Británico Edward Hugh Simpson.

$$\sum_{i=1}^{S} \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$$

Este índice toma valores entre cero y uno, siendo uno el valor que indica dominancia absoluta y por lo tanto escasa diversidad.

Se debe tener cuidado con el índice de diversidad de Simpon 1-D donde el valor uno es el de máxima diversidad o el índice reciproco de Simpson 1/D, donde mayor es el valor resultante, mayor es la diversidad. Por lo tanto es muy importante para estudios comparativos no confundir cuál de ellos se está utilizando.

C) EQUIDAD DE PIELOU (J)

El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1 donde el valor 1 denota que todas las especies son igualmente abundantes y se expresa en la siguiente notación matemática:

$$J' = H' / H'max$$

Con:

$$H'max = \ln (S)$$



Figura 7.1.1. Fotografías de las actividades de terreno. En la columna izquierda el muestreo de aguas. En la columna derecha el muestreo de macroinvertebrados bentónicos.

7.1.3.2 ÍNDICES BIÓTICOS

Para determinar la calidad de las aguas mediante las familias de macroinvertebrados bentónicos se utilizó el índice Ch-BMWP (Figueroa et al. 2007). Para efecto de los resultados el índice se nombran sin el Ch- lo cual solo denota que estos índices han sido adaptado para sistemas de aguas continentales de Chile. Otro índice utilizado ocasionalmente es el EPT, el cual se utilizó para validar estaciones de referencia.

7.1.4 METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA DE CLOROFILA-A

La estimación fue siguiendo el Protocolo: APHA, AWWA & WEF (1999) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition. Washington DC.

7.1.4.1 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Las muestras de agua fueron filtradas a través de filtros de fibra de vidrio de poro 0.5-0.7 µm (Whatman GF/F). El volumen total de muestra filtrado fue de 1 L. Los filtros fueron doblados a la mitad con el plancton recogido hacia el interior y guardados individualmente. Los filtros fueron congelados a -20ºC y mantenidos en oscuridad hasta que la extracción fue realizada.

7.1.4.2 EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS

La extracción de pigmentos fue realizada con acetona al 90% en oscuridad a 4ºC durante una noche. El extracto fue aforado a 10 mL con acetona acuosa y posteriormente fue centrifugado por 10 min a 4000 rpm. La lectura fotométrica fue realizada sobre el sobrenadante.

7.1.4.3 LECTURA EN ESPECTROFOTÓMETRO

Las longitudes de onda a las cuales se leyó fueron 750, 665 y 664 nm. Para la corrección de feopigmentos, tras las lecturas anteriores se agregó ácido clorhídrico (0.1 mL 0.1 N) a cada cubeta de muestra y se leyó nuevamente a 750 y 665 nm. El espectrofotómetro utilizado correspondió al equipo UV-VIS spectrophotometer TU-1810, con un error ±0.002 Abs (0-0.5 Abs), y ±0.004 Abs (0.5-1.0 Abs).

7.1.4.4 EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Según el método monocromático de Lorenzen (1967), se estimó el contenido de clorofila a en ($\mu g\ L^{-1}$) mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Clorofila } a = ((k)(F)(E\_665o - E\_665a)(v)) / ((V)(Z))$$

Donde E665o y E665a corresponde a la diferencia entre los valores de absorbancia a 665 y 750 nm antes y después de la acidificación, respectivamente; v= volumen del extracto (mL); V= volumen de agua filtrado (L); Z= longitud de la cubeta (cm); con k= 11.0 y F=2.43.

7.1.5 METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA

7.1.5.1 COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO

Las características del sustrato, incluyendo su estructura física, contenido orgánico y estabilidad, son a menudo los rasgos de mayor importancia ecológica para la determinación de la distribución y abundancia de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos (Ward 1992).

En terreno se realizó una caracterización visual de la composición del sustrato. Para lo cual se establecieron siete categorías de tipos de sustrato (Tabla 7.1.6) a las cuales se les identificó su presencia o ausencia en cada estación de muestreo y su porcentaje de cobertura de manera visual.

Tabla 7.1.5. Tipo de sustrato de acuerdo al tamaño de partículas.

Tipo sustrato	Tamaño de partícula (mm)
Fango-limo	< 0,06 mm
Arena	0,06 – 2 mm
Grava fina	2 – 8 mm
Grava	8 – 64 mm
Bolón	64 – 256 mm
Piedra	> 256 mm
Basamento	Roca madre

7.1.5.2 VEGETACIÓN DE RIBERA

Las diferencias en la estructura y funcionamiento de las comunidades que habitan los ríos se encuentran asociadas a la estructura vegetal adyacente a los sistemas lóticos. La presencia de vegetación ribereña significa una importante entrada de materia orgánica que contribuye a la energética de los ecosistemas fluviales y a la alimentación de los macroinvertebrados bentónicos (Flory & Milner, 1999), además de regular la temperatura y proporcionar oxigenación e incidir en la forma del cauce evitando la erosión de sus laderas.

En terreno se realizó una caracterización por análisis visual de la vegetación de ribera. Para lo cual se establecieron tres categorías: árboles, arbustos y hierbas, a las cuales se les determinó visualmente su presencia o ausencia en la ribera evaluada en cada estación de muestreo.

7.1.5.3 ALTITUD, ANCHO DEL RÍO, VELOCIDAD DE LA CORRIENTE, FORMA DEL CANAL Y PENDIENTE.

La altitud ha sido documentada como una de las variables que influye sobre la temperatura, la pendiente, velocidad de la corriente, ancho del río y la forma del canal. En terreno se caracterizaron estas variables de la siguiente manera: La altitud fue medida con un GPS Garmin Etrex Summit Hc, el ancho del río mediante medidor de distancia Telemetro Laser DLE 70 Professional, la pendiente fue estimada de manera visual y categorizada en alta, media, baja y muy baja, la velocidad de la corriente de manera visual y categorizada en > 1m/s, > 0.5 m/s, >0.2 m/s, <0.2 ms (relacionada a la pendiente) y la forma del canal fue determinada en las categorías recta, serpenteante, trenzada, constreñido natural y constreñido artificial.

7.1.6 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS HUMANOS DE LAS ESTACIONES

Se realizó una inspección visual en busca de impactos humanos presentes en las estaciones de muestreo y tramos de los ríos. En cada estación de muestreo se buscó la presencia de:

- Presas
- Otras estructuras transversales
- Estructuras longitudinales
- Liberación de pulsos
- Estancamiento
- Canalización
- Minería
- Desagüe de aguas residuales
- Contaminación puntual
- Enderezamientos
- Entubado
- Incendio
- Desechos
- Uso recreativo

- Sustancias tóxicas

- Eutrofización

- Contaminación difusa

Las observaciones fueron incluidas en la ficha de terreno correspondiente a cada estación de muestreo.

7.2 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO A NIVEL DE CUENCA

La determinación del estado ecológico sigue un procedimiento estandarizado que incluye una serie de pasos sucesivos que nos permitirán avanzar en su determinación en las cuencas que actualmente tienen NSCA o están en proceso, basado en información de terreno de las condiciones bióticas y abióticas de los ecosistemas fluviales en estudio.

Para poder determinar el estado ecológico a nivel de cuenca se siguieron los siguientes pasos:

7.2.1 DETERMINACIÓN DE LOS TIPOS DE RÍOS DE LA CUENCA

La tipificación de los ecosistemas acuáticos es una parte importante y previa al desarrollo de estudios de gestión y evaluación del estado ecológico de los ríos donde sea necesaria la utilización de estaciones de referencia (Bonada et al., 2004), ya que la clasificación de las estaciones de muestreo (referencia o impactado), contribuirá a una mejor interpretación de la métrica utilizada para evaluar la calidad biológica de un sistema acuático.

Para determinar los *Tipos* de ríos de las cuencas en estudio se consideraron diferentes factores físicos que rigen el funcionamiento de los ecosistemas fluviales, que nos permitan diferenciar entre distintos *Tipos* de ríos, los cuales fueron medidos en todas las estaciones de muestreo de cada cuenca. Entre los factores fisiográficos medidos se incluye la altitud, el ancho del río, la velocidad, la forma del canal, la pendiente, la composición del sustrato y la composición de la vegetación de ribera. Además, de forma complementaria fue utilizado el trabajo desarrollado por Fuster et al. (2011) el cual definió una tipología de ríos de Chile, estableciendo en cinco ecorregiones 40 *Tipos* de ríos (Tabla 7.2.1), definidos según aspectos físicos determinantes (geología), dominantes (altitud, caudal, sustrato dominante) y biológicos determinantes (peces

y macroinvertebrados bentónicos). Esta tipología requiere ser aplicada en nuevos trabajos para ser validada, justificando su utilización en nuestro estudio

Tabla 7.2.1. *Tipos* de ríos por ecorregiones en Chile.

Ecorregión	Nº *Tipos*
Altiplano	3
Atacama	2
Mediterránea	19
Lagos Valdivianos	5
Patagonia	11
Total	40

Fuente: Fuster et al., 2011

Para determinar diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre tipos de estaciones definidas por la tipología de ríos de Chile (Fuster et al., 2011), para cada cuenca se realizó un Análisis de Similaridad (ANOSIM) utilizando el programa PAST (Hammer et al., 2001), a partir de las variables fisiográficas previamente estandarizadas y aplicando la distancia euclidiana como medida de similitud. Luego, para encontrar patrones de distribución espacial de las estaciones de muestreo en cada cuenca se aplicó un Análisis de Escalamiento Multidimensional (MDS), el cual es un método de ordenación que ha mostrado ser más robusto, generando mejores separaciones entre estaciones en comparación a otros métodos (Barbour et al., 1996). Además esta técnica no paramétrica posee la ventaja de tener pocas restricciones estadísticas (Gower, 1984).

Considerando que las cuencas de los ríos Limarí, Mataquito y Serrano tienen un registro cualitativo continuo de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos registrados durante al menos tres muestreos desarrollados entre los años 2009-2012, para estas cuencas también se definieron los *Tipos* de ríos a partir de la utilización de las comunidades de

macroinvertebrados acuáticos presentes en cada área en estudio, ya que, la composición y diversidad de la biota reflejara en gran medida las características del medio en el cual se desarrolla (Barbour et al., 1999; Green & Swietlik, 2000). Por lo cual, mediante la utilización de las comunidades bentónicas complementaremos y corroboraremos los resultados obtenidos a partir del análisis de los factores físicos de la cuenca, usando para ambos la misma metodología estadística, mediante el programa estadístico PAST (Hammer et al., 2001). Para el ANOSIM como para la gráfica MDS se utilizaron las abundancias transformadas en $Log_{10}(x+1)$ utilizando la medida de Similaridad de Bray-Curtis para determinar si las diferencias entre las comunidades de las diferentes tipologías definidas para cada cuenca son significativas.

7.2.2 SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA

Considerando los distintos grados de alteración de las cuencas en estudio, se establecieron las estaciones de referencia, es decir, estaciones de muestreo sin o con muy poca intervención antrópica (EPA, 1990; Barbour et al., 1999; Acosta et al., 2009), las cuales se utilizaran como la base para la determinación del estado ecológico de las otras estaciones de muestreo de la cuenca mediante comparación.

Dada la variabilidad de condiciones que se pueden encontrar en las diferentes ecoregiones y los ecotipos dentro de ellas, la manera de seleccionar las estaciones de referencia puede ser múltiple. De forma sintética los métodos para establecer estaciones que reflejen las condiciones de referencia se pueden agrupar en varias categorías (Tabla 7.2.2). En el caso de este proyecto, dado el conocimiento fragmentario que se tenía del conjunto de los ríos a estudiar, inicialmente se empleó el método de la opinión del experto. Además, si se consideraba grave el impacto producido por explotaciones mineras, grandes embalses, canalizaciones del río y desviaciones de agua para centrales hidroeléctricas se determinó que una estación impactada por dichas fuentes no puede ser considerada de referencia.

Tabla 7.2.2. Métodos para el establecimiento de las condiciones de referencia.

Método	Ventajas	Inconveniente
Opinión experto	Puede incorporar datos históricos, opiniones y conceptos actuales.	Sesgo. Subjetividad.
Datos históricos	Poco costosos de obtener.	Datos variables, pocos métricos. La calidad de los datos puede ser pobre o desconocida.
Datos disponible	Fáciles de obtener	Sesgo, datos variables.
Paleolimnología	Incorpora datos físico-químicos y biológicos.	Limitados a sistemas lenticos. Costos iniciales elevados.
Modelización	Específicos de cada región.	Requiere gran cantidad de datos, calibración y validación.
Estudios	Específicos de cada región.	Costosos de inicializar.

Fuente: Bonada et al., 2002.

Luego, para comprobar hasta qué punto las estaciones de referencia seleccionadas presentaban características biológicas compatibles con una alteración baja o nula por la actividad humana, se utilizó ChBMWP, un índice biológico cualitativo adaptado para Chile por Figueroa et al., en 2007. Utilizando como criterio de obligado cumplimiento que una estación de muestreo se consideraría de referencia siempre y cuando el valor del ChBMWP se encontrase dentro de las categorías de calidad *Muy Buena* o *Buena*.

En los casos en que las perturbaciones humanas hicieron imposible el establecimiento de condiciones de referencia, se establecieron según la Directiva Marco del Agua (DMA) las estaciones con el Máximo Potencial Ecológico (MPE), correspondientes a las estaciones de muestreo que presenten la mejor calidad ecológica que se le puede asignar a un ecotipo, debido a su elevada alteración. Para validar que una estación presentase un MPE, se consideró como criterio la presencia de al menos un organismo bioindicador reconocidamente sensible a la contaminación como Gripopterygidae (Plecóptera), Leptophlebiidae (Ephemeroptera) o Hidrobiosidae (Trichoptera).

7.2.3 DETERMINACIÓN DEL GRADIENTE DE ESTRÉS DE LA CUENCA

Para determinar el gradiente de presiones que afecta a las comunidades bentónicas en cada cuenca en estudio se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) utilizando la totalidad de las variables ambientales medidas en todas las estaciones de muestreo, mediante el programa estadístico PAST (Hammer et al., 2001). Previamente, cada variable fue estandarizada y mediante una correlación de Spearman se identificaron las variables fuertemente correlacionadas entre sí (R ≥ 0,8), las cuales fueron removidas del análisis para eliminar información redundante. Considerando que el primer componente del análisis multivariante explicara el mayor porcentaje de la varianza, éste fue seleccionado como el gradiente de estrés, determinado principalmente por las variables que presenten el mayor peso (≥ 0,3) en el primer eje de análisis.

7.2.3.1 GRADIENTE DE ESTRÉS Y SU RELACIÓN CON EL ÍNDICE BIÓTICO CHBMWP

Considerando, el amplio uso del BMWP a nivel mundial y en su versión adaptada para Chile como ChBMWP (Figueroa et al., 2007), este índice fue utilizado para determinar el estado ecológico de cada *Tipo* de río identificado en este estudio. Por lo cual, para determinar si es pertinente la aplicación de ChBMWP para caracterizar el estado ecológico de cada una de las cuencas en estudio, el ChBMWP calculado para cada cuenca fue correlacionado con su gradiente de estrés, el cual fue determinado a partir de los valores de ubicación de las estaciones de muestreo en el primer componente del ACP, los cuales fueron normalizados en un rango entre 0 - 1 (Sánchez-Montoya et al., 2010), siendo los siendo los valores más cercanos a 1 los que indican una mayor alteración (Carvacho, 2012; Villamarín, 2012). Además, para determinar qué parámetros físico-químicos explican mejor las variaciones del ChBMWP en cada cuenca se llevó a cabo un análisis de correlación simple (R de Spearman) entre ambas variables. Utilizando el programa estadístico Ginkgo (Cáceres et al., 2003).

7.2.4 CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO MEDIANTE EL ÍNDICE CHBMWP

Mediante la aplicación del índice cualitativo ChBMWP se determinó el estado ecológico de cada *Tipo* de río en cada cuenca en estudio a partir de la recolección e identificación de los macroinvertebrados bentónicos a nivel taxonómico de familia. Considerando la gran variabilidad de las áreas en estudio y las diversas tipologías definidas, es muy importante ajustar los cinco rangos de calificación del ChBMWP (Tabla 7.2.3) para cada uno de los *Tipos* definidos en este trabajo, ya que según la DMA independientemente del método utilizado para la evaluación del estado ecológico, este ha de medirse como la desviación del estado ecológico *Muy Bueno*, el cual corresponde a las condiciones de referencia aplicables a cada masa de agua (Alba-Tercedor et al., 2002). Para cada cuenca el índice ChBMWP intercalibrado y adaptado a la cuenca de estudio, va seguido por las dos primer letras de la cuenca respectiva para identificarlo como el índice que ha sido adaptado a esa cuenca en específica para caracterizar el estado ecológico de la misma.

Tabla 7.2.3. Clases de calidad del índice ChBMWP original, con su respectiva calificación ambiental y color para su representación cartográfica.

Clase	Rango	Calificación	Color
I	> 100	Muy Bueno	Azul
II	61 - 100	Bueno	Verde
III	36 - 60	Moderado	Amarillo
IV	15 - 35	Deficiente	Naranja
V	< 15	Malo	Rojo

Fuente: Figueroa et al., 2007.

Existen diferentes formas de establecer los rangos de calificación del índice biológico que reflejen el grado de separación respecto de las condiciones de referencia, y que por tanto permitan definir en base a ellos clases del estado ecológico. Siguiendo la metodología de Barbour et al. (1996; 1999) y Alba-Tercedor et al. (2002) hemos agrupado los ríos en *Tipos*, luego se establecieron las estaciones de referencia en cada uno de los *Tipos* de ríos y se analizó el universo de valores del índice biológico en cada *Tipo*, estableciendo las clases de calidad en función del grado de desviación respecto a los datos obtenidos en las estaciones de referencia. Así para cada *Tipo* se establecen las clases de calidad siguiendo los intervalos que cumplen las condiciones esquematizadas en la Figura 7.2.1, considerando los porcentajes del percentil 25 de las estaciones de referencia correspondientes al: 100%, 61%, 36% y 15%, respectivamente, como los límites entre las cinco clases del estado ecológico. Determinándose sobre el percentil 25 de las estaciones de referencia las estaciones con estado ecológico *Muy Bueno* y bajo dicho percentil los rangos de calificación *Bueno, Moderado, Deficiente* y *Malo* (Figura 7.2.1), siendo estas tres últimas categorías las que nos señalan un impacto notable sobre las comunidades bentónicas en cada cuenca en estudio (Villamarín, 2012). Estableciendo en base a los resultados obtenidos una aproximación tentativa de las nuevas clases de calidad para cada *Tipo* de río para cada cuenca en estudio.

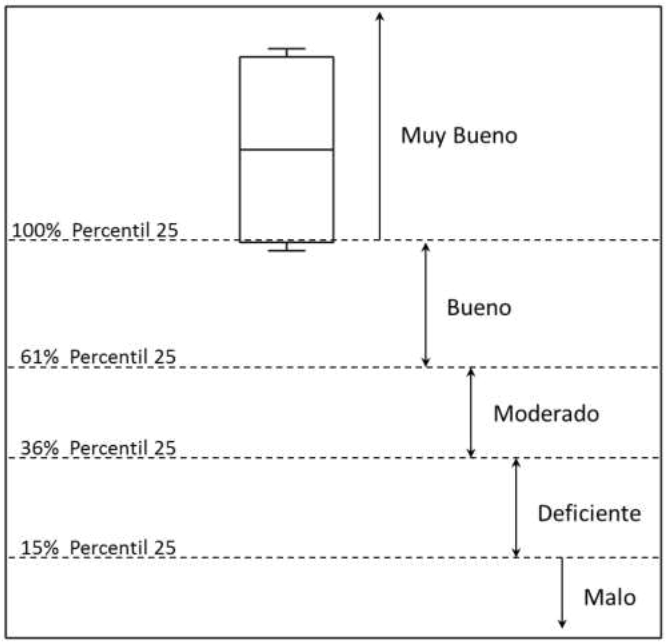


Figura 7.2.1. Propuesta de establecimiento de clases de estado ecológico en función de los valores obtenidos del ChBMWP en las estaciones de referencia de cada *Tipo* de río, siguiendo los criterios de la DMA. (Fuente: Alba-Tercedor et al., 2002)

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales disponibles en el repositorio digital de Sistemas de Humedales del MMA, cuyo link de acceso es el siguiente:

https://sistemahumedales.mma.gob.cl/OficioHU/DetailsPublico/18



INDICE DE CONTENIDOS

1. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO 5
1.1. ANTECEDENTES GENERALES 5
1.2. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO 5
1.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO 6
1.4. EQUIPO DE TRABAJO 8
2. ANTECEDENTES LEGALES 10
2.1. INTRODUCCIÓN 10
2.2. INSTRUMENTOS INTERNACIONALES DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 10
2.3. PROGRAMAS Y ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE AREAS A NIVEL NACIONAL 11
2.3.1 Identificación de Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad 12
2.3.2 Convención de RAMSAR 13
2.3.3 Áreas Silvestres Protegidas en Chile 15
2.4. MARCO REGULATORIO APLICABLE A LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EL PAIS 15
2.4.1 Ley de Bosques 16
2.4.2 Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) . 17
2.4.3 Otros Instrumentos Legales para la Protección de Áreas 18
2.4.4 Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y Reglamento de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada 21
2.4.4.1 Antecedentes Legales 21
2.4.4.2 Características de las Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada 24
3. ANTECEDENTES AMBIENTALES 26
3.1. ANTECEDENTES GENERALES 26
3.1.1 Descripción Geográfica y Político-Administrativa 26
3.1.2 Accesos 26
3.1.3 Unidades naturales de la región 26
3.2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO 27

3.2.1 Socioeconomía Comunal 28
3.2.2 Uso del Suelo 30
3.2.3 Proyectos mineros desarrollados en la comuna 30
3.2.4 Catastro de Propiedades Privadas 31
3.2.5 Principales problemas ambientales 32
3.3. AREAS PROTEGIDAS REGIONALES Y ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN 32
3.3.1 Catastro de Áreas Silvestres Protegidas a Nivel Regional y Comunal 32
3.3.2 Estrategias de Conservación: Sitios Prioritarios y Protección de Humedales 34
3.4. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO 35
3.4.1 Clima 35
3.4.2 Geología y Geomorfología 36
3.4.3 Hidrografía 38
3.4.4 Cuencas Hidrográficas 38
3.4.5 Usos del Agua 43
3.5. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIOTICO 44
3.5.1 Flora y Vegetación Terrestre 44
3.5.1.1 Metodología para la recopilación de flora y vegetación 44
3.5.1.2 Marco biogeográfico 45
3.5.1.3 Análisis de la información 49
3.5.2 Fauna Terrestre 59
3.5.2.1 Introducción 59
3.5.2.2 Metodología para la recopilación de información de fauna 59
3.5.2.3 Marco Biogeográfico 61
3.5.2.4 Análisis de la información 62
3.6. RECURSOS ARQUEOLÓGICOS, ANTROPOLÓGICOS E HISTÓRICOS 70
3.6.1 Antecedentes Generales 70
3.6.2 La Cultura Diaguita 70
3.6.3 Los Diaguitas del Valle del Huasco 71
3.6.4 Registros Arqueológicos 71
4. VALORIZACIÓN AMBIENTAL DEL TERRITORIO 74

4.1. METODOLOGÍA DE VALORACIÓN. 74
4.1.1 Valorización del componente biótico (flora y fauna) 74
4.1.2 Valorización del componente sociocultural – histórico 76
4.1.3 Valorización del componente físico 76
4.1.4 Valorización Final 77
4.2. RESULTADOS 78
5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE CREACIÓN DE AREA SILVESTRE PROTEGIDA DE PROPIEDAD PRIVADA 82
5.1. RESPECTO A LOS ANTECEDENTES LEGALES 82
5.2. RESPECTO A LA INFORMACIÓN AMBIENTAL – SOCIAL 84
5.3. CONCLUSIONES SOBRE LA FACTIBILIDAD DE CREACIÓN DE UN ASPP 86
6. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CREACIÓN DE UN ASPP 87
7. BASES PARA UN PLAN DE GESTION 89
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 94
9. BIBLIOGRAFÍA 96
9.1. BIBLIOGRAFÍA CAPITULO ANTECEDENTES LEGALES 96
9.2. BIBLIOGRAFÍA ESPECIFICA DE FLORA Y VEGETACIÓN 97
9.3. BIBLIOGRAFÍA ESPECIFICA DE FAUNA 98
9.4. OTROS ANTECEDENTES 101
10. ANEXOS 103

1. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

1.1. ANTECEDENTES GENERALES

El Programa de Desarrollo Económico Territorial EmprendeChile impulsado por el Gobierno de Chile a través del Acuerdo Conjunto entre FOSIS, SERCOTEC, INDAP y SENCE en coordinación con CORFO, en la Provincia de Huasco, apuesta al desarrollo integral y sustentable de la MYPE en las comunas de Vallenar, Huasco, Freirina y Alto del Carmen, en los ejes de intervención Agrícola, Pesca y Turismo.

Crecientemente y especialmente en los sectores de los Valles de El Carmen y El Tránsito los productores agrícolas han manifestado su preocupación por la temática ambiental, especialmente aquella relacionada con la necesidad de hacer sustentable su recurso hídrico debido a su convicción inequívoca de la dependencia que de él tiene su actividad productiva.

En base a estos antecedentes, y en el marco del Programa EmprendeChile, se ha llamado a licitación para el desarrollo del estudio **"Factibilidad de la Creación de un Área Silvestre Protegida Privada de Propiedad de Pequeños Productores Agrícolas y Crianceros en la Cuenca Alta del Río Huasco"**, el cual, de acuerdo a sus términos de referencia, se concibe como parte del mejoramiento de las condiciones básicas para una producción agrícola, ganadera y turística sustentable que facilite la consolidación del proceso de transformación productiva, especialmente de familias de pequeños productores agrícolas, sirviendo como insumo para el desarrollo de inversiones de largo plazo tanto en el ámbito de la protección del medio ambiente como productivo.

1.2. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO

Objetivo General

Generar un estudio que apoye la fase inicial de gestión para la creación de un Área Silvestre Protegida Privada (ASPP), propiedad de productores agrícolas y crianceros de la cuenca alta del Valle del Huasco.

Objetivos Específicos

- Evaluar la factibilidad para el desarrollo de un Area Silvestre Protegida de Propiedad Privada en la cuenca alta del Valle del Huasco.
- Realizar la difusión de los resultados del estudio.

Para cumplir estos objetivos, la consultoría consideró la ejecución de los siguientes capítulos o etapas de desarrollo:

- Análisis del marco legal y normativas existentes aplicables.

- Recopilación de antecedentes ambientales relevantes.
- Evaluación de la factibilidad de creación de un ASPP.
- Evaluación del impacto que tendría la creación de un ASPP.
- Bases y lineamientos generales del proceso de gestión para la creación de un ASPP.
- Una actividad de difusión en la zona de impacto del estudio.

La metodología de trabajo para cumplir con los objetivos se desarrolla a continuación:

1.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología aplicada para el desarrollo del estudio considera las siguientes etapas, la que permiten cumplir con las etapas y objetivos definidos anteriormente, determinando las actividades asociadas y los productos esperados.

DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para la ejecución del levantamiento de la información ambiental, considerando los objetivos del proyecto, se consideró como área de estudio a toda la comuna de Alto del Carmen.

RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES

El propósito principal fue contar con la mayor cantidad de información para efectuar la evaluación del potencial de territorio de la cuenca alta del río Huasco. Para esto se efectuó una exhaustiva revisión bibliográfica de aquellos antecedentes relevantes para el objetivo del estudio, considerando la temáticas ambiental, social y legal. De manera general, la información recopilada consideró principalmente las siguientes componentes:

- Medio físico = clima, geomorfología, hidrología, usos del agua y de suelos.
- Medio biótico = flora, vegetación, fauna.
- Medio socio-cultural = arqueología, antropología, antecedentes históricos.
- Medio socio-económico = catastro de localidades, actividades productivas e industriales, tenencia de tierras.
- Antecedentes legales y normas aplicables = Programas, Estrategias, Leyes, Decretos de Ley, Reglamentos.

Los principales antecedentes bibliográficos revisados fueron:

- Declaración de Impacto Ambiental Proyecto “Prospección El Morro”.

- Estudio de Impacto Ambiental Proyecto "Pascua – Lama".
- Estudio de Impacto Ambiental Proyecto "Caminos de Acceso y Líneas de Alta Tensión a los Proyectos Nevada y El Indio".
- Antecedentes del Proyecto "Sendero de Chile".
- Otros Antecedentes Específicos (memorias de título, publicaciones, listados específicos de flora y fauna, etc.)

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Revisados los antecedentes ambientales anteriormente mencionados, se realizó un levantamiento de información de terreno al área del proyecto durante el mes de diciembre, con el fin de validar y complementar la información considerada como relevante para el objetivo de la posible creación de un ASPP.

Este trabajo se llevó a cabo en forma conjunta con profesionales de la oficina regional de CONAF.

Esta priorización de la información para los antecedentes ambientales, se realizó en base a la revisión de los antecedentes legales y normativas que definen los requerimientos de afectación de ASPP.

Los principales componentes que consideró esta toma de información en terreno son:

- Bióticos (Flora y Fauna)
- Socio-culturales
- Sistemas productivos

Cada uno de éstos fueron evaluados mediante observación directa, para el caso del medio biótico y mediante entrevistas personales a campesinos y dirigentes comunales de la comuna de Alto de Carmen.

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La información recopilada bibliográficamente y aquella obtenida en terreno fue sintetizada y analizada, estableciendo una división del territorio mediante la digitalización de las principales cuencas de los Ríos El Tránsito y El Carmen. Estas áreas fueron evaluadas ambientalmente, a través de una simple metodología de valoración, considerando los componentes relevantes. Por otra parte, se describió la receptividad social y las características de tenencia de la tierra (propiedades). De todo lo anteriores obtuvo como resultado:

- División de la comuna de Alto del Carmen, considerando las principales cuencas hidrográficas, cuya descripción se presenta en el ítem 3.4.3. "Cuencas Hidrográficas"

- Valoración de las áreas anteriores, según sus características ambientales, culturales y productivas.

RESULTADOS FINALES

Posteriormente, se analizó la factibilidad ambiental y legal de la creación de un área silvestre protegida de propiedad privada para las zonas con mayor valoración ambiental, y además, se estimó el posible impacto que este régimen de conservación pudiera provocar en la comuna y a los habitantes de las localidades.

Finalmente, se señalaron las bases y lineamientos generales necesarios para desarrollar una estrategia de gestión para la creación de un área silvestre protegida privada.

Una vez terminado el estudio, se realizará un taller divulgativo dirigido a los productores y habitantes directamente involucrados en el proyecto, para informar los resultados obtenidos.

PRODUCTOS COMPROMETIDOS

Como resultado del levantamiento y análisis de la información, se obtendrán los siguientes productos:

a) Aproximación al impacto que tendría la creación de un ASPP en la cuenca alta del Valle del Huasco.

b) Recopilación de los antecedentes legales y ambientales, presentados en una memoria explicativa de información relevante, que entregue la información que justifique la posibilidad de creación de un ASPP.

c) Elaboración de un informe que entregue las bases para un Plan de Gestión para el proceso de creación de un ASPP.

d) Realización de taller de divulgación de los resultados del estudio dirigido a pequeños productores agrícolas y crianceros involucrados directa e indirectamente en el área de impacto, además del sector público interesado

1.4. EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo estuvo compuesto por profesionales de Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

JEFE DE PROGRAMA. Luis Faúndez Yancas, Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

PROFESIONAL A. Patricio Bobadilla Zuñiga, Ingeniero Forestal (e). Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

PROFESIONAL B. Marina Lemus B. Licenciado en Ciencias, mención en Biología. Facultad de Ciencias, Universidad de Talca.

PROFESIONAL C. Miguel Escobar Vera. Técnico Agropecuario. Escuela Agroecológica de Pirque, Santiago.

2. ANTECEDENTES LEGALES

2.1. INTRODUCCIÓN

Las Áreas Silvestres Protegidas constituyen una importante herramienta para la conservación de la biodiversidad del país. A través del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) se estima que las áreas protegidas alcanzan una superficie aproximada de 19% del territorio nacional, la cual, se estima insuficiente para proteger de manera satisfactoria la biodiversidad de los ecosistemas de nuestro territorio. Es por esto que se hace necesario incorporar a regímenes de protección, terrenos de alto interés biológico y/o cultural, de manera de complementar las zonas de protección y poder contar con una adecuada representatividad de los ecosistemas.

Además, parte importante de las áreas que se consideran de interés para la protección, se encuentran en manos de privados, lo que hace necesario establecer, entre agentes públicos y privados, estrategias de colaboración y coordinación para llevar a cabo proyectos de conservación.

Es por esto que, con el objetivo principal de impulsar efectivamente una mayor protección de la biodiversidad, la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente establece la necesidad de creación e implementación de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada (ASPP).

El presente estudio entrega una aproximación a los antecedentes ambientales, culturales y legales-normativos para analizar la factibilidad de creación de un área silvestre protegida de propiedad privada en la cuenca alta del río Huasco, específicamente en la comuna de Alto del Carmen.

2.2. INSTRUMENTOS INTERNACIONALES DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Desde el punto de vista legal, Chile ha ratificado como ley de la República, importantes instrumentos internacionales que contribuyen a la conservación de la diversidad de los ecosistemas:

Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas de América – DS. N°531, de 1.967, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

> También conocida como "Convención de Washington". Compromete a los Gobiernos a adoptar medidas para la protección y la conservación en su ambiente natural, de especies de flora y fauna, paisajes, formaciones geológicas y objetos naturales de interés estético, histórico y científico.

Convención relativa a la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural – DS. N°868, de 1980 del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Compromete a los Gobiernos a identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y nacional situado en el territorio.

Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas – DS. N°771, de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Tratado intergubernamental celebrado el 2 de febrero de 1971 en la ciudad iraní de Ramsar, por lo que es también conocida como la "Convención de Ramsar". Compromete a la conservación y el uso racional de los humedales sobre todo para proporcionar hábitat para aves acuáticas. Se reconoce que los humedales son ecosistemas extremadamente importantes para la conservación de la diversidad biológica en general y el bienestar de las comunidades humanas.

Convenio sobre la Diversidad Biológica - DS. N°1.963, de 1.994, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Compromete a los Gobiernos a conservar la diversidad biológica, a la utilización sostenible de sus componentes y a la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

2.3. PROGRAMAS Y ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE AREAS A NIVEL NACIONAL

Existen actualmente en el país estrategias y programas nacionales de conservación que integran los compromisos adquiridos por el país en materias de tratados internacionales. Cabe señalar, que la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) ha establecido, en su Agenda Ambiental País, una meta para el período 2002-2006 que señala que el 10% de los ecosistemas nacionales estará bajo alguna forma de protección.

Durante el año 2003, el Gobierno, a través del Comité de Ministros de CONAMA, aprobó la Estrategia Nacional de la Biodiversidad, estableciendo un marco para la protección y el uso sustentable de los recursos. Este es uno de los compromisos adquiridos por nuestro país al ratificar el Convenio sobre Diversidad Biológica de 1994. Entre los objetivos planteados están el mantener y restaurar los hábitats y ecosistemas naturales, proteger al menos el 10% de la superficie de los ecosistemas relevantes, asegurar el mantenimiento de las poblaciones de flora y fauna en entornos naturales, y crear un sistema nacional de áreas protegidas públicas y privadas.

Por otra parte, es importante destacar que las Políticas Ambientales para el Desarrollo Sustentable de las Regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama, incluyen el objetivo de "*fomentar la protección del Patrimonio Ambiental y el Uso Sustentable de los Recursos Naturales*", desarrollando la siguiente línea de acción específica: "*Diseño y ejecución de un programa de conservación incorporando la identificación y medidas de protección para los humedales y salares altoandinos de las regiones*".

2.3.1 Identificación de Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad

Estos programas tienen como objetivo el identificar sitios terrestres prioritarios para la conservación de la biodiversidad a nivel nacional. Existen dos trabajos realizados al respecto.

En el año 1993, la Corporación Nacional Forestal invitó a la comunidad científica para participar en la identificación y definición de sitios prioritarios con el objetivo de lograr la conservación de la diversidad biológica en Chile, que no estuvieran representados en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. Producto de lo anterior se publicó, en el año 1996, el texto "Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile".

Se establecieron cuatro categorías o niveles que "deben ser protegidos por su relevancia, estado de conservación y por el interés de los recursos que encierran". Los criterios ecológicos establecidos, para seleccionar y priorizar las áreas, fueron los siguientes:

- Representatividad y exclusividad de los ecosistemas
- Diversidad de hábitat
- Diversidad de especies y endemismos
- Pristinidad
- Tamaño
- Mantención de procesos vitales e interacción entre especies

El resultado de este trabajo fue un listado de 101 sitios prioritarios, 21 con prioridad de conservación "Urgente" (13 pertenecen a privados), 30 sitios calificados con prioridad "Importante", 31 "De Interés" y 19 de "De Interés Científico". A la fecha, parte de estas propiedades han sido incorporadas al SNASPE.

En tanto, CONAMA realizó en el año 2003 la identificación de 68 sitios prioritarios para la conservación, catastro que fue producto del trabajo coordinado entre la comunidad y los sectores privado y público, definiendo en cada región los lugares más significativos a proteger. Se debe considerar que la mayor parte de ellos está en manos de privados.

Sin embargo es importante destacar que no existe hasta la fecha una comparación entre las áreas identificadas por CONAMA y las áreas del Libro Rojo. Tampoco existe una comparación entre las iniciativas privadas para la conservación y las identificaciones de áreas prioritarias.

2.3.2 Convención de RAMSAR

Chile ha ratificado este convenio como Ley de la República a través del DS. N°771, de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

La Convención de RAMSAR establece lineamientos para la conservación y protección de los humedales a nivel mundial. Emplea un amplio criterio para determinar qué humedales quedan comprendidos en su alcance. El texto de la Convención (Artículo 1.1), define los humedales como: "Extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros".

Además, la Convención establece la identificación de "Humedales de Importancia Internacional" (Artículo 2.2) estipulando que:

"La selección de los humedales que se incluyan en la Lista deberá basarse en su importancia internacional en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos" y señala que "...en primer lugar deberán incluirse los humedales que tengan importancia internacional para las aves acuáticas en cualquier estación del año".

Para facilitar la aplicación de esta disposición, la Conferencia de las Partes Contratantes ha elaborado criterios que ayudarían a identificar humedales de importancia internacional. La última versión de los Criterios fue adoptada por la Conferencia de las Partes Contratantes en su 7a. Reunión, celebrada en 1999.

Grupo A – Sitios que comprenden tipos de humedales representativos, raros o únicos.

Criterio 1: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si contiene un ejemplo representativo, raro o único de un tipo de humedal natural o casi natural hallado dentro de la región biogeográfica apropiada.

Grupo B – Sitios de importancia internacional para conservar la diversidad biológica.

Criterios específicos basados en especies y comunidades ecológicas:

Criterio 2: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas.

Criterio 3: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta poblaciones de especies vegetales y/o animales importantes para mantener la diversidad biológica de una región biogeográfica determinada.

Criterio 4: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta especies vegetales y/o animales cuando se encuentran en una etapa crítica de su ciclo biológico, o les ofrece refugio cuando prevalecen condiciones adversas.

Criterios específicos basados en aves acuáticas:

Criterio 5: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta de manera regular una población de 20.000 o más aves acuáticas.

Criterio 6: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta de manera regular el 1% de los individuos de una población de una especie o subespecie de aves acuáticas.

Criterios específicos en base a peces:

Criterio 7: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta una proporción significativa de las subespecies, especies o familias de peces autóctonas, etapas del ciclo biológico, interacciones de especies y/o poblaciones que son representativas de los beneficios y/o los valores de los humedales y contribuye de esa manera a la diversidad biológica del mundo.

Criterio 8: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si es una fuente de alimentación importante para peces, es una zona de desove, un área de desarrollo y crecimiento y/o una ruta migratoria de la que dependen las existencias de peces dentro o fuera del humedal.

En la 8va. Reunión de la Conferencia de las Partes, celebrada en Valencia, España, en noviembre del 2002, se adoptó la resolución VII.39 sobre los humedales altoandinos, definiéndolos como "ecosistemas estratégicos". En esta reunión se invitó a las Partes Contratantes, de la cual Chile es integrante, a establecer programas de acción específicos para los humedales altoandinos y las cuencas que alimentan, a fin de preservar su valiosa biodiversidad, su función como reguladores del agua y como espacio de vida de muchas comunidades locales, campesinas y pueblos indígenas.

2.3.3 Áreas Silvestres Protegidas en Chile

La protección de áreas silvestres en Chile comprende seis categorías, tres de las cuales pertenecen al Estado y las restantes son propiedades particulares. Las primeras categorías son clasificadas como Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales, que constituyen el Sistema Nacional de Superficies Protegidas por el Estado (SNASPE), cuya administración corresponde a la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Las categorías de áreas de protección denominados Santuarios de la Naturaleza, Lugares de Interés Científico y Áreas de Protección, son todos aquellos terrenos protegidos fuera del sistema del SNASPE y que han recibido tal denominación en virtud de decretos emanados de los Ministerios de Educación o Minería.

De acuerdo a estadísticas de CONAF hasta el año 2002, las Áreas Protegidas del SNASPE abarcaban una superficie de 14.125.273 hectáreas, lo que representa el 18,7 % de la superficie nacional. Las áreas NO SNASPE tienen una superficie de 4.171.385 de hectáreas, lo que representa un 5,5 % a nivel nacional.

Respecto a las Áreas Silvestres Protegidas Privadas en Chile, no existe un catastro oficial del número y superficies involucradas. En este sentido, Sepúlveda (1998), realizó un trabajo para lograr catastrar las iniciativas privadas de conservación. Se realizó sobre la base de distintas fuentes, siendo la principal un cuestionario que se aplicó a 710 personas de todo el país. Los resultados arrojaron como resultado 154 iniciativas privadas de conservación, de las cuales 100 fueron clasificadas como de conservación estricta y 54 como de conservación de baja intensidad.

Cabe destacar, que en junio del presente año, se realizó la primera certificación de áreas protegidas privadas en el país. La certificación significó el reconocimiento de parte de la CONAF de que estas APPs sean elegibles para su reconocimiento oficial, en el caso que sus propietarios decidan postular a este estatus cuando esté en operación el Reglamento las Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada. Las APPs que se certificaron corresponden al Fundo San Pablo de Tregua (2.184 hectáreas) de la Universidad Austral de Chile (UACh), ubicado en la comuna de Panguipulli, provincia de Valdivia y la Estación Biológica Senda Darwin (113 hectáreas), de propiedad de la Fundación Senda Darwin, área que está ubicada en la comuna de Ancud, provincia de Chiloé. Estas dos áreas forman parte del proyecto CIPMA-FMAM.

2.4. MARCO REGULATORIO APLICABLE A LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EL PAIS

A nivel nacional, las áreas de protección de la biodiversidad tienen como objetivo la conservación del Patrimonio Natural. Dentro de estas áreas destacan los siguientes instrumentos legales y correspondientes categorías de protección:

NORMATIVA JURÍDICA	AREA DE PROTECCIÓN	INSTITUCIÓN COMPETENTE
DS. N°4363 / 31. "Ley de Bosques"	Reservas de Bosques Parques Nacionales Turismo	CONAF
DL. N°1939 / 77	Reservas Forestales Parques Nacionales	Min. Bienes Nacionales Min. Agricultura (CONAF)
DS. N°531 / 67 (Convención de Washington) Ley N° 18.362 / 84	Parques Nacionales Reservas Nacionales Monumentos Naturales Reservas de Región Virgen	Min. Agricultura (CONAF)
DS. N°1.963 / 94, Min. Relac.Ext. DS. 95 / 2002 Min. Segpres, art.2°, a)	Áreas Protegidas	
Ley N°19.300 / 94, Ley de Bases Generales del Medio Ambiente	Áreas Silvestres protegidas de Propiedad Privada	
DS. N°95 / 2002, Min. Segpres, art.2°, f)	Zonas con Valor Paisajístico	SERNATUR
Ley N°17.288 / 70	Santuarios de la Naturaleza terrestres o marinos	Consejo Monumentos Nacionales DIRECTEMAR CONAF
DS. N°771 / 81, Min. Relac. Ext. (Convención de RAMSAR)	Humedales de Importancia Internacional	CONAF
Código de Minería y Reglamento	Lugares de Interés Histórico o Científico	Presidente de la República Min. de Minería
Ley N°18.378 / 84	Áreas de Conservación de Riqueza Turística	Min. Agricultura SERNATUR
Ley N°18.378 / 84	Distritos de Conservación de suelos, bosques, aguas	Min. Agricultura
Ley N°19.473 / 94	Lugares de prohibición de caza	Min. Agricultura SAG – CONAF SERNAP
Ley Gral. de Urbanismo MINVU y Construcciones y su Ordenanza General	Áreas especiales en planificación territorial	Municipios

A continuación se describen los principales instrumentos legales de protección a nivel nacional:

2.4.1 Ley de Bosques

La Ley de Bosques N° 4.363 del 30 de Junio de 1931 es considerada clave para el objetivo de la conservación en Chile. Dicho cuerpo legal permite la creación de los Parques Nacionales y Reservas Forestales para la conservación de especies y ecosistemas vulnerables o en peligro de extinción.

En su Artículo 10 señala que los Parques Nacionales y Reservas Forestales serán administrados por la Corporación Nacional Forestal.

2.4.2 Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)

El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), fue creado en 1984 bajo la Ley N° 18.362. Se encuentra bajo la competencia de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), dependiente del Ministerio de Agricultura.

De acuerdo a lo señalado, los objetivos de conservación del SNASPE son los siguientes:

- Mantener áreas de carácter único representativas de la diversidad ecológica natural del país o lugares con comunidades animales o vegetales, paisajes o formaciones geológicas naturales, a fin de posibilitar la educación e investigación y de asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones animales, los patrones de flujo genético y la regulación del medio ambiente.
- Mantener y mejorar recursos de la flora y la fauna silvestres y racionalizar su utilización.
- Mantener la capacidad productiva de los suelos y restaurar aquellos que se encuentren en peligro o en erosión.
- Mantener y mejorar los sistemas hidrológicos naturales.
- Preservar y mejorar los recursos escénicos naturales y los elementos culturales ligados a un ambiente natural.

Las áreas del SNASPE se encuentran clasificadas en cuatro *Categorías de Manejo*, de acuerdo al criterio establecido para los tipos de actividades que se desarrollarían en ellas:

a) Parque Nacional: es aquella área, generalmente extensa, donde existen diversos ambientes únicos o representativos de la diversidad ecológica natural del país, no alterados significativamente por la acción humana, capaces de autoperpetuarse, y en que las especies de flora y fauna o las formaciones geológicas son de especial interés educativo, científico, o recreativo. Los objetivos son la preservación de muestras de ambientes naturales, de rasgos culturales y escénicos asociados a ellos; la continuidad de los procesos evolutivos, y en la medida compatible con lo anterior, la realización de actividades de educación, investigación o recreación.

b) Reserva Nacional: área cuyos recursos naturales es necesario conservar y utilizar con especial cuidado, por la susceptibilidad de éstos a sufrir degradación o por su importancia relevante en el resguardo del bienestar

de la comunidad. Son objetivos de esta categoría, la conservación y protección del recurso suelo y de las especies amenazadas de fauna y flora silvestres, la mantención o mejoramiento de la producción hídrica, y el desarrollo y aplicación de tecnologías de aprovechamiento racional de la flora y la fauna.

c) Monumento Natural: área generalmente reducida, caracterizada por la presencia de especies nativas de flora y fauna o por la existencia de sitios geológicos relevantes desde el punto de vista escénico, cultural, educativo o científico. Su objetivo es la preservación de muestras de ambientes naturales y de rasgos culturales y escénicos asociados a ellos, y en la medida compatible con esto, la realización de actividades de educación, investigación o recreación.

d) Reserva de Región Virgen: área donde existen condiciones primitivas naturales de flora, fauna, vivienda y comunicaciones, con ausencia de caminos para el tráfico de vehículos motorizados, y vedada a toda explotación comercial. Su objetivo es mantener dichas reservas inviolables en cuanto sea posible, excepto para la investigación científica debidamente autorizada y para la inspección por parte de la Corporación, o para otros fines que estén de acuerdo con los propósitos para los cuales la reserva ha sido creada.

Desde el punto de vista legal, la Ley N° 18.362 no se encuentra actualmente vigente, ya que esta depende de otra ley (Ley N° 18.348) que no tiene vigencia y que establece la institucionalidad pública encargada de su administración. La actual Corporación Nacional Forestal, CONAF, si bien es el organismo encargado de la administración del SNASPE, es una corporación de derecho privado con atribuciones propias de un organismo público. Por tanto, no es un organismo publico propiamente tal. Sin embargo, el SNASPE ha funcionado de hecho, basándose en los objetivos y directrices de la ley, teniendo como soporte legal la Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América (Convención de Washington), la Ley N° 4.363 de Bosques y, estableciéndose en terrenos fiscales conforme a lo dispuesto en la Ley N° 1.939 de Normas sobre Adquisición, Administración y Disposición de Bienes del Estado (CODEFF, 1999).

2.4.3 Otros Instrumentos Legales para la Protección de Áreas

Este ítem es importante por cuanto se reseñan los instrumentos legales que el sector privado puede utilizar para lograr la protección de áreas con fines de protección y que actualmente se encuentran vigentes.

AREAS DE PROTECCIÓN

Son zonas situadas hasta cien metros de las carreteras públicas y de las orillas de ríos y lagos que sean bienes nacionales de uso público, así como también en quebradas u otras áreas no susceptibles de aprovechamiento agrícola o ganadero, en los cuales, el Presidente de la República, previo informe del Servicio Nacional de Turismo, podrá decretar, a través del Ministerio de Agricultura, la prohibición de cortar árboles, cuando así lo requiere la conservación de la riqueza turística. (Ley Nº 18.378 de 1984, Artículo 4).

SANTUARIOS DE LA NATURALEZA

Esta categoría de protección está establecida en la Ley Nº 17.288. En el Artículo 31 sobre Monumentos Nacionales, se define que los Santuarios de la Naturaleza son todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas, ecológicas, o que posean formaciones naturales cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado define los Santuarios de la Naturaleza.

De acuerdo a lo establecido legalmente, quedan bajo la custodia del Consejo de Monumentos Nacionales, dependiente del Ministerio de Educación.

Los Santuarios de la Naturaleza pueden establecerse tanto en terrenos públicos como privados. Si estos sitios estuvieren situados en terrenos particulares sus dueños deberán velar por su debida protección.

LUGARES DE INTERES CIENTÍFICO

Estas áreas de protección se encuentran reguladas en el Código de Minería (Artículo 17), y en los artículos 3 y siguientes del Reglamento (DS. Nº 1 de 1986, del Ministerio de Minería) del referido código.

Son lugares que han sido declarados de interés científico y en los cuales se necesitará permiso del Presidente de la República para ejecutar labores mineras. Al otorgarse dicho permiso, se podrá prescribir las medidas que convenga adoptar en interés de la defensa nacional, la seguridad pública o la preservación de los sitios allí referidos.

La ley no ha designado una autoridad específica administradora de este tipo de áreas.

AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DE PROPIEDAD PRIVADA

Las áreas silvestres protegidas de propiedad privada se encuentran estipuladas en el Artículo 35 de la Ley Nº 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente de

1994.

Por ser esta la principal herramienta legal en que se basa la creación de este tipo de áreas protegidas, se analizará más adelante, con mayor detalle, en el ítem 2.4.4. "Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y Reglamento de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada".

OTRAS CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN

- Áreas de Protección Establecidas en Instrumentos de Planificación Territorial

El estatuto jurídico de las áreas de protección se encuentra en la Ley General de Urbanismo y Construcciones (DS. N°458 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo), y su reglamento correspondiente. Sin embargo, los mencionados cuerpos legales regulan en general la planificación urbana, no regulando de manera expresa las áreas de protección.

Los instrumentos de planificación pueden establecer, por ejemplo, áreas de protección excluidas al desarrollo urbano, con el fin de proteger el medio ambiente.

- Áreas de Protección Turística

Esta categoría se encuentra contemplada en la Ley N° 18.378, que establece que el establecimiento de las áreas de protección turística tiene por objetivo prohibir la corta de árboles situados hasta cien metros de las carreteras públicas y de las orillas de los ríos y lagos que sean bienes nacionales de uso público, como también en quebradas u otras áreas no susceptibles de aprovechamiento agrícola o ganadero, cuando así lo requiera la conservación de la riqueza turística.

Las áreas de protección turística pueden crearse tanto en terrenos públicos como privados.

- Distritos de Conservación de Suelos, Bosques y Aguas

El estatuto jurídico de estas áreas se encuentra en la Ley N° 18.378. Establece que el establecimiento de estas áreas tiene por objetivo evitar la erosión o recuperar terrenos erosionados. Pueden crearse tanto en terrenos públicos como privados.

- Lugares de Prohibición de Caza

Estas áreas se encuentran reguladas en el Artículo 4 de la Ley N° 19.473. La creación de estas áreas tiene por objetivo prohibir temporalmente la caza o captura en determinadas áreas del territorio nacional, cuando así lo exija el cumplimiento de convenios internacionales, se produzcan situaciones catastróficas que afecten la fauna silvestre u otras que generen daño ambiental.

Pueden crearse tanto en terrenos públicos como privados.

2.4.4 Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y Reglamento de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada

2.4.4.1 Antecedentes Legales

La Ley de Bases Generales del Medio Ambiente es el principal instrumento en materia de regulación ambiental y protección de la biodiversidad del país. En el Artículo 1 estipula "El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental se regularán por las disposiciones de esta ley, sin perjuicio de lo que otras normas legales establezcan sobre la materia"

Las Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada se encuentran estipuladas en los Artículos 34 y 35 de la mencionada Ley, en las cuales se establece que "*... el Estado fomentará e incentivará la creación de áreas silvestres protegidas de propiedad privada...*" con el objeto de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental. Además señala que, "*La supervisión de estas áreas silvestres corresponderá al organismo administrador del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado*".

Se estipula, respecto a la afectación de las áreas que, "*... será voluntaria y se perfeccionará mediante resolución dictada por el organismo señalado en el inciso anterior, que acoge la respectiva solicitud de su propietario...*"

La desafectación se producirá por vencimiento del plazo, por resolución de dicho organismo fundada en el incumplimiento de las obligaciones establecidas en el reglamento, o a petición anticipada del propietario. En los dos últimos casos se podrá aplicar una multa, a beneficio fiscal, que no excederá del monto acumulado y actualizado de impuestos y contribuciones de los que el inmueble estuvo exento en virtud de su afectación en el período correspondiente (Artículo 35).

La inaplicabilidad legal de este artículo ha motivado a la Corporación Nacional Forestal, a definir un Reglamento para Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada.

En este Reglamento, en su Artículo 2, se define Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada como: "*Porción de territorio de propiedad privada, delimitado geográficamente y establecida por voluntad de su propietario para alcanzar los objetivos contemplados en el artículo 35 de la Ley N° 19.300 y demás leyes y tratados de carácter o connotación ambiental*", esto es, "*...asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio*

ambiental".

Las categorías de manejo definidas en el Reglamento, son equivalentes a las categorías del SNASPE, diferenciando con claridad los objetivos de uso. El artículo 4 estipula que la afectación de terrenos privados deberá necesariamente, ir asociada a alguna de las siguientes categorías de manejo:

a) Área Privada de Preservación: es un área donde existen condiciones primitivas naturales de flora, fauna, vivienda y comunicaciones, con ausencia de caminos para el tráfico de vehículos motorizados y vedada a toda explotación comercial.

El objetivo de manejo es la preservación estricta, por lo que de ser factible, se debe mantener inviolable, excepto para la investigación científica autorizada por el Organismo Supervisor y para la inspección de éste.

b) Parque Natural Privado: área natural, generalmente extensa, donde existen diversos ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, no alterados significativamente por la acción humana, o que requieran recuperar el valor ecosistémico que tuvo en el pasado; que sean capaces de autoperpetuarse y en que las especies de flora y fauna o las formaciones geomorfológicas sean de especial interés educativo, científico o recreativo.

Su objetivo es la preservación de muestras de ambientes naturales y la continuidad de los procesos evolutivos, por lo que se excluyen cualquier tipo de uso consultivo incompatible con la preservación del patrimonio natural presente en ella. Está vedada la extracción, para fines comerciales, de las riquezas existentes, la caza o captura de especimenes de fauna nativa , así como también la destrucción y recolección de ejemplares de la flora nativa, salvo las autorizadas por el Organismo Supervisor para fines científicos.

c) Monumento Natural Privado: es un área, generalmente de superficie reducida, caracterizado por la presencia permanente o temporal de especies nativas de flora y fauna o por la existencia de accidentes geomorfológicos o sitios paleo-biológicos relevantes desde el punto de vista ecológico, educativo o científico.

El objetivo de manejo es la preservación del área y, en la medida compatible con ello, la realización de actividades de uso no consuntivo tales como educación, investigación no experimental, recreación o ecoturismo.

d) Reserva Natural Privada: área cuyos recursos naturales es de necesidad conservar y utilizar con restricciones, por la susceptibilidad de éstos a sufrir degradación o por su importancia relevante en el resguardo del bienestar de la comunidad.

El objetivo es la conservación, por lo que se pueden realizar actividades que proporcionen un flujo sostenible de productos naturales y servicios y que garanticen su conservación en el largo plazo.

La gestión de las reservas deberá asegurar la sostenibilidad de las actividades y la integridad de los ecosistemas naturales, especialmente la conservación del suelo, la protección de especies en alguna categoría de conservación y el mantenimiento o mejoramiento de la producción hídrica. Además, deberá procurar mantener la contigüidad de los ecosistemas.

Importante es destacar el Título VI, Artículo 7, que estipula los requisitos, características o condiciones que deben cumplir aquellos terrenos que deseen constituirse como ASPP, siendo estos:

- Que contengan formaciones geomorfológicas o ecosistemas únicos, escasos o representativos del país;
- Que cumplan funciones de corredor biológico o de zona de amortiguación;
- Que resulten relevantes para la concentración de fauna silvestre o de especies migratorias, en particular aquellas amenazadas, de conformidad con la clasificación en estados de conservación a que se refiere la Ley N° 19.300 ;
- Que alberguen especies de flora amenazada en conformidad con la clasificación en estados de conservación a que se refiere la Ley N° 19.300;
- Que cumplan alguno de los criterios para la designación como humedales de importancia internacional, en el marco de la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, promulgada por el Decreto Supremo N° 771 de 1981 del Ministerio de Relaciones Exteriores;
- Que hayan sido definidas como prioritarias para efectos de su conservación por estrategias, planes o programas nacionales o regionales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica;
- Que hayan sido definidas como Áreas de Conservación de Recursos Naturales en alguno de los instrumentos de planificación territorial señalados en la Ley General de Urbanismo y Construcción;
- En general, aquellas que, en opinión del Organismo Supervisor, contribuyan significativamente a la conservación de la diversidad biológica, a tutelar la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

Respecto a los plazo de afectación, se señala que el periodo no podrá ser inferior a veinticinco años (Artículo 8). La solicitud de afectación de terrenos como ÁSPP deberá ser realizada por el propietario del terreno o por su representante debidamente acreditado ante el Organismo Supervisor (Artículo 9).

La desafectación será resuelta mediante resolución dictada por el Organismo Supervisor. Las causales señaladas son:

- Cumplimiento del plazo de la afectación otorgada.
- Incumplimiento de las obligaciones establecidas en el presente reglamento; en el Plan de Manejo de Conservación respectivo; o en las Normas de Uso Generales a cuyo cumplimiento se encuentre sujeto el propietario del Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada.
- Requerimiento escrito del o los propietarios en tal sentido. En este caso, el propietario deberá efectuar la solicitud referida mediante carta certificada dirigida al Organismo Supervisor.

Por otra parte, estipula que mientras no entre en vigencia una ley que establezca formalmente el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, para los efectos del reglamento se entenderá por Organismo Supervisor de las Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada, a la institución encargada de administrar los Parques Nacionales y Reservas Forestales de acuerdo a la Ley de Bosques (Decreto 4363 del 30 de julio de 1931 y sus modificaciones posteriores), señalado en el segundo ítem del punto 2.4.1. "Ley de Bosques".

Finalmente, cabe destacar que el Reglamento ya fue aprobado por el Presidente Ricardo Lagos y el Comité de Ministros de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, y se encuentra actualmente en la Contraloría General de la República a la espera de su promulgación definitiva.

2.4.4.2 Características de las Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada

De acuerdo a lo señalado en la Ley Nº 19.300, en su Artículo 35, las Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada estarán afectas a igual tratamiento tributario, derechos, obligaciones y cargas que las pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

La exención de impuestos territoriales sería uno de los principales incentivos que se desprenden de la Ley. En tanto en nuestro país no se cuente con incentivos más apropiados para las Áreas Protegidas Privadas, la exención de impuestos territoriales sería una alternativa de interés.

Además, tendrán la calidad de área bajo protección oficial, para todo los efectos contemplados en la Ley mencionada.

Cabe señalar que las áreas adscritas al SNASPE gozan de los siguientes exenciones tributarias:

- Exención del 100% del impuesto territorial: La Ley de Impuesto Territorial contiene cláusulas de exención de contribuciones para las áreas silvestres protegidas. En ella se establece que las exenciones de contribuciones tendrán efecto desde el 1° de enero siguiente a la fecha en que las propiedades cumplan las condiciones de la franquicia.
- Exención del impuesto de Primera Categoría.
- Exención del impuesto global complementario: Se refiere a que los predios destinados a áreas silvestres protegidas privadas no serán considerados para el cálculo del Impuesto Global Complementario.
- Exención del impuesto a las herencias, asignaciones y donaciones, en los casos cuyo único fin sea la beneficencia, la difusión de la instrucción o el adelanto de la ciencia en el país, y las destinadas exclusivamente a un fin de bien público y cuya exención sea decretada por el Presidente de la República.

Las exenciones anteriores se refieren expresamente a los impuestos que obran sobre los predios y NO a las actividades económicas que en ellos se realicen, para el caso del Impuesto de Primera Categoría e Impuesto al Valor Agregado u otras rentas.

Finalmente, cabe destacar que ciertas indicaciones enviadas por el Ejecutivo al Proyecto de Ley de Bosque Nativo, que se encuentra actualmente en trámite en el Congreso, abrirían la posibilidad de contar con incentivos que podrían canalizarse para la formulación de Planes de Manejo y otros proyectos en la ASPP. Además, los fondos concursables de organismos del Estado (CONAMA, CONADI, SAG, etc.), podrían ser una fuente de financiamiento para APP emprendidas por comunidades y ONGs.

3. ANTECEDENTES AMBIENTALES

3.1. ANTECEDENTES GENERALES

El área de estudio se localiza en la Región de Atacama, provincia de Huasco, en la comuna de Alto del Carmen, específicamente en la cuenca alta del Río Huasco, abarcando los sectores de las cuencas de los Ríos El Carmen y El Tránsito.

3.1.1 Descripción Geográfica y Político-Administrativa

La Región de Atacama es la Tercera Región de Chile y se extiende entre los 25° 17´ y 29° 11´ de latitud sur y desde los 68° 17´ de longitud oeste, desde la Cordillera de Los Andes hasta el Océano Pacífico. Tiene una superficie de 75.573,3 km^2 que representan el 10% de la superficie del territorio continental e insular. Sus límites son: la Región de Antofagasta, por el norte; la Región de Coquimbo, por el sur; las provincias argentinas de Catamarca y La Rioja por el este; y por el oeste, el Océano Pacífico.

Administrativamente se divide en tres provincias: Copiapó, Chañaral y Huasco; y en nueve comunas: Chañaral, Diego de Almagro, Copiapó, Caldera, Tierra Amarilla, Freirina, Huasco, Vallenar y Alto del Carmen.

La comuna de Alto del Carmen está inserta en la Provincia de Huasco y limita administrativamente al norte con la comuna de Tierra Amarilla; al poniente con la comuna de Vallenar; al oriente con la provincia de La Rioja, Argentina y al sur con la Cuarta Región. Se ubica aproximadamente 150 Km. al oriente de la ciudad de Vallenar.

3.1.2 Accesos

El acceso a la comuna es desde la ciudad de Vallenar, a través del camino que une esta ciudad con la localidad de Alto del Carmen. En esta localidad se bifurcan dos caminos que se desarrollan a lo largo de los valles de los ríos El Tránsito y El Carmen.

3.1.3 Unidades naturales de la región

Las principales unidades naturales de la región son:

- Sistema del Altiplano: posee una superficie aproximada de 16.325 km^2, y se extiende desde el límite norte de la región hasta los 27°55' de latitud sur.
- Sistema de la Cuenca del Huasco: sus límites son la Cuenca Alta del río Manflas por el norte, la cuenca del río Turbio por el sur, las altas cumbres cordilleranas por el este y el Océano Pacífico por el oeste. Tiene una

superficie de 7.237 km^2 y comprende los subsistemas preandino, de pampa ondulada, Cordillera de la Costa y planicies litorales.

- Sistema de la Cuenca del Salado: Cubre una superficie de 21.320 km^2 y se extiende desde el límite norte de la región hasta los 27° sur y desde la línea de la costa hasta la curva de los 4.000 ms.n.m. en la cordillera andina. Los subsistemas presentes son andino, interior y costero.
- Sistema de la Cuenca de Copiapó: posee una superficie de 14.617 km^2, limita al norte con la hoya del río Salado, al este con el Sistema del Altiplano, al sur con la Cuenca del río El Tránsito y al oeste con el Océano Pacífico. Comprende los subsistemas preandino, de pampa ondulada, de la Cordillera de la Costa y planicies litorales.
- Sistema Quebradas Interfluvio: se encuentra entre los sistemas de los ríos Copiapó y Huasco, con una superficie aproximada de 11.159 km^2,
- Sistema Interfluvio Árido Sur: superficie de 4.734 km^2 comprendido entre el Valle del Huasco y el límite con la Región de Coquimbo en el sector sur occidental de Atacama.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO

Según los datos entregados por el Censo Nacional de 2002, la III Región posee una población de 264.802 habitantes, y con una densidad de alrededor de 3,5 habitantes por km^2. La población de la región corresponde a aproximadamente el 0,2 % de la población nacional. En términos demográficos, las ciudades más pobladas son: Copiapó, Vallenar y Diego de Almagro.

Por otra parte, el desarrollo económico de la Región de Atacama se ha basado históricamente en la explotación de recursos naturales no renovables. La minería de la plata, del cobre, del hierro y en los últimos años, la incorporación de la explotación a gran escala de yacimientos de oro, ha marcado en distintos períodos el desarrollo económico regional.

Sin embargo, la apertura al comercio exterior ha vigorizado a la agricultura regional, especialmente al cultivo de parronales para uva de exportación, el que ha aprovechado condiciones de microclima excepcionales para el desarrollo de los valles de Copiapó y Huasco.

3.2.1 Socioeconomía Comunal

Demografía

La comuna fue establecida administrativamente en 1979. De acuerdo al censo nacional del año 2002, la comuna tiene 4.840 habitantes (2.629 hombres y 2.211 mujeres), lo que representa el 0,02% de la población regional.

Actividades Productivas

Las localidades de la Comuna de Alto del Carmen presentan como principales actividades productivas, la pequeña agricultura y la ganadería, principalmente caprina.

En los últimos años, la actividad agrícola y económica a aumentado las superficies destinadas al cultivo de parronales para uva de exportación.

Las principales categorías ocupacionales corresponden a Trabajadores Asalariados y Trabajadores Independientes.

Vivienda

Según el último censo nacional, existen en la comuna 2.053 viviendas, todas en el área rural, de las cuales el 79% corresponden a casas.

Turismo y Hotelería

De acuerdo a los antecedentes recopilados, en la zona no existen establecimientos para alojamiento (hoteles, hosterías o residenciales), siendo la ciudad de Vallenar el lugar donde es posible encontrar este tipo de infraestructura.

Antecedentes étnicos

De acuerdo a lo señalado en el último censo, del total de la población que declaró etnia, solamente el 0,05% del total declaró pertenecer a alguno de los 8 grupos étnicos identificados en el país. Sin embargo, y de acuerdo a los antecedentes recopilados en las visitas a terreno, gran parte de la población se declaró ser descendientes de indígenas (diaguitas). Este antecedente, por ser de gran importancia para el desarrollo de este estudio, se analizará con mayor detalle en el ítem 3.6. referente a "Recursos Arqueológicos, Antropológicos e Históricos".

Vialidad e Infraestructura

Las principales vías de conexión dentro de la comuna corresponden a las Rutas C-489 y C-485.

La primera, clasificada como camino de montaña, se desarrolla en forma paralela al Río El Carmen. Esta vía, de una extensión de 126 Km., posee un sector público (hasta el Km 70) y un sector privado. En el sector público posee carpeta asfáltica, y en el privado es de material granular.

La ruta C-485 une las localidades de Vallenar y Alto del Carmen, prosiguiendo hacia el oriente de forma paralela al Río El Tránsito.

Principales Localidades

Todas las localidades de la comuna de Alto del Carmen son de carácter rural, por ende, no existe población urbana.

Algunas de las localidades son:

Alto del Carmen

Esta localidad se encuentra a 47 Km. al oriente de Vallenar y es el principal poblado de la comuna. La actividad económica predominante es la agricultura, relacionada especialmente con la uva de exportación. Un alto porcentaje de las viviendas cuenta con energía eléctrica y agua potable.

San Félix

Esta localidad se encuentra a 25 Km. al sur de Alto del Carmen. El sector ocupacional más relevante corresponde a la agricultura.

Otros caseríos que se encuentran emplazados en el Valle del Río El Carmen son: La Majada, Las Tinajas, El Verraco, Las Breas, La Puntilla.

El Tránsito

Esta localidad emplazada en el Valle del Río El Tránsito, presenta una actividad económica basada en la agricultura de uva de exportación. Cuenta con servicios de agua potable y energía eléctrica. Posee además, un recinto educacional, servicios de correos, registro civil, registro electoral y retén de carabineros.

Conay

Se localiza a 60 km al oriente de Alto del Carmen, y corresponde a un caserío que basa su actividad en la agricultura, realizada por empresas agrícolas como por

pequeños agricultores. Presenta un recinto educacional, posta de salud y un retén de Carabineros de Chile.

Otras localidades ubicadas en el Valle del Río El Tránsito son: Chanchoquín, Chollay, Junta Valeriano, Corral, Los Tambos, La Plata, Pinte, La Arena, La Fragua, entre otras.

3.2.2 Uso del Suelo

Actualmente la comuna de Alto del Carmen no cuenta con un Plan Regulador Comunal, por lo que el uso del suelo no está normado, correspondiendo toda la comuna a una zona rural.

3.2.3 Proyectos mineros desarrollados en la comuna

En la comuna se desarrollan diversos proyectos de extracción minera, de tipos industrial y artesanal. Los principales proyectos mineros son:

Pascua-Lama

El titular de este proyecto es la Compañía Minera Nevada S.A., empresa subsidiaria de Barrick Gold Corporation, cuya casa matriz se ubica en Toronto, Canadá.

El objetivo de este proyecto es la producción y comercialización de minerales de oro, plata y cobre, en la forma de metal doré (oro y plata) y concentrado de cobre.

De acuerdo a lo señalado en los informes de la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto, éste se localiza en la Cordillera de los Andes, en la zona limítrofe entre Chile y Argentina, en las coordenadas geográficas 29° 19´ de latitud sur y 70° 02´ de longitud oeste. En el capítulo de "Anexos de Figuras – Figura 1", se ilustra esta localización.

Se ubica entre los 4.400 y 5.500 ms.n.m., en la cabecera de dos subcuencas tributarias del Río Huasco: la subcuenca del Río Estrecho por el norte (tributario del Río Chollay), y la subcuenca del Río El Toro por el sur (tributario del Río El Carmen).

Yacimiento El Morro

El titular de este proyecto es Noranda Chile Ltda.

El objetivo de este proyecto es la producción y comercialización de minerales de oro, plata y cobre.

Se localiza en la Cordillera de los Andes, en las comunas de Alto del Carmen y Tierra Amarilla. El sitio del proyecto se localiza a una altura aproximada de 4.000 ms.n.m., en las coordenadas: N6.838.496 – E405.655, N6.828.525 – E405.655, N6.828.525 – E413.392, N6.836.710 – E416.469 (Figura 1).

Otros sitios o proyectos mineros

De acuerdo a la información recopilada, otros proyectos que se encuentran en la comuna son:

Nombre Titular	Nombre de Faena	Operación o Proceso	Pasta Principal	Estado
C.M. Barrick Chile	Arroyo Blanco	Proyecto	Oro	Activa
C.M. Nevada S.A.	Proyecto El Encierro	Proyecto	Oro	Activa
Pierluigi Indri Giordani	Mina Gabriela	Rajo Abierto	Mármol	Activa

3.2.4 Catastro de Propiedades Privadas

De acuerdo a los antecedentes recopilados, la comuna se divide en áreas denominadas "estancias". Las más importantes (Figura 2), señalando a sus propietarios, corresponden a:

a) Estancia Huascoaltinos. Propietario: comunidad de los Huascoaltinos.

b) Estancia Valeriano. Propietario: Sr. Aliro Arcos Campillay.

c) Estancia Valeriano. Propietario: Sr. Santiago Cayo A.

d) Estancia Valeriano. Propietario: Sra. Silvia Murray O.

e) Estancia Valeriano. Propietario: Sra. Dayse Murray O.

f) Estancia Chollay. Propietario: Compañía Minera Nevada S.A.

g) Cuenca del Río El Carmen. Propietarios: Agricultores de la Cuenca del Río El Carmen.

Cabe señalar que existe una porción de territorio, ubicada en la cuenca del Río Potrerillos, que no fue posible conocer a sus propietarios. Posiblemente, también pertenecería a la Compañía Minera Nevada S.A.

3.2.5 Principales problemas ambientales

De acuerdo a lo señalado en el diagnóstico ambiental de la Región de Atacama, los principales problemas ambientales de la cuenca alta del Río Huasco (Ríos El Tránsito y El Carmen) son:

Contaminación hídrica

Tiene su origen en la disposición sin tratamiento de residuos líquidos, domiciliarios e industriales.

Amenazas a los ecosistemas naturales

Producto de la carencia de medidas adecuadas de protección, de conductas ciudadanas y prácticas productivas de empresas, se constata una seria amenaza para los diversos ecosistemas presentes en los sectores altoandinos (cuerpos lagunares, humedales, valles altoandinos).

Deterioro y degradación de los recursos paisajísticos

Se señala que como consecuencia de prácticas de esparcimiento y modalidades productivas, de la ausencia de ordenanzas municipales claras para el desarrollo de ciertas actividades; y producto de la carencia de normativas específicas para el resguardo del patrimonio paisajístico y turístico local, la comuna está experimentando un creciente deterioro y degradación de la calidad de sus recursos escénicos.

3.3. AREAS PROTEGIDAS REGIONALES Y ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

3.3.1 Catastro de Áreas Silvestres Protegidas a Nivel Regional y Comunal

En la región de Atacama se registraron 3 áreas silvestres protegidas pertenecientes al SNASPE, las que corresponden a Parques Nacionales. Un listado completo de las áreas protegidas pertenecientes y no pertenecientes al SNASPE, se encuentra en el anexo de tablas (Tablas 1, 2, 3, 4).

Estadísticamente, a nivel regional (Tablas 5 y 6) se tiene la siguiente cuantificación (superficies expresadas en hectáreas):

- Superficie y porcentaje regional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado:

Superficie SNASPE			Total Superficie SNASPE	Superficie Regional	% SNASPE respecto a la superficie regional	% SNASPE respecto a la superficie del país
Parques Nacionales	Reservas Nacionales	Monumentos Naturales				
136.730	507	-	137.237	7.517.620	1,83	0,18

- Superficie y porcentaje regional de Áreas Silvestres NO Protegidas por el Estado:

Superficie NO SNASPE			Total Superficie NO SNASPE	Superficie Regional	% NO SNASPE respecto a la superficie regional	% NO SNASPE respecto a la superficie del país
Áreas de Protección	Santuarios de la Naturaleza	Lugares de Interés Científico				
-	2	31.964	31.966	7.517.620	0,43	0,04

Las principales Áreas Silvestres Protegidas pertenecientes al SNASPE son:

Parque Nacional Pan de Azúcar

El Parque Nacional Pan de Azúcar tiene una superficie total de 43.769 hectárea. Administrativamente se emplaza en la Región de Antofagasta, provincia de Antofagasta, comuna de Taltal (9.155 hectáreas), y en la Región de Atacama, provincia de Chañaral, comuna de Chañaral (34.614 hectáreas).

Se caracteriza por una planicie litoral poco desarrollada y un farellón costero con una altura máxima de 800 metros sobre el nivel del mar, atravesado por numerosas quebradas.

Este parque reúne muestras de representativas de ecosistemas marítimos y continentales áridos.

En la zona costera se pueden encontrar ejemplares de chungungos, lobos de un pelo, pingüinos de Humboldt y variadas especies de aves costeras. Asimismo, en la zona interior del parque se puede encontrar especies como guanacos, zorro chilla, y aves, tales como, aguiluchos comunes, jotes de cabeza colorada, golondrinas y gallinas ciega.

Parque Nacional Llanos de Challe

Ocupa una superficie de 45.708 hectáreas. Está ubicado aproximadamente a 60 kilómetros de la ciudad de Vallenar y a 40 kilómetros de Huasco. El acceso es a través del camino que llega a Carrizal Bajo y se extiende por las serranías costeras e interiores de la comuna y provincia de Huasco.

Respecto a su flora y vegetación, corresponde a matorral desértico, con registros actuales de 278 especies con un alto endemismo de las especies de cactáceas.

Además, los registros de fauna llegan a 70 especies. Las aves corresponden al grupo más numeroso (80%). Las especies más comunes de la unidad son: guanaco (*llama guanicoe*), cóndor (*vultur griphus*), halcón peregrino y sapo de Atacama.

Parque Nacional Nevado Tres Cruces

El Parque Nacional está ubicado en las provincias de Copiapó y Tierra Amarilla, y tiene una superficie de 59.081 hectáreas. Está dividido en dos sectores:

- El sector 1 comprende el extremo sur del Salar de Maricunga, la laguna Santa Rosa y el curso del Río Lamas, con una superficie de 46.944 hectáreas.

- El sector 2 comprende la laguna del Negro Francisco y la desembocadura del Río Astaburuaga, con una superficie de 12.136 hectáreas.

Fue creado con el objetivo de preservar los ecosistemas andinos presentes en sectores como la laguna Santa Rosa, el Salar de Maricunga y la laguna del Negro Francisco.

En 1996, las lagunas presentes en el parque fueron declaradas "Sitios Ramsar", es decir, humedales de importancia internacional para la conservación de aves acuáticas.

3.3.2 Estrategias de Conservación: Sitios Prioritarios y Protección de Humedales

La estrategia de identificación de sitios prioritarios llevada a cabo por CONAF, publicados en el texto "Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad Biológica en Chile" (1996), definió a nivel regional 3 sitios con prioridad urgente y 1 de prioridad importante. A escala comunal, destacan las zonas de lagunas (Grande, Chica y de Valeriano) ubicadas en la zona andina, definidas como sitios con prioridad importante.

La fundamentación para esta clasificación es la importancia de la confluencia de flora altiplánica y andina mediterránea. Además, el ser catalogados como humedales altoandinos, importantes para el desarrollo biológico de especies de flora y fauna. Finalmente, por existir formaciones vegetacionales (Gajardo, 1994) no representadas en el SNASPE.

Por otra parte, de acuerdo a lo definido en los capítulos anteriores, CONAMA a través de sus estrategias y programas de conservación de la biodiversidad, también definió sitios prioritarios, a través de una metodología más participativa que integró a las comunidades y organismos locales. Coincidentemente con lo anterior, se estableció a la zona de las Lagunas Altoandinas (Grande, Valeriano) con alguna prioridad de conservación. La fundamentación principal son las características de estos ecosistemas, ya que al ser humedales altoandinos presentan una alta presencia y diversidad de aves migratorias. Además, son zonas utilizadas como corredores biológicos.

3.4. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

3.4.1 Clima

De manera general, el clima de la región es predominantemente desértico. Las escasas precipitaciones se concentran en el invierno, y varían de acuerdo al relieve y cercanía con el mar. De océano a cordillera existen cuatro tipos de clima: desértico costero con nubosidad abundante, desértico tradicional, desértico frío de montaña y tundra de alta montaña. Durante el invierno se experimentan grandes variaciones diarias de temperatura. El verano recibe cierta humedad proveniente principalmente del área nordeste de la región, la que se genera por el desplazamiento del invierno altiplánico desde la región de Antofagasta hacia la zona cordillerana y precordillerana de Atacama.

Específicamente, la comuna de Alto del Carmen presenta variedades climáticas respecto de las precipitaciones y las temperaturas, siendo éstas el Desierto Frío de Montaña (BWk´G) y el Clima de Tundra de Alta Montaña (EB), de acuerdo a la clasificación de Köeppen adaptada para Chile por Fuenzalida (1967).

El *Desierto Frío de Montaña* se sitúa entre los 1.500 m y los 4.000 m de altitud, con variaciones de temperaturas reguladas por la altitud. Su principal característica es la gran sequedad del aire y las precipitaciones en forma de nieve a partir de su límite inferior. Presenta una alta oscilación térmica diaria. Las precipitaciones de régimen invernal son escasas y no se presentan periodos que puedan considerarse húmedos de acuerdo a los índices pluviométricos. Las temperaturas medias anuales son menores a los 12 °C, descendiendo en relación inversa con la altitud. La temperatura media mensual del mes de enero es inferior a los 18 °C y durante el invierno es menor a los 8 °C.

El aumento en la disponibilidad de agua debido a las precipitaciones estivales que se desarrollan en la alta cordillera y el escurrimiento de aguas de los deshielos producto de los aumentos de temperatura, condicionan la generación de formaciones herbáceas utilizadas para la ganadería extensiva que determina la transhumancia durante los meses de primavera y verano.

El *Clima de Tundra de Alta Montaña* se manifiesta en ambientes de altitud sobre los 3.000 ms.n.m., asociado a bajas temperaturas durante todo el año con variaciones en torno a los 0 °C y temperaturas durante le verano menores a 10 °C. La oscilación térmica diaria puede alcanzar valores superiores a 15 °C. Las precipitaciones tienen montos variables según la latitud y se producen en forma de nieve.

3.4.2 Geología y Geomorfología

Geomorfología

De acuerdo a Börgel (1983), la III región corresponde al límite norte de la zona de los valles transversales que se encuentra representada por los valles de los ríos Copiapó y Huasco. Además constituye el límite sur del sistema del altiplano.

Los procesos volcánicos y tectónicos durante el Terciario, y el modelado posterior del relieve en el Cuaternario, dieron origen a las unidades geomorfológicas que caracterizan a la región de Atacama: planicies litorales, cordillera de la costa, depresión intermedia y cordillera de los Andes (CONAMA, 1994)

Börgel (1983) define tres unidades para el área cordillerana; Precordillera y Cordillera de Domeyko, que constituye el encadenamiento norte-sur más occidental del sistema andino y no presenta caracteres volcánicos; Cuencas Altiplánicas, que está compuesta por una serie de cuencas salinas aisladas entre sí, inscritas como depresiones intermontanas en los cordones andinos prealtiplánicos meridionales de transición; y Cordillera de Los Andes o Sierras Transversales que corresponden a sierras y cordilleras de disposición oblicuas, caracterizada por un drenaje exorreico.

Según CONAMA (1994) en la Cordillera de Los Andes es posible distinguir dos sectores de características diferenciadas para la región. El primero corresponde a la parte norte desde el límite con Perú hasta el Salar de Maricunga, que se presenta como un gran plano inclinado que asciende desde los 2.400 m hasta las altas mesetas situadas a 4.000 m de altitud. El segundo sector, del cual forma parte el área de estudio, se extiende desde el Salar de Maricunga hasta el Lago Todos los Santos, y está constituida por materiales de la formación porfirítica, con afloramientos de rocas pertenecientes al batolito y basalto del Terciario Superior y Cuaternario.

A nivel local, los suelos son esencialmente volcánicos e intrusivos, aún cuando se presentan sectores sedimentarios. Las cuencas hidrográficas de la comuna, se caracterizan por la marcada acción glacial ocurrida en los últimos milenios, y por la acción erosiva de los ríos de alta montaña. Estos eventos se manifiestan en la presencia de formas y depósitos característicos, como valles tipo "U" propios de la acción glaciar, y valles con quebradas con formas de "V", derivadas de la erosión fluvial.

Geología

La estructura geológica en Chile es relativamente nueva y muy compleja, considerando los diferentes procesos que han intervenido en su formación. En las primeras etapas, se identifica la parte occidental de Atacama al Este de Copiapó

como formaciones constituidas por pizarras con bancos de cuarcita, y en la cordillera de Huasco, a partir de Alto del Carmen, la presencia de basamentos metamórficos con micacitas y gneises.

La segunda Era presente en la región (Mesozoico), se encuentra representada por el geosinclinal andino en lo que constituye la parte chilena central de la Cordillera Andina. Esta se subdivide en tres períodos, Triásico, Jurásico y Cretácico, en donde el primero corresponde a afloramientos consistentes en un complejo sedimentario de areniscas y lutitas. El Jurásico se presenta en una continua franja de sedimentos en la parte Occidental de la Cordillera Andina de Atacama. Por último se encuentra el Cretácico que se presenta en una serie de formaciones entre los ríos Copiapó y Huasco, correspondientes a areniscas, conglomerados de calizas y lutitas calcáreas con calizas (SERNAGEOMIN, 1982)

La Era del Cenozoico se encuentra representado en la región por los periodos Terciario y Cuaternario, en donde el primero de éstos se encuentra presente en los alrededores del Salar de Maricunga y cerca del Salar de Pedernales, extendiéndose por el altiplano hasta Las Juntas y en franjas estrechas en las cercanías de Alto del Carmen, correspondiendo a rocas volcánicas riolíticas a dacíticas (SERNAGEOMIN, 1982). El periodo Cuaternario se encuentra escasamente representado y solamente aparece al norte del río Huasco en sedimentos continentales y marinos.

A nivel local, los diferentes procesos señalados se ven representados en algunas zonas particulares dentro de la comuna en estudio:

Tabla 7: Sitios de interés geológicos y antropológicos.

Nº	ESTE	NORTE	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCION
1	402923	6816855	JUNTA DEL PESCADO	GEOLÓGICO	Formaciones geológicas ("Piedra del Pescado": formación de granito)
2	398980	6806733	LOS POZOS	GEOLÓGICO	Farellones de rocas rosadas
3	375166	6794124	QUEBRADA PINTE 1	FOSILIFERO	Sector con fósiles de Bivalvos, Amonites, Gastrópodos.
4	376995	6797864	QUEBRADA PINTE 3	FOSILIFERO	Sector con fósiles de Bivalvos, Amonites
5	380349	6819857	SECTOR AMOLANAS	FOSILIFERO	Sector con fósiles aislados
6	376319	6797477	QUEBRADA DE PINTE 4	GEOLÓGICO Y FOSILIFERO	Formaciones geológicas de color rojo y amarillo. Gran cantidades de fósiles correspondientes al periodo Jurásico.

3.4.3 Hidrografía

Los cursos de agua presentan un régimen de alimentación pluvionival, asociado al aumento de precipitaciones, la presencia de nieves en la alta cordillera andina, la irregular topografía y la altura de los relieves cordilleranos. Con esta situación se asegura el escurrimiento de las aguas de estos ríos durante todo el año, debido a que en el período invernal ellos se alimentan de las precipitaciones y en el período estival el aporte de aguas proviene del derretimiento de las nieves y glaciares de las cumbres más elevadas de la Cordillera de Los Andes.

Dentro del área de estudio se presentan numerosos cursos superficiales, conformando la extensa red de drenaje del Río Huasco, uno de los principales ríos de la Región.

Las principales cursos superficiales son:

- Río El Tránsito – Principales ríos aportantes: Conay, Collay, De La Laguna Grande, Valeriano.
- Río El Carmen – Principales ríos aportantes: Potrerillos, De Las Tres Quebradas.

3.4.4 Cuencas Hidrográficas

<u>Cuenca Río del Tránsito</u>

Este río posee una cuenca hidrográfica orientada de cordillera a mar que abarca una superficie de 4.130 km^2 y una longitud total de 63 Km. Nace en la confluencia de los ríos Conay y Chollay. El Río Conay tiene una extensión de 15 Km. y se origina en la confluencia de los ríos Laguna Grande y Valeriano. Por su parte, el Río Chollay se origina en la confluencia de los ríos Blanco, Estrecho y Toro, y tiene una longitud aproximada de 20 Km. y una superficie de cuenca de 728 km^2. En resumen, desde su nacimiento hasta la confluencia con el Río El Carmen, el río El Tránsito recibe los siguientes tributarios (ríos y quebradas):

Ribera norte: Laguna Chica, Arroyo Yerbas Buenas, Laguna Grande y Casadero, y las Quebradas del Pozo, La Plaza, Chilico, La Mollaca, Paitepén, Chanchoquín y El Tabaco.

Ribera sur: Valeriano, Chollay y Conay, y las Quebradas del Chacay, El Corral, Albaricoque, La Plata, del Amarillo, Pinte y Las Pircas.

Su régimen hidrológico es nivopluvial, con escasas precipitaciones anuales en la cuenca, las que varían desde menos de 50 mm/año en el curso bajo de la cuenca, hasta 300-500 mm/año en el extremo superior.

En las zonas andinas se localizan una serie de cuerpos de agua, entre los cuales se encuentran principalmente las siguientes lagunas: Valeriano, Grande, Chica y un sistema de lagunas en el Cajón del Encierro. Estas lagunas, que se pueden considerar como humedales altoandinos, se emplazan en la siguientes altitudes:

- Laguna Grande = 4.740 ms.n.m.
- Laguna Chica = 4.200 ms.n.m.
- Laguna Valeriano = 4.240 ms.n.m.

Cuenca Río El Carmen

Abarca una superficie de 3.020 km^2, y presenta una orientación de sur a norte con una longitud de 105 Km. Se origina de la confluencia de los ríos Primero, Del Medio y Apolinario. Desde su nacimiento hasta la confluencia con el Río El Tránsito, en la localidad de Alto del Carmen, este río recibe los siguientes tributarios (ríos y quebradas):

Ribera oriente (sentido de sur a norte): Potrerillos, Estero Plata Alta, y las quebradas Guachicay, López, El Carrizo y El Abra.

Ribera poniente (sentido de sur a norte): Quebradas La Fortuna, Casablanca, El Colorado, Piuquenes, Angostura Alta, Mal Paso y El Verraco.

El régimen hidrológico es nivo-pluvial con precipitaciones anuales que varían en promedio entre 400 mm en la porción alta de la cuenca hasta 50 mm/año en el extremo de menor altitud. El recurso hídrico proviene básicamente de los deshielos producidos en la alta cordillera, aún cuando eventualmente bajo la cota 2.000 m.s.n.m. se reciben aportes invernales de las quebradas existentes en su trazado.

Cuenca Río Potrerillos

Uno de los principales tributarios del Río El Carmen es el Río Potrerillos. Nace en las cercanías del Paso del Guanaco Sonso, en la Cordillera de Los Andes. Drena una superficie de 631,9 km^2 y tiene un trazado de 45 Km. de longitud hasta su confluencia con el río El Carmen. Su principal aportante lo constituye el río Tres Quebradas, el cual nace de la confluencia de los ríos El Toro y de un afluente menor, y tiene en la medianía de su trazado el aporte de la Quebrada Las Ortigas.

El régimen hidrológico, tanto del río Potrerillos como del río Tres Quebradas, es principalmente nival, con eventuales precipitaciones en forma de lluvia en los meses de invierno.

Para realizar un adecuado diagnóstico de la comuna, y la posterior valorización ambiental del territorio, se subdividió en 11 zonas o subcuencas. A continuación se presenta la representación gráfica y se realiza la identificación y caracterización de las unidades resultantes:

Figura 3: División de la comuna en Subcuencas



Áreas delimitadas

1: Río Laguna Grande
2: Río Valeriano
3: Río Conay
4: Río Chollay
5: Quebrada Chanchoquín
6: Río El Tránsito Superior
7: Río El Tránsito Inferior
8: Río El Carmen Inferior
9: Río El Carmen Medio
10: Río El Carmen Superior
11: Río Potrerillos

Subcuenca Río Laguna Grande

Esta microcuenca se ubica en el extremo nor-oriente de la comuna, correspondiendo a la hoya hidrográfica del río Laguna Grande y sus tributarios, entre los que destacan la quebrada Casadero que se extiende hacia el norte. En esta unidad destaca la presencia de la Laguna Grande, cuerpo de agua que determina condiciones ambientales de importancia dentro de la unidad, con condiciones favorables para el desarrollo de vegetación y fauna. Presenta, en su parte alta, una fisonomía determinada por lomajes amplios y suaves que se cierran en la parte baja del valle.

La cuenca posee una superficie de 67.535 hectáreas siendo la tercera en importancia según superficie. Dentro de los cursos hídricos principales se encuentra el río Laguna grande y la quebrada Casadero. La red de drenaje posee una extensión de 362 Km. aproximadamente.

Se identificó 1cuerpo de nieve con una superficie aproximada de 22 hectáreas.

Subcuenca Río Valeriano.

Se ubica al sur de la subcuenca anterior y corresponde a la cuenca hidrográfica del río Valeriano y sus tributarios, entre los que destacan el río de la Laguna Chica, que se extiende hacia el norte, y el Cajón del Encierro, que corre paralelo al río Valeriano hacia el sur. La presencia de varios cuerpos de agua, laguna Chica, laguna Valeriano y una serie de lagunas menores en la parte alta del Cajón del Encierro, permiten la existencia de una serie de comunidades azonales hídricas, (superficie= 741 hectáreas aprox.), determinando condiciones favorables para el establecimiento de especies de flora y fauna.

La fisonomía queda determinada por la existencia de tres cursos hídricos principales, los cuales poseen valles angostos, de laderas con pendientes abruptas lo que acentúa la acción moderadora de los cuerpos de agua a nivel local.

La unidad posee una superficie de 91.660 hectáreas. La red de drenaje, que es la mayor longitud para la zona, alcanza los 518 Km.

Respecto a los sistemas glaciares o de nieves, se detectaron 11 unidades con una suma de superficies de 197 hectáreas.

Subcuenca Río Conay

Corresponde a la cuenca hidrográfica del río Conay y la quebrada El Corral. Su fisonomía está relacionada por el cauce del río Conay, ya que en sus sectores más amplios permite el desarrollo de actividades agrícolas y de establecimiento humano, con sectores de vegetación natural formando un paisaje heterogéneo y fragmentado a lo largo del cauce. La quebrada el Corral se presenta como un curso superficial, con un lecho encajonado y abrupto en gran parte del recorrido.

La cuenca posee una superficie de 17.756 hectáreas, con una red de drenaje aproximada de 91 kilómetros.

Subcuenca Río Chollay

Corresponde a la cuenca hidrográfica del río Chollay y sus tributarios, entre los que destacan los ríos Pachuy, Blanco, Del Estrecho y El Toro, que forman la cuenca superior de la unidad.

La superficie es de 85.718 hectáreas, y la red de drenaje alcanza los 407 Km. de longitud. En la parte superior de la quebrada Ojos de Agua se ubican una pequeña laguna, la cual puede ser de importancia para la fauna del sector.

Además, se identificaron 12 sistemas glaciares o de nieves perpetuas con una superficie total aproximada de 252 hectáreas.

Subcuenca Quebrada Chanchoquín

Correponde a la cuenca hidrográfica de las quebradas Chanchoquín, La Totora y Seca, caracterizándose, en su parte baja, por el desarrollo de asentamientos humanos y actividades agrícolas.

La unidad posee una superficie de 56.128 hectáreas. La red de drenaje se dibuja entre las laderas formando una serie de quebradas que confluyen hacia las quebradas principales que se ubican en la parte baja del valle, entre las que destacan, la quebrada Colinay, Agua grande, Los Pitones, Paitepan, entre otras. Alcanza aproximadamente 91 Km. de longitud.

Subcuenca Río El Tránsito Superior

Corresponde a la cuenca superior del río El Tránsito y la quebrada de Pinte, que corre en dirección sur. Esta unidad posee amplios sectores de cultivo y localidades en las riberas del río El Tránsito, con algunos sectores de vegetación natural ripariana, que conforman un paisaje heterogéneo a lo largo del curso principal.

Su superficie es de 55.108 hectáreas, con una red de drenaje de 295 km.

Subcuenca Río El Tránsito Inferior

Abarca la cuenca inferior del río El Tránsito y la quebrada El Tabaco. Posee sectores de cultivos y asentamientos antrópicos, con las mismas características de la unidad anterior.

Su superficie es de 35.622 hectáreas y la red de drenaje, que confluye hacia el río el Tránsito, posee una longitud aproximada de 196 Km.

Subcuenca Río El Carmen Inferior

Se ubica al nor-oeste de la comuna, correspondiendo a la cuenca inferior del río El Carmen, con las quebradas El Carrizo y Pie de Gallo. De la misma manera que las dos unidades anteriores, se encuentran sectores agrícolas y numerosas localidades.

Su superficie es de 28.026 hectáreas, con una longitud aproximada de la red de drenaje de 134 Km.

Subcuenca Río El Carmen Medio

La cuenca media del río El Carmen está formada por pequeñas quebradas que drenan al cauce principal destacándose la quebrada El Verraco en el extremo sur de la unidad.

La superficie es de 48.017 hectáreas. La red de drenaje, que confluye hacia el río El Carmen, posee una longitud aproximada de 195 Km.

Subcuenca Río El Carmen Superior

Coincide con la parte alta de la cuenca del río El Carmen hasta la confluencia con el río Potrerillos. Entre los principales tributarios se encuentra el estero Plata Alta. Presenta características fisionómicas determinadas por un valle rodeado de abruptas y altas laderas.

La subcuenca posee una superficie de 44.517 hectáreas y la red de drenaje, que confluye hacia el río El Carmen, una longitud de 220 Km. aproximadamente.

Subcuenca Río Potrerillos

Se ubica en el extremo sur de la comuna, correspondiendo a la cuenca hidrográfica del río Potrerillos y su principal tributario, el río de la Tres Quebradas.

Posee una superficie de 64.771 hectáreas, con una red hidrológica que alcanza los 282 Km. de longitud.

La identificación de sistemas glaciares o de nieves entregó una superficie aproximada de 725 hectáreas distribuidas en 34 unidades.

En el anexo de cartografías se entrega la representación y distribución de los sistemas hidrológicos de la comuna de Alto del Carmen.

3.4.5 Usos del Agua

Los usos que se le otorga al agua son para consumo humano (agua potable) y para el riego agrícola.

- Agua para consumo humano. En la cuenca del río El Carmen, la primera captación se localiza en la zona de El Corral. Por su parte, en la cuenca del río El Tránsito, la primera captación se realiza en la localidad de Chollay.
- Agua para riego: la primera captación se ubica en la cuenca de El Carmen en la zona del río Potrerillos (canal Tranca Quemada). En la cuenca de El Tránsito, el primer canal, denominado Canal Huracán, se ubica en el río Chollay (22 Km. aguas arriba de intersección con El Tránsito)

3.5. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIOTICO

3.5.1 Flora y Vegetación Terrestre

A continuación se presenta la metodología específica desarrollada para la recopilación de los antecedentes de la flora y vegetación de la comuna:

3.5.1.1 Metodología para la recopilación de flora y vegetación

Marco Biogeográfico

Con el objetivo de insertar el área de estudio en un marco biogeográfico vegetacional, se realizó un análisis en tres escalas de información: continental, mediante la revisión del trabajo de Cabrera y Willink (1973); nacional a través de la revisión de Gajardo (1994); y regional a través del análisis del Catastro de la Vegetación Nativa de Chile, CONAMA (1997)

Caracterización de las subcuencas

En base a la información señalada en el Catastro de la Vegetación Nativa de Chile, complementada y verificada en la campaña de terreno, se estableció una descripción general y las características vegetacionales presentes en cada unidad, analizando la existencia de comunidades singulares o de interés.

Adicionalmente, se cuantificaron y, en algunos casos, se caracterizaron las comunidades biológicas azonales hídricas (vegas). La discriminación se apoyó con la interpretación visual de una imagen Landsat TM del año 1986, utilizando la combinación de bandas (RGB) 432, adecuada para la detección de este tipo de comunidades vegetales.

Elaboración de catálogo florístico

Se generó un catálogo o base de datos de la flora potencial para la totalidad de la comuna, a través de la revisión de la información de flora, señalada en diversas fuentes de información: estudios botánicos específicos, listados específicos de proyectos realizados en la comuna, registros de herbarios, etc. Esto se complementó con la información de flora obtenida en terreno, la cual se concentró preferentemente en las áreas con menor número de registros. El objetivo fue analizar las potencialidades de cada unidad en cuanto a la naturalidad y riqueza de especies, como también identificar y comprobar la existencia de especies con problemas de conservación o singulares.

3.5.1.2 Marco biogeográfico

La comuna de Alto del Carmen se inserta en un ambiente general árido, de características desérticas, el cual desde un punto de vista biogeográfico a nivel continental, queda incluido en la Región Neotropical, Dominio Andino-Patagónico, en las Provincias Del Desierto y Altoandina (Cabrera y Wilkins, 1973).

Los ambientes de la Provincia del Desierto, dirigidos a las zonas de menores altitudes del área de estudio, se caracterizan por una elevada aridez, producto de precipitaciones concentradas en el período invernal (escasas y eventuales), con un marcado régimen torrencial, y para el caso de las mayores altitudes del sector, estas precipitaciones frecuentemente son nivales. La vegetación presenta una estructura media a baja, y corresponde principalmente a arbustos con hojas pequeñas y caedizas o ausentes, con tallos verdosos y en muchos casos espinosos; los grados de cubrimientos son generalmente de claros a escasos, sin llegar a cubrir el 50 % de la superficie, salvo situaciones puntuales (vegas), en donde producto de un aporte particular y localizado de la humedad, es posible reconocer mayores cubrimientos.

La parte oriental de la comuna se inserta en la Provincia Altoandina, la cual abarca las montañas de la Cordillera de los Andes desde Venezuela hasta Tierra del Fuego por sobre los 3700 metros de altitud en esta área.

Esta provincia se caracteriza por un clima frío durante todo el año y sus precipitaciones tienen forma de nieve o granizo. Su temperatura media baja está compensada durante los días claros por la intensa radiación solar. La vegetación es pobre y en ella predominan las gramíneas xerófilas y las dicotiledóneas rastreras o en cojín. Las hierbas mas tiernas crecen al abrigo de las rocas o bajo las matas de los pastos donde quedan protegidas del viento y de los herbívoros.

Según Gajardo (1994), la comuna se inserta en dos regiones ecológicas, que se diferencias principalmente por las altitudes de los territorios (Figura 4). La porción más baja del valle, en las cercanías de la localidad de Alto del Carmen, se inserta en la *Región del Desierto*, *Subregión del Desierto Florido*, en dos formaciones vegetacionales, la *Formación del Desierto Florido de los Llanos* y el *Desierto Florido de las Serranías*. Por sobre el límite altitudinal de estas formaciones se encuentra la *Región de la Estepa Altoandina*, *Subregión de los Andes Mediterráneos*, representada por la *Formación de la Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana*.

La Formación del Desierto Florido de los Llanos se ubica en las extensas llanuras arenosas presentes entre Vallenar y Copiapó en la porción central de la región de Atacama. Fisionómicamente consiste en una cobertura rala de arbustos bajos, pero en su composición intervienen numerosas plantas geófitas y efímeras, que surgen cuando ocurren las precipitaciones. Para la zona de estudio se señala su

presencia en una pequeña extensión en las cercanías de Alto del Carmen. En estricto rigor y de acuerdo a los antecedentes disponibles para el área, esta formación no estaría representada por ninguna de las comunidades vegetales características que posee.

La Formación del Desierto Florido de las Serranías abarca los sectores montañosos intermedios, presentando comunidades de matorral fuertemente intervenidas por explotación para leña y/o carbón, además de pastoreo caprino. Se cita que presenta una alta diversidad florística, aún cuando no existen estudios detallados de su composición específica, señalándose como la única comunidad reconocida aquella de *Balsamocarpon brevifolium* (algarrobilla) con una composición florística que corresponde más bien con aquellas presentes en la cuenca del río Choros, en la parte norte de la región de Coquimbo.

La Formación de la Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana se extiende entre el sur de la región de Atacama y el norte de la región de Coquimbo. Ocupa la porción oriental de la comuna, sobre los 2500 – 2600 m de altitud hasta el límite internacional. Debido a la falta de información, se señala que puede incluir más de una unidad territorial. Esta formación, de acuerdo con los antecedentes recopilados, queda representada por al menos una de sus cuatro comunidades vegetacionales características, la comunidad de *Stipa chrysophylla – Adesmia gayana*, que si bien puede variar en cuanto a las especies dominantes, la descripción y especies participantes en ella se encuentran en las zonas de mayor altitud dentro de la región vegetacional.

La representatividad de estas formaciones para cada una de las unidades de análisis, se presenta en la tabla 8:

Tabla 8: Representatividad de las formaciones vegetacionales en cada unidad o subcuenca de la comuna de Alto del Carmen.

Nombre Sub-cuenca	Formación Vegetacional	Superficie (ha)
Cuenca Inferior El Tránsito	Desierto Florido de las Serranías	26.548
	Desierto Florido de los Llanos	2.087
	Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana	6.986
Cuenca Superior El Tránsito	Desierto Florido de las Serranías	18.717
	Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana	36.392
Cuenca Qda. Chanchoquín	Desierto Florido de las Serranías	13.780
	Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana	42.348
Cuenca Río Chollay	Desierto Florido de las Serranías	487
	Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana	85.232
Cuenca Río Conay	Desierto Florido de las Serranías	4.208
	Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana	13.549
Cuenca Río Laguna Grande	Desierto Florido de las Serranías	1.523
	Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana	66.013
Cuenca Río Valeriano	Desierto Florido de las Serranías	23
	Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana	91.637
Cuenca Inferior Río El Carmen	Desierto Florido de las Serranías	19.206
	Desierto Florido de los Llanos	5.635
	Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana	3.185
Cuenca Media Río El Carmen	Desierto Florido de las Serranías	32.463
	Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana	15.554
Cuenca Superior Río El Carmen	Desierto Florido de las Serranías	10.274
	Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana	34.244
Cuenca Río Potrerillo	Desierto Florido de las Serranías	1.938
	Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana	62.834
Superficie total Formación del Desierto Florido de las Serranías		129.166
Superficie total Formación del Desierto Florido de los Llanos		7.723
Superficie total Formación de la Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana		457.974
Total general		594.862

A nivel local, considerando los antecedentes entregados por el Catastro de Vegetación Nativa, en el área de estudio se distinguen principalmente cinco usos de suelo: matorral con suculentas muy abierto, matorral muy abierto, zonas de uso agrícola – habitacional, otros usos sin vegetación y zonas sobre el límite vegetacional.

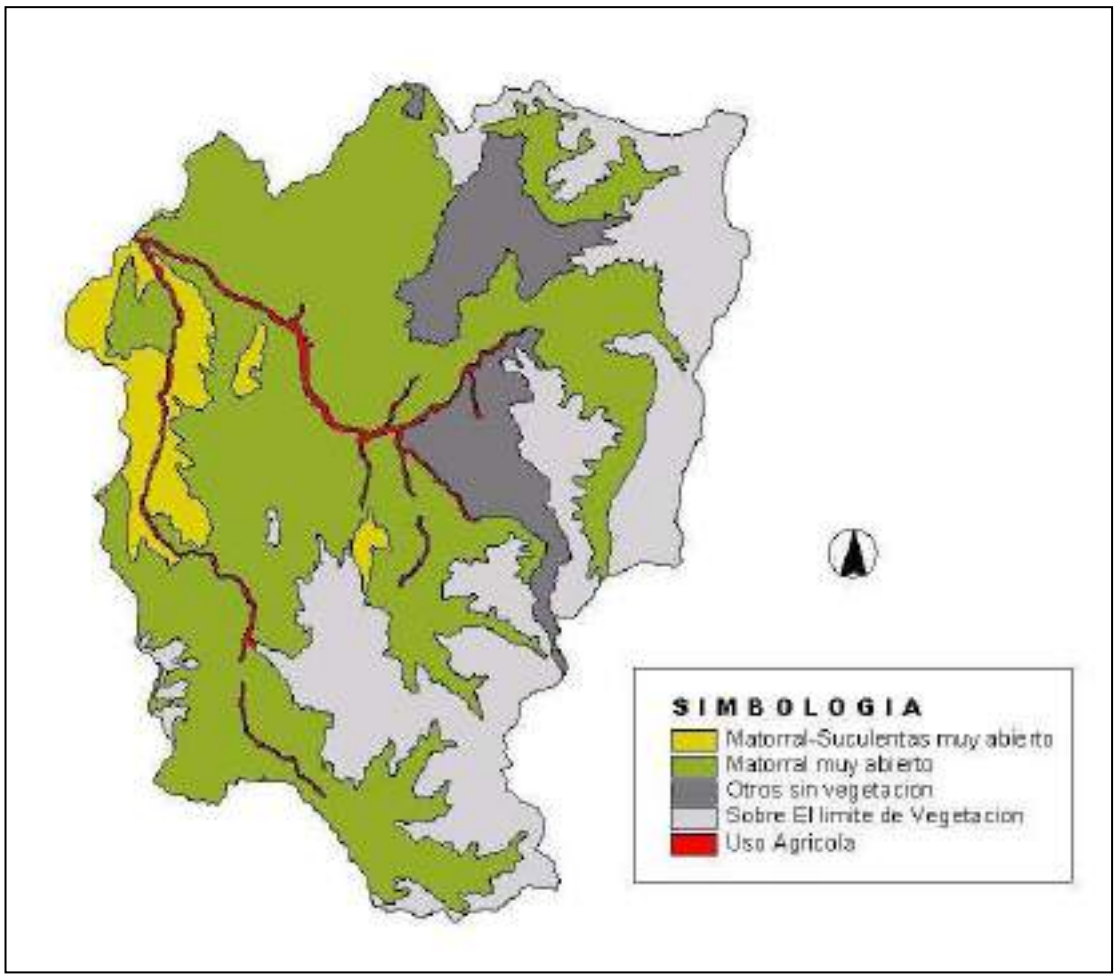
Las unidades de uso agrícola y asentamientos humanos, se ubican en las partes bajas de los valles, cercanos a los cursos de agua, ocupando los sectores de menores pendientes que corresponden a terrazas aluviales, riberas de los cauces mayores y últimamente, con la aplicación de nuevas tecnologías, amplios conos aluviales, laderas y sectores pedregosos que en tiempos pasados eran ocupados por vegetación natural. Este uso de suelo ocupa una superficie aproximada de 10.188 hectáreas lo que equivale al 1.7 % de la superficie comunal.

Las zonas ocupadas por vegetación natural se ubican principalmente en sectores de laderas y en los fondos de valle con mayores altitudes, mezclándose en algunas ocasiones con las áreas de uso antrópico. Esta vegetación posee un limite altitudinal aproximado a los 4200 ms.n.m. y se divide en dos tipos de usos, *Matorral con suculentas muy abierto* y *Matorral muy abierto*. El primero está representado por las comunidades de *Bulnesia chilensis – Heliotropium chenopodiaceum* y la comunidad de *Opuntia miquelli – Calandrinia grandiflora*. Se ubican principalmente en las en los sectores bajos de la cuenca del río El Carmen, con una superficie aproximada de 35.933 hectáreas (6% de la superficie comunal). El segundo tipo vegetacional, ocupa una superficie de 320.700 ha las que representan el 54 % de la superficie total y está representado principalmente por tres comunidades vegetacionales: *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum*, las que se desarrollan en las laderas de exposición nor-oeste en la quebrada Chanchoquín y continúa por las laderas de exposición sur sur-este de los ríos El Tránsito, Conay y Valeriano; la comunidad de *Stipa sp.*, en los sectores de mayor altitud y la comunidad de *Gymnophyton flexuosusm – Heliotropium chenopodiaceum* en los sectores bajos de exposición sur-oeste del río El Carmen y el río Potrerillos.

Las áreas sin vegetación, que corresponden a sectores denudados o con cobertura vegetal menor al 10% (de acuerdo a la metodología del Catastro de Vegetación Nativa), se ubican principalmente bajo el límite de la vegetación o en sectores de alta pendiente y pedregosidad.

Finalmente, las "Áreas sobre el límite vegetacional" se ubican por sobre los 4200 metros de altitud, ocupando las altas cumbres de la Cordillera de Los Andes. En su mayoría corresponden a suelos desnudos en donde no existe vegetación y las especies vegetales que logran sobrevivir no alcanzan a conformar comunidades con densidades cuantificables.

Figura 4: Representación de los usos del suelo según Catastro de Vegetación Nativa de Chile, 1999.



3.5.1.3 Análisis de la información

A continuación se presenta el análisis, en cada unidad, de la información de los antecedentes de vegetación y flora que se recopilaron a través de las revisiones bibliográficas y la visita a terreno. El listado general de especies se presenta en la Tabla N°9 en Anexos.

Río Laguna Grande

La vegetación natural está representada por el tipo vegetacional "matorral muy abierto", siendo las comunidades características *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum* y *Adesmia hystrix – Adesmia aegyceras*. Complementariamente, de acuerdo a lo observado en terreno en las partes altas

de la unidad, el límite vegetacional está marcado por las comunidades de *Stipa chrysophylla* con participaciones de *Adesmia subterránea* y *Azorella madrepórica*.

Existe la presencia de vegas en las partes altas de las cuencas, con una superficie aproximada de 259 hectáreas.

Respecto a la flora, se registraron 354 registros, para un total de 279 especies. De acuerdo a su origen, 265 entidades corresponden a especies de tipo autóctonas, 14 a origen alóctono.

El estado de conservación de la flora es:

- Vulnerables a nivel nacional:

Según Benoit (1989): *Prosopis chilensis* (algarrobo), *Laretia acaulis* (llareta).

Según Baeza (1997) en B.M.N.H.N. (1998): *Equisetum giganteum* (cola de caballo).

Río Valeriano

La subcuenca, de acuerdo con los antecedentes aportados por el Catastro de Vegetación Nativa de Chile, está dominada principalmente por sectores sin vegetación. El área ocupada por vegetación natural, esta dominada por las comunidades de *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum* y *Atriplex imbricata – Stipa sp*.

La presencia de varios cuerpos de agua (laguna Chica, laguna Valeriano y una serie de lagunas menores en la parte alta del Cajón del Encierro) permiten la existencia de vegas de altura, las que suman una superficie de 741 hectáreas. Estas vegas determinan importantes condiciones, favorables para la sustentación de especies vegetales y animales.

De un total de 215 registros, se analizaron 157 especies vegetales. De éstas, 156 son de origen autóctono y 1 alóctona.

Según el estado de conservación de la flora, se enuncian las siguientes especies:

- Vulnerables a nivel nacional:

Según Benoit (1989): *Prosopis chilensis* (algarrobo).

Según Baeza (1997) en B.M.N.H.N. (1998): *Equisetum giganteum* (cola de caballo).

Río Conay

La vegetación en esta unidad está dominada por comunidades de matorral de *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum*. En las riberas del río Conay,

se presenta una vegetación ripariana dominada por especies arbustivas y herbáceas, entre las cuales destacan las comunidades de *Baccharis salicifolia – Tessaria absinthioides* que son ampliamente distribuidas en los sectores bajos de los valles. Las especies arbóreas que se presentan en la parte baja del valle, formando pequeñas comunidades altamente fragmentadas, corresponden a *Salix humboldtiana* (sauce chileno); *Populus nigra* (álamo) y *Schinus molle* (Pimiento boliviano), con especies acompañantes como *Prosopis chilensis* (algarrobo), *Salix babylonica* (sauce llorón), *Geoffroea decorticans* (chañar) y *Acacia caven* (espino).

En las laderas es posible encontrar como especies dominantes a *Stipa speciosa, Adesmia sp., Discaria trinervis, Haplopappus baylahuen y Ephedra braeana*. Destaca en las laderas de exposición sur la presencia de *Azorella trifoliolata* y *Laretia acaulis*, especies que forman cojines que se desarrollan en los sectores rocosos.

Junto a los cursos de agua se desarrollan comunidades hídricas, que en algunos sectores forman comunidades de vegas, con una suma en superficie de 14 hectáreas, con especies dominantes como *Carex pseudocyperus, Mimulus parviflorus* y *Calceolaria filicaulis.*

Florísticamente, se determinaron 140 especies (en 210 registros). De estas, 126 entidades son de origen autóctono y 14 de origen alóctono.

Del total de especies, se identificaron 7 con algún problema de conservación:

- Vulnerables a nivel nacional:

Según Benoit (1989): *Krameria cistoidea*, *Laretia acaulis* (llareta), *Prosopis chilensis* (algarrobo).

Según Baeza (1997) en B.M.N.H.N. (1998): *Equisetum giganteum* (cola de caballo).

- Raras a nivel nacional:

Según Ravena (1997) en B.M.N.H.N. (1998): *Alstroemeria andina ssp venustula*, *Alstroemeria polyphylla*.

- Raras a nivel regional:

Según Benoit (1989): *Bulnesia chilensis*.

<u>Río Chollay</u>

Esta subcuenca presenta elementos azonales hídricos con un mayor cubrimiento y nivel de producción de biomasa, que favorecen en mejor medida el desarrollo de fauna. Poseen una superficie aproximada de 362 hectáreas.

El área cubierta por vegetación natural, esta dominado por las siguientes comunidades:

- *Heliotropium chenopodiaceum* formando asociación con *Adesmia divaricata, Bulnesia chilensis, Gymnophyton flexuosum*.
- *Adesmia aphylla* formando asociación con *Ephedra braeana, Tetraglochin alatum*.
- *Prosopis chlensis – Bulnesia chilensis*.
- *Adesmia hystrix*.

Estadísticamente, en 59 registros se analizaron 44 especies vegetales presentes. Cabe destacar que esta baja diversidad no necesariamente representa la realidad de la unidad, ya que es una zona con baja información.

Del total de especies citadas para esta área, 43 corresponden a autóctonas y 1 es de origen alóctono.

Una especie resultó ser vulnerable a nivel nacional, según Baeza (1997) en B.M.N.H.N. (1998), *Equisetum giganteum* (cola de caballo).

Quebrada Chanchoquín

Los antecedentes de terreno indican que la subcuenca se caracteriza por las comunidades de *Bulnesia chilensis – Encelia canescens* en la parte baja de la cuenca. En este mismo sector, ocupando el fondo del valle, se encuentran formaciones de *Acacia caven – Prosopis chilensis*. Más al interior, existen afloramientos de agua que permiten el establecimiento de comunidades de *Tessaria absinthioides – Baccharis salicifolia* con individuos de *Salix humboldtiana.* Posteriormente desaparece el afloramiento hídrico y la comunidad predominante es *Bulnesia chilensis – Baccharis salicifolia* en las estrata arbustiva, con individuos arbóreos de *Acacia caven* y una estrata herbácea de *Chenopodium ambrossioides – Senecio johnstonianus.* Entre los 2000 – 2600 ms.n.m., en las laderas es característica la comunidad de *Senecio proteus – Gymnophyton flexuosum* acompañada de *Fabiana imbricata, Haplopappus baylahuen* y *Stipa atacamensis*. Posteriormente, domina la formación de *Adesmia sp.* (acojinada) – Haplopappus baylahuen y Ephedra breana. En las cotas mayores, la dominancia es *Haplopappus baylahuen – Adesmia hystrix*, aumentando la cobertura vegetal de esta última especie, pasando a ser una comunidad arbustiva pura.

La existencia de comunidades vegetales azonales hídricas, asociadas a los puntos de escurrimiento, están dominadas principalmente por especies herbáceas de *Carex sp., Heloecharis sp., Scirpus sp.,*y formaciones arbustivas de *Escallonia angustifolia* y *Cortaderia atacamensis*. Las áreas azonales poseen una superficie aproximada de 96 hectáreas.

Se registra un total de 95 especies, 90 autóctonas y 5 alóctonas.

El estado de conservación de la flora citada para el área, es la siguiente:

- Vulnerable a nivel nacional (Benoit, 1989): *Prosopis chilensis* (algarrobo).
- Rara a nivel regional (Benoit, 1989): *Bulnesia chilensis*.

Río El Tránsito Superior

De manera general, esta subcuenca esta representada por varios tipos vegetacionales, de acuerdo a lo señalado en el Catastro de Vegetación Nativa El primero corresponde a la comunidad de *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum* que ocupa principalmente las laderas de exposición sur al norte del río El Tránsito. Luego se encuentra la comunidad de *Bulnesia chilensis,* la que se ubica en las laderas bajas y medias de la quebrada de Pinte. En la porción alta de la Sierra de Tatul se ubica la comunidad de *Stipa sp.*. Finalmente, el resto de la superficie es compartida por las comunidades de *Ephedra breana – Adesmia aphylla* y la comunidad de *Prosopis chilensis – Bulnesia chilensis* en la porción baja de la quebrada de Pinte.

Complementariamente, en un análisis más detallado a través de un transecto efectuado en terreno, se debe mencionar que:

- La comunidad de *Bulnesia chilensis – Encelia canescens* es característica en las partes bajas de las laderas cercanas a la localidad del Tránsito. En esta área el valle es amplio y conforma una unidad heterogénea entre cultivos agrícolas y vegetación natural, con formaciones arborescentes de *Salix humboldtiana – Schinus molle y Populus nigra*.
- En la confluencia con la quebrada de Pinte, existen sectores agrícolas y la vegetación natural es dominada por la presencia de *Baccharis salicifolia – Acacia caven* y *Cortaderia atacamensis.*
- Ya más al interior aumenta la densidad de la vegetación y se conforma un matorral arborescente de *Acacia caven – Prosopis* chilensis con una estrata herbácea alta de *Cortaderia* atacamensis.
- En el sector de valle denominado la Pampa se intensifica el uso agrícola, ocupando grandes terrazas que se distribuyen en las laderas de exposición norte.
- En la localidad de los Tambos las laderas presentan un matorral bajo de *Pintoa chilensis* y *Krameria cistoidea*, presentando en las partes bajas especies de *Schinus polygamus, Baccharis salicifolia y Geoffroea decorticans*, entre otras.

- Hacia la quebrada de Pinte la vegetación corresponde principalmente a un matorral de *Acacia caven* y *Baccharis salicifolia*, ocupando los ripeaderos del fondo de la quebrada. Las laderas se caracterizan por la presencia de un matorral bajo de *Bulnesia chilensis* principalmente. En los sectores de mayor altitud, en laderas de exposición norte, se asocia con *Proustia ilicifolia* formando comunidades de escaso cubrimiento vegetal.

Respecto a los sistemas de vegas, cabe destacar que en los sectores altos de la Sierra de Tatul se ubican pequeños sistemas de este tipo, alcanzando una superficie aproximadamente de 8 hectáreas.

Finalmente, desde el punto de vista florístico, de un total de 357 registros, existe un total de 171 especies vegetales, siendo 136 autóctonas y 35 de origen alóctono.

El estado de conservación de la flora citada para el área es la siguiente:

- Vulnerables a nivel nacional:

Según Benoit (1989): *Krameria cistoidea* y *Prosopis chilensis.*

Según Baeza (1997) en B.M.N.H.N. (1998): *Equisetum giganteum*.

- Vulnerables a nivel regional:

Según Benoit (1989): *Balsamocarpon* brevifolium.

- Raras a nivel nacional:

Según Benoit (1989): *Pintoa chilensis*.

- Raras a nivel regional:

Según Benoit (1989): *Bulnesia chilensis*.

<u>Río El Tránsito Inferior</u>

De acuerdo con los antecedentes recopilados en terreno, esta unidad se caracteriza por la presencia de sectores agrícolas que ocupan terrazas y sectores planos en los fondos del valle. La vegetación ripariana está formada por grupos de árboles de *Schinus molle, Populus nigra*, acompañados por especies arbóreas de menor tamaño como son *Prosopis chilensis, Geoffroea decorticans* y *Salix humboldtiana*. En lugares con mayor alteración, ya sea antrópica o por causa de la escorrentía del río, las comunidades dominantes son *Tessaria absinthioides – Baccharis salicifolia.* En las laderas dominan los arbustos bajos de *Pintoa chilensis* y *Bulnesia chilensis,* acompañados por cactáceas del tipo *Opuntia berterii,* la cual forma pequeños cojines, principalmente en las laderas bajas de exposición norte de la cuenca.

De manera general, de acuerdo a lo señalado por el Catastro de Vegetación Nativa de Chile, el área está dominada por comunidades de *Ephedra breana* –

Gymnophyton flexuosum que ocupan principalmente las laderas superiores de la parte norte de la subcuenca; la comunidad de *Bulnesia chilensis* en las laderas bajas de exposición norte del río el Tránsito; la comunidad de *Stipa sp.* en las laderas altas de la zona sur y la comunidad de *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum* cercana a la localidad de Chihuinto. Las comunidades con suculentas de *Bulnesia chilensis – Heliotropium chenopodiaceum*, se ubican en las laderas bajas de la porción norte de la unidad.

La presencia de vegas está muy reducida, distinguiéndose pequeñas unidades en la parte superior de la quebrada El Tabaco. Sin embargo, esta discriminación es dudosa, ya que posiblemente puedan corresponder a formaciones arbustivas húmedas, similares a las señaladas en la unidad anterior.

En resumen, se realizó un compendio de 52 especies en 71 registros (47 autóctonas y 5 alóctonas).

El estado de conservación de la flora citada para el área es la siguiente:

- Vulnerables a nivel nacional:

Según Benoit (1989): *Prosopis chilensis.*

- Raras a nivel nacional:

Según Benoit (1989): *Pintoa chilensis*.

Según Belmonte (1997) en B.M.N.H.N. (1998): *Neoporteria vallenarensis.*

- Raras a nivel regional:

Según Benoit (1989): *Bulnesia chilensis*.

<u>Río El Carmen Inferior</u>

Vegetacionalmente, presenta una fisonomía similar a la unidad anterior caracterizándose por la presencia de sectores agrícolas en el fondo del valle del río El Carmen. La vegetación está formada por estratas arbóreas de *Schinus molle* y *Populus nigra*, acompañados por especies de menor tamaño como son *Prosopis chilensis, y Geoffroea* decorticans (cercanos al camino) y *Salix humboldtiana* (cercano al curso de agua). En sectores de menor intervención antrópica es posible encontrar comunidad de *Balsamocarpon brivifolium.* En las laderas dominan los arbustos bajos de *Bulnesia chilensis* acompañados por *Eulychnia acida* var. *procumbens,* y herbáceas del tipo *Mentzelia*.

El Catastro de Vegetación Nativa señala que la unidad está dominada por las comunidades de *Bulnesia chilensis – Heliotropium chenopodiaceum* ocupando principalmente las laderas de la ribera este del río El Carmen (quebrada Pie de Gallo), y la comunidad de *Opuntia miquelli – Calandrinia grandiflora* en las

laderas cercanas a la naciente del río Huasco. Se presenta además, un matorral muy abierto de comunidades de *Stipa frigida* y *Stipa sp* en los sectores de cumbres. Por último, es posible detectar comunidades de *Bulnesia chilensis* en las laderas bajas de exposición este en las cercanías del poblado La Masilla.

Estadísticamente, de 110 especies vegetales (en 188 registros), 97 son entidades de origen autóctono y 13 de origen alóctono.

El estado de conservación de la flora citada para el área, comprende principalmente:

- Vulnerables a nivel nacional:

Según Benoit (1989): *Cordia decandra*, *Krameria cistoidea* y *Prosopis chilensis.*

Según Baeza (1997) en B.M.N.H.N. (1998): *Equisetum giganteum*.

- Vulnerables a nivel regional:

Según Benoit (1989): *Balsamocarpon brevifolium*.

- Raras a nivel nacional:

Según Benoit (1989): *Pintoa chilensis* y *Malesherbia auristipulata*.

Según Ravena (1997) en B.M.N.H.N. (1998): *Alstroemeria polyphylla*.

- Raras a nivel regional:

Según Benoit (1989): *Bulnesia chilensis.*

Río El Carmen Medio

Presenta una fisonomía vegetacional similar a la anterior, siendo dominado el paisaje por la presencia de los sectores agrícolas que ocupan las terrazas y los sectores planos en el fondo del valle, disminuyendo sus extensiones a medida que se avanza por el río, por las fuertes pendientes predominantes.

Según los antecedentes del Catastro de Vegetación Nativa, en su mayoría corresponde a sectores con matorral muy abierto y sectores de matorral con suculentas muy abierto.

Puntualmente, en las cercanías del poblado Burro Muerto aparecen formaciones densas de *Acacia caven* con *Schinus polygamus*; cerca de las riberas, densos manchones de *Cortaderia atacamensis* acompañados de *Tessaria absinthiopides*, *Geoffroea decorticans* y *Prosopis chilensis*, y en algunos sectores se suma *Escallonia angustifolia*. A partir de los 1900 ms.n.m. el valle se estrecha considerablemente, conformando un paisaje dominado por *Heliotropium chenopodiaceum, Bulnesia chilensis* y *Senecio proteus*. Los sectores mas amplios y húmedos son aprovechados como sectores de empastada y cultivo.

En general, el valle se presenta heterogéneo y fragmentado, mezclando áreas de cultivo y zonas de vegetación natural, esta condición se repite en gran parte de las unidades asociadas a los grandes ríos de la comuna.

En esta unidad se detectaron comunidades de vegetación azonal hídrica, localizándose en las partes altas de las quebradas. En los sectores adyacentes al curso principal del río El Carmen, han sido reemplazadas por empastadas o sectores de cultivo.

Florísticamente, de un total de 315 registros, se determinaron 155 especies vegetales, de las cuales 135 son de origen autóctono y 20 alóctonas.

El estado de conservación de la flora para el área, comprende principalmente:

- Vulnerables a nivel nacional:

Según Benoit (1989): *Cordia decandra*, *Krameria cistoidea* y *Prosopis chilensis.*

Según Baeza (1997) en B.M.N.H.N. (1998): *Equisetum giganteum*.

- Vulnerables a nivel regional:

Según Benoit (1989): *Balsamocarpon brevifolium*.

- Raras a nivel nacional:

Según Benoit (1989): *Pintoa chilensis*.

Según Ravena (1997) en B.M.N.H.N. (1998): *Alstroemeria polyphylla* y *Neoporteria vallenarensis*.

- Raras a nivel regional:

Según Benoit (1989): *Bulnesia chilensis*.

Río El Carmen Superior

También posee características vegetacionales similares a las unidades anteriores de acuerdo a lo señalado en el Catastro de Vegetación Nativa. Complementariamente, según lo observado en la campaña de terreno, la alta ladera esta dominada por la comunidad de *Gymnophyton robustum – Senecio proteus*, en sectores rocosos y abruptos al inicio de la unidad. Las áreas adyacentes y continuando hacia el interior el valle queda conformando un paisaje dominado por *Heliotropium chenopodiaceum, Bulnesia chilensis* y *Senecio proteus*. En las partes bajas, cercanas al curso principal, se encuentran comunidades de *Cortaderia atacamensis* acompañada de *Tessaria absinthiopides*, a las cuales se suma en algunos sectores *Escallonia angustifolia.*

Con respecto a la presencia de vegas, se presentan en su porción media, ocupando terrazas de considerable extensión, dominadas por *Phragmytes*

australis y *Tessaria absinthioides* con comunidades de *Salix babilonica*. Más al interior, los sistema de vegas se estrechan y comienza a dominar *Cortaderia atacamensis* con comunidades de *Escallonia angustifolia*. Además, en la parte alta de las quebradas es posible distinguir otros sistemas similares.

De un total de 188 registros, la síntesis fue de 141 especies (100 autóctonas y 41 alóctonas). De éstas, se detectaron 2 especies vulnerables a nivel nacional: *Prosopis chilensis* (Benoit, 1989); *Equisetum giganteum* (Baeza, 1997 en B.M.N.H.N., 1998); y una rara a nivel nacional: *Malesherbia auristipulata* (Benoit, 1989).

Río Potrerillos

Unidad determinada por la existencia de los cursos hídricos, con valles con laderas de pendientes abruptas que determinan la estratificación de las comunidades vegetales que allí se desarrollan. En los valles se desarrollan comunidades azonales hídricas, con un alto porcentaje de cubrimiento y nivel de producción de biomasa, que favorecen la existencia de fauna, con una superficie aproximada de 725 hectáreas.

El Catastro de Vegetación Nativa determina que el área con matorral muy abierto, esta representada mayoritariamente por la comunidad de *Gymnophyton flexuosum – Heliotropium chenopodiaceum* principalmente en las laderas de la cuenca del río Potrerillos. En segundo lugar, domina la asociación de *Adesmia divaricata - Heliotropium chenopodiaceum,* en la ladera de exposición norte del río Potrerillos. La comunidad de *Adesmia hystrix* marca el limite vegetacional en la parte superior del curso principal y el río de las Tres Quebradas.

Esta unidad presenta un total de 280 registros, cuya síntesis entregó 189 especies (183 autóctonas y 6 alóctonas).

Del total de especies citadas para esta unidad, se presenta 1 vulnerable: *Equisetum giganteum* (Baeza, 1997 en B.M.N.H.N., 1998) y una rara: *Malesherbia auristipulata* (Benoit, 1989).

Resumen comunal

Desde el punto de vista florístico, la comuna de Alto del Carmen está compuesta por 622 entidades lo que representa aproximadamente un 12% del total de especies vegetales presentes en el país. Del total, un 13% corresponden a entidades alóctonas o exóticas, en tanto que el 87% restante corresponde a especies de tipo autóctonas.

Respecto al estado de conservación de la flora, las clasificación es la siguiente:

- 80 especies no clasifican (NC) dentro de alguna de las categorías de conservación por corresponder a especies alóctonas o introducidas.
- 344 no poseen información (SI).
- 152 corresponden a la categoría "Sin problemas" (SP).
- 5 son vulnerables a nivel nacional.
- 1 es vulnerable a nivel regional.
- 5 son raras a nivel nacional.
- 1 corresponde a rara a nivel regional.

La distribución de las especies con problemas de conservación y la distribución de los sistemas azonales hídricos se presentan en el anexo de cartografías.

3.5.2 Fauna Terrestre

3.5.2.1 Introducción

El presente ítem describe la fauna de vertebrados silvestres asociados al área en estudio.

Se analizan las principales características de la fauna de vertebrados en el área de influencia, entregando elementos de juicio para la evaluación de la posible creación de un área silvestre protegida de propiedad privada.

Objetivos

Los objetivos del presente estudio en lo referente a la fauna son los siguientes:

a) Caracterizar la fauna, en términos de su diversidad, incluyendo descriptores como la composición, la distribución y el estado de conservación.

b) Analizar la representatividad y singularidad de la fauna encontrada en el área, con respecto a la fauna general de Chile.

c) Establecer la posible presencia en el área de especies endémicas y/o amenazadas de extinción.

3.5.2.2 Metodología para la recopilación de información de fauna

Para generar un catastro de las especies posibles de encontrar en el área de estudio, se realizó una revisión de la literatura general sobre fauna de la zona norte de Chile y específica, en relación al área en que se inserta el proyecto. También se revisó la base de datos de las colecciones de vertebrados del Museo

Nacional de Historia Natural, incluyendo cuando corresponde, aquellos registros publicados por Núñez (1992) y Torres-Mura (1991).

La consulta bibliográfica incluyó las siguientes referencias: i) para anfibios y reptiles: Cei (1962), Díaz (1984), Donoso-Barros (1966), Valencia y Veloso (1981), Veloso y Navarro (1988); ii) para aves: Araya y Millie (1996), Goodall, et al. (1946, 1951, 1957, 1964), Hellmayr (1932), Johnson (1965, 1967, 1972); iii) para mamíferos: Mann, (1978), Miller y Rottmann (1976), Muñoz y Yañez (2000), Osgood (1943), Pine y colaboradores (1979), Reise & Venegas (1987) y Tamayo y Frassinetti (1980). También se consultó los trabajos generales de Jaksic (1996), Lazo y Silva (1993) y Torres-Mura (1994) que contienen una extensa bibliografía y como una fuente adicional se revisó las páginas bibliográficas de E. Silva (www.bio.puc.cl/auco). Complementariamente, se revisaron estudios específicos realizados en la comuna.

En terreno (diciembre 2003) se determinaron los hábitats más característicos, realizando observaciones (a ojo desnudo y con binoculares) y recolectando muestras zoológicas. La nomenclatura científica sigue, en general, a Araya *et al*. (1995), Núñez y Jaksic (1992), y Tamayo y colaboradores (1987).

El estado de conservación de la fauna sigue el Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Hilton-Taylor, 2000) y, a falta de la normativa chilena contemplada en la Ley de Bases del Medio Ambiente, se utiliza como referencia el reglamento de la Ley de Caza (SAG, 1998; Decreto Supremo N°5 de enero de 1998) que contiene un listado de los vertebrados terrestres de Chile y sus estado de conservación por zonas del país (la zona norte incluye las regiones I a III). El Libro Rojo de la UICN utiliza las categorías En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, Menor Riesgo (con las subcategorías Dependiente de conservación, Casi amenazado, y Preocupación menor), Datos Insuficientes y No Evaluado. La Ley de Caza usa las categorías En Peligro, Vulnerable, Rara, Inadecuadamente Conocida y Fuera de Peligro.

Metodología del trabajo de campo

En la salida a terreno se determinó los hábitats más característicos de la fauna del área de estudio, realizando un recorrido por toda la zona. Para detectar la presencia de anfibios (adultos o larvas) se recorrió las vegas y los cuerpos de agua lóticos (ríos) observando y buscando en forma manual entre la vegetación acuática y bajo/entre piedras. Los reptiles se buscaron bajo piedras, en roqueríos, planicies y laderas xéricas, en días de sol. Las aves fueron observadas con binoculares, los mamíferos se estudiaron por observación directa y por observación de fecas, huellas y madrigueras (siguiendo las recomendaciones de CONAMA, 1994).

Durante esta visita se observó una alta actividad biológica, registrándose la presencia de anfibios (larvas y adultos), reptiles, numerosas aves y mamíferos, determinados por observación directa y por métodos indirectos.

Con el trabajo en terreno, las revisiones bibliográficas y de colecciones de Museo fue posible confeccionar un catastro preliminar de los vertebrados actuales y/o potencialmente presentes en el sector involucrado.

3.5.2.3 Marco Biogeográfico

En el norte de Chile se reconocen tres grandes unidades geomorfológicas: la Cordillera de la Costa, la Depresión intermedia (de 1.000 m de altitud) y la Cordillera de los Andes, junto a la orografía, la alta radiación solar y la sequedad del aire son elementos relevantes e influyentes sobre las distintas formas de vida de toda la zona norte de Chile.

Todo el norte grande está bajo la influencia del anticiclón del Pacífico suroriental, que genera una gran estabilidad atmosférica, la que lleva humedad a la costa y permite el desarrollo del desierto costero, de características menos drásticas que el desierto interior. La existencia de una inversión térmica y la altura de la cordillera costera impiden la penetración de la humedad hacia la depresión intermedia. Por otra parte, la altura de los Andes también impide el paso de la humedad del este hasta esta zona, generándose una de las regiones más áridas del planeta (desierto absoluto) en la depresión intermedia. Sin embargo, en algunas áreas gracias al afloramiento de napas freáticas hay desarrollo de vegetación. En la zona andina el anticiclón se ve debilitado favoreciendo la penetración de masas de aire tropical provenientes del este y portadoras de precipitaciones, lo que hace que en el altiplano se desarrollen algunas formaciones vegetales y que haya cursos de agua permanentes.

Desde un punto de vista zoogeográfico, la III región forma parte de las "comunidades desérticas", así definidas por Mann (1960) y que se caracterizan por la presencia de un reducido grupo de animales. El área costera y la depresión intermedia de esta región forman parte de una zona esteparia de transición entre el desierto absoluto de más al norte (I y II regiones) y los matorrales mediterráneos de más al sur (IV región al sur). La zona andina representa también una situación de transición entre la fauna del altiplano de las regiones I y II y la zona andina de Chile central (Artigas, 1975).

De acuerdo a Gajardo (1994), el área de estudio cruza la zona biogeográfica andina, caracterizada por un reducido número de especies con amplia selección de hábitat y con distribuciones extendidas por los Andes de varias regiones.

3.5.2.4 Análisis de la información

Composición de la Fauna

El catastro de la fauna actual o potencialmente presente en la zona de estudio (Tabla N°10) está compuesto por un total de 162 especies, de ellas fueron consideradas 94 detectadas y 68 potenciales para el sector. De las especies detectadas, 2 corresponden a anfibios, 9 a reptiles, 71 a taxa de aves (sólo tres de ellas introducidas, la codorniz, la paloma y el gorrión), y 12 a mamíferos (uno introducido, la liebre). De la fauna potencial, 3 corresponden a reptiles, 42 a taxa de aves, 20 a mamíferos y 3 a peces.

Singularidad y endemismo

El análisis de la distribución geográfica indica que la mayoría de las especies detectadas en la zona tienen una amplia distribución geográfica en Chile y también se encuentran en los países vecinos. Del total de fauna detectada, la gran mayoría presenta distribuciones que abarcan varias regiones del país y por tanto no son exclusivas del área o de la III región. Sin embargo la lagartija de Müller y la lagartija andina se encuentran sólo en la III y IV regiones y un reptil (la lagartija de Atacama) está presente sólo en la III región. En total, seis especies son endémicas de Chile y corresponden a cuatro de los cinco reptiles, un ave (*Mimus thenca*) y un mamífero (*Abrocoma bennetti*).

Estado de Conservación

A nivel internacional y de acuerdo al Libro Rojo de UICN (Hilton-Taylor, 2000), sólo una especie del presente catálogo está amenazada de extinción y es el guanaco (*Lama guanicoe*) que está en categoría Vulnerable; sin embargo, los reptiles *Callopistes palluma* y *Liolaemus lorenzmuelleri* están en categoría "datos insuficuentes" (DD); y entre las aves, el cóndor (*Vultur gryphus*) está en categoría "menor riesgo, casi amenazado" (LR/nt).

A nivel nacional y a falta de la reglamentación establecida en la Ley de Bases del Medio Ambiente, se utiliza como referencia el Reglamento de la Ley de Caza (SAG, 1998) que contiene un listado de los vertebrados terrestres de Chile y sus estados de conservación, separado por zonas del país (en este caso zona norte, regiones I a III).

El estado de conservación de las especies detectadas en el área del proyecto, que se muestra en la Tabla N°9, es el siguiente: 16 de las 94 especies autóctonas están mencionadas en el Reglamento de la Ley de Caza como amenazadas y corresponden a los 2 anfibios (*Bufo spinulosus*, Vulnerable y *Pleurodema thaul*, En Peligro), todas las especies de reptiles (*Philodryas chamissonis*, *Liolaemus platei, Liolaemus atacamensis* y *Liolaemus cf. vallecurensis*, son Raras; *Liolaemus*

lorenzmuelleri, Liolaemus nitidus y *Callopistes palluma* son Vulnerables), tres aves (*Chloephaga melanoptera* y *Vultur gryphus* son Vulnerables y *Attagis gayi* es Rara) y cuatro mamíferos (*Lagidium viscacia* y *Lama guanicoe* están En Peligro; *Pseudalopex culpaeus* y *Pseudalopex griseus* son Inadecuadamente Conocidos). Se encontraron larvas y adultos de anfibios en las vegas y vertientes del río Laguna Grande, en la Quebrada Chanchoquín, en el río Conay, en el río Tránsito Inferior, en el río El Carmen (Inferior, Medio y Alto) y en el río Potrerillos. De los reptiles se observaron en terreno algunos ejemplares de *Philodryas chamissonis*, *Liolaemus atacamensis*, *Liolaemus lorenzmuelleri*, *Liolaemus cf. vallecurensis* y se detectó la presencia de algunas madrigueras que podrían ser usadas por *Callopistes palluma*. En el caso de los mamíferos se observaron directamente las vizcachas (río Laguna Grande, en el río Conay, Quebrada Chanchoquín, río El Carmen Medio y Alto y en el río Potrerillo), los guanacos se observaron en el río Laguna Grande y en el río Potrerillo. En el anexo de fotografías se ilustran algunas de las especies mencionadas. La distribución de las especies con problemas de conservación se presenta en el anexo de cartografías.

Distribución y abundancia

Las especies están desigualmente distribuidas en el área de estudio; para describir la variación en la composición de la fauna en el área de estudio se diferenció 11 unidades o subcuencas, las que se distribuyen desde Alto del Carmen hasta la alta cordillera. En general las abundancias son bajas, sin embargo, las aves es el grupo con un mayor número de especies, presentando las mayores abundancias y dentro de este grupo los Passeriformes son el orden más común y abundante. Le sigue en cantidad de individuos los anfibios y dentro de los mamíferos las vizcachas fueron las más comunes (en mayor número de localidades). Los reptiles son el grupo menos abundante (se observan sólo en algunos lugares y en bajas cantidades).

<u>Río Laguna Grande</u>

Este sector comprende una formación alto andina, con pastizales y vegas a lo largo del río. Se registra un total de 64 especies (14 observadas y 50 potenciales).

Especies detectadas: incluyen un anfibio (*Bufo spinulosus* en las vegas), un reptil (*Liolaemus lorenzmuelleri*) entre matorrales bajos, nueve aves y tres mamíferos: la liebre (introducida), los guanacos y las vizcachas. Estas últimas viven en cerros altos con rocas, pero asociadas a las vegas. Del total de especies detectadas en el área, cuatro se encuentran en alguna categoría de conservación: un anfibio (*Bufo spinulosus*) es vulnerable, un reptil (*Liolaemus* lorenzmuelleri) es vulnerable, y dos mamíferos (*Lagidium viscacia* y *Lama guanicoe*) están en peligro.

Especies potenciales: este grupo incluye cuatro reptiles, 33 aves, 10 mamíferos y tres peces. De estos grupos, 22 especies están catalogadas en alguna de las

categorías con problemas de conservación: un reptil (*Phymaturus flagelifer*) en peligro; nueve aves: siete vulnerables y dos raras (*Attagis gayi* y *Larus serranus*); ocho mamíferos: tres en peligro y dos vulnerables (*Ctenomys fulvus* y *Felis concolor*); una rara (*Thylamis elegans*) y dos inadecuadamente conocidas (*Pseudalopex culpaeus* y *P. griseus*).

Río Valeriano

En esta unidad, correspondiente a una formación alto andina con matorrales bajos y vegas formadas por el río Valeriano, se registró 31 especies, todas potenciales. Esto principalmente porque no cuenta con estudios específicos y tampoco con caminos de acceso, lo que provocó que no pudiera ser visitado en la etapa de terreno.

Considerando lo enterior, se registraron 31 especies (potenciales) para esta zona: un anfibio (*Bufo spinulosus*), dos reptiles (*Liolaemus lorenzmuelleri* y *Phymaturus flagelifer*), 28 aves y diez mamíferos (dos roedores, dos felinos, dos zorros, la vizcacha, liebre, guanaco y un marsupial (*Thylamys elegans*).

De estas especies, 21 entidades se encuentran en alguna categoría de conservación: un anfibio (*Bufo spinulosus* es vulnerable), dos reptiles (*Liolaemus lorenzmuelleri* Vulnerable y *Phymaturus flagelifer* se encuentra en peligro), siete aves (cinco vulnerables, dos Raras (*Attagis gayi* y *Larus serranus*)), ocho mamíferos (tres en peligro, dos Vulnerables (*Felis concolor* y *Lama guanicoe*), una Rara (*Thylamys elegans*) y *Pseudalopex culpaeus* y *P. griseus* inadecuadamente conocidos).

Río Conay

Comprende una formación de matorral andino, con pequeñas vegas que se encuentran a lo largo del río. Se analizó un total de 34 especies (17 observadas y 17 potenciales). De las primeras, se registra un anfibio (*Bufo spinulosus*), dos reptiles (*Liolaemus atacamensis* y *L. lorenzmuelleri*), 28 aves y tres mamíferos (vizcacha, zorro culpeo y la liebre).

De las especies presentes en el área, siete se encuentran en alguna categoría de conservación, un anfibio, *Bufo spinulosus,* es Vulnerable; dos reptiles, *Liolaemus atacamensis* es Rara y *L. lorenzmuelleri* es Vulnerable; dos aves *Chloephaga melanoptera* y *Vultur gryphus* son Vulnerables y dos mamíferos, *Lagidium viscacia* está En Peligro y *Pseudalopex culpaeus* es Inadecuadamente Conocido.

Río Chollay

Comprende una formación de precordillera, con pequeñas vegas que se encuentran a lo largo del río y en la parte más alta de la cordillera una formación de pastizales y matorrales bajos.

Se consideró 28 especies potenciales (3 detectadas y 25 potenciales).

Especies detectadas: corresponden a dos aves, ambas con problemas de conservación (*Attagys gayi* Rara y *Chloephaga melanoptera* Vulnerable) y un mamífero En Peligro (*Lama guanicoe*).

Especies Potenciales: considera un anfibio (*Bufo spinulosus*), un reptil (*Liolaemus lorenzmuelleri*), 18 aves y cinco mamíferos (dos ratones, vizcacha, liebre y zorro culpeo). De las especies potenciales del río Chollay, cinco se encuentran en alguna categoría de conservación, un anfibio, *Bufo spinulosus,* es vulnerable; un reptil, *Liolaemus lorenzmuelleri,* es vulnerable; un ave, *Vultur gryphus,* es vulnerable y dos mamíferos, *Lagidium viscacia* en peligro y *Pseudalopex culpaeus* Escasamente Conocida.

Quebrada Chanchoquín

Comprende una formación con vegetación ribereña en el fondo del valle, en los cerros laderas con matorrales más secos y el sector alto andino. Se detectó 31 especies (22 observadas y 9 potenciales).

Especies detectadas: a este grupo pertenecen 2 anfibios (*Bufo spinulosus* y *Pleurodema thaul*), 1 reptil (*Liolaemus atacamensis*), 24 aves y 3 mamíferos. De ellas seis especies presentan problemas de conservación: en los anfibios, *Bufo spinulosus* es vulnerable y *Pleurodema thaul* está en peligro; un reptil *Liolaemus atacamensis* es rara, y tres mamíferos, *Lagidium viscacia* y *Lama guanicoe* están en peligro.

Especies potenciales: existen solo un ave *Chloephaga melanoptera* la cual es vulnerable en su estado de conservación, y un mamífero, *Abrothrix longipilis* es inadecuadamente conocida.

Río El Tránsito Superior

Caracterizada por una formación de precordillera, con cultivos y vegetación ribereña en el fondo del valle y laderas de cerros con matorrales bajos. Se registraron 112 especies (65 observadas y 47 potenciales).

Especies detectadas: un anfibio (*Bufo spinulosus*), cinco reptiles, 51 aves y ocho mamíferos. De las especies presentes en el área, siete se encuentran en alguna categoría de conservación: un anfibio, *Bufo spinulosus* es vulnerable; tres reptiles,

un ave Rara (*Attagis gayi*) y dos mamíferos, *Lagidium viscacia* En Peligro y *Pseudalopex culpaeus* es Inadecuadamente Conocida.

Especies potenciales: las especies potenciales para el área corresponden a un anfibio (*Plreurodema thaul*), dos reptiles (*Liolaemus atacamensis* y *Phylodrias chamissonis*), 34 aves, 10 mamíferos. En status de especie con problemas de conservación: un anfibio en peligro (*Pleurodema thaul*); dos reptiles en la categoría Rara (*Liolaemus atacamensis* y *Phylodrias chamissonis*); cuatro mamíferos, uno En Peligro (*Puma concolor)*, un Vulnerable (*Galictis cuja*) y dos Inadecuadamente Conocidas (*Abrothrix longipilis* y *Pseudalopex griseus*).

Río El Tránsito Inferior

Comprende la unidad formada por la parte baja del río El Tránsito, con cultivos y vegetación ribereña en el fondo del valle y laderas de cerros con matorrales más secos. Se detectó 37 especies (24 observadas y 13 potenciales). Los Passeriformes fueron el grupo más abundante y dentro de éste, las tencas (*Mimus thenca)* y las golondrinas de lomo negro (*Pygochelidon cyanoleuca*) fueron las más comunes.

Especies detectadas: un anfibio (*Pleurodema thaul*), dos reptiles (*Philodryas chamissonis*, *Liolaemus atacamensis*), 19 aves y dos mamíferos (un roedor y el zorro chilla). De las especies presentes en el área, cuatro se encuentran en alguna categoría de conservación, un anfibio, *Pleurodema thaul* está en peligro, dos reptiles *Philodryas chamissonis* y *Liolaemus atacamensis* son Raras y un mamífero, *Pseudalopex griseus* es Inadecuadamente Conocida.

Especies potenciales: un anfibio (*Bufo spinulosus*), un reptil (*Callopistes palluma*), 10 aves y un mamífero (*Abrotrix longipilis*). Con problemas de conservación potencialmente se encuentran, un anfibio Vulnerable (*Bufo spinulosus*), un reptil Vulnerable (*Callopistes palluma*) y un mamífero Inadecuadamente Conocido (*Abrotrix longipilis*).

Río El Carmen Inferior

Esta unidad, desarrollada en la parte baja del río El Carmen, presenta cultivos y vegetación ribereña en el fondo del valle y laderas de cerros con matorrales xéricos. Se registró 78 especies (44 observadas y 34 potenciales). De manera coincidente con la unidad anterior, los Passeriformes fueron el grupo más abundante y dentro de éste, las tencas (*Mimus thenca)* y los zorzales (*Turdus falcklandii*) fueron las aves más comunes.

Especies detectadas: dos anfibios (*Bufo spinulosus* y *Pleurodema thaul*), dos reptiles (*Philodryas chamissonis*, *Liolaemus atacamensis*), 34 aves y seis mamíferos. Las especies con problemas de conservación presentes en el área son: dos

anfibios (*Bufo spinulosus* es Vulnerable y *Pleurodema thaul* está En Peligro); dos reptiles (*Philodryas chamissonis* y *Liolaemus atacamensis* son Raras) y un mamífero *Pseudalopex culpaeus* es Inadecuadamente Conocida.

Especies potenciales: son 34 entidades, correspondientes a un reptil, 23 aves, 10 mamíferos, tres roedores Presentan problemas de conservación, un reptil Vulnerable (*Callopistes palluna*), dos aves Vulnerables (*Falco peregrinus* y *Vultur gryphus*), cuatro mamíferos, uno En Peligro *(Puma concuolor*), un Vulnerable (*Galictis cuja*) y dos Inadecuadamente Conocidas (*Abrothrix longipilis* y *Pseudalopex griseus*).

Río El Carmen Medio

Corresponde a la subcuenca formada por la parte media del río El Carmen, con cultivos y vegetación ribereña en el fondo del valle y laderas de cerros con matorrales xéricos. Se registraron 54 especies (36 observadas y 18 potenciales), siendo el grupo de las aves el más abundante, siendo los Passeriformes los de mayor presencia. En el río los más abundantes fueron los patos cortacorrientes (*Merganetta armata*) y en las vegas y vertientes los anfibios.

Especies detectadas: 2 reptiles, 30 aves y cuatro mamíferos. De éstas especies, cuatro se encuentran en alguna categoría de conservación: dos reptiles, uno Vulnerable (*Callopistes palluma)*y *Liolaemus atacamensis* en la categoría Rara; y dos mamíferos, En Peligro (*Lagidium viscacia*) y *Pseudalopex culpaeus* Inadecuadamente Conocida.

Especies Potenciales: contiene dos anfibios, nueve aves y siete mamíferos. Dentro de las categorías de conservación se encuentran, dos anfibios (*Pleurodema thaul* En Peligro y *Bufo spinulosus* como Vulnerable), y un mamífero (*Psudalopex griseus,* zorro chilla) como Inadecuadamente Conocido.

Río El Carmen Superior

Comprende una formación de matorral andino, con vegetación ribereña en el fondo del valle, laderas de cerros con matorrales bajos y vegas que se encuentran a lo largo del río El Carmen. Se detectaron 29 especies (19 observadas y 10 potenciales). En las vegas y vertientes, los anfibios fueron los más comunes, dentro de las aves los Passeriformes fueron el grupo más abundante y dentro de éste, las golondrinas de lomo negro (*Pygochelidon cyanoleuca*) fueron las más comunes.

Especies detectadas: las especies detectadas en el área consideran, un anfibio (*Bufo spinulosus*), dos reptiles (*Liolaemus atacamensis* y *L. cf. vallecurensis*), 15 aves y un mamífero (vizcacha). Cuatro de éstas especies se encuentran en alguna categoría de conservación: el anfibio, *Bufo spinulosus,* es vulnerable y los dos

reptiles, *Liolaemus atacamensis* y *L. cf. vallecurensis,* son raras y un mamífero *Lagidium viscacia* está En Peligro.

Especies potenciales: como especies potenciales para el área se citan, un anfibio (*Pleurodema thaul*), un reptil (*Liolaemus lorenzmuelleri*), cuatro aves y cuatro mamíferos. De estas especies, cuatro se encuentran en alguna de las categorías de conservación: un anfibio (*Pleurodema thaul*) en estado en peligro, un reptil Vulnerable (*Liolaemus lorenzmuelleri*), un ave (*Vultur gryphus*) en estado vulnerable, y un mamífero en la categoría Inadecuadamente Conocida (*Pseudalopex griseus)*.

Río Potrerillos

Este sector comprende una formación alto andina, con matorrales bajos en las laderas de los cerros, con vegetación ribereña y vegas a lo largo del río.

De un total de 67 especies (27 detectadas y 40 potenciales), en las vegas y vertientes, los anfibios fueron los más comunes. Dentro de las aves los Passeriformes fueron nuevamente el grupo más abundante y dentro de éste las golondrinas de lomo negro (*Pygochelidon cyanoleuca*) y los chirihues (*Sicalis olivascens*) fueron los más comunes.

Especies detectadas: en este grupo aparecen dos anfibios, un reptil, 21 aves y dos mamíferos (la vizcacha y el guanaco). Dentro de las especies con problemas de conservación se encuentran los anfibios *Pleurodema thaul* En Peligro y *Bufo spinulosus* en la categoría Vulnerable, el reptil *Liolaemus. cf. vallecurensis* en la categoría Rara, un Ave Vulnerable (*Chloephaga melanoptera*), y dos mamíferos, uno en peligro (*Lagidium viscacia*) y uno Vulnerable (*Lama guanacoe*).

Especies potenciales: corresponden a 39 especies citadas, 12 de cuales se encuentran en alguna categoría de conservación, un reptil en la categoría vulnerable (*Liolaemus lorenzmuelleri*); cuatro aves: dos Vulnerables (*Chloephaga* melanoptera y *Vultur* gryphus) y dos Raras (*Attagis gayi* y *Larus serranus*); y finalmente se citan siete mamíferos: dos en peligro (*Felis colocola* y *Vicugna vicugna*), una especie vulnerable (*Felis* concolor), una rara (*Felis* jacobita) y tres inadecuadamente conocidas (*Abracoma sp., Pseudalopex sp.* y *Pseudalopex griseus*).

Estado actual del área

En las subcuencas más bajas (6, 7, 8 y 9), los sectores de fondo de valle tienen actualmente un alto grado de intervención producto de las plantaciones y cultivos, el resto de las unidades tienen un grado de intervención menor, provocado principalmente por los caminos, y las vegas están intervenidas por la presencia mayoritaria de ganado caprino.

Como ya se mencionó, algunos sectores del área de estudio (comuna) se encuentra mencionada en el "Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica de Chile" (CONAF, 1996), debido a la "confluencia de flora altiplánica y andina mediterránea" (no representada en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado) y por la presencia de humedales de altura.

Desde el punto de vista de la conservación de la fauna de esta área destaca la zona andina por su menor grado de intervención y por la presencia de mayor diversidad de especies amenazadas. Sería recomendable hacer reconocimientos específicos de ciertas áreas para confirmar la presencia de ciertas especies amenazadas que encontrarían aquí su límite de distribución sur (ej. vicuña, suri, tagua cornuda) y que han sido mencionadas por lugareños y observadores no especializados.

Cabe destacar que para la conservación regional, la zona andina de Chile central está pobremente protegida, considerando de norte a sur, no hay áreas silvestres protegidas desde el Parque Nacional Nevado Tres Cruces hasta el Parque Nacional El Morado en la Región Metropolitana.

3.6. RECURSOS ARQUEOLÓGICOS, ANTROPOLÓGICOS E HISTÓRICOS

3.6.1 Antecedentes Generales

Desde tiempos remotos, la zona andina está relacionada al desarrollo de culturas que se adaptaron y desarrollaron en las condiciones ambientales locales.

El desarrollo ancestral en que se desarrolló la cuenca alta del Huasco, está asociada a los cuatro estadios (secuencias) culturales que se desarrollaron en la región de Atacama:

- Periodo Arcaico de Cazadores-recolectores Cordilleranos (3.000/2.500 – 150 años a.C)
- Periodo Agroalfarero Temprano; Complejo El Molle (150 años a.C. – 700 años d.C.).
- Periodo Agroalfarero Medio; Complejo Las Animas (800 años d.C. – 1.000 años d.C.).
- Periodo Agroalfarero Tardío; Cultura Diaguita (1.000 años d.C. – 1.470 años d.C.). Cultura Diaguita/Inca (1.470 años d.C. – 1.536 años d.C.)

3.6.2 La Cultura Diaguita

De acuerdo un punto de vista arqueológico, Montané (1969) señala que la cultura diaguita se aborda a partir de tres fases:

En la fase 1 se estaría en presencia de una cultura basada en las actividades económicas de la ganadería, agricultura y actividades marinas. Los componentes que identifican esta fase se reconocen en la cerámica, sepulturas de baja profundidad y ceremonias fúnebres con sacrificio de animales.

La fase 2 se caracteriza por la presencia de sepulturas colectivas, elaboradas con piedra de laja de granito. Además, en su cerámica se encuentran los conocidos jarros zapato y los jarros pato.

Finalmente, la fase 3 se caracteriza por la influencia de la cultura Inca, a través de la rápida incorporación de sus técnicas por parte de los artesanos diaguitas, que se ve reflejado en la decoración mixta.

El área de expansión de esta cultura, al momento de la llegada de Diego de Almagro en 1536, abarcaba los territorios desde el valle del río Copiapó hasta las inmediaciones del río Aconcagua. Su economía se basaba en la agricultura, ganadería, pesca y caza.

3.6.3 Los Diaguitas del Valle del Huasco

La descendencia histórica de este grupo indígena ha permanecido en la zona del Huasco Alto, lo que involucra a la comuna de Alto del Carmen. Existen vestigios arqueológicos que evidencian la presencia de la cultura Molle y Las Animas en los mismos sitios ocupados actualmente por las comunidades de Huascoaltinos. Es por esto que fue necesario obtener informaciones orales y antecedentes bibliográficos que permitieran determinar hitos importantes de la historia local y encontrar elementos que explicaran acerca de la procedencia, permanencia y refugio en esta zona de cordillera de familias de raigambre diaguita. Los estudios regionales de Latcham (1923), han permitido considerar a las comunidades de Huascoaltinos dentro de un contexto de identidad regional catalogándolos como "diaguitas chilenos".

El mestizaje posiblemente haya ocasionado alteraciones en los rasgos de la cultura diaguita haciendo desaparecer la presencia indígena en algunos valles (Elqui, Limarí y Choapa), aunque en otros perduraron en distintos grados. En el caso del reducto diaguita Huascoaltino, perduró a través de la tenencia de las tierras en Huasco Alto y su uso, ocupación y asentamiento se mantuvo a lo largo del periodo colonial y republicano, constituyendo los valles de la cordillera en la cuenca del río El Tránsito, un espacio de refugio de los indígenas.

La extensión de las tierras de los indígenas del Valle del Huasco durante la colonia, se ubicaba en tres asentamientos a lo largo del valle, uno cercano a la costa, otro en el sector centro y otro en la cordillera, los que se denominaban Huasco Bajo, Paitanas (Vallenar) y Huasco Alto, respectivamente.

La tenencia de tierras de los Huascoaltinos se construyó históricamente. En un inicio todo el valle del Huasco pertenecía a los diaguitas, la que fue alterada por la llegada de los españoles, que ocuparon las tierras más fértiles y segregaron a los terrenos de menor calidad a los indígenas, haciendo que migraran hacia las tierras del valle del río El Tránsito.

Cabe señalar , que en el año 1997, el Estado chileno reconoció la propiedad de la tierra a varias familias descendientes, los que han regularizado la propiedad territorial de 395.000 hectáreas, comprendidas en tres estancias denominadas Huascoaltinos, Chollay y Valeriano. Estas propiedades las poseían sus habitantes como dominio regular e inscrito desde principios del siglo pasado.

3.6.4 Registros Arqueológicos

De acuerdo a la información recopilada, los vestigios arqueológicos nos entregan antecedentes de la continuidad temporal e histórica ocurrida en la comuna.

Tabla 11: Registro de antecedentes arqueológicos

Nº	UTM E	UTM N	NOMBRE	TIPO	CRONOLOGIA	ESTADIO	REFERENCIA
1	354078	6818142	CEMENTERIO ALTO DEL CARMEN	CEMENTERIO CERÁMICO	1500 D.C.	INCA – DIAGUITA	H. NIEMEYER, 1971
2	368713	6772379	CEMENTERIO QUEBRADA DE IPIPE	CEMENTERIO CERÁMICO	0 –700 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE – FASE RIO HUASCO	H. NIEMEYER, 1979
3	356628	6805483	CERRO BLANCO	ARTE RUPESTRE AISLADO	0 –800 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE	I. KUZMANIC, 1978
4	375113	6810130	CHANCHOQUIN CHICO	SEPULTURA AISLADA	1200–1500 D.C.	PERIODO TARDIO DIAGUITA FASE 2	I. KUZMANIC, 1988
5	375113	6810130	CHANCHOQUIN CHICO	CEMENTERIO CERAMICO	800–1100 D.C.	PERIODO MEDIO COMPLEJO ANIMAS	I. KUZMANIC, 1988
6	397604	6804810	CONCHAL CERAMICO	CONCHAL CERAMICO	700–1100 D.C.	PERIODO MEDIO COMPLEJO ANIMAS	I. KUZMANIC, 1988
7	389898	6794766	HORNITOS I	CEMENTERIO CERAMICO	1460–1560 D.C.	INCA - DIAGUITA	J. IRIBARREN, 1958
8	356491	6816564	LA HUERTA	CEMENTERIO CERAMICO	700–1100 D.C.	PERIODO MEDIO COMPLEJO ANIMAS	I. KUZMANIC, 1988
9	409177	6821528	PASTEADERO	ALERO CON OCUPACION EN SU PISO	800–1100 D.C.	COMPLEJO ANIMAS	I. KUZMANIC
10	375281	6794617	QUEBRADA PINTE	CEMENTERIO CERAMICO	0 –700 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE	J. IRIBARREN, 1957; H. NIEMEYER, 1979

Otros sitios detectados, a través de las revisiones de información de proyectos en la comuna e información obtenida en terreno, que deben ser verificados y registrados, son los siguientes:

Nº	ESTE	NORTE	NOMBRE	TIPO	REFERENCIA
11	378221	6797500	EL PORTILLO	HISTORICO	PROYECTO
12	402923	6816855	JUNTA DEL PESCADO	RESTOS ARQUELOGICOS, ARTE RUPESTRE	PROYECTO
13	395422	6800838	LAS LOZAS	ARTE RUPESTRE	PROYECTO
14	384835	6794317	LOS TAMBOS	HISTORICO	PROYECTO
15	393436	6797806	MALAGUIN	ARTE RUPESTRE	PROYECTO
16	368273	6790312	MINA PACULITO	HISTORICO	PROYECTO
17	375166	6794124	QUEBRADA PINTE 1	RESTOS ARQUEOLÓGICO E HISTORICOS	PROYECTO
18	357846	6798617	SAN FELIX	HISTORICO	PROYECTO
19	417851	6833345	PORTEZUELO CANTARITOS	COMPLEJO CULTURAL	PROYECTO
20	372139	6753897	QUEBRADA TRANCA QUEMADA	COMPLEJO CULTURAL	INF. TERRENO

Nº	ESTE	NORTE	NOMBRE	TIPO	REFERENCIA
21	382730	6744412	RIO TRES QUEBRADAS	CEMENTERIO CERAMICO	INF. TERRENO
22	392185	6738606	RIO POTRERILLOS 1	COMPLEJO CULTURAL	INF. TERRENO
23	388500	6739930	RIO POTRERILLOS 2	COMPLEJO CULTURAL	INF. TERRENO
24	376995	6797864	QUEBRADA PINTE 3	ANTROPOLOGICOS	INF. TERRENO
25	380349	6819857	QUEBRADA LA TOTORA. SECTOR AMOLANAS	ARTE RUPESTRE	INF. TERRENO
26	385066	6830544	QUEBRADA SECA	HISTORICO	INF. TERRENO
27	380835	6821199	QUEBRADA LA TOTORA	ARTE RUPESTRE	INF. TERRENO
28	367850	6768370	LA PLATA ALTA 1	HISTORICO	PROYECTO
29	367433	6767801	LA PLATA ALTA 2	ARTE RUPESTRE	PROYECTO

En la Figura 16, se presenta el mapa comunal con la distribución del total de sitios encontrados en la comuna, información que será utilizada para la valoración ambiental del territorio.

4. VALORIZACIÓN AMBIENTAL DEL TERRITORIO

A continuación, en base a la información recopilada y analizada, se realizará una cuantificación o valoración del territorio, con el objetivo de entregar una aproximación a las áreas (subcuencas) que pueden ser factibles de ser convertidas en un área silvestre protegida de propiedad privada.

4.1. METODOLOGÍA DE VALORACIÓN.

Se valorará tres de los componentes que se consideran como principales, de acuerdo a lo establecido en los requisitos de afectación estipulados en el reglamento de ASPP. Los componentes a valorizar son:

4.1.1 Valorización del componente biótico (flora y fauna)

1) Para el componente flora y vegetación, se valorará los siguientes atributos:

a) Número total de especies: número de especies totales por unidad, de acuerdo a la siguiente valorización:

VALORIZACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FLORA		
Valor	Importancia	Rango de número de especies
1	Bajo	0 – 100
2	Medio	101 – 200
3	Alto	Mayor a 200

b) Especies con problemas de conservación: se valorizará con valor 1 a cada especie que presente alguno de los estados de problema de conservación: En Peligro, Vulnerable, Rara, Insuficientemente conocida, Fuera de peligro. La condición será evaluada de igual manera, tanto para las referidas a Benoit (1989) y las publicaciones del Boletín del M.N.H.N (1998).

2) Para la componente fauna, se valorará los siguientes atributos:

a) Número total de especies: número de especies totales discriminadas en especies detectadas y especies potenciales por unidad, de acuerdo a la siguiente valorización:

VALORIZACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FAUNA DETECTADAS		
Valor	Importancia	Rango de número de especies
1	Bajo	0 – 10
2	Medio	11 – 30
3	Alto	Mayor a 31

VALORIZACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FAUNA POTENCIALES		
Valor	Importancia	Rango de número de especies
1	Bajo	0 – 10
2	Medio	11 – 30
3	Alto	Mayor a 31

b) Especies con problemas de conservación: de la misma manera anterior, se valorizará discriminadamente entre especies detectadas y potenciales. Para las primeras se asignará un valor 1 a cada especie que presente alguno de los estados de problema de conservación. Para las especies de fauna potenciales se asignará según la siguiente cuantificación:

VALORIZACIÓN DE ESPECIES CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN POTENCIALES		
Valor	Importancia	Rango de número de especies
1	Bajo	0 – 10
2	Medio	11 – 20
3	Alto	Mayor a 21

3) Corredor biológico: de acuerdo a la información recopilada, antecedentes científicos y lo observado en la visita a terreno, se cuantificará cada unidad como zona que se utiliza como corredor biológico para la flora y vegetación. La valorización será en rangos de importancia para este atributo: alta: 3; media: 2; baja: 1.

VALORIZACIÓN DE ATRIBUTO "CORREDOR BIOLÓGICO"		
Valor	Importancia	Observación
1	Bajo	No existen cuerpos de agua, pocas o nulas unidades azonales hídricas y presenta condiciones ambientales no favorables que determinan que la unidad tiene baja probabilidad de ser utilizada como corredor biológico por especies de flora y fauna.
2	Medio	Posible presencia de cuerpos de agua, mayor superficie de unidades azonales hídricas y condiciones ambientales favorables que determinan que la unidad tiene probabilidad de ser utilizada como corredor biológico por especies de flora y fauna, o como zona de amortiguación.
3	Alto	Condiciones ambientales favorables, presencia de cuerpos de agua y de unidades azonales hídricas, que determinan una alta probabilidad en ser utilizada como corredor biológico por gran cantidad de especies de flora y fauna, para la anidación de aves y como zona de alimentación de herbívoros.

Con la sumatoria de cada uno de estos atributos, se obtendrá un valor final, el cual se normalizará (escala 0 –1). El valor normalizado se volverá a valorizar en escala 1 a 3 (de menor a mayor importancia), para ser utilizado en la suma final de componentes, de acuerdo a los siguientes rangos:

Valor	Importancia	Rango de normalización
1	Bajo	0 – 0,33
2	Medio	0,34 – 0,66
3	Alto	0,67 – 1

4.1.2 Valorización del componente sociocultural – histórico

De acuerdo a la información recopilada, antecedentes históricos y la información obtenida en terreno, se cuantificará cada unidad como zona de interés histórico y cultural para las comunidades y localidades de la comuna. La valorización será en rangos de importancia para este atributo: alta: 3; media: 2; baja: 1.

Valor	Importancia	Observación
1	Bajo	De acuerdo a la datos históricos y a los pocos o nulos vestigios arqueológicos detectados, la unidad tiene baja importancia para la preservación histórica – cultural de la comuna y región.
2	Medio	De acuerdo a la datos históricos y a los vestigios arqueológicos detectados (registrados o por investigar), la unidad posee importancia para la preservación histórica – cultural de la comuna y región.
3	Alto	De acuerdo a la datos históricos y a vestigios arqueológicos detectados (confirmados), la unidad posee alto valor histórico – cultural para la comuna y región.

4.1.3 Valorización del componente físico

De acuerdo al análisis de la información recopilada y la información obtenida en terreno, se cuantificarán tres atributos de importancia, tanto para la sustentación de la flora y fauna, como también para la sustentación humana.

1) Valorización de la red de drenaje: la importancia de la red de drenaje se evaluará preliminarmente, de acuerdo al aporte hídrico de cada subcuenca al régimen de las cuencas principales (río El Tránsito y río El Carmen). También se considerará la posición dentro de la red hídrica. Finalmente, se considerará la relación:

$$\frac{\text{Km}}{\text{Ha}} = \frac{\text{Longitud total de la red de drenaje por unidad}}{\text{Superficie de la unidad}}$$

De lo anterior, cada unidad se valorizará en rangos de importancia para este atributo: alta: 3; media: 2; baja: 1.

2) Valorización de la presencia de cuerpos de agua (lagunas): se evaluará la presencia de cuerpos de agua, considerando su importancia para la sustentación de la flora y fauna, áreas de nidificación de aves y corredores biológicos

De lo anterior, cada unidad se valorizará en rangos de importancia para este atributo: alta: 3; media: 2; baja: 1.

3) Valorización de la presencia de cuerpos de nieves y glaciares: se evaluará la presencia de glaciares y cuerpos de nieves perpetuas, considerando su importancia de aporte hídrico a las cuencas principales de la comuna.

De lo anterior, cada unidad se valorizará en rangos de importancia para este atributo: alta: 3; media: 2; baja: 1.

Con la sumatoria de cada uno de los atributos del componente medio físico, se obtendrá un valor final, el cual se normalizará (escala 0 –1). El valor normalizado se volverá a valorizar en escala 1 a 3 (de menor a mayor importancia), para ser utilizado en la suma final de componentes, de acuerdo a los siguientes rangos:

Valor	Importancia	Rango de normalización
1	Bajo	0 – 0,33
2	Medio	0,34 – 0,66
3	Alto	0,67 – 1

4.1.4 Valorización Final

La valorización final consistirá en la sumatoria de los componentes: biótico, sociocultural – histórico y físico. La jerarquización será:

Valorización Baja: 3 – 4 – 5

Valorización Media: 6 – 7

Valorización Alta: 8 – 9

Índice	Valor	Color
1	Bajo	
2	Medio	
3	Alto	

Finalmente, se seleccionarán las unidades con mayor valor ambiental, añadiendo otros antecedentes, de importancia positiva o negativa, que no pueden ser cuantificados.

4.2. RESULTADOS

A continuación se presenta la planilla de valoración final obtenida para el estudio:

Tabla 12: Valorización ambiental del territorio, comuna Alto del Carmen

Componentes		Unidad										
Biótico - Flora		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Nº Especies	5	4	3	1	2	4	2	3	4	3	4
	Estado de conservación	3	2	7	1	2	6	5	11	8	3	2
Biótico - Fauna												
	Nº Especies detectadas	2	-	2	1	2	3	2	3	3	2	2
	Nº Especies potenciales	3	3	2	2	1	3	2	3	2	1	3
	Estado de conservación esp. detectadas	4	-	4	3	5	6	4	5	4	4	6
	Estado de conservación esp. potenciales	3	3	1	1	1	2	1	1	1	1	2
Biótico - Corredor biológico		3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	3
Sumatoria de valores		23	15	21	11	15	25	17	27	23	15	22
Normalización		0,82	0,54	0,75	0,39	0,54	0,89	0,61	0,96	0,82	0,54	0,79
Valorización Componente Biótico		**3**	**2**	**3**	**2**	**2**	**3**	**2**	**3**	**3**	**2**	**3**
Físico												
	Red de drenaje	3	3	2	3	2	2	1	1	1	2	3
	Presencia de lagunas	3	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-
	Presencia de glaciares	-	3	-	3	-	-	-	-	-	-	3
Sumatoria de valores		6	9	2	8	2	2	1	1	1	2	6
Normalización		0,67	1,00	0,22	0,89	0,22	0,22	0,11	0,11	0,11	0,22	0,67
Valorización Componente Físico		**3**	**3**	**1**	**3**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**3**
Sociocultural – histórico												
	Significancia histórica y arqueológica	3	1	3	1	2	3	1	3	1	1	2
Valorización Componente Sociocultural - histórico		**3**	**1**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**3**	**1**	**1**	**2**
Valorización Final		**9**	**6**	**7**	**6**	**5**	**7**	**4**	**7**	**5**	**4**	**8**

De acuerdo a la valorización final se tiene para las unidades o subcuencas evaluadas en la comuna:

Valorización Ambiental Alta

- Río Laguna Grande (9)
- Río Potrerillos (8)

Valorización Ambiental Media

- Río Conay (7)
- Río El Tránsito Superior (7)
- Río El Carmen Inferior (7)
- Río Valeriano (6)
- Río Chollay (6)

Valorización Ambiental Baja

- Quebrada Chanchoquín (5)
- Río El Carmen Medio (5)
- Río El Tránsito Inferior (4)
- Río El Carmen Superior (4)



Sin embargo, existen antecedentes considerados como negativos a los objetivos de creación de un ASPP. En primer lugar, se debe considerar la presencia de instalaciones mineras, que disminuyen la probabilidad del proyecto por considerarse incompatibles con un área silvestre protegida. Principalmente, está referido a los proyectos mineros Pascua – Lama y El Morro. Estas instalaciones se ubican en las unidades río Chollay (Pascua-Lama) y Quebrada Chanchoquín (El Morro).

De la misma forma, las actividades agrícolas, especialmente los cultivos de parronales, van en desmedro de lo que significa un área protegida. Esto afecta a las unidades río El Tránsito Superior y río El Carmen Inferior.

Por otra parte, se destaca un antecedente de gran importancia positiva. De acuerdo a lo señalado en capítulos anteriores, en el país se han definidos estrategias de conservación de la biodiversidad. Esto está enfocado principalmente a la Identificación de Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad en Chile y la Convención de RAMSAR sobre humedales altoandinos. Estos antecedentes están insertos en algunos de los requisitos de afectación

definidos en el reglamento de ASPP. Las unidades que se verían favorecidas son río Laguna Grande y río Valeriano.

Finalmente, cabe señalar que de acuerdo a la afectación de un ASPP, todos los propietarios deben estar de acuerdo en asumir esta condición para sus terrenos. Es por esto que se estima que los objetivos de los propietarios de las unidades Río Chollay y Río Potrerillos (Minera Nevada) serían diferentes al status de conservación. Sin embargo, esto es algo que se deberá validar posteriormente.

De todo lo anterior, excluyendo las unidades que poseen atributos o consideraciones negativas, se destacan las siguientes unidades:

- Río Laguna Grande (9)
- Río Conay (7)
- Río Valeriano (6)



Haciendo una aproximación a los posibles categorías de manejo que podría poseer el ASPP para las unidades anteriores, y atendiendo a los actuales usos productivos, necesidades locales y objetivos de manejo expresados por las comunidades, potencialmente la creación de una "Reserva Natural Privada" se adecuaría a estos requerimientos, considerando actividades que proporcionen

un flujo sostenible de productos naturales y servicios, garantizando la conservación en el largo plazo. Además se podría autorizar la realización de proyectos eco-turísticos e inmobiliarios, de acuerdo a los planes de manejo de conservación que se desarrollen.

Realizando una aproximación de zonificación para estas unidades, las unidades de lagunas (Grande, Valeriano, Chica, sistema de lagunas del Cajón del Encierro) podrían ser consideradas como de conservación restringida, estableciendo áreas de corredores biológicos para la fauna entre los sistemas lacustres, con un área de amortiguación para el resto de los terrenos de las unidades en las cuales se considerarían los usos productivos (principalmente ganadería) que se puedan desarrollar de manera controlada. La unidad de río Conay, puede ser considerada como área de desarrollo para infraestructura, manejos intensivos, etc.

5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE CREACIÓN DE AREA SILVESTRE PROTEGIDA DE PROPIEDAD PRIVADA

De acuerdo a la valorización ambiental del territorio de la comuna de Alto del Carmen, las subcuencas ubicadas en la zona andina, es decir, De La Laguna Grande y Valeriano, poseen una mayor valorización ambiental. El análisis de factibilidad estará enfocado, principalmente, a estas unidades.

5.1. RESPECTO A LOS ANTECEDENTES LEGALES

De acuerdo a los señalado en el capítulo II, "Antecedentes Legales", la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente contempla en su Artículo 35, la existencia y creación de las áreas silvestres protegidas de propiedad privada. Esto es considerado como la base legal para la incorporación de terrenos privados a este régimen de protección.

Sin embargo, la creación de un ASPP tendrá aplicabilidad una vez que entre en vigencia el Reglamento de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada el cual fue firmado el 5 de junio del presente año por el Presidente de la República y se encuentra actualmente en tramitación en la Contraloría General de la República. Por lo tanto, hasta la fecha de término de este estudio, no existe la normativa que permita la aplicabilidad de la Ley 19.300 en lo referido a las ASPP.

Otro posible problema que surge del análisis de lo señalado en la Ley 19.300, se refiere a lo mencionado en su Artículo 35, "*...las áreas silvestres protegidas de propiedad privada estarán afectas a igual tratamiento tributario, derechos, obligaciones y cargas que las pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado*". Estas condiciones tributarias están estipuladas en la Ley N°18.362, que crea el SNASPE. Sin embargo, actualmente esta ley no tiene vigencia por cuanto depende de la entrada en vigor de otra ley (Ley N°18.348) que regulariza la situación de la CONAF, que tampoco está vigente.

Estas restricciones legales del SNASPE no permitirían anexar fácilmente las iniciativas privadas de conservación en un sistema coordinado de planificación y control por parte de la CONAF.

Por otra parte, analizando lo señalado en la propuesta de Reglamento de ASPP, en su Artículo 7 se define las condiciones de afectación como ASPP. Considerando las subcuencas con mayor valoración ambiental, se desprenden 5 requisitos que pudieran cumplirse:

"*Que cumplan funciones de corredor biológico o de zona de amortiguación*". De acuerdo a lo señalado en el análisis de la fauna de los sectores en estudio, y a lo señalado en las estrategias de definición de sitios prioritarios, estas áreas cumplen

funciones de corredores biológicos, principalmente para especies de mamíferos (herbívoros) y para otros grupos faunísticos.

"*Que resulten relevantes para la concentración de fauna silvestre o de especies migratorias, en particular aquellas amenazadas...*". Los cuerpos de aguas que se emplazan en las zonas seleccionadas, contribuyen significativamente a la concentración de gran cantidad de fauna, principalmente aves, identificándose especies con problemas de conservación.

"*Que alberguen especies de flora amenazada en conformidad con la clasificación en estados de conservación a que se refiere la Ley N° 19.300*". De acuerdo a lo señalado en la Línea Base de la flora y vegetación de la comuna, en especial de las zonas con alto valor ambiental, existen especies con problemas de conservación de acuerdo a lo indicado en los listados nacionales de especies en peligro de extinción, vulnerables, raras o insuficientemente conocidas.

"*Que cumplan alguno de los criterios para la designación como humedales de importancia internacional, en el marco de la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, promulgada por el Decreto Supremo N° 771 de 1981 del Ministerio de Relaciones Exteriores*". De acuerdo a los criterios señalados para la Convención de RAMSAR (capítulo de antecedentes legales), los principales cuerpos de agua de las cuencas seleccionadas, pueden ser incluidos en alguno de los siguientes criterios:

a) Los criterios del Grupo B, que se definen como sitios de importancia internacional para conservar la diversidad biológica, están basados en especies y comunidades ecológicas. De acuerdo a la información analizada, principalmente de los listados de especies de fauna del Simposio de Sitios Prioritarios, se puede considerar preliminarmente que se cumplen las siguientes condiciones:

- Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas.
- Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta poblaciones de especies vegetales y/o animales importantes para mantener la diversidad biológica de una región biogeográfica determinada.
- Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta especies vegetales y/o animales cuando se encuentran en una etapa crítica de su ciclo biológico, o les ofrece refugio cuando prevalecen condiciones adversas.

"*Que hayan sido definidas como prioritarias para efectos de su conservación por estrategias, planes o programas nacionales o regionales para la conservación y*

utilización sostenible de la diversidad biológica". Este requisito se cumple de acuerdo a las estrategias de conservación realizadas por CONAF (Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile, 1996) y CONAMA (Identificación de Sitios Prioritarios, 2003). De manera coincidente, estos dos programas definen a los principales cuerpos de agua de la zona andina de la comuna dentro de la prioridades de protección.

El Reglamento de ASPP señala además, la elaboración de pautas técnicas con los criterios de evaluación de los requisitos señalados anteriormente. Sin embargo, estas pautas no existen actualmente ya que se señala "*...que deberán elaborarse en un plazo de seis meses a contar de la entrada en vigencia del presente reglamento*"

Complementariamente, cabe destacar que dentro de las Estrategias de Conservación de la Biodiversidad del Gobierno, se definió el objetivo "que cada una de las regiones ponga bajo protección al menos dos sitios prioritarios por año, lo que permitirá que cuando concluya el Gobierno del Presidente Lagos la totalidad de estas áreas estén resguardadas". Esto apoyaría la posibilita de la creación de un área protegida en la comuna.

Finalmente, la creación de un ASPP se ve avalada por la Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable de la Región de Atacama, la cual desarrolla una línea de acción orientada al *diseño y ejecución de un programa de conservación incorporando la identificación y medidas de protección para los humedales y salares altoandinos de las región*".

5.2. RESPECTO A LA INFORMACIÓN AMBIENTAL – SOCIAL

Actualmente, el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) cubre aproximadamente el 19% del territorio nacional continental. Sin embargo, este sistema presenta una serie de consideraciones a destacar:

- En ocho de las trece regiones del país, las áreas protegidas representan menos del 3% de su territorio, lo que se puede considerar como insuficiente.
- Un 22% de las 85 formaciones vegetacionales del país están ausentes del SNASPE y un 31% están insuficientemente representadas.

De acuerdo a lo señalado en las estadísticas, las áreas protegidas tanto fiscales como de otros tipos de la región de Atacama no son una excepción respecto a las superficies y porcentajes de zonas protegidas.

Es así, que la superficie total de las áreas del SNASPE regional corresponden a un 1,83% respecto de la superficie total de la región. Además, las áreas NO SNASPE cubren un 0,43%.

De acuerdo a lo señalado en la Tabla 13, que cuantifica las formaciones vegetales y su presencia en el SNASPE, y a la Tabla 8 que señala la representatividad de las formaciones vegetacionales de las subcuencas de la comuna, las unidades de alta valoración ambiental (Río Laguna Grande y Río Valeriano) pertenecen a la formaciones del Desierto Florido de las Serranías y Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana, ambas sin presencia en el SNASPE.

Por otra parte, existe una alta factibilidad ambiental respecto a la protección de los humedales, lo que permitiría preservar estos ecosistemas, muchos de ellos amenazados por la actividad humana.

Respecto a los antecedentes analizados de la flora y fauna de la comuna de Alto del Carmen, existen importantes especies de flora y fauna que presentan problemas de conservación, principalmente en las zonas de mayor altitud de las cuencas de los Ríos El Carmen y El Tránsito.

Además, las áreas ubicadas en las zonas andinas de estas cuencas, presentan una alta naturalidad de especies de flora, principalmente producto de una menor alteración antrópica.

Desde un punto de vista social/privado, analizando las tenencias de tierras (propiedades privadas) de la comuna de Alto del Carmen, la división en predios (estancias) de grandes extensiones, principalmente las estancias de los Huascoaltinos, Valeriano (dividida en cuatro propietarios) y Chollay, posibilitarían la creación de un área protegida de gran superficie. Sin embargo, esta posibilidad depende de que concurran las voluntades de todos los propietarios de las áreas potenciales de proteger. Se estima que los propietarios de terrenos ubicados en la parte sur de la comuna, Minera Nevada, difícilmente optarían por una opción de protección de sus propiedades, por cuanto están destinadas principalmente para actividades mineras. Además, los problemas (litigios) de propiedad que existen por parte de los huascoaltinos que pretenden recuperar terrenos que históricamente les pertenecerían, también dificultaría la posibilidad de protección de varias estancias o terrenos.

Cabe destacar que algunos de los propietarios han expresado su intención de preservar parte o la totalidad de sus predios, principalmente, las comunidades de los Huascoaltinos, estando parte de las áreas con alto valor ambiental en sus propiedades (subcuenca "Río Laguna Grande"). Sin embargo, no se logró conocer el parecer de los propietarios de la Estancia Valeriano (cuatro propietarios), ni tampoco de la Minera Nevada. Esto es de importancia central por cuanto la unidad "Río Valeriano", debería tener alta prioridad de conservación con la finalidad de evitar un posible desequilibrio entre los sistemas biológicos de las lagunas de ambas subcuencas. Además, la posibilidad de proteger ciertos sectores andinos en propiedades de la Minera Nevada, sería de

gran interés, para conservar un área con características de corredor biológico y de reservorio de aguas (glaciares y nieves).

5.3. CONCLUSIONES SOBRE LA FACTIBILIDAD DE CREACIÓN DE UN ASPP

La actual no vigencia de un Reglamento que entregue las normas oficiales para la creación de un ASPP dificulta totalmente el desarrollo de un proceso de gestión que encamine al logro de este objetivo, y hace inaplicable lo estipulado en la legislación chilena (Artículos 34 y 35, Ley N°19.300). Esto, a pesar de que en la comuna existen zonas de alto valor ambiental, con alta probabilidad de cumplir con los requisitos de afectación para un ASPP.

De mantenerse esta inaplicabilidad para las ASPP, los servicios regionales deberán analizar otras posibilidades de protección vigentes que permitirían conservar la biodiversidad de los sectores y humedales altoandinos.

6. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CREACIÓN DE UN ASPP

Los posibles impactos que la creación de un Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada pudieran ocasionar, son los siguientes:

1) Considerando la protección de una o varias unidades o subcuencas, se lograría un aumento en las superficies de áreas silvestres protegidas a nivel regional (SNASPE y NO SNASPE).

2) Complementaría la protección de las formaciones vegetacionales que presentan un nulo o escaso cubrimiento por el SNASPE.

3) Desde el punto de vista de la conservación regional, la protección de un una zona de la Cordillera de Los Andes significaría un importante aporte a la conservación de los ecosistemas andinos, por cuanto no existe ningún área protegida desde el Parque Nacional Nevado Tres Cruces (ubicado al norte de la región de Atacama) hasta el Monumento Natural El Morado (Región Metropolitana)

4) Protegería cuerpos de agua, los cuales sustentan poblaciones de especies vegetales y animales importantes para mantener la diversidad biológica de la región biogeográfica.

5) A través de la aplicación de planes de manejo de conservación, se protegería una zona con características de corredor biológico.

6) Del mismo modo se protegerían especies de flora y fauna con problemas de conservación.

7) Los planes de manejo de conservación permitirían desarrollar y aplicar programas de control para el manejo productivo de las praderas y vegas, con el objetivo de lograr la sustentabilidad del sistema ganadero tradicional.

8) Conservaría los sectores de cuencas andinas y de las lagunas que ahí se encuentran, protegiendo los flujos hidrológicos de algunos de los principales ríos tributarios del río Huasco. Esto aseguraría el escurrimiento de las aguas de los ríos y quebradas, debido a que en el período invernal ellos se alimentan de las precipitaciones y en el período estival el aporte de aguas proviene del derretimiento de las nieves y glaciares de las cumbres de la Cordillera de Los Andes.

9) Permitiría la conservación del patrimonio histórico y cultural que poseen las comunidades de los Huascoaltinos.

10) Del mismo modo, se crearía un área silvestre protegida con tenencia de tierras comunitaria, lo cual es de gran importancia tradicional – histórica para la región y el país.

11) Un ASPP, en el régimen de Reserva Nacional Privada que se propone preliminarmente, permitiría la realización de proyectos eco-turísticos y/o inmobiliarios, lo que lograría un aumento de la actividad turística de la zona, beneficiando directamente a los habitantes de las localidades de la comuna.

12) Se cumpliría con parte del objetivo del gobierno de poner bajo protección sitios prioritarios para la conservación del biodiversidad. Además, ayudaría a cumplir con algunas de las acciones específicas de la Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable de las Región de Atacama.

13) El área que opte a la condición de ASPP, tendrá la calidad de área bajo protección oficial, para todo los efectos contemplados en la Ley N°19.300, lo cual es de real importancia ya que permite manejar y evaluar sistemáticamente actividades que no cumplen con los objetivos de un área protegida.

14) Posiblemente, los propietarios o quienes administren el área silvestre protegida, podrían optar a fondos concursables de organismos del Estado (CONAMA, CONADI, SAG, etc.), atendiendo principalmente a la tenencia de tierras comunitaria que existiría para las unidades seleccionadas anteriormente.

15) Sin embargo, algunas de las actividades productivas que se desarrollan en la zonas rurales, principalmente la actividad ganadera, podrían verse afectadas en cuanto a sus tradicionales formas de pastoreo, esto es, el uso actual dado a los pastoreos en las zonas de vegas que se encuentran en las áreas preandina y andina. Estas actividades deben adecuarse a los objetivos que un área de protección exige. De igual forma, otras actividades también se podrían ver afectadas, como por ejemplo, la extracción de leña.

16) Se lograrían beneficios económicos a través de las exenciones de impuestos territoriales a los predios que opten a ser ASPP. Sin embargo, posiblemente éstos no compensen los *costos de oportunidad* que los propietarios incurrirían al renunciar a usos productivos alternativos, principalmente, agrícolas y ganaderos.

7. BASES PARA UN PLAN DE GESTION

El siguiente capítulo entregará lineamientos generales que sirvan de base para un plan de gestión dentro del marco de creación de un Área Silvestre Protegida.

En primer lugar, se considera como necesario la definición del objetivo central, el que obviamente es, la afectación de un sector de la comuna de Alto del Carmen para optar a categoría de "Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada (ASPP)", en la Provincia de Huasco, III Región de Atacama.

Se debe destacar ante que todo que el plan de gestión debe incorporar al sector público y privado de la región y comuna, relacionados directa e indirectamente con el objetivo de afectación a ASPP.

Si bien aquí se entrega los lineamientos para el Plan de Gestión, se debe considerar el concepto de flexibilidad, ya que sólo una vez que se tenga claridad en cuanto a los procedimientos y normas técnicas de afectación para un ASPP, se podrá definir un plan de gestión que se haga cargo de todas y cada una de las particularidades del área de interés.

Diseño de un Plan de Gestión

Se propone que el diseño de un Plan de Gestión deberá estar basado en cuatro pilares fundamentales, siendo estos:

- Conservación de la flora, fauna, y por ende, de la biodiversidad del área potencial.
- Consideración del valor social, cultural, histórico, económico/productivo y ambiental del área y su entorno en el proceso de creación del ASPP.
- Determinación de los mejores medios para resolver conflictos entre las partes involucradas respecto a los objetivos del ASPP, considerando usos productivos actuales y potenciales, usos ambientales, funciones y servicios de los ecosistemas, entre otras.
- Aumento de la participación de las comunidades y del sector privado en el proceso de toma de decisiones y el financiamiento.

Un adecuado plan de gestión deberá considerar a lo menos las siguientes etapas:

- **Proceso de comunicación, concientización y sensibilización**. En primer lugar, es conveniente la realización de campañas de concientización y sensibilización utilizando todos los medios de comunicación disponibles para explicar a los actores que intervienen en la gestión y el aprovechamiento del territorio de la comuna, la necesidad y conveniencia de la creación de un ASPP, que articule sus esfuerzos hacia la conservación y el desarrollo

sustentable. También sirve de etapa de recopilación de nueva información disponible y de identificación de posibles conflictos. Para esta etapa será fundamental la campaña de difusión que deberá ser realizada a través de mesas de trabajo, paneles informativos, visitas a terreno. Estas actividades podrán ser realizadas por profesionales de los servicios de la región, principalmente de CONAF, o en su defecto se podrá externalizar en personas que conozcan el área.

- **Proceso de formación de alianzas y acuerdos**. Los principales actores de los sectores públicos y privados, deben conformar una alianza estratégica para realizar un trabajo en conjunto que sea efectivo y participativo, que se facilita si los actores tienen intereses comunes y se fijan claros objetivos de trabajo. Estos actores deben ser parte de las entidades encargadas de la administración y gestión regional/comunal, sectores privados, organizaciones locales, organizaciones no gubernamentales, municipalidades, sectores productivos, etc. Estas alianzas deben establecerse formalmente y fijar metas concretas de trabajo, a través de la planificación que defina CONAF Atacama. Los actores invitados a participar deben seleccionarse para lograr la mayor representatividad posible.
- **Proceso de definición de funciones**. La CONAF Atacama deberá definir las atribuciones que cada uno de los actores involucrados deberán tener en el proceso de trabajo y gestión, con funciones claramente identificables y establecidas. Aquí será de vital importancia la forma de incorporación del sector privado al proceso.
- **Proceso de formulación de escenarios, evaluaciones y diagnósticos**. Existiendo una base preliminar de compromisos y acuerdos entre los actores que conforman la alianza establecida, será necesario evaluar y diagnosticar la escenarios actuales y potenciales, considerando la información preliminar que genera este estudio. Esto porque posiblemente sea suficiente la aplicabilidad de ciertos niveles de información para que sea factible económica y técnicamente la creación de un ASPP, o en su defecto, se tendrá que realizar un toma de información más específica, de acuerdo a las delimitaciones precisas del área factible de afectar. Este proceso, requiere la participación de un equipo interdisciplinario. Se debe fomentar el debate público entre los actores sobre los alcances de los posibles escenarios a enfrentar. En este proceso es particularmente útil el uso de sistemas de información geográfica y, en general, de todas las técnicas disponibles para describir las unidades potenciales.
- **Proceso de consolidación operativa de cada actor**. Este proceso tiene como meta asistir a cada actor comprometido en las acciones de gestión para asegurarse que cumpla con sus funciones y atribuciones, y con la adecuada coordinación planificada.

- **Proceso de organización y administración**. Todas las etapas sólo pueden realizarse, consolidarse y perdurar en el tiempo sobre la base de la existencia de un adecuado sistema de organización que conduzca de buena forma los procesos de gestión y de trabajos que se deben realizar. Además, esta organización servirá de base para la posterior definición de la estructura necesaria para administrar y manejar un ASPP. Será necesario definir la jerarquización de los actores, la definición de los responsables de las áreas de trabajo.

El diseño del Plan de Gestión debe considerar una serie de aspectos que se deberán resolver en conjunto con todos los actores que tengan relación con el uso y aprovechamiento del territorio. Cada uno de los aspectos antes mencionados tendrá características propias, por lo tanto, se deberá considerar una flexibilidad en la forma de trabajo. Sin embargo, se puede establecer que la forma metodológica más utilizada para diseñar el plan de gestión será la conformación de mesas de trabajo con los diferentes actores involucrados tales como comunidades locales, propietarios privados, municipalidades, servicios públicos, sectores industriales, organizaciones no gubernamentales, etc.

Actividades a implementar

De los procesos anteriores se pueden definir una serie de actividades secuenciales que se deberán llevar a cabo para cumplir con el objetivo central.

Actividad 1: Programa de Difusión

La concientización y sensibilización constituye una de los primeros aspectos que debe considerar en todo plan de gestión, es aquí en donde el Programa de Difusión adquiere vital importancia. Por lo tanto, el Programa de Difusión deberá ser iniciado en las etapas más tempranas posibles, e impartido a todos los actores involucrados, tanto públicos como privados.

Si esta actividad se licitara, se debe comenzar con el diseño de las bases de licitación, de acuerdo a los procedimientos establecidos por el ente coordinador y técnico (CONAF Atacama). Una vez adjudicado el Programa de Difusión será responsabilidad de la Ejecución Técnica coordinar todas las actividades que contemple dicho programa.

Las posibles actividades que debiese contemplar dicho programas son, diseño y operación de una página web, organización de seminarios, campañas de sensibilización, etc.

Actividad 2: Definición de aspectos administrativos preliminares.

Respecto a los aspectos administrativos se deberá abordar, en primer término, la identificación y coordinación de los diferentes entes involucrados, tanto públicos como privados. Dicha coordinación tendrá como principal finalidad hacer un uso más eficiente de los recursos que se dispongan. Del mismo modo, se deberá considerar la búsqueda de fuentes de financiamiento.

Actividad 3: Propuesta y discusión de objetivos. Definición de líneas de acción.

Esta actividad tiene como finalidad la generación, en conjunto con todos los actores involucrados de los objetivos y líneas de acción que lleven a sus cumplimientos.

La definición de las líneas de acción no sólo deben considerar aspectos técnicos, sino que también aspectos económicos, es decir, debiese considerar todos los usos presentes en la zona, de tal forma de valorizar los costos y beneficios de establecer objetivos de conservación en la comuna. Es decir se deberá evaluar social y económicamente para cada área potencial el costo de establecer un ASPP. Lo anterior se fundamenta en que una inadecuada decisión o línea de acción puede provocar efectos importantes sobre la economía, beneficiando a un sector y provocando perjuicios sobre otros, es decir, se debe considerar el efecto distributivo de la imposición de una determinada decisión.

La principal metodología para la generación de esta propuesta serán las mesas de trabajo que integren a los actores involucrados en el uso y aprovechamiento de los recursos de la comuna.

Actividad 4: Definición de escenarios. Diseño e implementación de estrategias y planes de trabajo específicos.

Los planes son estrategias escritas y las estrategias se presentan en forma de programas de trabajo o proyectos debidamente sustentados y financiados. El plan es un elemento que sirve para comunicar las intenciones de ejecución de acciones y coordinar aquellas que así lo requieran, incluyendo la sustentación económica y financiera de cada proyecto.

De acuerdo a las discusiones y evaluaciones de los escenarios actuales y potenciales, se deberán llevar a cabo acciones de trabajo y toma de decisiones. Estas acciones pueden ir desde la simple delimitación precisa del área, hasta la toma de información específica y complementaria que apoye el proceso de creación de la ASPP, de acuerdo a las decisiones tomadas por parte de la entidad coordinadora y ejecutora del programa. La preparación de tareas no sólo deberá abordar los elementos técnicos, sino que las potenciales fuentes de financiamiento, y además, deberán involucrar fuertemente al sector privado.

Actividad 5: Evaluaciones periódicas y difusión de resultados

Para la realización de las evaluaciones del Plan de Gestión será necesaria la definición de indicadores de gestión, con el fin de que éstas sean objetivas y no tengan lugar las interpretaciones subjetivas. Por lo tanto, el Plan de Gestión deberá considerar la creación de indicadores.

La evaluación del Plan de Gestión se debe realizar periódicamente, de acuerdo a alguna calendarización definida, y sus resultados serán difundidos mediante la realización de seminarios los cuales deberán ser organizados por el encargado del Plan de Difusión.

Las evaluaciones semestrales coordinadas por la Ejecución Técnica del proyecto, y deberá involucrar a todos los actores, públicos y privados.

Actividad 6: Seminarios

Los seminarios serán coordinados por el encargado del Plan de Gestión, sin embargo será supervisado por la Ejecución Técnica.

Se deben distinguir básicamente dos tipos de seminarios. Los que se realizarán durante una primera etapa, que estarán destinados esencialmente a la difusión del proyecto con el objetivo de sensibilizar a los futuros involucrados en el Plan de Gestión. Por lo tanto, debería existir un primer seminario en que se realice el lanzamiento de este proyecto, y en dicho seminario se informará sobre los objetivos y etapas de éste. Posteriormente debiese existir a lo menos un seminario en que se muestren los resultados de la primera etapa de trabajo.

Los seminarios de una segunda etapa debiesen estar enfocados esencialmente a la difusión de los resultados de las evaluaciones periódicas. Cabe hacer presente que los seminarios forman parte integral del Plan de Difusión, el cual debiese abordar en forma detallada la realización de éstos.

Actividad 7 Corrección del Plan de Gestión de Gestión de Acuerdo a Evaluaciones

Las evaluaciones mediante indicadores debiesen retroalimentar las acciones que se están llevando a cabo a través del Plan de Gestión, el cual deberá ser modificado a partir de dichas evaluaciones. Es decir, el Plan de Gestión debe ser concebido bajo la filosofía de mejoramiento continuo.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este estudio entrega una radiografía preliminar de la situación legal y ambiental enfocadas a la posible creación de un área silvestre protegida de propiedad privada en la comuna de Alto del Carmen, provincia del Huasco, III región de Atacama.

De acuerdo a la información recopilada y a los análisis que se realizaron se concluyó que:

- Actualmente no existe una factibilidad legal de creación de un ASPP, ya que no está aprobada la normativa que posiblemente haría aplicable esta condición de conservación.
- Sin embargo, la estrategias de conservación de la biodiversidad a nivel regional y nacional, avalarían la posible creación de un ASPP en la comuna.
- Ambientalmente, las zonas altoandinas fueron consideradas de alto valor ambiental, y por ende, con claras posibilidades de cumplir los requisitos de afectación que el reglamento en trámite define para la creación de un ASPP.
- Los impactos evaluados son la mayoría de tipo positivos. Sin embargo, existirían posibles impactos negativos que afectarían directamente a las actuales usos productivos, en especial, a los sistemas ganaderos. Sin embargo, esta situación en apariencia negativa puede lograr un sistema sustentable que aseguraría y mejoraría la estabilidad del sistema.
- Se propone, de manera hipotética, que la categoría de manejo más ajustable a los actuales usos y actividades, es el de Reserva Natural Privada.

Como recomendaciones se debe mencionar lo siguiente:

- Se debe lograr aprobar de manera urgente, para que el proceso tenga viabilidad legal, el reglamento de ASPP que se encuentra actualmente en la Contraloría General de la República. De manera paralela, con el objetivo de avanzar en ciertas tareas, se debe considerar la posibilidad, por parte de CONAF Atacama, de definir pautas técnicas no oficiales para comenzar a evaluar la zona andina de la comuna de Alto de Carmen, logrando una certificación reconocida por parte de la autoridad regional y nacional, para que una vez que se apruebe la normativa relacionada, el área sea considerada de manera rápida como ASPP. Todo lo anterior tomando como ejemplo lo realizado por el proyecto CIPMA-FMAM en la Décima Región, que logró certificar dos áreas privadas.
- Otro aspecto a considerar que posiblemente sea necesario la complementación de la información actual con un mayor número de días de terreno, ya que existieron áreas, especialmente en la zona andina que

por un tema de recursos de este estudio, no pudieron ser visitadas, y para las cuales solamente se tomó información bibliográfica.

- Se debe considerar que de realizarse la creación de un ASPP, que ser acerca a la definición de una Reserva Nacional Privada, se deberá realizar un Plan de Manejo de Conservación, debido a los usos consuntivos que se le daría al territorio, y por ende, debido a la necesidad de líneas base y sistemas de monitoreo de impactos más exhaustivas debido al mayor grado de intervención asociado. Se propone comenzar a evaluar los lineamientos para un Plan de Manejo preliminar, tomando como base las actuales metodologías aplicadas a áreas del SNASPE.

- Se debe atender a los conflictos legales que actualmente se desarrollan en la comuna de Alto del Carmen. Algunas de las áreas evaluadas como factibles ambientalmente, están con problemas legales de propiedad, los que de mantenerse afectarían las posibilidades de creación de un ASPP, lo que puede traer impactos negativos no previstos Concretamente, tomando como ejemplo las unidades del río Laguna Grande y del río Valeriano, de no ser ambas unidades protegidas, se provocaría un impacto negativo en el área, por cuanto la capacidad de sustentación de la fauna herbívora aumentaría en el sector afecto y disminuiría en el otro, provocando una descompensación negativa del sistema.

- Hay que tener en consideración, que es importante informar a los habitantes que se pudieran ver afectados por la posibilidad de creación de un área de protección, las potencialidades - debilidades del proceso, y los impactos positivos y/o negativos que pudiera provocar a nivel regional, comunal, y local, para que puedan tomar adecuadas decisiones, al igual que los organismos coordinadores de este proceso.

9. BIBLIOGRAFÍA

9.1. BIBLIOGRAFÍA CAPITULO ANTECEDENTES LEGALES

COMITÉ NACIONAL PRO DEFENSA DE FAUNA Y FLORA (CODEFF). 1999. "Las Áreas Silvestres Protegidas Privadas en Chile", Santiago. Chile.

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA). 2003. Estudio De Instrumentos Económicos para Incentivar la Creación de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada. Santiago, Chile. 102 pp.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF). 1996. "Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile". Santiago, Chile. 203 pp.

GARCÍA D. 2000. "Protección de áreas silvestres privadas: Desde la casualidad a la deliberación". Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA). *Revista Ambiente y Desarrollo*.

GARCÍA D.; VILLARROEL P.; SEPÚLVEDA C.; MOREIRA A. 1998. "Las Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada en la Legislación Chilena". Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA). *Revista Ambiente y Desarrollo,* Dic. 1998, pág. 26 – Vol XIV n° 4.

GEISSE G.; SEPÚLVEDA C. 2000. "Iniciativas Privadas y política pública de conservación ambiental". Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA). *Revista Ambiente y Desarrollo* Vol. XVI, número 3.

OLTREMANI J.; MARTÍNEZ Y. 2000. "Caracterización de algunas variables asociadas a las áreas protegidas privadas en Chile". *Revista Ciencia e Investigación Agraria*, Pontificia Universidad Católica de Chile, Volumen 27 número 2.

OLTREMARI J. y TELEN K. 1999. "Manual para la formulación de Planes de Manejo en áreas silvestres protegidas privadas". Producto final del estudio "Análisis y Diseño Metodológico para la Elaboración de Planes de Manejo en Áreas Silvestres Protegidas Privadas". Informe Final, Tomo II. CONAMA. Santiago.

SEPÚLVEDA C. 1998. "Las iniciativas privadas en conservación de la biodiversidad implementadas en Chile: análisis de la situación actual y su potencial", CIPMA, Revista Ambiente y Desarrollo, Vol. XIV, No. 4, pp 53-64.

SEPÚLVEDA C., VILLARROEL P.; MOREIRA A.; GARCÍA, D. 1998. "Catastro de Iniciativas Privadas en Conservación de la Biodiversidad Implementadas en Chile". Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA). Serie Documentos de Trabajo N° 49. 61 pp.

VILLARROEL P. 1998. Cooperación Público-Privada para la conservación de la biodiversidad. Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA). *Revista Ambiente y Desarrollo*.

9.2. BIBLIOGRAFÍA ESPECIFICA DE FLORA Y VEGETACIÓN

BAEZA M., BARRERA E., FLORES J., RAMÍREZ C., RODRÍGUEZ R. 1997. Categorías de conservación de pteridophytas nativas de Chile. Boletín Museo Nacional de Historia Natural. 47: 23-46. 1998.

BELMONTE E., FAUNDEZ L., FLORES J., HOFFMANN A., MUÑOZ M., TEILLIER S. 1997. Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. Boletín Museo Nacional de Historia Natural. 47: 68 – 89. 1998.

Boletín Museo Nacional de Historia Natural Chile – N°47. 1998. Santiago, Chile. 146 pp.

CABRERA, A. y WILLINK ,A. 1973. Biogeografía de América Latina. Monografía N°13, Serie Biología, O.E.A. 120 p.

BENOIT. 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Santiago, Chile. 157 pp.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF). 1993. "Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile, Parte I". Concepción, Chile. 36 pp.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF). 1993. "Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile, Parte II". Concepción, Chile. 130 pp.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF). 1993. "Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile, Parte III". Concepción, Chile. 100 pp.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF). 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile. M. Muñoz, H. Nuñez, J. Yáñez (eds.). Santiago, Chile. 203 pp.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF), COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), BHIRF. 1999. Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Santiago, Chile.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF), COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA), BHIRF. 1999. Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe nacional de variables ambientales. Santiago, Chile. 90 p.

GAJARDO R. 1983. Sistema básico de clasificación de la vegetación nativa chilena. Corporación Nacional Forestal/Universidad de Chile, Fac. Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Santiago, Chile. 297 p.

GAJARDO, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Edit. Universitaria, Santiago. 166 p.

RAVENA P., TEILLIER S., MACAYA J., RODRÍGUEZ R., ZÖLLNER O. 1997. Categorías de conservación de las plantas bulbosas nativas de Chile. Boletín Museo Nacional de Historia Natural. 47: 47 – 68. 1998.

TOBAR P. 1998. "Caracterización de la Flora de los Diferentes Ecosistemas de la Región de Atacama", Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile.

9.3. BIBLIOGRAFÍA ESPECIFICA DE FAUNA

ARAYA, B., MILLIE G. 1996. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, 389 pp.

ARAYA, B., BERNAL M., SCHLATTER R., SALLABERRY M. 1995. Lista patrón de las aves chilenas. Tercera edición, Edición de los autores, Santiago, 35pp.

ARTIGAS, J.N. 1975. Introducción al estudio por computación de las áreas zoogeográficas de Chile continental basado en la distribución de 903 especies animales terrestres. Gayana, Miscelánea 4:1-25.

CAMPOS, H. 1986. 1996. Mamíferos terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones, Valdivia.

CEI, J.M. 1962. Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, 128 pp.

CODY, M. 1970. Chilean bird distribution. Ecology 51 (3): 455-464.

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA). 1994. Manual de evaluación de impacto ambiental: conceptos y antecedentes básicos. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF). 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile. M. Muñoz, H. Núñez y J. Yáñez (Eds.), Corporación Nacional Forestal, Santiago, 203pp.

DÍAZ, N. 1984. Sapos y ranas, las 35 especies chilenas. Naturaleza, 3:8-13.

DEL HOYO, J., A. ELLIOTT, y J. SARGATAL (eds.) 1992. Handbook of the birds of the world. Vol. 1: Ostrich to Ducks. Lynx Edicions, Barcelona, 696 pp.

DEL HOYO, J., A. ELLIOTT, y J. SARGATAL (eds.) 1994. Handbook of the birds of the world. Vol. 2: New World Vultures to Guinea Fowl. Lynx Edicions, Barcelona, 638 pp.

DEL HOYO, J., A. ELLIOTT, y J. SARGATAL (eds.) 1996. Handbook of the birds of the world. Vol. 3: Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona, 821 pp.

DEL HOYO, J., A. ELLIOTT, y J. SARGATAL (eds.) 1998. Handbook of the birds of the world. Vol. 4: Sandgrouse to Cockoos. Lynx Edicions, Barcelona, 679 pp.

DONOSO-BARROS, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, 458 + CXLVI pp.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON, R.A. PHILIPPI-B. 1946. Las aves de Chile. Tomo I. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires, 358 pp.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON, R.A. PHILIPPI-B. 1951. Las aves de Chile. Tomo II. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires, 445 pp.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON, R.A. PHILIPPI-B. 1957. Suplemento de las Aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires, pp.349-425.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON, R.A. PHILIPPI-B. 1964. 2º Suplemento de las aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires, pp.443-521.

HELLMAYR, CH. E. 1932. The birds of Chile. Field Museum of Natural History, Zoological Series 19:1-472.

HILTON-TAYLOR, C. (Compiler) 2000. 2000 IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xviii + 161pp.

JAKSIC, F.M. 1996. Ecología de los vertebrados de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 262 pp.

JOHNSON, A.W. 1965. The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Vol. I. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, 398 pp.

JOHNSON, A.W. 1967. The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Vol. II. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, 447 pp.

JOHNSON, A.W. 1972. Supplement to the birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, 116 pp.

LAZO, I. Y E. SILVA. 1993. Diagnóstico de la ornitología en Chile y recopilación de la literatura científica publicada desde 1970 a 1992. Revista Chilena de Historia Natural 66:103-118.

MANN, G. 1960. Regiones biogeográficas de Chile. Investigaciones Zoológicas Chilenas 6:15-49.

MANN, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. Gayana, Zoología 40:1-342.

MILLER, S. Y J. ROTTMANN. 1976. Guía para el reconocimiento de Mamíferos chilenos. Serie Expedición a Chile, Editorial G. Mistral, Santiago, 200 pp.

NAROSKY, E IZURIETA. 1987. Aves de Argentina y Uruguay. Vasquez Mazzini Editores, Buenos Aires.

NÚÑEZ, H. 1992. Geographical data of chilean lizards and snakes in the Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. Smithsonian Herpetological Information Service 91: 29 pp.

NÚÑEZ, H. Y F. JAKSIC. 1992. Lista comentada de los reptiles terrestres de Chile continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 43:63-91.

OSGOOD,W. H. 1943. The mammals of Chile. Field Museum Natural History, Zoological Series 30:1-268.

PETERS, J.A. Y R. DONOSO-BARROS. 1986. Catalogue of the neotropical Squamata. Smithsonian Institution Press, Washington, 293pp.

PINE, R. H., S. D. MILLER Y M. L. SCHAMBERGER. 1979. Contributions to the mammalogy of Chile. Mammalia, 43:339-376.

REDFORD, K. H. Y J. F. EISENBERG. 1992. Mammals of the neotropics . Vol. 2, the southern cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. University of Chicago Press, Chicago, 430pp.

REISE, D. 1973. Clave para la determinación de los cráneos de marsupiales y roedores chilenos. Gayana, Zoología, 27:1-20.

REISE, D. Y W. VENEGAS. 1987. Catálogo de registros, localidades y biotopos del trabajo de investigación acerca de los pequeños mamíferos de Chile y Argentina. Gayana, Zoología 51:103-130.

SAG. 1998. Cartilla de Caza. Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago, 84pp.

SIMONETTI, J., M.T.K. ARROYO, A. E. SPOTORNO Y E. LOZADA (eds). 1995. Diversidad biológica de Chile. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Santiago, 364pp.

STOTZ, D., J. FITZPATRICK, T. PARKER III, & D. MOSKOVITS. 1997. Neotropical Birds, ecology and conservation. The University of Chicago Press, Chicago, 478pp.

TAMAYO M. Y D. FRASSINETTI. 1980. Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. Boletín Museo Nacional Historia Natural, Chile, 37:323-399.

TAMAYO, M., H. NÚÑEZ Y J. YÁÑEZ. 1987. Lista sistemática actualizada de los mamíferos vivientes en Chile y sus nombres comunes. Noticiario Mensual Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 312:1-13.

TORRES-MURA, J.C. 1991. Aves amenazadas de extinción conservadas en la Colección del Museo Nacional de Historia Natural. Noticiario Mensual Mus. Nac. Hist. Nat. (Chile), 318:7-15.

TORRES-MURA, J. C. 1994. Fauna terrestre de Chile. En "Perfil ambiental de Chile". Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, 596pp.

TORRES-MURA, J.C. 1994. Estado de conservación de la fauna terrestre de Chile. En "Perfil ambiental de Chile". Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, 596pp.

VALENCIA, J. Y A. VELOSO. 1981. Zoogeografía de los saurios de Chile, proposiciones para un esquema ecológico de distribución. Medio Ambiente 5:5-14.

VELOSO, A. Y J. NAVARRO. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino 6:481-539.

9.4. OTROS ANTECEDENTES

Archivo Consejo de Monumentos Nacionales, 1999. Listado Santuarios de la Naturaleza.

Boletín Museo Nacional de Historia Natural Chile. 1998. N°47. Santiago, Chile. 146 pp.

BÖRGEL, R. 1983. Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar. Santiago, Tomo II, 182 p.

CALCAGNI R., VILLARROEL P., YUNIS K, GARCÍA D. 1999. "Lugares naturales y calidad de vida: Una propuesta para integrar *lo natural* y *lo social*. Revista

Ambiente y Desarrollo, CIPMA, Vol. XV nº 1 y 2.

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA). 1994. Perfil Ambiental de Chile CONAMA. Santiago. 569 p.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF). 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile. Santiago, Chile. 203 p.

Declaración de Impacto Ambiental. Proyecto Caminos de Acceso y Líneas de Alta Tensión a los Proyectos Nevada y El Indio. III Región de Atacama y IV Región de Coquimbo, Chile.

Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto Pascua – Lama. III Región de Atacama, Chile.

Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto Prospección El Morro. III Región de Atacama, Chile.

FUENZALIDA, H. 1967. Clima. In Geografía Económica de Chile. Texto Refundido. CORFO. Santiago, Chile. 152 p.

INFORME FINAL COMISIÓN VERDAD HISTÓRICA Y NUEVO TRATO. 2003. Gobierno de Chile.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). 2002. Censo Nacional de Población y Vivienda 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). 1997. VI Censo Nacional Agropecuario. Resultados Preliminares.

LATCHAM, R. 1923. "Los Indios Antiguos de Copiapó y Coquimbo". *Revista Universitar ia* . Universidad Católica de Chile. Santiago.

MIDEPLAN. 2000. Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional.

MONTANE, J. 1969. "En torno a la cronología del Norte chico". Actas de V Congreso Nacional de Arqueología. La Serena. 169 pp.

MUÑOZ M., NUÑEZ H. Y YAÑEZ J. 1997. "Libro Rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad en Chile", Revista Ambiente y Desarrollo, CIPMA, vol. XIII Nº 3.

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA (SERNAGEOMIN). 1982. Mapa geológico de Chile, escala 1:100.000, hoja 2.

10. ANEXOS

Folio017092

REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL

Revista Chilena de Historia Natural 86: 1-14, 2013 © Sociedad de Biología de Chile

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Biodiversidad y estructura comunitaria de ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile

Biodiversity and community structure of rivers from the arid, semi-arid and north-mediterranean zones of Chile

ALEJANDRO PALMA, JAVIER GONZÁLEZ-BARRIENTOS, CLAUDIO A. REYES & RODRIGO RAMOS-JILIBERTO*

Centro Nacional del Medio Ambiente, Fundación de la Universidad de Chile, Av. Larraín 9975, La Reina, Santiago, Chile
*Autor correspondiente: ramos.jiliberto@gmail.com

RESUMEN

En este trabajo se recopila y analiza la información disponible contenida en estudios científicos y técnicos a fin de determinar la composición taxonómica y la estructura trófica de comunidades de ríos pertenecientes a cinco cuencas hidrográficas de Chile, ubicadas en un gradiente ambiental árido-mediterráneo. Las cuencas fueron: Loa, Huasco, Limarí, Cachapoal y Mataquito. Se consideraron los cuatro grupos taxonómicos más importantes: peces, macroinvertebrados bentónicos, macrófitas y diatomeas bentónicas. Se logró determinar la estructura taxonómica y trófica para 10 comunidades pertenecientes a las cuencas estudiadas. Los análisis indicaron que: (a) cada cuenca muestra una estructura taxonómica característica; (b) no se aprecian patrones de aumento o disminución de diversidad en el sentido del gradiente árido-mediterráneo, existiendo solo un patrón en el gradiente aguas abajo-aguas arriba dentro de un sistema; (c) el grupo de los macroinvertebrados bentónicos muestra una composición taxonómica particular y diferenciable para las zonas árida, semiárida y mediterránea; (d) la composición taxonómica de cada grupo resultó significativamente anidada entre ríos y (e) se identificaron cinco tipos de mallas tróficas para el total de sistemas comunitarios estudiados, representadas por grupos funcionales y sus relaciones alimentarias. Investigaciones futuras deben orientarse a aumentar la resolución taxonómica de la representación de las mallas tróficas e incorporar otros aspectos funcionales relevantes.

Palabras clave: ecología acuática, ecosistemas lóticos, grupo funcional, limnología, redes tróficas.

ABSTRACT

In this work the available information from scientific and technical studies is compiled and analyzed, to determine the taxonomic composition and trophic structure of river communities belonging to five hydrological basins of Chile, located within an arid-Mediterranean environmental gradient. The basins were: Loa, Huasco, Limarí, Cachapoal y Mataquito. The four most important taxonomic groups were considered: fish, benthic macroinvertebrates, macrofites and benthic diatoms. The taxonomic and trophic structures of 10 communities from the studied basins were determined. The analyses indicated that: (a) each basin shows a characteristic taxonomic structure; (b) no patterns were found of increase or decrease in diversity along the arid-Mediterranean gradient, only finding a pattern along the upstream-downstream gradient within a system; (c) benthic macroinvertebrates shows a taxonomic particular and differentiable composition for the zones arid, semiarid and Mediterranean; (d) the taxonomic composition of each group was found to be significantly nested between rivers, and (e) five types of food webs were identified for the total of studied community systems, represented by functional groups and their feeding relationships. Future research should be oriented towards increasing the taxonomic resolution of the food webs and incorporate other relevant functional features.

Key words: aquatic ecology, food webs, functional group, limnology, lotic ecosystems.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad refiere a la variedad de formas de vida, en todos los niveles de organización biológica. La sociedad contemporánea en su conjunto tiende a convenir que la protección de la biodiversidad frente a amenazas naturales o antropogénicas es una tarea positiva y conveniente. Es decir, la sociedad otorga un valor a la biodiversidad, particularmente a aquella que albergan los ecosistemas naturales. Las razones pueden extenderse desde aquellas de índole ética (la biodiversidad posee un valor intrínseco, independiente de su utilidad)

Folio017093

hasta puramente pragmáticas (la biodiversidad sostiene bienes y servicios útiles para la vida humana).

En Chile en particular, los ecosistemas de aguas corrientes han recibido una atención comparativamente menor que sus contrapartes lacustres, marinas o terrestres (Boyero 2002, Palma & Figueroa 2008) y, dentro de ellos, los sistemas fluviales de regiones áridas y semiáridas están entre los menos estudiados en el planeta. En Chile, la mayor parte de las investigaciones sobre comunidades acuáticas se ha realizado en las zonas centro y sur del país, mientras que en las zonas áridas y semiáridas las investigaciones son escasas y se limitan en su mayor parte a estudios de impacto ambiental puntuales realizados por consultores. Los ecosistemas acuáticos de estas zonas están sujetos a numerosas actividades antrópicas donde, a modo de ejemplo, la

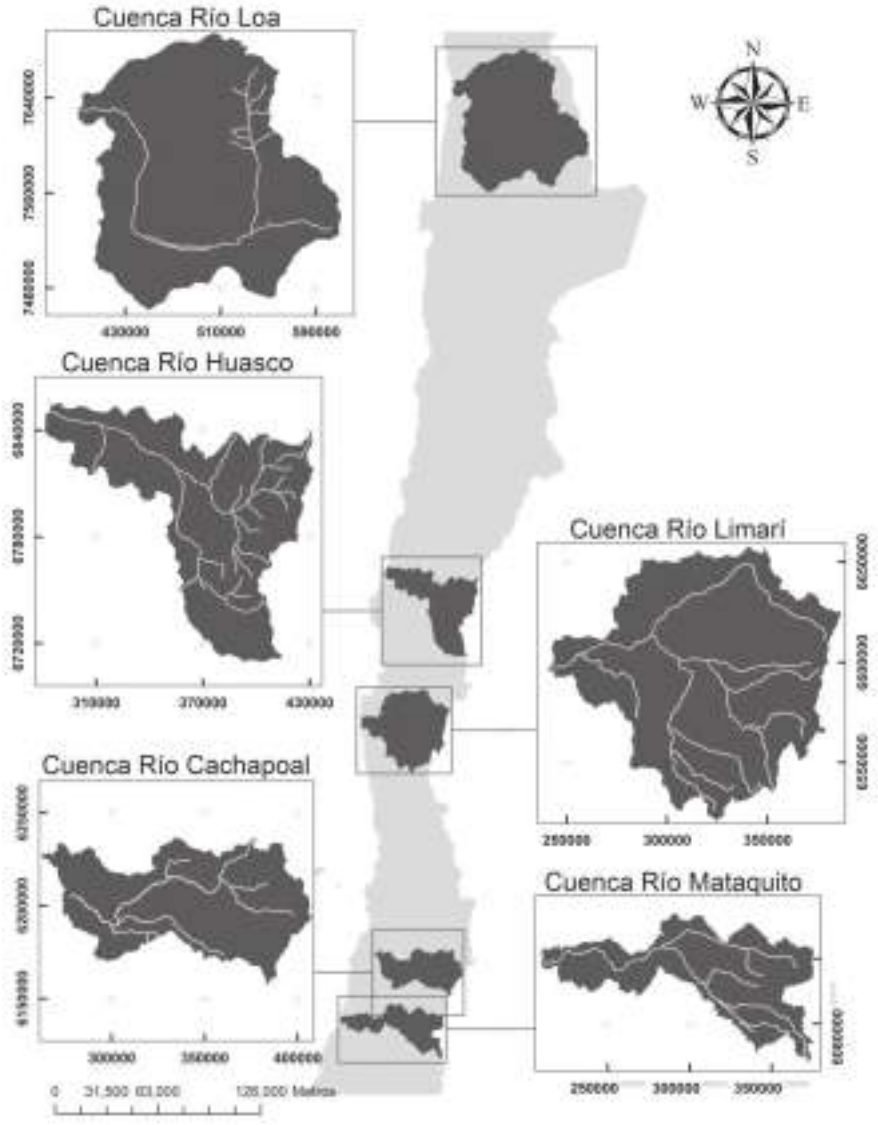


Fig. 1: Localización de las cuencas Loa, Huasco, Limarí, Cachapoal y Mataquito. Se detalla también la localización de los ríos Limarí, Hurtado, Grande, Huatulame (cuenca del Limarí) y Mataquito, Teno, Lontué (Cuenca del Mataquito).

Location of Loa, Huasco, Limarí, Cachapoal and Mataquito basins. It is also detailed the location of rivers Limarí, Hurtado, Grande, Huatulame (Limarí basin) and Mataquito, Teno, Lontué (Mataquito basin).

Folio017094

minería es una conocida fuente de consumo y potencial contaminación del agua. Estos sistemas adquieren importancia ambiental y social debido a su fragilidad (Vörösmarty et al. 2010), derivada de la creciente escasez de disponibilidad de agua y de la alteración de sus caudales (Larrain & Poo 2010), pronunciada en este país por el ejercicio de la propiedad privada de los derechos de uso del agua que rige desde 1981 (Romero et al. 2012).

Desde una perspectiva científica, el adecuado manejo de los ecosistemas y la protección, conservación o restauración de la biodiversidad descansa en el entendimiento de los procesos que la modulan. Desde un punto de vista sistémico, estos procesos dependen de los componentes del sistema biológico focal y de la naturaleza y fuerza de las relaciones entre dichos componentes. Consecuentemente, el primer paso orientado a la comprensión del funcionamiento de los ecosistemas y su componente biológico (comunidades) es conocer la identidad de sus componentes dominantes (especies) y las relaciones ecológicas entre ellos (interacciones); es decir, conocer su estructura.

En este estudio se recopiló y analizó la información disponible contenida en estudios científicos y técnicos, con el fin de presentar y sintetizar el estado actual del conocimiento de la biodiversidad a nivel comunitario de los sistemas fluviales pertenecientes a cinco cuencas hidrográficas distribuidas en un gradiente ambiental desde el clima árido al mediterráneo, entre la zona norte y centro de Chile. Esto comprende las cuencas del Loa (árido), Huasco, Limarí (semiáridos), Cachapoal y Mataquito (mediterráneos) (Fig. 1). En particular, (i) se construyó un registro integrado de los ensambles de especies o familias pertenecientes a los grupos taxonómicos más documentados para estos ambientes: peces, macroinvertebrados bentónicos, macrófitas y diatomeas; (ii) se evaluó la similitud de la estructura taxonómica entre las cuencas estudiadas, (iii) se agruparon los taxa registrados dentro de grupos funcionales, y (iv) se establecieron las relaciones de alimentación entre los grupos funcionales de acuerdo a la información publicada, obteniéndose las mallas tróficas correspondientes.

MÉTODOS

Fuentes de información

Se realizó una recopilación de estudios que contienen registros de especies acuáticas en las cuencas de interés, utilizando: (a) la base de datos del Sistema Nacional de Información Ambiental SINIA (http://www.sinia.cl), la cual es una fuente de información ambiental oficial administrada por el Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile; (b) la totalidad de los estudios ejecutados por el Centro Nacional del Medio Ambiente CENMA (http://www.cenma.cl), fundación privada dependiente de la Universidad de Chile orientada a apoyar la gestión ambiental del Estado de Chile; (c) estudios proporcionados directamente por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas CEAZA (http://www.ceaza.cl), organismo de investigación especializado en el estudio de los ecosistemas de las zonas áridas de Chile; (d) estudios proporcionados directamente por la División de Estudios del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile MMA (http://www.mma.gob.cl); (c) el buscador Google (Académico y normal) y (d) las bases de datos bibliográficas SciELO (http://www.scielo.org) e ISI Web of Science (http://thomsonreuters.com).

Biodiversidad y estructura comunitaria

Con la bibliografía disponible se generó un listado de los taxa registrados para cada cuenca, de acuerdo a los cuatro grupos taxonómicos más estudiados: peces, macroinvertebrados bentónicos, macrófitas y diatomeas. Como indicadores cuantitativos de la biodiversidad se utilizaron la riqueza de especies (S) y el índice de diversidad de Shannon (H) (Shannon & Weaver 1949) para: (a) cada una de las cuencas y (b) las sub-cuencas donde la información lo permitió. Asimismo, se evaluó la similitud de la composición taxonómica mediante un análisis de conglomerados jerárquicos, utilizando el método UPGMA y la medida de distancia de Bray-Curtis (Bray & Curtis 1957, Vivanco 1999). Se realizaron 10000 réplicas de bootstrap con el objetivo de comprobar si las agrupaciones obtenidas son consistentes. El porcentaje de réplicas que soporta cada nodo se representan en el dendrograma. Los análisis se realizaron en el programa estadístico PAST (Hammer et al. 2001). Además, se realizó un análisis de anidamiento a fin de establecer si la composición taxonómica de los sistemas más pobres en especies son subconjuntos de la composición de los sistemas más ricos. El análisis se realizó utilizando el índice NODF (Almeida-Neto et al. 2008) para columnas (es decir, entre ríos) y la significación estadística del anidamiento se estableció comparando el valor del índice de anidamiento con los valores para 1000 matrices aleatorias construidas mediante dos diferentes modelos nulos. El primer modelo nulo (ER) asigna presencias aleatoriamente entre los sistemas de estudio. El segundo modelo nulo (CE) es más conservador y asigna la presencia de una especie en un sitio con probabilidad proporcional a la riqueza específica del sitio y al número de sitios en que la especie fue observada. Los cálculos de anidamiento se realizaron con el programa ANINHADO (Guimaraes & Guimaraes 2006). Mediante correlaciones no paramétricas (Spearman) se evaluó el grado de asociación entre la jerarquía de anidamiento de los sitios y algunas variables ambientales disponibles para cada estación de muestreo: altitud, latitud, orden del río.

Cada una de las especies (o familias) se adscribió a un grupo funcional, considerando sus estructuras

Folio017095

TABLA 1

Organismos focales y su clasificación funcional.

Focal organisms and their functional classification.

Ensamble	Dieta	Grupo funcional	Abreviación
Peces	Crustáceos, Moluscos, Insectos, Anélidos, Macrófitas, Diatomeas	Omnívoros	OMN
	Crustáceos, Moluscos, Insectos, Anélidos	Carnívoros	CAR
	Fitoplancton, Macrófitas, Diatomeas	Herbívoros	HER
Macroinvertebrados bentónicos	Insectos, Crustáceos	Depredadores	DEP
	Detritos, restos de Macrófitas	Fragmentadores	FRA
	Diatomeas, Detritos	Ramoneadores	RAM
	Detritos finos	Recolectores	REC
	Detritos finos suspendidos	Filtradores	FIL
Macrófitas	-	Macrófitas	MAC
Diatomeas	-	Perifiton	DIA

TABLA 2

Listado de fuentes de información consultadas y número de estudios utilizados. La descripción de las fuentes utilizadas se encuentra en la sección de métodos.

List of checked information sources and number of studies used. The description of the sources used is listed in methods section.

Fuente de información	N° de estudios encontrados	Referencias
MMA	5	1-5
SINIA	1	6
CEAZA	2	7-8
CENMA	2	9-10
Google	6	11-16
SciELO - ISI	0	-

(1) UCT (2008a); (2) UCT (2008b); (3) CREA (2007); (4) EULA (2008); (5) CONAMA-Aretech Geonova Consultores (2009); (6) Pacific Hydro Chile S.A. (2010); (7) ULS (2002); (8) CEA (2005); (9) MOP-DGA (2010a); (10) MOP-DGA (2010b); (11) MOP-DGA (2004a); (12) MOP-DGA (2004b); (13) MOP-DGA (2004c); (14) MOP-DGA (2004d); (15) Pramar Ambiental Consultores (2009); (16) EULA (2011).

y hábitos alimentarios (Tabla 1). Los peces se subdividieron en 3 grupos funcionales de acuerdo a Ruiz & Marchant (2004), los macroinvertebrados bentónicos se subdividieron en 5 grupos funcionales de acuerdo a Merrit & Cummins (1996), mientras que diatomeas y macrófitas conformaron un único grupo funcional.

Folio017096

TABLA 3

Riqueza de especies (S) y diversidad de Shannon (H) por cada grupo taxonómico para las cuencas estudiadas.

Species richness (S) and Shannon's diversity (H) for each taxonomic group for the studied basins.

Taxa/Cuenca	Loa	Huasco	Limarí	Mataquito	Cachapoal
Peces					
S	5	7	8	5	8
H	1.609	1.946	2.079	1.609	2.079
Macroinvertebrados					
S	15	10	46	30	20
H	2.708	2.303	3.829	3.401	2.996
Macrófitas					
S	4	31	20	58	36
H	1.386	3.434	2.996	4.06	3.584
Diatomeas					
S	51	38	102	94	39
H	3.932	3.638	4.625	4.543	3.664

En base a los hábitos dietarios reportados para los organismos de cada grupo funcional se establecieron las relaciones tróficas entre grupos funcionales como componentes de cada comunidad (Tabla 1). Con esta información se construyeron mallas tróficas resueltas a nivel de grupos funcionales, como representación de la estructura comunitaria de cada sistema. Finalmente se realizó un análisis de las propiedades topológicas básicas de las redes (ver Newman 2010), mediante el cálculo de dos índices de centralidad (centralidad de grado y centralidad de autovector) y tres índices globales de las redes (tamaño, número de interacciones y conectancia).

RESULTADOS

Se obtuvo un número total de 16 estudios a partir de los cuales se confeccionaron los listados de especies para cada cuenca (Tabla 2). En base a la información obtenida, se logró describir un total de 10 sistemas fluviales: 4 sistemas para la cuenca del Limarí (ríos Hurtado, Grande, Huatulame y Limarí), 3 sistemas para la cuenca del Mataquito (ríos Teno, Lontué y Mataquito) y una comunidad representativa para cada una de las cuencas del Loa, Huasco y Cachapoal (Fig. 1).

Biodiversidad

La resolución taxonómica encontrada en los estudios revisados para peces, macrófitas y diatomeas fue mayoritariamente a nivel de especies. El grupo de macroinvertebrados bentónicos fue descrito siempre a nivel de familias. La diversidad para cada cuenca y por grupo taxonómico se muestra en Tabla 3, mientras que la Tabla 4 entrega la diversidad aguas abajo y aguas arriba para dos cuencas: Limarí y Mataquito. El listado de especies y su clasificación de acuerdo a su función trófica se encuentra en el Material Complementario (Tabla C1). Las diatomeas fueron el grupo con mayor riqueza total (182 taxa) seguido por las macrófitas (119 taxa), macroinvertebrados (57 taxa) y peces (20 taxa). Las dos medidas de diversidad (riqueza específica y diversidad de Shannon) resultaron fuertemente correlacionadas en todos los casos (r de Pearson > 0.92).

El análisis de conglomerados (Fig. 2) muestra que cada grupo taxonómico agrupa de manera distinta a las cuencas en estudio, sugiriendo patrones de distribución característicos a cada uno de ellos, sin encontrarse una regularidad consistente para todos los taxa. Sin embargo, los conglomerados obtenidos en base a los macroinvertebrados (Fig. 2b) son congruentes con el gradiente ambiental estudiado. La composición de macroinvertebrados separa los sistemas fluviales áridos (Loa) respecto de los semiáridos (Huatulame, Limarí, Grande, Hurtado) y los mediterráneos (Teno, Lontué, Mataquito, Cachapoal). La única excepción fue

Folio017097

TABLA 4

Riqueza de especies (S) y diversidad de Shannon (H) por cada grupo taxonómico para los ríos de las cuencas Limarí (Limarí, Hurtado, Grande, Huatulame) y Mataquito (Mataquito, Teno, Lontué). Los ríos Limarí y Mataquito se ubican aguas abajo en sus cuencas respectivas (ver Fig. 1).

Species richness (S) and Shannon's diversity (H) for each taxonomic group for rivers of the Limarí basin (Limarí, Hurtado, Grande, Huatulame) and Mataquito basin (Mataquito, Teno, Lontué). Limarí and Mataquito rivers locate downstream in their respective basins (see Fig. 1).

Taxa/Río	Limarí	Huatulame	Hurtado	Grande	Mataquito	Teno	Lontué
Peces							
S	5	2	3	4	3	2	4
H	1.609	0.6931	1.099	1.386	1.099	0.6931	1.386
Macroinvertebrados							
S	28	25	35	31	18	20	27
H	3.332	3.219	3.555	3.434	2.89	2.996	3.296
Macrófitas							
S	15	5	4	7	56	5	4
H	2.708	1.609	1.386	1.946	4.025	1.609	1.386
Diatomeas							
S	67	37	44	50	64	46	47
H	4.205	3.611	3.784	3.912	4.159	3.829	3.85

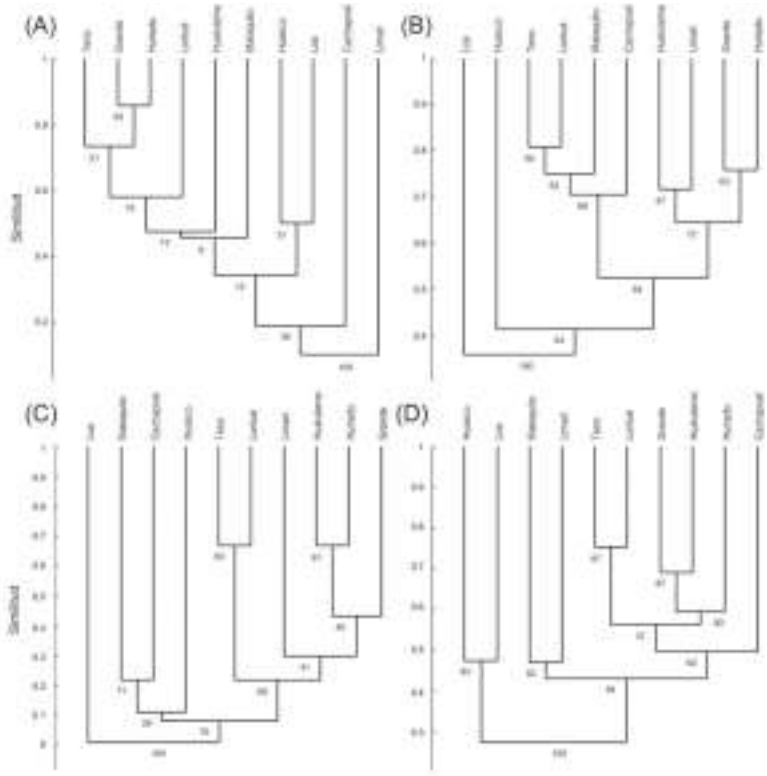


Fig. 2: Análisis de Bray-Curtis (UPGMA) para caracterizar la estructura de similitud en composición taxonómica de las cuencas. a) peces, b) macroinvertebrados bentónicos, c) macrófitas, d) diatomeas.

Bray-Curtis analysis (UPGMA) for caracterizing the taxonomic similitude structure of the basins. a) fish, b) benthic macroinvertebrates, c) macrophytes, d) diatoms.

Folio017098

Huasco, que se dispone separado del conjunto (Fig. 2b). Los conglomerados obtenidos a partir de los otros taxa muestran cierto nivel de coincidencia en que tanto Grande y Hurtado como Teno y Lontué permanecen cercanos en composición taxonómica, y en que Loa y Huasco permanecen diferenciados del conjunto.

La composición taxonómica dentro de cada uno de los cuatro grupos analizados resultó ser significativamente anidada (Tabla 5). Es decir, para cada grupo, la composición taxonómica de los ríos más pobres en especies es subconjunto de la composición de ríos más ricos. La jerarquía de anidamiento de los sitios fue diferente para cada uno de los cuatro grupos taxonómicos, sin obtenerse correlaciones significativas entre ningún par de rankings de anidamiento. Sin embargo, la jerarquía de anidamiento de macrófitas se asoció inversamente al orden del río (r de Spearman = 0.80, $P < 0.01$), mientras que la jerarquía de anidamiento de macroinvertebrados bentónicos se asoció inversamente a la altitud (r de Spearman = 0.79, $P < 0.01$). Es decir, la composición de macrófitas de ríos de menor orden es subconjunto de la composición de ríos de mayor orden, mientras que la composición de macroinvertebrados de ríos de menor altitud es subconjunto de la composición de ríos de mayor altitud.

Estructura comunitaria

Se encontraron un total de 5 tipos de estructuras comunitarias, para el conjunto analizado de 10 sistemas fluviales: (I) río Loa (cuenca del Loa), con ausencia de macroinvertebrados bentónicos filtradores y fragmentadores (Fig. 3); (II) río Huasco (cuenca del Huasco), con ausencia de peces

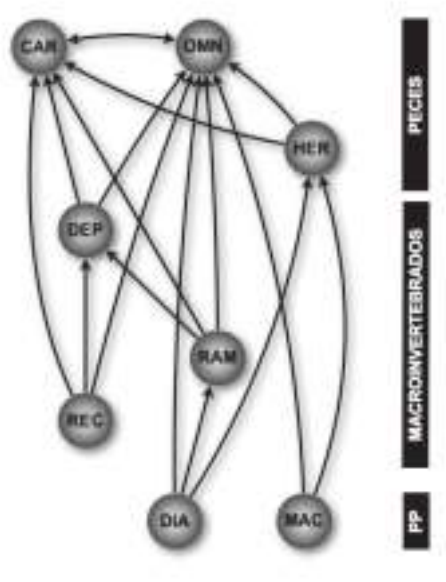


Fig. 3: Malla trófica determinada para el río Loa (cuenca del Loa). Los nodos (círculos) representan grupos funcionales. Las flechas indican interacciones tróficas entre grupos funcionales, apuntando hacia el consumidor. Note la ausencia de fragmentadores y filtradores.

Food web determined for Loa River (Loa basin). Nodes (circles) represent functional groups. Arrows show trophic interactions between functional groups, pointing towards the consumer. Note the absence of shredders and filtering collectors.

TABLA 5

Resultados del análisis de anidamiento de la composición taxonómica entre ríos. Para el cálculo se utilizó el índice NODF de anidamiento para columnas. La significación estadística del anidamiento se obtuvo desde 1000 matrices aleatorias construidas en base a dos modelos nulos alternativos: ER y CE (ver Métodos para una explicación más detallada).

Results of nestedness analysis of the taxonomic composition among rivers. The calculations were made using the index NODF of nestedness for columns. The statistical significance of nestedness was obtained from 1000 random matrices built by two alternative null models: ER and CE (see Methods for a more detailed explanation).

	NODF	P(ER)	P(CE)
Peces	44.26	< 0.001	< 0.05
Macroinvertebrados bentónicos	64.58	< 0.001	< 0.001
Macrófitas	29.01	< 0.001	< 0.001
Diatomeas	47.88	< 0.001	< 0.001

Folio017099

herbívoros y macroinvertebrados bentónicos fragmentadores (Fig. 4); (III) el río Huatulame (cuenca del Limarí), con ausencia de tres grupos: peces herbívoros y omnívoros, y macroinvertebrados bentónicos fragmentadores (Fig. 5); (IV) la estructura compartida por los ríos Hurtado, Grande (cuenca del Limarí), Teno, Lontue y Mataquito (cuenca del Mataquito), con ausencia de peces herbívoros y omnívoros (Fig. 6); (V) la estructura compartida por el río Limarí (cuenca del Limarí) y el Cachapoal (cuenca del Cachapoal), con ausencia sólo de peces herbívoros (Fig. 7). Un análisis topológico básico de estas cinco estructuras de redes se presenta en Tabla 6. Las métricas de centralidad ofrecen medidas de importancia de cada nodo para el mantenimiento de la estructura de su red, en base a la conectividad de estos con sus vecinos. Las dos métricas de centralidad utilizadas (centralidad de grado y centralidad de vector propio, ver Newman 2010) indican que peces omnívoros (OMN) y carnívoros (CAR), así como macroinvertebrados depredadores (DEP) son los grupos funcionales con mayor importancia estructural dada su mayor conectividad. Las redes tipo III y IV no presentaron peces omnívoros. En estos casos, el tercer grupo en orden de importancia fue el de macroinvertebrados recolectores (REC) para la red III y los ramoneadores (RAM) y fragmentadores (FRA) para la red IV (Tabla 6). Por otro lado, métricas globales básicas de red indicaron que la red I presentó el mayor nivel de conectancia (C = 0.27), mientras que la red V presentó el mayor tamaño (S = 9). Opuestamente, las redes III y IV presentaron el menor tamaño y conectancia respectivamente.

DISCUSIÓN

En los sistemas fluviales, los ensambles de peces, macroinvertebrados bentónicos,

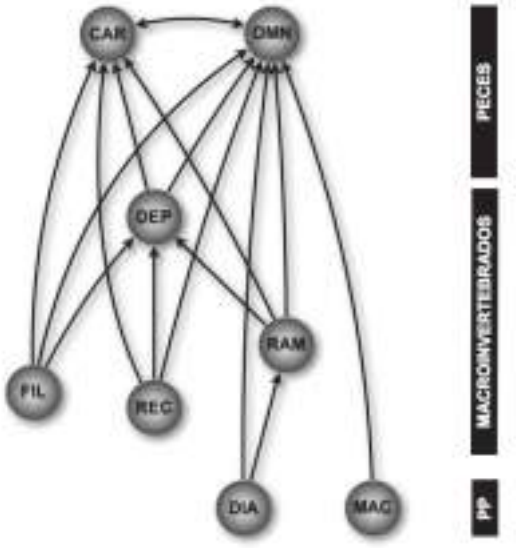


Fig. 4: Malla trófica determinada para el río Huasco (cuenca del Huasco). Los nodos (círculos) representan grupos funcionales. Las flechas indican interacciones tróficas entre grupos funcionales, apuntando hacia el consumidor. Note la ausencia de herbívoros y fragmentadores.

Food web determined for Huasco River (Huasco basin). Nodes (circles) represent functional groups. Arrows show trophic interactions between functional groups, pointing towards the consumer. Note the absence of herbivores and shredders.

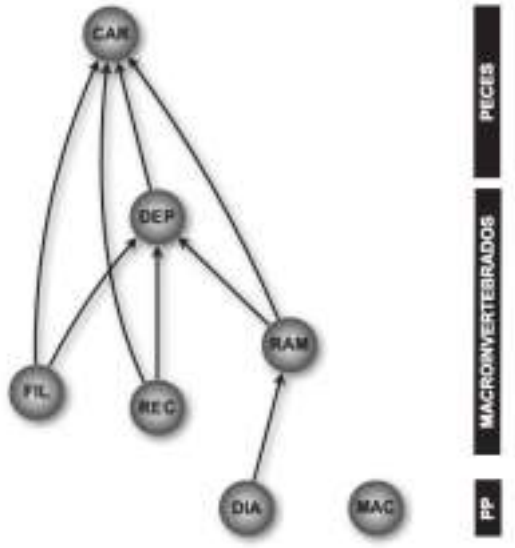


Fig. 5: Malla trófica determinada para el río Huatulame (cuenca del Limarí). Los nodos (círculos) representan grupos funcionales. Las flechas indican interacciones tróficas entre grupos funcionales, apuntando hacia el consumidor. Note la ausencia de herbívoros, omnívoros y fragmentadores.

Food web determined for Huatulame River (Limarí basin). Nodes (circles) represent functional groups. Arrows show trophic interactions between functional groups, pointing towards the consumer. Note the absence of herbivores, omnivores and shredders.

Folio017100

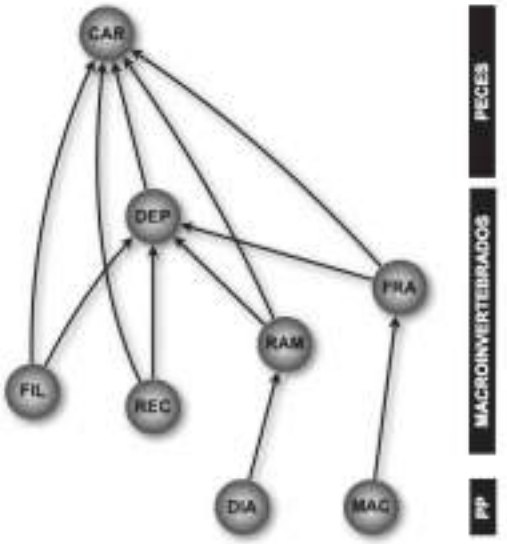


Fig. 6: Malla trófica determinada para los ríos Hurtado, Grande (cuenca del Limarí) y Teno, Lontué y Mataquito (cuenca del Mataquito). Los nodos (círculos) representan grupos funcionales. Las flechas indican interacciones tróficas entre grupos funcionales, apuntando hacia el consumidor. Note la ausencia de herbívoros y omnívoros.

Food web determined for rivers Hurtado, Grande (Limarí basin) and Teno, Lontué and Mataquito (Mataquito basin). Nodes (circles) represent functional groups. Arrows show trophic interactions between functional groups, pointing towards the consumer. Note the absence of herbivores and omnivores.

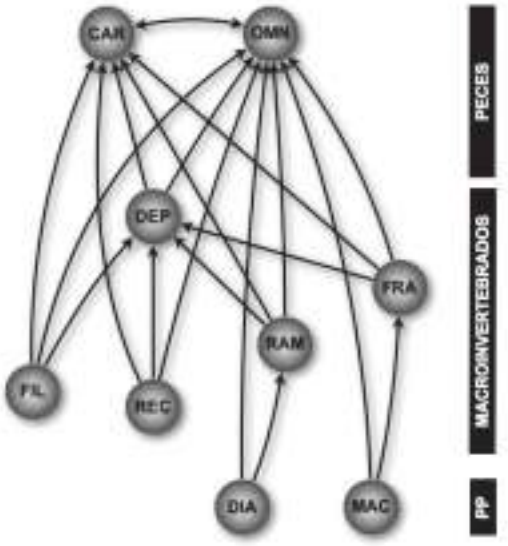


Fig. 7: Malla trófica determinada para los ríos Limarí (cuenca del Limarí), y Cachapoal (cuenca del Cachapoal). Los nodos (círculos) representan grupos funcionales. Las flechas indican interacciones tróficas entre grupos funcionales, apuntando hacia el consumidor. Note la ausencia de herbívoros.

Food web determined for rivers Limarí (Limarí basin) and Cachapoal (Cachapoal basin). Nodes (circles) represent functional groups. Arrows show trophic interactions between functional groups, pointing towards the consumer. Note the absence of herbivores.

macrófitas y fitobentos son los más estudiados y los que se asume son responsables de gran parte del flujo de energía en estos ecosistemas (Margalef 1983). Por ello, la mayor parte de los registros taxonómicos existentes para los ríos estudiados corresponden a estos cuatro grupos.

Nuestros resultados muestran importantes diferencias entre cuencas, tanto en su composición taxonómica como en su diversidad de especies. Adicionalmente, la composición taxonómica de los ríos para cada uno de los cuatro grupos estudiados mostró estar significativamente anidada, indicando que la diversidad de ríos pobres en especies es un subconjunto de aquella de ríos ricos. El grupo de los macroinvertebrados bentónicos mostró diferencias en la composición taxonómica agrupando los sistemas de estudio por cuencas y por zonas (árida, semiárida, mediterránea, sector alto del río y sector medio-bajo). Por otra parte, para las cuencas del Limarí y Mataquito se encontró un patrón de aumento de riqueza y diversidad específicas desde las partes altas de las cuencas hacia la desembocadura, para tres de los cuatro grupos taxonómicos estudiados: peces, macrófitas y diatomeas. Por el contrario, el grupo de los macroinvertebrados mostró una leve tendencia a presentar mayor riqueza aguas arriba. El cambio en diversidad observado entre sectores altos y bajos, se corresponde con lo esperado por modelos conceptuales establecidos (Vanotte et al. 1980, Allan 1995), e indican la importancia de los sectores altos y tributarios de las cuencas para la diversidad de macroinvertebrados, y de las partes bajas y caudales principales para la de los otros grupos. Esto resulta importante de considerar para la gestión de los sistemas hídricos locales, especialmente si se considera el alto valor atribuido a los macroinvertebrados bentónicos en la participación de los flujos de energía de estos sistemas (Cummins, 1973, 1974, 1992, 2002, Wallace et al. 1997).

Folio017101

TABLA 6

Métricas topológicas para los cinco tipos (I-V, ver Figs. 3-7) de mallas tróficas obtenidos. Las métricas de centralidad (para cada grupo funcional) calculadas fueron centralidad de grado (CG) y centralidad de vector propio (CVP). Las métricas globales de red fueron tamaño de la red (S), número de interacciones (L) y conectancia de la red ($C = S/L^2$).

Topological metrics for the five types (I-V, see Figs. 3-7) of food webs obtained. Calculated centrality metrics (for each functional group) were degree centrality (CG) and eigenvector centrality (CVP). Global network metrics were network size (S), number of interactions (L) and network connectance ($C = S/L^2$).

Métricas de centralidad										
	I		II		III		IV		V	
	CG	CVP	CG	CVP	CG	CVP	CG	CVP	CG	CVP
CAR	6	0.4802	6	0.4689	4	0.5376	5	0.5304	7	0.4761
OMN	8	0.5407	8	0.5476	-		-		9	0.5176
HER	4	0.2963	-		-		-		-	
DEP	4	0.3369	5	0.4083	4	0.5376	5	0.5304	6	0.3941
FIL	-		3	0.3088	2	0.3528	2	0.3087	3	0.2611
REC	3	0.2804	3	0.2072	2	0.3953	2	0.3087	3	0.2611
RAM	4	0.3302	4	0.3510	3	0.3528	3	0.3373	4	0.2896
FRA	-		-		-		3	0.3373	4	0.2896
DIA	3	0.2411	2	0.1948	1	0.1297	1	0.0982	2	0.1518
MAC	2	0.1729	1	0.1187	0	0	1	0.0982	2	0.1518

Métricas de red					
	I	II	III	IV	V
S	8	8	7	8	9
L	17	16	8	11	20
C	0.2656	0.2500	0.1633	0.1719	0.2469

Por otra parte, el valor de la biodiversidad no solo responde al número de especies que posee un sistema sino también a la identidad de las especies que están presentes, siendo de especial importancia aquellas que se encuentran en categorías de riesgo. En este sentido, de los cuatro grupos evaluados solo los peces presentan un estado de conservación reconocido en las zonas de estudio (Campos et al. 1998). Así, es posible identificar cuatro aspectos relevantes de las cuencas en estudio en relación a las especies que albergan: (a) la cuenca del Loa presenta un alto valor para la conservación puesto que es la única donde se encuentra la especie en peligro de extinción *Basilichtys semotilus* (Cope, 1874); (b) la cuenca del Huasco alberga la especie en peligro de extinción *Basilichthys microlepidotus* (Jenyns, 1842); (c) la cuenca del Mataquito es la única de la zona mediterránea-norte donde se encuentra la especie en peligro de extinción *Diplomystes chilensis* (Molina, 1782); y (d) las cuencas del Loa y Limarí solo presentan una especie de pez nativo mientras que las del Huasco, Cachapoal y Mataquito poseen un mayor número de especies ícticas nativas que introducidas.

En base a la información disponible analizada, se logró describir la estructura trófica de 10 comunidades pertenecientes a cinco cuencas chilenas. Ninguna de las comunidades presentó la totalidad de los grupos tróficos existentes, evidenciándose a lo menos la falta de alguno de ellos para peces y/o macroinvertebrados bentónicos. Nuestra descripción de las mallas tróficas de los sistemas fluviales estudiados es del nivel de resolución que permite nuestro estado de conocimiento. Esto es, se pudo presentar la estructura de las comunidades conformadas por grupos tróficos funcionales y sus relaciones de alimentación, donde se representa qué grupo consume a qué

Folio017102

grupo. Esta descripción omite, por falta de conocimiento acumulado, relaciones entre especies biológicas, magnitudes de interacción y abundancias, entre otros aspectos. Si bien la información obtenida es insuficiente como representación acabada de la estructura comunitaria en las cuencas analizadas, sí nos brinda una aproximación fundamental para comenzar a comprender la forma en que se organizan las comunidades fluviales de Chile, y su funcionamiento en términos ecológicos. La clasificación de las especies en grupos tróficos se realiza sobre la base del reconocimiento de mecanismos comunes o similares de adquisición de recursos, lo cual se refleja en rasgos morfológicos y conductuales. La ventaja de este procedimiento es doble: (a) reduce los componentes de estudio desde una amplia variedad de taxa a un pequeño número de grupos de organismos que pueden ser estudiados en conjunto de acuerdo a su función trófica, y (b) permite establecer fácilmente, en base al conocimiento biológico acumulado, las relaciones tróficas entre los componentes de la comunidad sin necesidad de conocer la dieta específica realizada de cada especie; la cual es variable, tanto a través del contexto comunitario en que se encuentran las especies, como a través del tiempo y del espacio dentro de una comunidad específica. Si bien la agregación de taxa para la construcción de mallas tróficas podría afectar la representación de la estructura de la comunidad de interés y consecuentemente las proyecciones de su dinámica (Abarca-Arenas & Ulanowicz 2002, Jordan 2003, Thompson et al. 2012), también hay consenso en que no existen redes que incluyan todas las especies y sus interacciones. En este sentido, las mallas tróficas (u otro tipo de red de interacciones ecológicas) se han construido de manera consistente con el estado de conocimiento pertinente y de modo que puedan ser comparables entre sí, con el objetivo de arrojar luz sobre el problema particular que se desee resolver (Jordan 2003). Las relaciones encontradas en este estudio representan una descripción básica, inicial y comparable orientada a revelar la estructura de las comunidades fluviales de una zona del planeta en que el conocimiento ha sido escasamente desarrollado y de difícil acceso. Este conocimiento puede servir de base para comprender el funcionamiento de estos sistemas, cuya integridad es materia de preocupación científica y social.

Para los sistemas aquí estudiados, se esperaría que la biodiversidad responda al menos a dos tipos de gradiente ambiental. Por un lado, las cuencas debieran mostrarse como unidades donde las estructuras comunitarias de cada una de ellas sean similares dentro de sí o, al menos, cuencas perteneciente a una misma zona climática debieran mostrar más similitud entre sí que con cuencas de otras zonas (e.g., Palmer et al. 1996 a escala regional, Fernández et al. 2001 a escala local). Por otro lado, se espera que la estructura comunitaria esté relacionada con el continuo de los ríos desde la cabecera hasta su desembocadura (Vannote et al. 1980), existiendo un recambio de grupos tróficos entre los sectores altos y bajos, donde los primeros debieran poseer la totalidad de grupos funcionales de macroinvertebrados, diferenciándose de los sectores bajos donde faltarían algunos grupos (e.g., fragmentadores y ramoneadores). Sin embargo nuestros resultados no se ajustan completamente a estas predicciones. Por un lado, es posible apreciar que las cuencas del Loa (árido) y Huasco (semiárido) muestran una estructura propia y diferenciable del resto. Aquí, la ausencia de macroinvertebrados fragmentadores sugiere que estos sistemas poseen escasa materia orgánica particulada gruesa, lo cual es esperable para sistemas áridos y semiáridos producto de la escasa vegetación de ribera (Vidal-Abarca et al. 2004). Sin embargo en la cuenca del Limarí (semiárida) esto solo se observa para el río Huatulame, mientras los demás ríos comparten la estructura comunitaria con ríos de las cuencas del Mataquito y Cachapoal (mediterráneas). Lo anterior evidencia que las cuencas del Huasco y Limarí a pesar de encontrase en un mismo tipo de clima semiárido, poseen estructuras taxonómicas distintas, siendo la última similar a cuencas mediterráneas. Por otro lado, en nuestros resultados tampoco es posible observar las predicciones propuestas por Vannote et al. (1980) debido a que todos los grupos tróficos funcionales de macroinvertebrados se encuentran tanto en la parte alta como baja de los sistemas estudiados, donde la principal diferencia responde a la ausencia del grupo de peces omnívoros para la parte alta de la cuenca del Limarí y el Mataquito.

Folio017103

Lo anterior sugiere que los ríos estudiados se comportan de manera distinta a los sistemas de otras regiones y marca la importancia de estudiar detenidamente la presencia, distribución, abundancia y función de los peces omnívoros y herbívoros así como de macroinvertebrados fragmentadores, dado que son estos componentes los principales responsables de las diferencias en las estructuras comunitarias observadas. En este contexto, la ausencia de peces exclusivamente herbívoros en algunas de las comunidades descritas resulta interesante de ser corroborado y explicado científicamente dado que, aunque existe una rica vegetación acuática (macrófitas y diatomeas) en todas las cuencas, la estrategia dietaria predominante de los peces registrados es de carnívoro u omnívoro, donde incluso estos últimos parecen preferir presas de origen animal o fitoplanctónica antes que fitobentos o macrófitas (Ruiz & Marchant 2004).

El análisis de información realizado para la ejecución de este estudio confirma que el conocimiento de la biodiversidad y la ecología de sistemas fluviales en Chile es a la vez limitado y disperso. Limitado, tanto a causa del reducido número de científicos con líneas de investigación activas en el campo de la ecología y biodiversidad fluvial, como también debido a las restricciones al estudio de los ríos impuestas por la geografía del territorio chileno. Por otro lado es disperso, debido a que buena parte de la información reportada está disponible en literatura "gris" y primordialmente en informes técnicos de estudios ambientales. Estas razones se cruzan con la dificultad inherente de la caracterización de la biodiversidad acuática, derivada del gran número de especies e interacciones y su variabilidad espacial y temporal. Esta situación respecto del estado del conocimiento de la biodiversidad acuática en Chile contrasta con la necesidad de conocer detalladamente los sistemas fluviales locales, debido a: (a) la reducción de la disponibilidad y la calidad de las aguas superficiales continentales a nivel global, (b) la riqueza hidrológica del país, (c) la naturaleza de los ríos locales (i.e. extensión y pendiente), fundamentalmente sus flujos elevados derivados de las fuertes pendientes que resultan en altas tasas de renovación, (d) la creciente preocupación social respecto al agua como recurso (escasez y regulación del acceso y uso). Sugerimos que investigaciones futuras en esta línea deben orientarse a completar y mejorar la información presentada en este artículo, aumentando la resolución taxonómica de la representación de las mallas tróficas e incorporando aspectos funcionales relevantes, como magnitudes de interacción, tamaños corporales y variación de abundancias poblacionales. De esta manera, se aportaría conocimiento sobre la estructura y funcionamiento de los sistemas fluviales a escala local y regional, lo cual permitiría además el establecimiento fundado de acciones más eficientes de manejo y protección de los sistemas acuáticos.

AGRADECIMIENTOS: Los autores agradecen al Ministerio del Medio Ambiente (MMA) por facilitar el uso de información base para esta publicación, en especial a Silvia Benítez por todo su apoyo profesional. A los árbitros que revisaron críticamente este manuscrito aportando valiosas sugerencias y a Valentina Escanilla por el apoyo en la elaboración de este trabajo. R.R-J agradece el financiamiento parcial de proyecto FONDECYT 1120958.

MATERIAL COMPLEMENTARIO

La clasificación taxonómica y grupos tróficos funcionales presentes en las cuencas estudiadas se encuentra disponible como Material Complementario online en http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/2013/1/MC_Palma_et_al_2013.pdf

LITERATURA CITADA

ABARCA-ARENAS LG & RE ULANOWICZ (2002) The effects of taxonomic aggregation on network analysis. Ecological Modelling 149: 285-286.

ALLAN JD (1995) Stream ecology: structure and function of running waters. Chapman & Hall. Londres, Reino Unido.

ALMEIDA-NETO M, P GUIMARAES, PR GUIMARAES, RD LOYOLA & W ULRICH (2008) A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. Oikos 117: 1227-1239.

BOYERO L (2002) Insect biodiversity in frefshwater ecosystems: is there any latitudinal gradient? Marine and Freshwater Research 53: 753-755.

BRAY JR & JT CURTIS (1957) An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecological Monographs 27: 325-349.

CAMPOS H, G DAZAROLA, B DYER, L FUENTES, J GAVILÁN, et al. (1998) Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 47: 101-122.

CEA (2005) Evaluación de la condición ambiental de los ecosistemas acuáticos y humedales de los ríos Estrecho, Chollay, los Barriales. Informe técnico para Barrick Gold. Consultor Centro de Ecología Aplicada (CEA), Santiago, Chile.

Folio017104

CONAMA-ARETECH GEONOVA CONSULTORES (2009) Estudio complementario de variables biológicas para las NSCA – Informe Final. Sección 6: Adaptación índice biótico para cuencas pilotos: Río Limarí y Lago Llanquihue (Chile). Informe técnico, Santiago, Chile.

CUMMINS KW (1973) Trophic relations of aquatic insects. Annual Review of Entomology 18: 183-203.

CUMMINS KW (1974) Structure and function of stream ecosystems. Bioscience 24: 631-641.

CUMMINS KW (1992) Invertebrates. In: Calow P & G Petts (eds) The rivers handbook. Hydrological and Ecological Principles: 234-250. Blackwell Scientific Publs. Oxford.

CUMMINS KW (2002) Riparian-stream linkage paradigm. Verthandlungen der Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie 28: 49-58.

CREA (2007). Caracterización ambiental de la porción terminal del río Mataquito Región del Maule. Planta Celulosa Licancel. Centro Regional de Estudios Ambientales. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.

EULA (2008) Información Flora y Fauna acuática de la cuenca y Ecotoxicológica. Proyecto: Diagnóstico Indicadores Biológicos en la cuenca del Rapel. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

EULA (2011) Diagnóstico y plan de gestión para la calidad del agua del embalse Rapel. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

FERNÁNDEZ HR, F ROMERO, M PERALTA & L GROSSO (2001) La diversidad del zoobentos en ríos de montaña del noroeste de Argentina: comparación entre seis ríos. Ecología Austral 11: 9-16.

GUIMARAES PR & P GUIMARAES (2006) Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. Environmental Modelling and Software 21: 1512-1513.

HAMMER Ø, DAT HARPER & PD RYAN (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontología Electrónica 4: 1-9.

JORDAN F (2003) Comparability: the key to the applicability of food web research. Applied Ecology and Environmental Research 1: 1-18.

LARRAIN S & P POO (eds) (2010) Conflictos por el Agua en Chile: entre los derechos humanos y las reglas del mercado. Ediciones Chile Sustentable, Santiago, Chile.

MARGALEF R (1983) Limnología. Ediciones Omega S.A, Barcelona.

MERRITT RW & KW CUMMINS (1996) An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/ Hunt, Dubuque, Iowa.

MOP DGA (2004a) Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de aguas según objetivos de calidad: cuenca del río Loa. Cade Idepe Consultores Chile. (En línea) URL: http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Loa.pdf (accedido octubre 30, 2012).

MOP DGA (2004b) Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de aguas según objetivos de calidad: cuenca del río Limarí. Cade Idepe Consultores Chile. (En línea) URL: http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Limari.pdf (accedido octubre 30, 2012).

MOP DGA (2004c) Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de aguas según objetivos de calidad: cuenca del río Rapel. Cade Idepe Consultores Chile. (En línea) URL: http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Rapel.pdf (accedido octubre 30, 2012).

MOP DGA (2004d) Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de aguas según objetivos de calidad: cuenca del río Huasco. Cade Idepe Consultores Chile. (En línea) URL: http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Huasco.pdf (accedido octubre 30, 2012).

MOP DGA (2010a) Análisis de la composición físico química de los sedimentos fluviales y su relación con la disponibilidad de metales en agua: cuenca del río Cachapoal. Consultor CENMA. (Chile) (En línea) URL: http://documentos.dga.cl/CQA5191v5.pdf (accedido octubre 30, 2012).

MOP DGA (2010b) Propuesta de utilización de biocriterios para la implementación y monitoreo de la norma secundaria de calidad ambiental: resultados cuencas de los ríos Limarí y Mataquito. Consultor CENMA. (Chile) (En línea) URL: http://documentos.dga.cl/CQA5230v2.pdf (accedido octubre 30, 2012).

NEWMAN MEJ (2010) Networks. An introduction. Oxford University Press, Oxford, UK.

PACIFIC HYDRO CHILE SA (2010) Estudio Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico Nido de Águila. (Chile) (En línea) URL: https://www.e-seia.cl/archivos/EIA_Nido_-_Cap_4_-_Linea_de_Base.pdf (accedido octubre 30, 2012).

PALMA A & R FIGUEROA (2008) Latitudinal diversity of Plecoptera (Insecta) on local and global scales. Illiesia 4: 81-90.

PALMER MA, JD ALLAN & CA BUTMAN (1996) Dispersal as a regional process affecting the local dynamics of marine and stream benthic invertebrates. Trends in Ecology and Evolution 11: 322-326.

PEARSON RG & L BOYERO (2009) Gradients in regional diversity of freshwater taxa. Journal of the North American Benthological Society 28: 504-514.

PRAMAR AMBIENTAL CONSULTORES (2009) Estudio de Impacto Ambiental Pampa Hermosa. (Chile) (En línea) URL: https://www.e-seia.cl/archivos/20080802.163911.zip (accedido octubre 30, 2012).

ROMERO H, M MÉNDEZ, P SMITH & M MENDONÇA (2012) Enfoque ecológico-social de la variabilidad climática, extracciones de agua y demandas territoriales en las cuencas del desierto de Atacama. Revista Geonorte Chile 4: 261–287.

RUIZ VH & M MARCHANT (2004) Ictiofauna de aguas continentales chilenas. Primera edición, Ediciones Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

SHANNON C & W WEAVER (1949) The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, Illinois.

THOMPSON RM, JA DUNNE & G WOODWARD (2012) Freshwater food webs: Towards a more fundamental understanding of biodiversity and community dynamics. Freshwater Biology 57: 1329-1341.

UCT (2008a) (Febrero). Evaluación de Impacto Ambiental Generado por la Presencia de Contaminantes en el río Mataquito. Universidad Católica de Temuco (Chile).

UCT (2008b) (Abril). Evaluación de Impacto Ambiental Generado por la Presencia de Contaminantes en el río Mataquito. Universidad Católica de Temuco (Chile).

Folio017105

ULS (2002) Monitoreo y actualización de línea base de recursos bióticos proyecto Pascua Lama: Fauna Acuática. Universidad de La Serena (Chile).

VANNOTE RL, GW MINSHALL, KW CUMMINS, JR SEDELL & CE CUSHING (1980) The river continuum concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 37: 130-137.

VIDAL-ABARCA MR, R GÓMEZ & ML SUÁREZ (2004) Los ríos de las regiones semiáridas. Ecosistemas 2004/1. 15 pp (en linea) URL: http//www.acet.org/ecosistemas/041/revision4.htm (accedido febrero 10, 2012).

VIVANCO M (1999) Análisis estadístico multivariable. Primera edición, Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

VÖRÖSMARTY CJ, PB MCINTYRE, MO GESSNER, D DUDGEON, A PRUSEVICH, et al. (2010) Global threats to human water security and river biodiversity. Nature 467: 555-561.

WALLACE J, S EGGERT, J MEYER & J WEBSTER (1997) Multiple trophic levels of a forest stream linked to terrestrial litter inputs. Science 277: 102-104.

Responsabilidad editorial: Patricio A. Camus
Recibido el 20 de junio de 2012; aceptado el 10 de diciembre de 2012

INFORME FINAL

CARACTERIZACIÓN DEL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RÍO HUASCO PARA SU POSTULACIÓN COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA





ABRIL 2017

Elaborado por:	**Revisado por:**	**Aprobado por:**
Daniela Baeza	Natalia Sandoval	Tomás Rioseco
Soledad Kremer	Cristian Godoy	Elizabeth Araya
Fernanda Díaz	Esteban Abrigo	Manuel Contreras
Noemí Muñoz	Lucia Varas	
Claudio Reyes	Gonzalo Benavides	
Karin Burgos	Valentina Matte	
Natalia Sandoval	Natalia Muñoz	
Dangelo Duran		
Cristian Ray		
Valeria Fuentealba		
Alfonso Domeyko		
Claudio Reyes		
Hernán Lorca		
Alvaro Aliaga		
Valentina Matte		
Natalia Sandoval		
Tomás Rioseco		

Folio017108

RESUMEN EJECUTIVO

Los humedales corresponden a uno de los ecosistemas más productivos y cumplen además funciones ecológicas fundamentales para el hombre como la regulación hidrológica y provisiones o beneficios de los cuales dependen las comunidades locales vecinas a estos ambientes (Canevari *et al*. 1999, Landgrave & Moreno-Casasola, 2012).

En este contexto, el Humedal Costero Estuarino del río Huasco se constituye como un sitio de gran importancia ecológica y el conocimiento de las dinámicas locales que ocurren en los diferentes aspectos que lo componen, se vuelve esencial a la hora de avanzar en la gestión y proceso de creación del Santuario de la Naturaleza.

El Humedal Costero Estuarino del Río Huasco es un sistema que presenta una serie de taxa, funciones biológicas y relaciones con el medio biótico, las cuales se configuran de tal manera que no es posible establecer la prioridad de conservación de un componente o función en específico. El valor del humedal, está representada por su complejidad y su biodiversidad como ecosistema. Un elemento relevante es la condición de lejanía o aislamiento del humedal, en relación a sus vecinos similares más cercanos. El humedal del río Huasco constituye, junto a la desembocadura del río Copiapo, ubicado a 130 km, el límite norte de este tipo de humedales costeros. Producto de la conexión al mar de las ultimas cuencas exorreicas hacia el norte, estos humedales son únicos en la parte meridional de la zona Hiperárida Desértica, distantes aproximadamente a 800 km de la siguiente desembocadura, el río Loa, por el norte, y a unos 160 km del río Elqui, por el sur. Es parada de aves migratorias y refugio para fauna silvestre litoral.

El Ministerio de Medio Ambiente, solicitó a Centro de Ecología Aplicada Ltda. la ejecución de un estudio que permitiera reconocer los atributos ecológicos, sociales y territoriales del Humedal Costero Estuarino del Río Huasco, esto con la finalidad de la elaboración de un expediente para la solicitud de Santuario de la Naturaleza del humedal.

El objetivo general del estudio busca sistematizar y complementar la información del Humedal Costero Estuario del Río Huasco, en las variables físicas, químicas y biológicas, así como también en el ámbito legal y de gestión, con la finalidad de apoyar el proceso de creación de un Santuario de la Naturaleza, o en su defecto otra categoría de protección basada en el área.

Los objetivos específicos se listaron desde el número uno al número ocho y estos corresponden a:

- Recopilar, analizar y sistematizar la información técnica y cartográfica de los estudios realizados en el Humedal Costero Estuario del Río Huasco.
- Levantar la información biológica actualizada de los siguientes componentes: flora y vegetación terrestre, flora acuática, aves, mamíferos, micromamíferos, reptiles, anfibios, crustáceos y peces, así como también de; el o los ecosistemas presentes y proponer uno o más objetos de protección según el valor ecosistémico identificado.
- Evaluar la condición actual del humedal en cuanto a variables de estado y agentes forzantes fortaleciendo el análisis con tomas de muestras de calidad de agua, teniendo como referencia un estudio realizado por CONAMA en el año 2008.

Folio017109

- Actualizar la información sobre los propietarios ribereños y sus límites cartográficos según sus Roles de Avalúo, en el Humedal Costero Estuario del Río Huasco, teniendo como base el estudio realizado por la SEREMI del Medio Ambiente en el 2010.
- Gestionar el apoyo formal de los propietarios ribereños del Humedal costero para formar parte de una propuesta de Creación de Santuario de la Naturaleza.
- Definir el polígono que se propondrá como Santuario de la Naturaleza.
- Elaborar una propuesta de Plan de Manejo del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco, según ecotipo[9] en los límites que se propondrán como Santuario de la Naturaleza, con énfasis en un programa financiero, de educación, de turismo y de administración, proponiendo acciones, indicadores y el monitoreo de las variables físico-químicas, biológicas y socioculturales usando la metodología de los Estándares Abiertos de la WCS.
- Preparar un completo expediente con información esencial para la creación de una Santuario de la Naturaleza de acuerdo a los requisitos de la Guía definida por el Ministerio del Medio Ambiente, documento final que estará a disposición del Consejo de Recuperación Ambiental y Social de la Comuna de Huasco.

Para definir el estado del arte del humedal se revisaron al menos 20 documentos, los cuales indican que el Humedal la calidad del agua del humedal Huasco ha sido definido como de clase “De Excepción” según los valores de oxígeno disuelto, pH, zinc, níquel, selenio, arsénico, DBO_5, color, sólidos suspendidos, amonio, cianuro, fluoruro, nitrato y sulfato, como muy buena calidad (Clase 1) respecto a coliformes fecales y totales, aguas de buena calidad (Clase 2) según los valores de RAS, cobre, cromo, hierro, manganeso y molibdeno. La Clase 3 (aguas de calidad regular) se asignó según sulfato, aluminio y sólidos disueltos, las mayores concentraciones de sulfato que se encuentran en estas aguas pueden ser efecto de los depósitos de estériles en el río provenientes de la minería; el aluminio a su vez, se produce generalmente por el derretimiento de nieve ácida y los sólidos disueltos están asociados a la litología de la cuenca, la cual presenta naturalmente compuestos que fácilmente se disocian en iones con el agua. La Clase 4, corresponde al tipo de agua más preocupante ya que corresponden a aguas de mala calidad, los parámetros que la clasifican en este grupo son los valores registrados de conductividad eléctrica, concentraciones de cloruro y boro, las altas concentraciones y cloruro son consecuencia, al igual que los sólidos disueltos por la litología de la cuenca, la cual presenta naturalmente compuestos asocian a las co-precipitaciones de boratos que ocurren entre los estratos sedimentarios de la cuenca y a evaporizas o pequeños salares que concentran boro, permitiendo que este escurra especialmente durante el período estival en que ocurren los derretimientos nivales. (DGA, 2004). Las altas concentraciones de sulfatos presentes en el agua del estuario son corroboradas Ávalos *et al.,* (2009), quien menciona que existe un condicionamiento asociado a la influencia geográfica y a recargas cercanas a la costa.

En términos de la biodiversidad cabe destacar la ictiofauna registrada en la documentación revisada, cabe destacar que se informa la presencia de especies en categoría de amenaza, tales como:

Folio017110

Bagre chico (*Trichomycterus areolatus*) en categoría "Vulnerable" según DS 51/2008 MINSEGPRES, Puye (*Galaxias maculatus*), "Vulnerable" según DS 19/2012 MMA, Pocha (*Cheirodon pisciculus*) "Vulnerable" según DS 19/2012 MMA, Lisa (*Mugil cephalus*) en "Preocupación Menor" según DS 52/2014 MMA y Pejerrey del norte (*Basilichthys microlepidotus*) "Vulnerable" según DS 51/2008 MINSEGPRES. Además, se registró la escasa presencia del camarón de río (*Cryphiops caementarius*), en categoría "Vulnerable" (según DS 52/2014, MMA).

Las características de la biodiversidad actual registrada durante la campaña de terreno indican un registro bajo de ictiofauna, se describió sólo una especie correspondiente a la Lisa (*Mugyl cephalus*), en contraste a las 6 especies registradas a nivel histórico. Esta disminución de ictiofauna presente en el humedal, sumado a la ausencia del camarón de río, podría deberse tanto a cambios en la calidad del agua, como a una disminución en el recurso alimenticio.

Referido a la vegetación, en terreno se identificaron 30 unidades vegetacionales, son pocas las especies que dominan en el Área de Estudio: *Adesmia littoralis*, *Tessaria absinthioides*, *Typha angustifolia*, *Distichlis spicata*, las cuales se asocian entre sí para formar los distintos tipos vegetacionales alternando dominancia y manteniendo el continuo vegetal.

Con respecto al estado de conservación de las especies, se identificó solo una especie en alguna categoría de conservación vigente, según los decretos supremos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). La especie *Eulychnia acida* var. *procumbens* posee características de ambientes semiáridos y/o asociada principalmente a formaciones vegetacionales de carácter xerofítico.

En término de la fauna el registro de las campañas de terreno efectuadas en el humedal de Huasco en el invierno del 2016, en fauna se detectaron un total de 64 especies, la mayor parte de las cuales correspondieron a aves (94%).

A partir de la legislación vigente, se estableció que de este conjunto de 64 especies de vertebrados, seis de ellas se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación, ya sea derivado de alguno de los doce decretos que han oficializado los listados de especies según lo delineado en el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE), o de lo señalado en el Reglamento de la Ley de Caza vigente.

De estas seis especies, tres están clasificadas como En Peligro (EN), dos en categoría de Vulnerables (VU), una en categoría de Insuficientemente Conocida (IC) y una en preocupación Menor (LC). Estas especies se encuentran preferentemente en las áreas más cercanas al mar.

En el humedal de Huasco, los resultados obtenidos en terreno a la fecha, indican que el grupo mayoritario de vertebrados terrestres presente corresponde a las aves, dentro de las cuales, las asociadas a los cuerpos de agua son muy relevantes. Debe tenerse presente eso sí, que estos resultados corresponden a campañas desarrollados en invierno, faltando aquellas que serán ejecutadas en épocas más favorables (primavera y/o verano).

Folio017111

Del punto de vista de los factores forzantes que operan en el sistema es posible determinar que el humedal no es una estructura separada de su entorno, como sistema hidrológico es, en gran parte, consecuencia de su morfometría y del tiempo de permanencia del agua en el mismo.

Se definieron como variable estado del sistema la producción primaria de la columna de agua, cobertura de macrófitas emergentes, composición y abundancia de peces marinos, composición y abundancia de avifauna. Además se estableció que los factores forzantes del sistema son el caudal de aguas marinas, caudal ríos tributarios y flujos subterráneos y la calidad del agua.

En función de criterios ecológicos se determinó un área de protección llamada zona núcleo, la cual debe estar bajo protección oficial y debe ser lo suficientemente grande para cumplir los objetivos de conservación. La influencia humana se restringe a actividades de investigación, monitoreo y recreación. En este sentido esta área cuanta con una superficie de 461,91 ha, las cuales representan la totalidad del espejo de agua desde aguas abajo del puente hasta la desembocadura, esta área presenta 20 propietarios. Además esta área cuenta con vegetación ribereña y sistemas dunares que aseguran la dinámica hidrológica del humedal. La protección de esta área y la complementariedad de las zonas de amortiguación y de transición ayudaran a cumplir la meta global del área que se define como:

"La mantención de las características ecológicas del humedal de Huasco, inspirando el desarrollo sustentable, la investigación y la educación ambiental".

El área presenta amenazas de tipo directa dentro de las cuales la de mayor riesgo es aquella relacionada con el camino de los patrones hidrológicos del humedal, esto fomentado por cambio de régimen de lluvias (cambio climático) y el uso de no regulado de agua, además se presentaron amenazas derivadas de la falta de regulación y ordenamiento territorial, como son microbasurales y presencia de perros vagos.

Folio017112

RESUMEN EJECUTIVO 2

ÍNDICE 9

1 INTRODUCCIÓN 25

2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO 27

2.1 Objetivo general 27

2.2 Objetivos específicos 27

3 OBJETIVO ESPECÍFICO 1: RECOPILAR, ANALIZAR Y SISTEMATIZAR LA INFORMACIÓN TÉCNICA Y CARTOGRÁFICA DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS EN EL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RÍO HUASCO. 28

3.1 Actividades 28

3.2 Materiales y Métodos 28

3.3 Resultados 32

4 OBJETIVO ESPECÍFICO 2: LEVANTAR INFORMACIÓN BIOLÓGICA ACTUALIZADA, ASÍ COMO TAMBIÉN DE; EL O LOS ECOSISTEMAS PRESENTES Y PROPONER UNO O MÁS OBJETOS DE PROTECCIÓN SEGÚN EL VALOR ECOSISTÉMICO IDENTIFICADO 122

4.1 Actividades 122

4.2 Materiales y Métodos 122

4.3 RESULTADOS 144

4.3.4 Actividad 2 Establecimiento de objetos de conservación del humedal costero como insumo para la solicitud de la creación de un Santuario de la Naturaleza 168

4.3.9 Actividad 7 214

5 OBJETIVO ESPECÍFICO 3: EVALUAR LA CONDICIÓN ACTUAL DEL HUMEDAL EN CUANTO A VARIABLES DE ESTADO Y AGENTES FORZANTES, FORTALECIENDO EL ANÁLISIS CON TOMAS DE MUESTRAS DE CALIDAD DE AGUA, TENIENDO COMO REFERENCIA UN ESTUDIO REALIZADO POR CONAMA EN EL AÑO 2008. 216

5.1 Actividades 216

5.2 Metodología 216

5.3 Resultados 228

6 OBJETIVO ESPECÍFICO 4: ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LOS PROPIETARIOS RIBEREÑOS Y SUS LÍMITES CARTOGRÁFICOS SEGÚN SUS ROLES DE AVALÚO, EN EL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RÍO HUASCO. 276

Folio017113

6.1 Actividades 276

6.2 Materiales y Métodos 276

6.3 Resultados 279

7 OBJETIVO ESPECÍFICO 5: GESTIONAR EL APOYO FORMAL DE LOS PROPIETARIOS RIBEREÑOS DEL HUMEDAL COSTERO PARA FORMAR PARTE DE UNA PROPUESTA DE CREACIÓN DE SANTUARIO DE LA NATURALEZA. 300

7.1 Actividades 300

7.2 Materiales y Métodos 300

7.3 Resultados 302

8 OBJETIVO ESPECÍFICO 6: DEFINIR EL POLÍGONO QUE SE PROPONDRÁ COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA 321

8.1 Actividades 321

8.2 Metodología 321

8.3 Resultados 326

9 OBJETIVO ESPECÍFICO 7: ELABORAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DEL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RIO HUASCO, SEGÚN ECOTIPO EN LOS LÍMITES QUE SE PROPONDRÁN COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA 328

9.1 Actividades 328

9.2 Metodologías 328

9.3 Resultados 334

10 DISCUSIÓN 361

10.1 Estado del arte del humedal 361

10.2 Condición biodiversidad actual 365

10.3 Funcionamiento del humedal 367

10.4 Variables de estado 367

10.5 Factores forzantes 369

10.6 Área de protección y amenazas 378

11 CONCLUSIONES 379

11.1 Estado del Arte 379

11.2 Área de protección 385

Folio017114

12 REFERENCIAS 386

13 ANEXOS 395

13.1 Permiso de pesca 395

13.2 Coordenadas de todos los puntos de muestreo 403

13.3 Biota acuática 404

13.4 Fichas de especies de aves en categoría de conservacion 415

13.5 Calidad de agua 423

13.6 Plan Regulador de Santiago 498

13.7 Solicitud DGA 500

13.8 Contacto Propietarios 501

13.9 Gráficos de Encuestas Realizadas a la Comunidad 503

ÍNDICE

INDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Delimitación de la cuenca del río Huasco, área de estudio considerada en la sistematización de información. 30

Figura 3-2 Composición porcentual de las especies clasificadas y no clasificadas de acuerdo a su estado de conservación en el RCE..... 61

Figura 3-3. Composición porcentual de la riqueza de grupos taxonómicos de fauna registrados en los estudios recopilados del Humedal del Río Huasco. 78

Figura 3-4. Composición porcentual de la riqueza y origen de las especies de fauna registradas en los estudios recopilados del Humedal del Río Huasco. 79

Figura 3-5. Composición porcentual de los grupos taxonómicos para las especies del Humedal del Río Huasco según su origen biogeográfico..... 80

Figura 3-6. Composición porcentual de las especies clasificadas y no clasificadas de acuerdo a su estado de conservación en el RCE..... 81

Figura 3-7. Contribución de cada grupo taxonómico a las especies clasificadas como amenazadas y no amenazadas de acuerdo al RCE..... 82

Figura 3-8. Riqueza de especies para cada grupo taxonómico registrado en los estudios recopilados. 2006a: EIA Central Guacolda Unidad Nº3 (2006), 2006b: GMA caracterización Biológica (2006). 113

Figura 3-9 Número de especies en algún grado de amenaza registradas en los estudios recopilados. 2006a: EIA Central Guacolda Unidad Nº3 (2006), 2006b: GMA caracterización Biológica (2006). 114

Figura 3-10 Hidrología de la cuenca del río Huasco. 121

Figura 4-1 Puntos de muestreo limnológicos (biota acuática, calidad de agua y sedimentos), fauna (micromamíferos) y aves correspondientes a la campaña de invierno y primavera 2016..... 124

Figura 4-2 Red de zooplancton..... 136

Figura 4-3 Dron modelo DJI Phantom4 utilizado para sobrevuelo y captura de imágenes del humedal costero Estuario Huasco..... 141

Figura 4-4 Imagen extraída de Google Earth donde se observa el cambio en la zona de interacción río-mar en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Donde la figura de la izquierda (a) corresponde a lo observado en campaña invierno y a la derecha (b) lo evidenciado en primavera de 2016. 144

Figura 4-5 Riqueza histórica de grupos taxonómicos de fauna terrestre registrados en los estudios recopilados entre 1995-2006 y la campaña de terreno de 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. 154

Folio017116

Figura 4-6. Riqueza de especies de fauna terrestre registrada en los estudios recopilados entre 1995-2006 y la campaña de terreno de 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. 155

Figura 4-7. Índice de diversidad de Shannon-Wiener registrado en los estudios recopilados entre 1995-2006 y la campaña de terreno de 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco..... 155

Figura 4-8. Clases de cobertura de cobertura vegetal de la formación vegetal Bosque. 174

Figura 4-9. Fotografía del tipo vegetacional Bosque de *Salix humboldtiana* 175

Figura 4-10. Clases de cobertura de cobertura vegetal de la formación vegetal Matorral. 176

Figura 4-11. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Adesmia littoralis*..... 177

Figura 4-12. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Tessaria absinthioides y Baccharis spartioides.*..... 178

Figura 4-13. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Tessaria absinthioides* 178

Figura 4-14. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Tessaria absinthioides y Sarcocornia fruticosa.* 179

Figura 4-15. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Cristaria glaucophylla*..... 180

Figura 4-16. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Baccharis spartioides y Sarcocornia fruticosa* 181

Figura 4-17. Fotografía de Plantación forestal 182

Figura 4-18. Fotografía de Herbazal de *Typha angustifolia*..... 182

Figura 4-19. Fotografía de Zona de vegetación escasa 183

Figura 4-20. Fotografía de Zona urbana (izquierda) y Zona agrícola de cultivo de olivos (derecha). 184

Figura 4-21 Origen fitogeográfico de la flora vascular registrada en el área de estudio. 188

Figura 4-22 Formas de vida de flora vascular presente en el área de estudio. 189

Figura 4-23 Ejemplar de *Eulychnia acida var. procumbens* (izquierda) y *Austrocylindropuntia miquelii* (derecha) especies endémicas catalogadas c en categoría de Preocupación menor. 190

Figura 4-24 Ejemplar de *Equisetum giganteum,* especie macrófita y nativa catalogada en categoría de Preocupación menor. 190

Figura 4-25. Distribución de las especies en categoría de conservación registradas en el área de estudio. 191

Folio017117

Figura 4-26 Riqueza relativa del total de especies registrada durante 2016 (a) y riqueza absoluta de especies para las campañas de invierno y primavera (b) en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Sobre las barras de la izquierda se indica el número de especies totales para cada campaña. 193

Figura 4-27 Abundancia relativa del total de individuos registrada durante 2016 (a) y abundancia absoluta de individuos para las campañas de invierno y primavera (b). Sobre las barras de la izquierda se indica el número de individuos totales para cada campaña. 194

Figura 4-28 (a) Composición de especies de acuerdo a su clasificación según su estado de conservación. Sobre cada barra se indica el número de especies en cada categoría. (b) Se distingue la presencia de las especies amenazadas: En Peligro (EN) y Vulnerables (VU), junto a las especies fuera de amenaza: Insuficientemente Conocida (IC), Procupación Menor (LC) y Rara (R). 199

Figura 4-29 Riqueza (a) y abundancia (b) de zooplancton en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-Primavera 2016. 200

Figura 4-30 Abundancia relativa (mayor al 10%) de zooplancton en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016. 201

Figura 4-31 Riqueza (a) y abundancia (b) de zoobentos en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016. 201

Figura 4-32 Abundancia relativa de zoobentos en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016. 202

Figura 4-33 Abundancia de ictiofauna en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016. 203

Figura 4-34 Factor de condición (K) de peces presentes en el Estuario Humedal Huasco en la campaña invierno-primavera 2016. 203

Figura 4-35. Fotografía de *Gambusia affinis* y *Mugil cephalus* (Lisa) 204

Figura 4-36 Ubicación de los puntos de muestreo; inventarios florísticos y unidades vegetacionales definidas en el área de estudio. 205

Figura 4-37 Distribución espacial y riqueza absoluta total (círculos verdes) de la fauna presente durante 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. 207

Figura 4-38 Distribución espacial y abundancia absoluta total (círculos naranjos) de la fauna total presente durante 2016 en el Humedal Costero Estuario de río Huasco. Los gráficos de torta indican la proporción de abundancia en invierno (gris) y primavera (azul). 208

Figura 4-39 Distribución espacial y abundancia absoluta total (círculos rojos) de la avifauna amenazada (i.e. En Peligro y Vulnerable) presente durante 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Ala derecha se detalla la presencia en invierno y/o primavera. 209

Folio017118

Figura 4-40 Abundancia total de zoobentos en el Humedal Costero Estuario del río Huasco en 2016..... 211

Figura 4-41 Abundancia total de zooplancton en el Humedal Costero Estuario del río Huasco en 2016..... 212

Figura 4-42 Proporción de abundancia de especies nativas e introducidas en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. El tamaño de los círculos guarda relación a la abundancia total encontrada en 2016. 213

Figura 4-43. Esquema de red trófica general del Humedal Costero Estuario del río Huasco. Las flechas indican el flujo de materia y energía. El tamaño de las cajas guarda relación con los componentes más abundantes detectados durante 2016..... 215

Figura 4-44. Esquema general de la transferencia de materia y energía en el Humedal del Río Huasco. Las flechas indican la dirección del flujo. 215

Figura 5-1. Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de fauna en el Humedal Costero Estuario del río Huasco, Invierno y primavera de 2016..... 220

Figura 5-2. Sensor de presión y salinidad instalado en el estuario (arriba). Sonda CTD (abajo). Imagen satelital, Google Earth, 2016. 222

Figura 5-3. Ubicación de perfiles CTD y sensor en el Humedal costero Estuario del río Huasco. Imagen satelital, Google Earth, 2016. 223

Figura 5-4. Ubicación de puntos de monitoreo para estimacion de carga de nutrientes en el Humedal costero del Estuario del río Huasco. Imagen satelital, Google Earth, 2016. 225

Figura 5-5 Esquema general de la interacción entre variables de estado y factores forzantes (izquierda), destacando los componentes detectados durante las campañas de invierno y primavera de 2016 en el Humedal del Río Huasco (derecha). Las flechas indican el sentido del flujo de materia y energía o el sentido de la interacción. 228

Figura 5-6 Variable de estado extraído de Figura 5-5. 228

Figura 5-7 Potencial redox en sedimentos del Humedal costero estuario del Río Huasco Campañas agosto (barra oscura) y noviembre 2016 (barra achurada). 229

Figura 5-8. Riqueza relativa total de avifauna registrada en el en el Humedal costero Estuario del río Huasco durante invierno y primavera de 2016 (izquierda). Detalle de la riqueza absoluta por grupo de avifauna y estación de monitoreo (derecha)..... 230

Figura 5-9. Abundancia relativa de la abundancia de avifauna registrada en el en el Humedal costero Estuario del río Huasco durante invierno y primavera de 2016 (izquierda). Detalle de abundancia absoluta por grupo de avifauna y estación de monitoreo (derecha)..... 232

Figura 5-10 Origen fitogeográfico de las especies presentes registradas en el Humedal estuarino del río Huasco, invierno 2016. 233

Folio017119

Figura 5-11. Formas de vida de las especies presentes en la campaña de invierno 2016 en el área de estudio. 234

Figura 5-12. Origen fitogeográfico de las especies presentes registradas en el Humedal estuarino del río Huasco, primavera 2016..... 235

Figura 5-13. Formas de vida de las especies presentes en la campaña de primavera 2016 en el área de estudio. 236

Figura 5-14. Ejemplares de *Equisetum giganteum* registrados en el humedal de Río Huasco, campaña primavera 2016. 237

Figura 5-15 Concentración de nitrógeno total registrado en Humedal costero del estuario del río Huasco en dos campañas de monitoreo. En detalle se muestran umbrales de estado trófico según Nüremberg (1996) para sistemas lacustres. Se detalla el valor promedio en rojo. La escala del gráfico es logarítmica en base 10. 239

Figura 5-16 Concentración de fósforo total registrado en el Humedal costero del estuario del río Huasco en dos campañas de monitoreo. En detalle se muestran umbrales de estado trófico según Nüremberg (1996) para sistemas lacustres. Se detalla el valor promedio en rojo. La escala del gráfico es logarítmica en base 10. 239

Figura 5-17 Concentración de fósforo total registrado en el Humedal del estuario del río Huasco en la campaña de monitoreo de primavera 2016. En detalle se muestran umbrales de estado trófico según Bricker y col., 1999, para sistemas estuarinos. Se detalla el valor promedio en rojo. La escala del gráfico es logarítmica en base 10. 240

Figura 5-18. Esquema de la interacción de las variables de estado detectadas en el Humedal del Río Huasco. Las flechas indican la relación causal entre cada componente. Las líneas segmentadas agrupan los componentes relacionados con la producción primaria (café) y los componentes biológicos generales (verde). 241

Figura 5-19. Resumen general variables de estado obtenidos durante invierno (barras gises) y primavera (barras negras) para las variables de estado medidas en el las estaciones limnológicas del Humedal Costero Estuario del río Huasco. 242

Figura 5-20 Factor forzante extraído de Figura 5-18. 243

Figura 5-21. Serie de marea en puerto secundario Huasco y series de profundidades y conductividad medidas por el sensor. 244

Figura 5-22. Espectro de frecuencias generado a partir de la serie de presión registrada por el sensor. Se indican las frecuencias de los modos K1 y M2, correspondientes a los principales modos de la marea. 245

Figura 5-23. Resultado de perfiles de salinidad en el estuario durante campaña agosto 2016. 246

Figura 5-24. Resultados de perfiles de temperatura en el estuario durante campaña agosto 2016. 246

Folio017120

Figura 5-25. Comportamiento histórico del Humedal costero Estuario del río Huasco, donde de izquierda a derecha observamos la barra en los años 2005, 2007 y 2013. Extraído: Google Earth. 247

Figura 5-26.Secuencia de imágenes Landsat de la zona de desembocadura del río Huasco, donde se observa la movilidad de la barra y el río desde el año 1986 a 2010.. 248

Figura 5-27 Diagramas de Stiff, composición iónica de las aguas del Humedal costero estuario del Río Huasco..... 250

Figura 5-28 Promedio histórico del caudal medio anual para el período 1987-2000. Las barras corresponden a la desviación estándar del conjunto de datos. Se detallan los periodos niño-niña. *Fuente: Elaboración propia con datos de la DGA y Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.* 252

Figura 5-29 Promedio histórico del caudal medio mensual para el período 1987-2000. Las barras corresponden a la desviación estándar del conjunto de datos. *Fuente: Elaboración propia con datos de la DGA.* 252

Figura 5-30 Promedio histórico del caudal medio mensual para el período 1988-2000 sin considerar el caudal registrado durante el periodo de 1987. Las barras corresponden a la desviación estándar del conjunto de datos. *Fuente: Elaboración propia con datos de la DGA.*..... 253

Figura 5-31 División administrativa del acuífero de la cuenca del río Huasco. Fuente DGA-Knight Piesold, 2013. 254

Figura 5-32 Concentración de nitrógeno total (kg/s) en el Humedal costero Estuario del río Huasco para las campañas CONAMA, 2008 y CEA, 2016..... 257

Figura 5-33 Concentración de fósforo total (kg/s) en el Humedal costero Estuario del río Huasco para la campaña CEA, 2016. 258

Figura 5-34 Macrófitas emergentes ubicadas en la sección final del humedal estuarino río Huasco. 260

Figura 5-35 Evaluación de la distribución espacial y temporal de macrófitas emergentes (totorales) en el humedal estuarino Río Huasco. 261

Figura 5-36 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H1. 263

Figura 5-37 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H2. 263

Figura 5-38 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H3. 264

Figura 5-39 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H4. 264

Folio017121

Figura 5-40 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H5. 265

Figura 5-41 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H1. (NA): No aplica. 266

Figura 5-42 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H2. (NA): No aplica. 266

Figura 5-43 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H3. (NA): No aplica. 267

Figura 5-44 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H4. (NA): No aplica. 267

Figura 5-45 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H5. (NA): No aplica. 268

Figura 5-46 Porcentaje de parámetros cumplen con la normativa ambiental internacional aplicable para sedimentos 269

Figura 5-47 Infraestructura de riego en la cuenca del río Huasco y en detalle se presenta la zona del estuario. 270

Figura 5-48 Distribución espacial de los derechos de aguas superficiales y subterráneas, detallado por régimen de extracción (eventual o permanente, continuo o discontinuo).. 272

Figura 5-49 Distribución espacial de los derechos de aguas superficiales y subterráneas, existente en la cuenca en estudio. En la zona cercana a la desembocadura tan sólo existen 2 derechos superficiales. 273

Figura 5-50 Esquema de funcionamiento teórico propuesto del humedal del río Huasco. 275

Figura 6-1 Metodología de Actualización Propietarios del Humedal Costero Estuario del río Huasco 277

Figura 6-2 Metodología de Identificación de Derechos de Agua. 278

Figura 6-3. Comparación relativa a la ubicación y tamaño de propiedades del Humedal Costero Estuario del río Huasco. a) Mapa generado el año 2010 en el área de estudio y b) mapa actualizado de acuerdo a los resultados obtenidos el año 2016 por CEA. 280

Figura 6-4 División predial del Humedal Costero Estuario del Río Huasco. 298

Figura 6-5 División predial del Humedal Costero Estuario del Río Huasco. Donde se observa el número de ROL de cada propiedad 299

Figura 7-1 Vista general del Humedal Costero Río Huasco, Primavera 2016. 304

Figura 7-2 Camino al estuario, se encuentra basura. 305

Folio017122

Figura 7-3 Caballos aguas arriba, puente camino a Huasco Bajo. 306

Figura 7-4 Visita de perros al humedal, un riesgo. 306

Figura 7-5 Perro alimentándose dentro del Humedal Costero. 307

Figura 7-6 Reunión hermanos Callejas, casa de Hernán Callejas (9-12-16). 308

Figura 7-7 Plano de la propiedad loteada Hermanos Callejas 309

Figura 7-8 Taller comunidad, en la imagen presentación de Manuel Contreras 310

Figura 7-9 Taller Servicios Públicos 311

Figura 7-10 Taller Servicios Públicos 311

Figura 7-11 Taller a representantes de establecimientos educativos 312

Figura 7-12: Escuela El Olivar 313

Figura 7-13 Escuela Pablo Neruda de Carrizal 314

Figura 7-14 Entrega de colaciones 317

Figura 7-15 Observando la fauna 317

Figura 7-16 Midiendo calidad del agua 318

Figura 7-17 Resolviendo preguntas y dudas 318

Figura 7-18 Observando el estuario 319

Figura 7-19 Perros en el estuario 319

Figura 7-20 Usando un instrumento de observación 320

Figura 7-21 Finalizando limpieza de la playa 320

Figura 8-1 Imagen de reunión de especialistas para definir polígonos preliminares 322

Figura 8-2 Metodología empleada para delimitación de polígonos. Cada lámina representa lo que cada especialista consideró como delimitación 323

Figura 8-3 Delimitación preliminar del Humedal Costero y zona estimada de conservación. 327

Figura 9-1. Modelo conceptual bajo la perspectiva de Evaluación de Reducción de Amenazas, simplificado de Margoluis & Salafsky (1998). 330

Figura 9-2 Indica micro basurales (MB) registrados en los puntos MB1 (H3 limnológico) y MB6 (H5 limnológico) 335

Figura 9-3. Posición de sitios donde fueron identificados microbasurales (MB) durante el 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. 337

Folio017123

Figura 9-4 Límites del humedal definidos con criterios de formaciones vegetacionales. 340

Figura 9-5 Puntos sugeridos para el establecimiento de equipamiento para el monitoreo de caudal superficial 355

Figura 9.3-9-6 Definición de zonación preliminar. 357

Figura 10-1. Comportamiento del embalse Santa Juana en el periodo entre agosto y diciembre de 2016. En línea roja punteada se muestra la fecha de las campañas de monitoreo. Fuente: http://www.riohuasco.cl/minutas-2016/. 373

Figura 10-2. Imagen satelital del sector de la desembocadura del río Huasco. En detalle se muestran los puntos de monitoreo del presente estudio. A) Imagen octubre 2013 y B) imagen noviembre 2016. Fuente: Google Earth, 2016. 374

Figura 10-3. Imagen satelital del sector del embalse Santa Juana en la zona media de la cuenca del río Huasco. A) Imagen agosto 2016 y B) imagen noviembre 2016. Fuente: Google Earth, 2016. 375

Figura 10-4. Esquema simplificado de la geomorfología del estuario del río Huasco en términos de su variacion temporal entre campañas. Elaboración propia. 376

Figura 13-1 Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Coscoroba coscoroba*. 415

Figura 13-2. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave Plegadis chihi. 416

Figura 13-3. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave Larus modestus. 417

Figura 13-4. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Theristicus melanopis*. 418

Figura 13-5. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Gallinago paraguaiae*. 419

Figura 13-6. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Ardea cocoi*. 420

Figura 13-7. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Anas bahamensis*. ... 421

Figura 13-8. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Anas platalea*..... 422

Figura 13-9. Valores de parámetros físico-químicos A) conductividad eléctrica, B) sólidos totales disueltos, y C) alcalinidad, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparado con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas. 424

Figura 13-10. Continuación. Valores de parámetros físico-químicos D) color, E) pH, y F) oxígeno disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas. 425

Folio017124

Figura 13-11. Continuación. Valores de parámetros físico-químicos Valores de G) RAS H) temperatura, y I) turbidez, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas. 426

Figura 13-12. Continuación. Valores de parámetros físico-químicos J) DQO, y K) materia orgánica, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016. 427

Figura 13-13. Valores de parámetros inorgánicos A) amonio, B) fósforo total, y C) nitrato, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009. 428

Figura 13-14. Continuación. Valores de parámetros inorgánicos A) nitrito, y B) nitrógeno total, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016. 429

Figura 13-15. Valores de iones mayoritarios A) bicarbonato, B) calcio disuelto, y C) carbonato, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016. 430

Figura 13-16. Continuación. Valores de iones mayoritarios D) cloruro, E) manganeso total, y C) manganeso disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas. 431

Figura 13-17. Continuación. Valores de iones mayoritarios G) potasio total, H) potasio disuelto, y I) sulfato, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009. 432

Figura 13-18. Continuación. Valores de iones mayoritarios J) sodio total, K) sodio disuelto, y L) sodio porcentual, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009. 433

Figura 13-19. Valores de metales esenciales y no esenciales A) aluminio total, B) bario total, y C) bario disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas. 434

Figura 13-20. Continuación. Valores de metales esenciales y no esenciales D) boro total, B) boro disuelto, y C) cobre total, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas..... 435

Figura 13-21. Continuación. Valores de metales esenciales y no esenciales G) hierro total, H) hierro disuelto, I) litio total, y J) litio disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas..... 436

Figura 13-22. Continuación. Valores de metales esenciales y no esenciales K) hierro total, L) hierro disuelto, M) litio total, y N) litio disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas..... 437

Folio017125

Figura 13-23. Valores de indicadores microbiológicos A) coliformes fecales, y B) coliformes totales, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con normativas chilenas de calidad de agua. 438

Figura 13-24. Metales en sedimentos A) aluminio, B) arsénico, y C) cromo, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016. 439

Figura 13-25. Continuación. Metales en sedimentos D) hierro, E) níquel, y F) vanadio, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016. 440

Figura 13-26. A) Materia orgánica, y B) potencial redox, en sedimentos del humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016. 441

Figura 13-27. Clasificación granulométrica en sedimentos del humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016. 442

INDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Principales bases de datos y motores de búsqueda utilizados. 31

Tabla 3-2 Palabras claves según componente evaluado. 31

Tabla 3-3 Extracto de tabla de sistematización de los estudios realizados por la ex CONAMA relacionados con el Humedal Costero Huasco entregada como archivo digital. 34

Tabla 3-4 Extracto de tabla de sistematización de los estudios realizados por la ex CONAMA relacionados con el Humedal Costero Huasco entregada como archivo digital. 36

Tabla 3-5. Sistematización de los DIAs y EIAs aprobados por Resolución de Calificación Ambiental (RCA) relacionados con el Humedal Costero Huasco. 44

Tabla 3-6. Sistematización de los principales componentes evaluados en los DIAs y EIAs relacionados con el Humedal Costero Huasco. *Sin evaluación de componentes ambientales. 46

Tabla 3-7 Estados de solicitud de monitoreos asociados a proyectos con RCA aprobada48

Tabla 3-8 Estudios consultados relacionados a las características físico-químicas de la columna de agua y sedimentos en el Humedal Costero Huasco. 51

Tabla 3-9 Antecedentes bibliográficos de las características físico-químicas de agua en el sector Humedal de Huasco. 52

Tabla 3-10 Antecedentes bibliográficos de las características de sedimentos en el sector Humedal de Huasco. 55

Tabla 3-11. Listado de documentos con antecedentes de flora y vegetación cercanos al Humedal del Rio Huasco. 56

Folio017126

Tabla 3-12 Lista de especies recopiladas desde el 2010 en el área de estudio. 62

Tabla 3-13. Listado de documentos con antecedentes de fauna asociado al Humedal costero estuario del río Huasco. 77

Tabla 3-14. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Rio Huasco identificada en el estudio. EIA: Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero (1995)..... 83

Tabla 3-15. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Rio Huasco identificada en el estudio. DIA: Ruta Costera, Sector Puerto Viejo- Carrizal Bajo, Región de Atacama (2003). 85

Tabla 3-16. Listado de especies de avifauna, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Rio Huasco identificada en el estudio. Estudio científico: Ensamble avial Universidad Arturo Prat (2004-2005). 87

Tabla 3-17. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Rio Huasco identificada en el estudio. Informe técnico: Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza “Humedal Estuario del Río Huasco” (2005). 93

Tabla 3-18. Listado de especies de avifauna, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Rio Huasco identificada en el estudio. EIA: Central Guacolda Unidad Nº3 (2006). 103

Tabla 3-19. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Rio Huasco identificada en el estudio. Informe técnico: GMA caracterización Biológica (2006). 107

Tabla 3-20 Proyectos y estudios consultados. 116

Tabla 3-21 Grupos taxonómicos identificados en zona de interés. IR: Intermareal rocoso, PB: Playas con bolones, SM: Submareal, SL: Sublitoral, R: Rocoso, B: Blando, EH: Estuario Huasco, CR: Caudal río Huasco. 118

Tabla 3-22 Especies de peces presentes en el río Huasco y zona estuarina. 120

Tabla 4-1 Métodos de muestreo y análisis de los parámetros físico y químicos monitoreados en la columna de agua del Humedal Huasco monitoreadas en dos campañas (invierno y primavera) de 2016. 126

Tabla 4-2 Parámetros químicos métodos de análisis monitoreados en los sedimentos del sector de Humedal Huasco en dos campañas (invierno y primavera) de 2016. 133

Tabla 4-3 Codificación “abundancia relativa de flora” según criterio de Braun-Blanquet (1979). 142

Tabla 4-4. Listado de especies de los grupos taxonómicos registrados en el Humedal Costero Estuario del río Huasco durante el periodo 1995-2016. En negrita se destacan las especies registradas durante las campañas de invierno y primavera de 2016. 156

Folio017127

Tabla 4-5. Conforme a revisiones realizadas se presenta a continuación los grupos taxonómicos identificados en zona de Estuario Humedal Huasco, principalmente en la zona costera. IR: Intermareal rocoso, PB: Playas con bolones, SM: Submareal, SL: Sublitoral, R: Rocoso, B: Blando, EH: Estuario Huasco, CR: Caudal río Huasco 167

Tabla 4-6 Especies de peces registradas en otros estudios para el río Huasco y zona estuarina. 168

Tabla 4-7 Especies objeto de conservación registradas durante entre el año 2005- 2015 de acuerdo a las revisiones realizadas en el presente estudio. En negrita las especies encontradas históricamente y en el actual monitoreo (2016). Considerar que para Fauna el área considerada para evaluar especies históricas fue la cuenca del río Huasco. 169

Tabla 4-8 Especies objeto de conservación registradas durante el año 2016 (campaña de invierno y/o primavera) en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. En negrita las especies que NO han sido registradas en el análisis histórico de este estudio. 171

Tabla 4-9. Superficie y participación porcentual de las formaciones vegetales y otras categorías del área de estudio. 172

Tabla 4-10 Posición sistemática de la flora vascular presente en el área de estudio. 184

Tabla 4-11 Listado taxonómico de la flora vascular presente en el área de estudio. 185

Tabla 4-12 Especie catalogada en estado de conservación presente en el área de estudio. 189

Tabla 4-13 Listado taxonómico y abundancia de la fauna vertebrada presente en el área de estudio durante las campañas de invierno y primavera de 2016. En negrita se destacan las especies en categoría RCE. 195

Tabla 4-14 Especies con categoría de conservación detectadas en Humedal del rio Huasco durante las campañas de invierno y primavera de 2016. 198

Tabla 4-15 Especie en estado de conservación registrada durante la campaña de invierno y primavera en el Humedal Costero Estuario del rio Huasco 204

Tabla 5-1 Límites para determinación del estado trófico en cuerpos de agua lacustres (Nürenberg, 1996), en ríos (Dodds y col., 1998) y en sistemas estuarinos (Bricker y col., 1999). * La nomenclatura cambia para estuarios. 218

Tabla 5-2. Coordenadas de instalación del sensor de presión y conductividad. WGS-84 Huso 19 Sur. 221

Tabla 5-3 Coordenadas de puntos de muestreo limnológico. Campaña CEA, 2016 y CONAMA, 2008. 224

Tabla 5-4. Posición taxonómica de la flora vascular presente en la campaña de invierno 2016. 233

Tabla 5-5. Posición taxonómica de la flora vascular presente en la campaña de primavera 2016. 235

Folio017128

Tabla 5-6 Sitios monitoreados en el Humedal Costero Estuario del río Huasco, donde fue posible registrar especies ícticas durante el 2016, aquí se detalla su abundancia y estadio de su ciclo de vida. 237

Tabla 5-7 Resumen del estado trófico del humedal del estuario del río Huasco. Evaluado para campaña 2008 y 2016. Se utilizó escala de Nüremberg (1998) para laguna de agua dulce y Bricker y col. (1999) para Río-estuario..... 240

Tabla 5-8 Composición iónica de las aguas del Humedal costero estuario del Río Huasco. 251

Tabla 5-9 Usos Previsibles en Acuífero Río Huasco. Fuente DGA-DICTUC, 2007. 255

Tabla 5-10 Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable del Acuífero de Huasco. Fuente: DGA-DARH, 2007. 256

Tabla 5-11 Estimación de la carga (en masa) de nitrógeno total y fósforo total que ingresa al humedal en base a los datos de las distintas campañas de muestreo. 257

Tabla 6-1 Coordenadas (UTM DATUM WGS 84 19S) 278

Tabla 6-2 Actualización de propietarios ribereños presentes en el Humedal Costero Estuario del Río Huasco. 282

Tabla 6-3 Derechos de Agua del Rio Huasco 294

Tabla 7-1 Carta Gantt de actividades a partir del 29 de noviembre 2016 en la comuna de Huasco 302

Tabla 7-2 Encuesta social..... 302

Tabla 9-1. Descripción especifica de la ubicación de microbasurales 338

Tabla 9-2. Jerarquización de las amenazas directas identificadas para el Humedal de Huasco, Región de Atacama, Chile. 343

Tabla 9-3 Propuesta de Parámetros Físicos del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo del Humedal costero estuario del río Huasco..... 346

Tabla 9-4. Método de monitoreo para el seguimiento de parámetros In Situ Y Clorofila “a” del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo de Humedal de Huasco. .. 348

Tabla 9-5 Lista de parámetros de Calidad de Agua que en algún momento del monitoreo de 2016 (invierno y/o primavera) sobrepasaron los límites sugeridos por las normas de referencias consideradas en este estudio (NCh1333. Of78: Norma chilena de Calidad de agua para diferentes usos y Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua para la Cuenca 349

Tabla 9-6 Parámetros físico químicos sugeridos para el monitoreo del Humedal Estuario del río Huasco..... 350

Folio017129

Tabla 9-7 Propuesta de Parámetros Biológicos del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo del Humedal de Huasco. 353

Tabla 10-1 Comportamiento Embalse Santa Juana durante 2016. Se muestran datos del volumen embalsado y del caudal de salida, con datos cada 7 días. Fuente: http://www.riohuasco.cl/minutas-2016/..... 372

Tabla 13-1. Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de Fauna del Humedal Río Huasco durante invierno y primavera de 2016. 403

Tabla 13-2. Riqueza, abundancia e índices de diversidad (H') y equidad (J') de zooplancton expresado en Ind/L, en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. 404

Tabla 13-3 Riqueza y Abundancia de macroinvertebrados bentónicos (>500 µm) expresadas en ind/m2, en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Donde Ins = Insecta, Ost= Ostracoda, Gast = Gastrópoda, Tur= Turbellaria, Nemat= Nematoda, Hiru=Hirudinea, Oligo=Oligochaeta..... 409

Tabla 13-4 Abundancia de especies de ictiofauna registradas en el área de estudio durante la campaña de invierno-primavera 2016. 411

Tabla 13-5. Factor de condición de ejemplares de Lisa capturados en puntos de muestreo. 412

Tabla 13-6 Valores de parámetros de la columna de agua campaña agosto 2016, Humedal Huasco. 443

Tabla 13-7 Valores de parámetros de la columna de agua campaña noviembre 2016, Humedal Huasco. 452

Tabla 13-8 Valores de parámetros de sedimento campaña agosto 2016, Humedal Huasco. 460

Tabla 13-9 Valores de parámetros de sedimento campaña noviembre 2016, Humedal Huasco. 462

Tabla 13-10 Coordenadas de puntos de muestreo limnológico. Campaña CEA, 2016 y CONAMA, 2008. 464

Tabla 13-11. Ubicación geográfica (WGS 84, Zona 19S) de las estaciones de monitoreo del Humedal Río Huasco durante invierno y primavera de 2016..... 465

Tabla 13-12 Resumen de concentración de nutrientes en las distintas campañas realizadas en el humedal costero del estuario del río Huasco. Se presenta además el resultado del nivel trófico estimado para cada campaña según las escalas que aplican.466

Tabla 13-13 Listado de riqueza y abundancia para las especies registradas en las estaciones de monitoreo del Humedal del Río Huasco durante invierno y primavera de 2016. 467

Tabla 13-14 Caudal medio mensual registrado en la estación DGA "río Huasco bajo". Los datos se presentan en m^3/s. Prom., se refiere al promedio y DS a desviación estándar. Se

Folio017130

agrega información de la presencia del ciclo Niño-Niña y se presentan valores promedios 472

Tabla 13-15 Resultados parámetros en la columna de agua, campañas agosto 2016, noviembre 2016 y la campaña diciembre 2008 (CONAMA-Geonova)..... 473

Tabla 13-16 Resultados parámetros sedimentos, en la actual campaña agosto 2016, noviembre 2008 y la campaña diciembre 2008 (CONAMA-Geonova)..... 479

Tabla 13-17 Cumplimiento de la normativa ambiental nacional para parámetros en la columna de agua del humedal Huasco. Campaña Agosto 2016. 480

Tabla 13-18 Cumplimiento de la normativa ambiental nacional para parámetros en la columna de agua del humedal Huasco. Campaña Noviembre 2016. 489

Tabla 13-19 Cumplimiento de la normativa ambiental internacional para parámetros en sedimentos del humedal Huasco. Campaña agosto 2016. 495

Tabla 13-20 Cumplimiento de la normativa ambiental internacional para parámetros en sedimentos del humedal Huasco. Campaña noviembre 2016..... 497

Tabla 13-21 Tabla resumen Estado contacto con propietarios del polígono propuesto.. 501

Folio017131

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe se enmarca dentro del estudio “Caracterización del Humedal Costero Estuario del Río Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza” aprobado mediante la Resolución Exenta Nº0279/2016 del Ministerio de Medio Ambiente, el cual tiene como objetivo principal recopilar información ambiental y legal del Humedal Costero Estuario del Río Huasco que permita avanzar en la gestión y proceso de creación de un Santuario de la Naturaleza. En este contexto, el Ministerio del Medio Ambiente ha solicitado al Centro de Ecología Aplicada Ltda. llevar a cabo una investigación que permitiría apoyar el proceso de postulación del humedal como una figura de Santuario de la Naturaleza o en su defecto otra medida de protección que permita proteger el ecosistema.

Los humedales son espacios naturales o seminaturales que debido a la existencia de flujos del recurso hídrico albergan una gran diversidad de especies residentes y visitantes, generando asociaciones complejas de acuerdo al tipo de interacción de estas especies, constituyendo áreas importantes para la alimentación y nidificación (Bildstein et al. 1991; Gauthier et al. 2005). Estos son reconocidos como uno de los sistemas más productivos de la Tierra y son fuente de biodiversidad (Ramsar, 1999), pues aportan el agua y la productividad primaria de la que innumerables especies vegetales y animales dependen para su supervivencia. Además, cumplen funciones ecológicas fundamentales para el hombre como la regulación hidrológica, provisiones e innumerables beneficios de los cuales dependen las comunidades locales vecinas a estos ambientes (Canevari *et al*., 1999, Landgrave & Moreno-Casasola, 2012).

Dentro de los humedales se encuentran los estuarios, definidos por Olivares (2000) como el tramo final de un río en la desembocadura al mar; o como un cuerpo de agua semi-cerrado que poseen una conexión libre con el mar en el cual el agua marina es diluida por el agua dulce proveniente de la escorrentía de la cuenca, según Pritchard (1967); y, complementando esta definición, Fairbridge (1980) indica que la extensión del estuario está dada, además, por el alcance del efecto de marea, incorporando al estuario, tramos en los que no existe necesariamente transporte de material desde el océano hacia aguas arriba, pero sí hay un efecto en los niveles de escurrimiento del río por efecto de la condición de borde del nivel de marea (zona sin intrusión).La particularidad de estos sistemas en todas sus variables (físico, químicas y biológicas) aumenta también su fragilidad frente a eventos naturales, como el cambio en el régimen pluviométrico y efectos mareas, así como a causas antrópicas, como las actividades de drenaje, pastoreo excesivo, alteración en el régimen hídrico, cambios del uso del suelo, presencia de represas de embalse entre otros. Por estos y otros motivos, muchos humedales se están perdiendo de manera acelerada, que junto con el desconocimiento sobre su dinámica y ecología han influido sobre este escenario.

En este sentido el entendimiento del funcionamiento de los elementos bióticos y abióticos que componen la estructura de estos humedales y cómo ellos responde a las condiciones ambientales en función de sus atributos internos (límites de tolerancia ambiental) y externos (interacciones y agentes forzantes) es esencial para avanzar en su protección y conservación.

Folio017132

Por otro lado, en la región de Atacama, los humedales costeros están situados dentro de las 25 zonas “hotspots” con mayor diversidad biológica del mundo, donde destaca la gran diversidad de especies de flora y fauna, caracterizada por su alto endemismo. En este contexto, la escasa presencia de humedales costeros en el norte del país, hace del humedal estuario Huasco uno de los más importantes y se exhibe como sitio con alto valor ecológico y sociocultural presente en el subsistema transversal del valle Huasco.

Por ello, nuestro objetivo esencial es recopilar y analizar la información existente en el área de interés con el fin de conocer el estado actual del Humedal Costero Estuario del Río Huasco con el fin de generar una propuesta de Plan de Manejo en el marco del proceso de postulación del humedal como Santuario de la Naturaleza. Lo anterior lo realizamos mediante el levantamiento de información biológica, proponiendo objetos de protección, evaluando la condición actual del humedal en cuanto a las variables de estado y a agentes forzantes, actualizando la información de los propietarios ribereños, definiendo un polígono como Santuario de la Naturaleza y elaborando un plan de manejo.

De esta manera, el presente informe describe los diferentes aspectos ambientales, sociales y legales a considerar en la postulación del humedal como Santuario de la Naturaleza. Los resultados del estudio incluyen la sistematización de la información preexistente, la caracterización ambiental del humedal, identificación de los propietarios, gestión social, definición del polígono a proteger y una propuesta de manejo del Humedal.

La estructura del informe cuenta con un resumen ejecutivo, una introducción general que incluye los antecedentes del proyecto y la forma metodológica general del estudio, el objetivo general y los objetivos específicos. Las metodologías y los resultados del estudio están descritas por objetivo específico en los capítulos 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 del informe. A continuación se exponen las discusiones y conclusiones, las cuales tendrán un desarrollo secuencial con los resultados obtenidos.

Folio017133

2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

A continuación se detallan los objetivos del presente estudio.

2.1 Objetivo general

Sistematizar y complementar la información del Humedal Costero Estuario del Río Huasco, en las variables físicas, químicas y biológicas, así como también en el ámbito legal y de gestión, con la finalidad de apoyar el proceso de creación de un Santuario de la Naturaleza, o en su defecto otra categoría de protección basada en el área.

2.2 Objetivos específicos

Objetivo Específico 1: Recopilar, analizar y sistematizar la información técnica y cartográfica de los estudios realizados en el Humedal Costero Estuario del Río Huasco.

Objetivo Específico 2: Levantar la información biológica actualizada de los siguientes componentes: flora y vegetación terrestre, flora acuática, aves, mamíferos, micromamíferos, reptiles, anfibios, crustáceos y peces, así como también de; el o los ecosistemas presentes y proponer uno o más objetos de protección según el valor ecosistémico identificado.

Objetivo Específico 3: Evaluar la condición actual del humedal en cuanto a variables de estado y agentes forzantes, fortaleciendo el análisis con tomas de muestras de calidad de agua, teniendo como referencia un estudio realizado por CONAMA en el año 2008.

Objetivo Específico 4: Actualizar la información sobre los propietarios ribereños y sus límites cartográficos según sus roles de avalúo, en el Humedal Costero Estuario del Río Huasco, teniendo como base el estudio realizado por la SEREMI del Medio Ambiente en el 2010.

Objetivo Específico 5: Gestión de apoyo formal de los propietarios ribereños del Humedal costero para formar parte de una propuesta de Creación de Santuario de la Naturaleza

Objetivo Específico 6: Definir el polígono que se propondrá como Santuario de la naturaleza

Objetivo Específico 7: Elaborar una propuesta de Plan de Manejo del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco, según ecotipo en los límites que se propondrán como Santuario de la Naturaleza, con énfasis en un programa financiero, de educación, de turismo y de administración, proponiendo acciones, indicadores y el monitoreo de las variables físico-químicas, biológicas y socioculturales usando la metodología de los Estándares Abiertos de la WCS.

Objetivo Específico 8: Preparar un completo expediente con información esencial para la creación de un Santuario de la Naturaleza de acuerdo a los requisitos de la Guía definido por el Ministerio de Medio Ambiente, docmuento final que estará a disposición del Consejo de Recuperación Ambiental y Social de la Comuna de Huasco.

Folio017134

3 OBJETIVO ESPECÍFICO 1: RECOPILAR, ANALIZAR Y SISTEMATIZAR LA INFORMACIÓN TÉCNICA Y CARTOGRÁFICA DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS EN EL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RÍO HUASCO.

3.1 Actividades

Para desarrollar este objetivo específico se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Revisar y sistematizar la información relevante que se encuentran en estudios ex CONAMA de la región de Atacama entre los años 2005 y 2010

2. Revisar y sistematizar la información relevante de DIAs y EIAs relacionados con el Humedal Costero de Huasco.

3. Revisar y sistematizar la información relevante de monitoreos presentados por titulares con Resolución de Calificación Ambiental aprobada en el Sistema de Evaluación Ambiental relacionados con el Humedal Costero de Huasco.

4. Revisar y sistematizar la información relevante de estudios realizados en el área de influencia del humedal de carácter físico-químico y biológico.

5. Revisar y sistematizar la información relevante de estudios realizados en el área de influencia del humedal en relación a derechos de agua, hidrología e hidrogeología de parte baja de la cuenca del río Huasco.

3.2 Materiales y Métodos

El área de estudio es considerada de acuerdo a la influencia que puede tener un área sobre el humedal costero a evaluar. Por ello, la presente investigación contempla la información generada por diferentes fuentes: estudios científicos, proyectos industriales, monitoreos, entre otros, en el la cuenca del río Huasco, estableciendo como criterio basal que todo lo que sucede aguas arriba Humedal Costero Estuario Huasco (28°26'49" S; 71°12'00" W) influye en su funcionamiento y estructura.

Para el proceso eficiente de búsqueda, revisión y sistematización de la información requerida referente al humedal costero del río Huasco primeramente se trabajó en la definición del área geográfica a considerar como primer criterio de búsqueda. Para esto, se tomaron como referencia las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto, las cuales se caracterizan por emplazarse al interior del subsistema transversal del valle de Huasco donde se desarrolla fuertemente la agricultura y con menor intensidad la industria de generación de energía eléctrica y la minería. Las características climáticas de esta zona dan paso a una zona transicional de vegetación, fauna e hidrología entre la Sub-región del Desierto Costero hacia la zona Central de Chile, por lo que el humedal costero Estuario Huasco es el último de los escasos humedales litorales de la zona Semiárida de Chile (Sielfeld *et al.* 2012).

Además, dado el alto dinamismo que presentan estos ecosistemas y su estrecha interacción con el medio marino, la búsqueda considera una extensión más amplia a la zona costera, desde inicio del humedal en la parte norte, hasta el relieve costero en dirección sur, siendo el estuario elemento principal del humedal litoral. Por otra parte, la

Folio017135

estrecha interacción de la zona humedal con los procesos aguas arriba del río y sus riberas desde su naciente hasta su desembocadura hace importante incluir la totalidad de la cuenca dentro del área a evaluar los tramos aguas arriba del río Huasco, esto con el objetivo de evaluar tanto aportes naturales del río como los potenciales efectos de la intervención antrópica que pudieran influir en los procesos relacionados al humedal, se incluyó el río Huasco desde su naciente en la conjunción del Río Del Tránsito con el Río del Carmen, además del conjuntos de río cordilleranos ritrónicos de la cuenca (Figura 3-1).

Folio017136

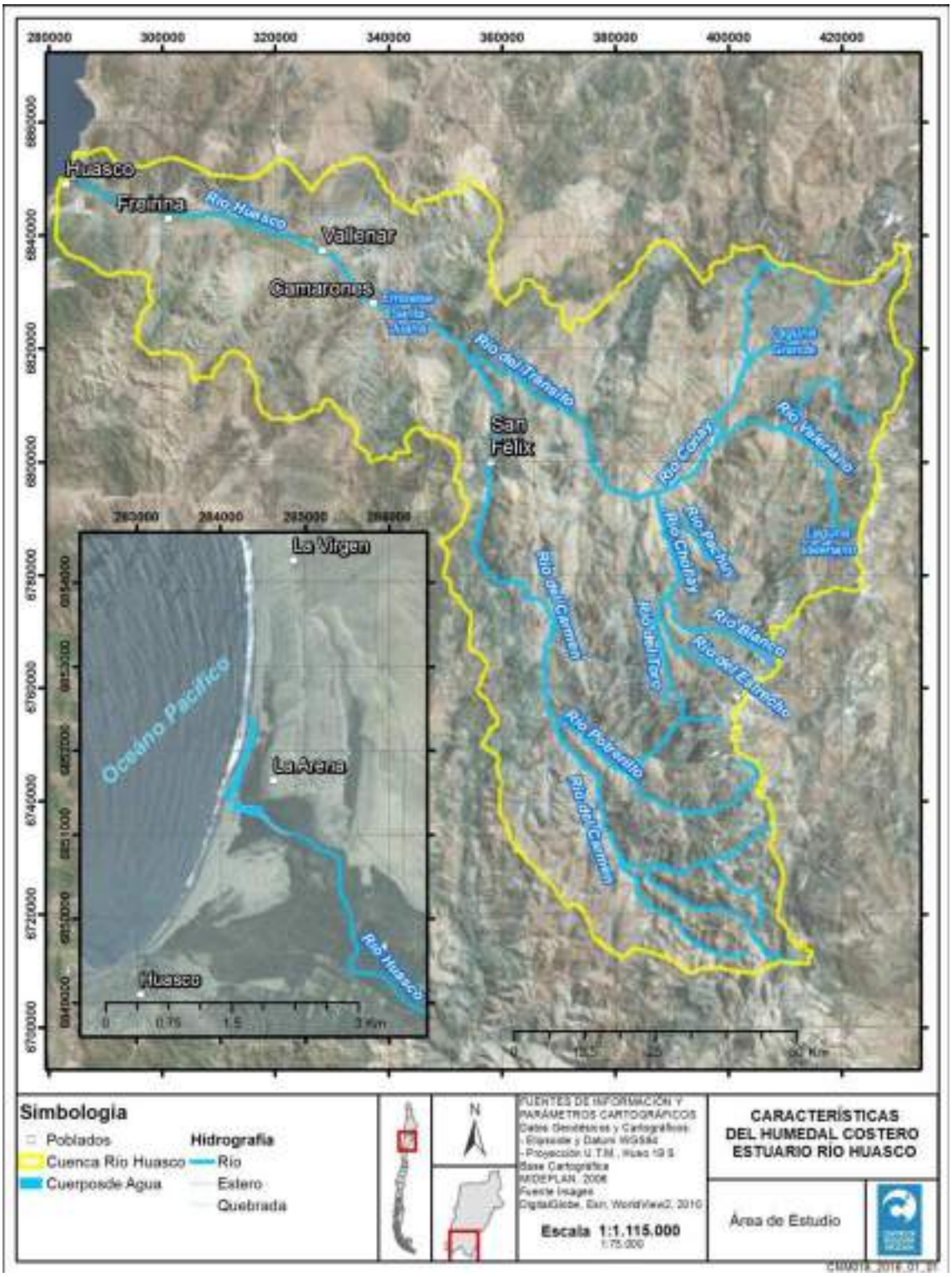


Figura 3-1 Delimitación de la cuenca del río Huasco, área de estudio considerada en la sistematización de información.

Folio017137

3.2.1 Metodología de búsqueda de información

La búsqueda bibliográfica y de información pertinente se hizo mediante bibliotecas virtuales, base de datos científicos, base de datos técnicos, archivos públicos y registros facilitados por el Ministerio del Medio Ambiente (Tabla 3-1). Para una búsqueda efectiva de cada componente a evaluar (Flora y Vegetación, Fauna, Biota Acuática, Calidad de Agua, Hidrología y Comunidades), se determinaron palabras claves con el fin de generar un procedimiento lógico permitiendo obtener resultados deseados sobre el tema de interés (Tabla 3-2). La búsqueda fue realizada tanto en español como en inglés, con el fin de ampliar las posibilidades de resultados.

Tabla 3-1 Principales bases de datos y motores de búsqueda utilizados.

Fuente	
Tipo	**Plataforma**
Base de datos científicos	SCIELO
	ISI
Base de datos técnicos	SEA
	CIREN
Motores de búsqueda	Google Scholar

Tabla 3-2 Palabras claves según componente evaluado.

Componente	**Palabras Clave**
Calidad de agua y sedimentos	"Calidad de aguas humedal Río Huasco", "Calidad de sedimentos humedal Río Huasco", "Parámetros físico-químicos humedal Río Huasco".
Flora y vegetación	“Desierto de atacama”, “Biogeografía de Atacama”, “Vegetación de Atacama”, “Diversidad de especies de Atacama”, “Flora nativa de Huasco”, “Recursos flora y vegetación de Atacama”, “Diversidad biológica humedal Río Huasco”, “Cuenca Río Huasco” y “Ecologia y comunidad vegetal de Huasco”.
Fauna	"Fauna humedal Río Huasco", "Aves humedal Río Huasco", "Reptiles humedal Río Huasco", "Mamíferos humedal Río Huasco", "Anfibios humedal Río Huasco".
Biota acuática	"Ictiofauna humedal Río Huasco", "Zoobentos humedal Río Huasco", "Zooplancton humedal Río Huasco", "Fitobentos humedal Río Huasco", "Fitoplancton humedal Río Huasco".
Hidrología e hidrogeología	“Hidrología Estuario río Huasco”, “Hidrogeología río Huasco” y “Derechos de agua río Huasco” .a.

Folio017138

3.3 Resultados

Los resultados son presentados en orden, de acuerdo a cada una de las cinco actividades desarrolladas para cumplir con el desarrollo del objetivo 1 del informe “Caracterización del humedal costero estuario del río Huasco, para su postulación como Santuario de la Naturaleza”.

3.3.1 Actividad 1 Revisar y sistematizar la información relevante que se encuentran en estudios ex CONAMA de la región de Atacama entre los años 2005 y 2010.

Se recopilaron los estudios realizados en la región de Atacama que se relacionaban directamente con el humedal de Huasco realizados entre el 2005 y 2010. Se registraron un total de siete informes de carácter científico técnico, los cuales se sistematizaron en la Tabla 3-3.

Primero el expediente realizado por la CONAMA de la región de Atacama el año 2005 como “Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza Humedal Huasco”, se elaboró con el fin de recopilar diversos estudios realizados en la zona que revelaran el valor biológico y sociocultural del humedal.

El año 2006, Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores (GMA), en la región de Atacama, emite el informe “Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática”, en el cual se sistematiza bibliografía referente al Estuario del Río Huasco, caracteriza la flora y vegetación, mamíferos, reptiles, anfibios e ictiofauna. Identifica sitios con intervención antrópica, con el fin de proponer una zonificación y metodologías de monitoreo para el manejo y uso sustentable de los recursos en el Sitio Prioritario.

En el año 2007, Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores realiza un “Levantamiento y análisis de información sobre uso y propiedad de los terrenos insertos en el sitio prioritario estuario del río Huasco – Laguna Carrizal bajo, como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes de creación de áreas protegidas en la comuna de Huasco, región de Atacama”, estudio que identifica propietarios fiscales, privados y/o municipales, de bienes de uso público, etc. en la zona de interés. Por otra parte, elabora una línea de base de flora y fauna del área de Carrizal Bajo con el fin de generar una propuesta cartográfica de límite de áreas protegidas, incorporando a los actores involucrados de la comunidad. En el mismo año, GMA genera un “Plan de Manejo Participativo del Sitio Prioritario Estuario del río Huasco, Utilizando la Metodología propuesta por The Nature Conservancy, Planificación para la Conservación de Áreas (PCA)”, donde se desarrolla una jornada participativa con los actores locales, con el fin de elaborar Planes de Manejo participativos. Además, incluye un Sistema de Información Geográfica de las variables contempladas en la elaboración de los Planes de Manejo.

En 2008 el centro de estudios GeoNova, a solicitud de la CONAMA Región de Atacama, realizó el estudio “Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad de la región de Atacama”, en el cual se realiza un levantamiento de información bibliográfica respecto al

Folio017139

Humedal en base a terreno realizados donde se toma muestras tanto de agua como de sedimento y se realizan mediciones de posicionamiento geográfico.

El 2009, Cincoingenieria Consultores emite, a solicitud de la CONAMA Región de Atacama, una “Elaboración de Cartografía digital para el Humedal Costero Estuario del Río Huasco” el cual genera cartografía digital básica, complementar la información con otras fuentes de información (CONAMA) y asocia información recopilada de flora y con registros fotográficos.

Finalmente, el año 2010 se informa por parte de la SEREMI del medioambiente región de Atacama, sobre “Gestión con propietarios ribereños del Sitio Prioritario, Humedal Estuario del río Huasco, para la actualización y presentación del expediente de postulación como Santuario de la Naturaleza”, documento elaborado en base a diversos estudios que revelan el alto valor biológico y sociocultural en el Humedal del estuario del río Huasco.

A modo de complementar la información, se incluyeron en los análisis y recopilación de datos, siete estudios de carácter científico técnico y 14 publicaciones científicas que fueron revisados y sistematizados en la Tabla 3-4.

Folio017140

Tabla 3-3 Extracto de tabla de sistematización de los estudios realizados por la ex CONAMA relacionados con el Humedal Costero Huasco entregada como archivo digital.

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes								Fuente
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del agua	Comunidades locales	Legal-Propiedad	Planes de Manejo	Cartográfico	
Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza “Humedal Estuario del Río Huasco”	Informe Científico Técnico	2005	CONAMA	x	x	x	x					MMA
Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática.	Informe Científico Técnico	2006	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores	x	x	x		x		x	x	MMA
Levantamiento y análisis de información sobre uso y propiedad de los terrenos insertos en el sitio prioritario estuario del río Huasco – Laguna Carrizal bajo, como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes de creación de áreas protegidas en la comuna de Huasco, región de Atacama.	Informe Científico Técnico	2007	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores					x	x		x	MMA
Plan de Manejo Participativo del Sitio Prioritario Estuario del río Huasco, Utilizando la Metodología propuesta por The Nature Conservancy, Planificación para la Conservación de Áreas (PCA).	Informe Científico Técnico	2007	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores					x		x	x	MMA

Folio017141

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes								Fuente
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del agua	Comunidades locales	Legal-Propiedad	Planes de Manejo	Cartográfico	
Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad de la región de Atacama.	Informe Científico Técnico	2008	GEONOVA				x				x	MMA
Elaboración de Cartografía digital para el Humedal Costero Estuario del Río Huasco	Informe Científico Técnico	2009	5 Ingeniería Consultores								x	MMA
Gestión con propietarios ribereños del Sitio Prioritario, Humedal Estuario del río Huasco, para la actualización y presentación del expediente de postulación como Santuario de la Naturaleza.	Informe Científico Técnico	2010	Tierra del Sol Investigación y Desarrollo	x	x	x		x				MMA

Folio017142

Tabla 3-4 Extracto de tabla de sistematización de los estudios realizados por la ex CONAMA relacionados con el Humedal Costero Huasco entregada como archivo digital.

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes									Fuente/Cita
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del Agua	Hidrología/Hidrogeología	Comunidades locales	Legal-Propiedad	Planes de Manejo	Cartográfico	
Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivo de calidad. Cuenca del río Huasco.	Informe Científico Técnico	2004	CADE-IDEPE				x						DGA
Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile.	Informe Científico Técnico	2009	Ávalos, P., H. Fernández, R. Retamal, C. Herrera, M. Bembow, R. Troncoso, R. Custodio.					x					Ávalos, P., H. Fernández,R. Retamal, C. Herrera, M. Bembow, R. Troncoso (2009). Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile .XII Congreso Geológico Chileno .
Análisis de impacto económico y social de anteproyecto de normas secundarias de calidad - Cuenca río Huasco	Informe Científico Técnico	2009	DSS AMBIENTE			x							MMA
Gestión con propietarios ribereños del Sitio Prioritario, Humedal Estuario del río Huasco, para la actualización y presentación del expediente de postulación como Santuario de la Naturaleza.	Informe Científico Técnico	2010	Tierra del Sol Investigación y Desarrollo	x	x	x			x				MMA

Folio017143

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes									Fuente/Cita
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del Agua	Hidrología/Hidrogeología	Comunidades locales	Legal-Propiedad	Planes de Manejo	Cartográfico	
Evaluación preliminar de caudales ecológicos en la cuenca del río Huasco (Chile) mediante la simulación del hábitat físico del pejerrey *Basilichthys microlepidotus* y el camarón de río *Cryphiops caementarius*.	Informe Científico Técnico	2012	UICN		x		x						MMA
Modelo para la gestión hídrica de la cuenca de Huasco: evaluación de caudal ambiental y valoración de servicios hidrológicos.	Informe Científico Técnico	2012	CAZALAC						x	x	x		MMA
Análisis integrado de gestión en cuenca del río Huasco Región de Atacama.	Informe Científico Técnico	2013	KNIGHT PIESOLD S.A.				x						MMA
Priorización de servicios ecosistémicos en el marco de las NSCA para la protección de las aguas del río Huasco. Informe de avance n°4 sistematización resultados talleres cartografía participativa.	Informe Científico Técnico	2016	Corporación Chile Ambiente						x		x		MMA

Folio017144

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes									Fuente/Cita
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del Agua	Hidrología/Hidrogeología	Comunidades locales	Legal-Propiedad	Planes de Manejo	Cartográfico	
Plant communities of the fog-free coastal desert of Chile: plant strategies in a fluctuating environment	Publicación Científica	1993	Armesto, J. , P. Vidiella & J. Gutierrez.	x									Armesto, J. , P. Vidiella & J. Gutierrez (1993). Plant communities of the fog-free coastal desert of Chile: plant strategies in a fluctuating environment. Revista Chilena de Historia Natural, 66, 271-282.
La vegetación natural de Chile; clasificación y distribución geográfica	Publicación Científica	1994	Gajardo, R.	x									Gajardo, R. (1994). Vegetación natural de Chile: Clasificación y distribución geográfica. Ed Universitaria
Dinámica espacio temporal del ensamble aviar del humedal de la desembocadura del río Huasco III región (28° 27's – 71°12'o) durante el periodo 2004 - 2005	Publicación Científica	2006	Olivares, F		x								Olivares, F. (2006). Dinámica espacio temporal del ensamble alvial del humedal de la desembocadura del río Huasco 3º Región (28º27'S-71º12'O) durante el período 2004-2005. Informe Final de Tesis para optar al Título de Biólogo Marino. Universidad Arturo Prat. 165 pp.
Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile	Publicación Científica	2006	Luebert y Pliscoff	x									Luebert, F., & P. Pliscoff (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional

Folio017145

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes									Fuente/Cita
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del Agua	Hidrología/Hidrogeología	Comunidades locales	Legal-Propiedad	Planes de Manejo	Cartográfico	
													de Chile. Editorial Universitaria.
Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama	Publicación Científica	2008	Francisco A. Squeo, Gina Arancio & Julio R. Gutiérrez	x									Squeo, F. A. (2008). Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Atacama. G. Arancio, & J. R. Gutiérrez (Eds.). La Serena, Chile: Ediciones Universidad de La Serena.
Conflictos por el agua en Chile: el gran capital contra las comunidades locales. Análisis comparativo de las cuencas de los ríos Huasco (desierto de Atacama) y Baker (Patagonia austral).	Publicación Científica	2009	Torres R. & A. García						x				Salinas, R. T., & Carmona, A. G. (2009). Conflictos por el agua en Chile: el gran capital contra las comunidades locales. Análisis comparativo de las cuencas de los ríos Huasco (desierto de Atacama) y Baker (Patagonia austral). Espacio abierto: cuaderno venezolano de sociología. 18(4): 695-708
Glacier contribution to streamflow in two headwaters of the Huasco River, Dry Andes of Chile Glacier contribution to streamflow in two headwaters of the Huasco River, Dry Andes of Chile.	Publicación Científica	2011	S. Gascoin, C. Kinnard, R. Ponce, S. Lhermitte, S. MacDonell and A.Rabatel					x					Gascoin, S., Kinnard, C., Ponce, R., Macdonell, S., Lhermitte, S., & Rabatel, A. (2011). Glacier contribution to streamflow in two headwaters of the Huasco River, Dry Andes of Chile. The Cryosphere. (5): 1099-1113.

Folio017146

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes									Fuente/Cita
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del Agua	Hidrología/Hidrogeología	Comunidades locales	Legal-Propiedad	Planes de Manejo	Cartográfico	
Hacia una fitogeografía histórica del Desierto de Atacama	Publicación Científica	2011	Federico Luebert	x									Luebert, F. (2011). Hacia una fitogeografía histórica del Desierto de Atacama. Revista de Geografía Norte Grande, (50), 105-133.
Mamíferos terrestres de la Región de Atacama, Chile. Comentarios sobre su distribución y estado de conservación	Publicación Científica	2012	Pablo Valladares Faúndez		x								Valladares Faúndez, P. (2012). Mamíferos terrestres de la Región de Atacama, Chile: Comentarios sobre su distribución y estado de conservación. Gayana. 76(1): 22-37
Biodiversidad y estructura comunitaria de ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile.	Publicación Científica	2013	Palma A., J. González-Barrientos, C. A. Reyes & R. Ramos-Jiliberto.			x							Palma, A., J. González-Barrientos, C. A. Reyes & J. Ramos (2013). Biodiversidad y estructura comunitaria de ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile. Revista chilena de historia natural. 86(1): 1-14.
Grain size-dependent 10Be concentrations in alluvial stream sediment of the Huasco Valley, a semi-arid Andes region	Publicación Científica	2013	Aguilar C., S. Carretiar, V. Regard, R. Vassallo, R. Riquelme & J. Martinod				x						Aguilar, G., Carretier, S., Regard, V., Vassallo, R., Riquelme, R., & Martinod, J. (2014). Grain size-dependent 10 Be concentrations in alluvial stream sediment of the Huasco Valley, a semi-arid Andes region. Quaternary

Folio017147

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes									Fuente/Cita
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del Agua	Hidrología/Hidrogeología	Comunidades locales	Legal-Propiedad	Planes de Manejo	Cartográfico	
													Geochronology. 19: 163-172.
Accounting for environmental flow requirements in global water assessments	Publicación Científica	2014	Pastor A.V, F. Ludwig, H. Biemans, H. Hoff, & P. Kabat.				x						Pastor, A. V., Ludwig, F., Biemans, H., Hoff, H., & Kabat, P. (2014). Accounting for environmental flow requirements in global water assessments.Hydrology and Earth System Sciences. 18(12): 5041-5059.
Cost of environmental flow during water scarcity in the arid Huasco River basin, northern Chile	Publicación Científica	2014	Wagnitz P., J. Núñez & L. Ribbe				x						Wagnitz, P., Núñez, J., & Ribbe, L. (2014). Cost of environmental flow during water scarcity in the arid Huasco River basin, northern Chile. Hydrological Sciences Journal. 59(3-4): 700-712.

Folio017148

3.3.2 Actividad 2 Revisar y sistematizar la información relevante de DIAs y EIAs relacionados con el Humedal Costero de Huasco.

En respuesta a esta actividad, la búsqueda en línea de proyectos aprobados en la plataforma “mapa de proyectos” del sitio web del Sistema de Evaluación Ambiental arrojó un total de 10 Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y 8 Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA), los que se relacionan directa e indirectamente con el área de influencia humedal del río Huasco (Tabla 3-5).

En los proyectos correspondientes a una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), el primer registro en la zona corresponde a la “Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero”, ingresado en 1995 y aprobado por medio de Resolución Exenta (RE) Nº 04/ 1995. El proyecto consiste en la construcción y operación de la Central Gualcoda y Vertedero, con dos Unidades de similares características capaces de generar en conjunto 300 MW. Cada Unidad está constituida por una turbina a vapor, generador, condensador enfriado por agua de mar, caldera y precipitador electrostático. Para la presentación del proyecto, se evaluaron los componentes de flora y vegetación, fauna, calidad de agua y calidad del aire, entre otros (Tabla 3-6).

En 1998 se presentó el proyecto “Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento”, aprobado por RE Nº79/1998. El proyecto consiste en la instalación de la planta de producción de cemento utilizando como materia prima caliza y arcilla. Utiliza sector Mina y Planta emplazada en la Región de Atacama, Provincia de Huasco, Comuna de Vallenar, aproximadamente 40 kilómetros al Norte de la ciudad de Vallenar y Terminal Marítimo de Punta de Loros ubicado en la Comuna de Huasco. La evaluación de impacto contempló los componentes de flora y vegetación, fauna, biota acuática, calidad del agua y calidad del aire (Tabla 3-6).

El año 1999 se presentó “Ampliación y Habilitación Terminal Marítimo Las Losas”, aprobado por RE Nº40/1999. El cual consistió en aumentar la capacidad de acopio, descarga y despacho del terminal. En este se evaluaron los componentes de flora y vegetación, fauna, biota acuática y calidad del agua (Tabla 3-6).

En 2005, se ingresa “Central Guacolda Unidad Nº 3”, aprobado por RE Nº56/2006. El proyecto corresponde a la construcción y operación de una tercera unidad en el complejo termoeléctrico Guacolda. La nueva unidad corresponde a una central termoeléctrica de vapor de última generación, utilizando carbón o coque de petróleo con combustible para producir vapor en una caldera del tipo lecho fluizado circulante. En este proyecto se evaluaron los componentes de flora y vegetación, fauna, biota acuática, calidad del agua y calidad del aire, entre otros (Tabla 3-6).

En 2009 se presentan “Ampliación y Mejoras Operacionales en Planta de Pellets”, aprobado por RE Nº215/2010. El proyecto consiste en aumentar la potencia total del Complejo Generador en 152 MW, a través de la instalación de una quinta Unidad de generación eléctrica, de modo tal que se totalizarán 5 Unidades de 152 MW cada una. En este estudio se evalúan los componentes de flora y vegetación, fauna, calidad del aire, hidrología, entre otros (Tabla 3-6).

En este mismo año, se presenta Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A, aprobado por RE Nº191/2010. El proyecto busca aumentar la potencia total del Complejo Generador en 152 MW, a través de la instalación de una quinta Unidad de generación eléctrica, de modo tal que se totalizarán 5 Unidades de 152 MW cada una. En este estudio se evalúan los componentes de biota acuática, hidrología y comunidades locales, entre otros (Tabla 3-6).

Folio017149

El proyecto Central Termoeléctrica Punta Alcalde, aprobado por RE Nº138 el 2012 tiene como objetivo la construcción y operación de una Central Termoeléctrica constituida por dos bloques o unidades de potencia, de aproximadamente de 370 MW de capacidad cada una (2x370 MW), es decir, aproximadamente 740 MW instalados. La energía generada por el proyecto, será inyectada a la sub-estación (S/E) Maitencillo del Sistema Interconectado Central (SIC). En este estudio se evalúan de flora y vegetación y fauna, los que presentan un potencial impacto (Tabla 3-6).

En 2013 ingresa el Proyecto Cerro Blanco, aprobado por RE Nº90/2015, el cual contempla todas las obras e instalaciones necesarias para la explotación y procesamiento del mineral de rutilo. El Proyecto se emplaza en la III Región de Atacama, Provincia de Huasco. Las obras que contempla el Proyecto se localizan principalmente en las comunas de Freirina y Huasco, y en menor medida en la comuna de Vallenar. En el estudio considerado del proyecto se evaluó el componente de flora y vegetación, componente en el cual se reconoció un impacto negativo significativo (Tabla 3-6).

En tanto las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) registradas en el área del Humedal Costero de Huasco, sólo tres presentaron información referente a los componentes ambientales. “Estudio ingeniería red de alcantarillado y disposición final de aguas servidas Huasco bajo comuna de Huasco”, donde se presenta información de los componentes de flora y vegetación, fauna, biota acuática y calidad del agua (Tabla 3-6), Cierre y Sellado Vertedero Comuna de Huasco, presentando información de los componentes de flora y vegetación, fauna e hidrología y Central Termoeléctrica Maitencillo presenta información relevante a flora y vegetación, fauna y calidad del aire (Tabla 3-6).

Folio017150

Tabla 3-5. Sistematización de los DIAs y EIAs aprobados por Resolución de Calificación Ambiental (RCA) relacionados con el Humedal Costero Huasco.

Nombre Proyecto	Tipo	Año de Ingreso a SEIA	Año de Aprobación RCA	Emite	Fuente
Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero.	EIA	1995	1995	Dames & Moore	www.sea.gob.cl
Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento.	EIA	1998	1998	TESAM	www.sea.gob.cl
Ampliación y Habilitación Terminal Marítimo Las Losas.	EIA	1999	1999	TESAM	www.sea.gob.cl
Central Guacolda Unidad Nº 3.	EIA	2005	2005	Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A	www.sea.gob.cl
Ampliación y Mejoras Operacionales en Planta de Pellets.	EIA	2009	2009	Gestión Ambiental Consultores	www.sea.gob.cl
Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A.	EIA	2009	2010	Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A	www.sea.gob.cl
Central Termoeléctrica Punta Alcalde	EIA	2012	2012	GAC	www.sea.gob.cl
Proyecto Cerro Blanco	EIA	2013	2015	SGA	www.sea.gob.cl
Estudio ingeniería red de alcantarillado y disposición final de aguas servidas Huasco bajo comuna de Huasco.	DIA	1998	1998	Ilustre Municipalidad de Huasco	www.sea.gob.cl
Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Freirina.	DIA	2002	2002	S/I	www.sea.gob.cl
Modificación Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco.	DIA	2006	2007	S/I	www.sea.gob.cl
Planta de Equipos Generadores de Vallenar.	DIA	2008	2009	POCH AMBIENTAL S.A	www.sea.gob.cl
Central Termoeléctrica Maitencillo	DIA	2008	2008	Empresa Eléctrica	www.sea.gob.cl

Folio017151

Nombre Proyecto	Tipo	Año de Ingreso a SEIA	Año de Aprobación RCA	Emite	Fuente
				Vallenar	
Central Hidroeléctrica Río Huasco.	DIA	2010	2010	Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A	www.sea.gob.cl
Construcción Camino Costero Sector Quebrada Tongoy – Huasco, Dm 0,000 km a DM 19,860	DIA	2010	2010	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores	www.sea.gob.cl
Mejoramiento planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina-aguas Chañar S.S.	DIA	2011	2012	Aguas-Chañar	www.sea.gob.cl
Cierre y Sellado Vertedero Comuna de Huasco.	DIA	2012	2013	Ilustre Municipalidad de Huasco	www.sea.gob.cl
Modificación del proyecto Central Hidroeléctrica Río Huasco Mediante Instalación de Subestación Eléctrica Río Huasco	DIA	2012	2012	S/I	www.sea.gob.cl

Folio017152

Tabla 3-6. Sistematización de los principales componentes evaluados en los DIAs y EIAs relacionados con el Humedal Costero Huasco. *Sin evaluación de componentes ambientales.

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Componentes						
			Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del Agua	Calidad del Aire	Hidrología/Hidrogeología	Comunidades locales
Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero.	EIA	1995	x	x		x	x		
Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento.	EIA	1998	x	x	x	x	x		
Ampliación y Habilitación Terminal Marítimo Las Losas.	EIA	1999	x	x	x	x		x	x
Central Guacolda Unidad Nº 3.	EIA	2005	x	x	x	x	x		x
Ampliación y Mejoras Operacionales en Planta de Pellets.	EIA	2009	x	x			x	x	
Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A.	EIA	2009			x		x		x
Proyecto Central Termoeléctrica Punta Alcalde	EIA	2012	x	x					
Proyecto Cerro Blanco	EIA	2015	x						
Estudio ingeniería red de alcantarillado y disposición final de aguas servidas Huasco bajo comuna de Huasco.	DIA	1998	x	x	x	x			
Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Freirina.	DIA	2002							
Modificación Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco.	DIA	2006							
Planta de Equipos Generadores de Vallenar.	DIA	2008							
Central Termoeléctrica Maitencillo	DIA	2008	x	x		x			

Folio017153

Central Hidroeléctrica Río Huasco.	DIA	2010			
Construcción Camino Costero Sector Quebrada Tongoy – Huasco, Dm 0,000 km a DM 19,860	DIA	2010	x		
Mejoramiento planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina-aguas Chañar S.S.	DIA	2011			
Cierre y Sellado Vertedero Comuna de Huasco.	DIA	2012	x	x	x
Modificación del proyecto Central Hidroeléctrica Río Huasco Mediante Instalación de Subestación Eléctrica Río Huasco	DIA	2012	x		

Folio017154

3.3.3 Actividad 3 Revisar y sistematizar la información relevante de monitoreos presentados por titulares con Resolución de Calificación Ambiental aprobada en el Sistema de Evaluación Ambiental relacionados con el Humedal Costero de Huasco.

En la presente actividad se realizó una revisión de los monitoreos asociados al área de interés, sin embargo la información presentada por titulares con Resolución de Calificación Ambiental aprobada no se encuentra disponible en línea dada la confidencialidad de estos documentos, es por esto que el Centro de Ecología Aplicada se encuentra en proceso de la solicitud formal de estos documentos al Ministerio del Medio Ambiente y los organismos competentes. En la Tabla 3-7 se muestra el estado de la solicitud de los informes de monitoreo de los proyectos con un potencial impacto en el área de interés.

Tabla 3-7 Estados de solicitud de monitoreos asociados a proyectos con RCA aprobada

Nombre Proyecto	Tipo	Solicitud	Estado	Año
Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero.	EIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	1995
Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento.	EIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	1998
Ampliación y Habilitación Terminal Marítimo Las Losas.	EIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	1999
Central Guacolda Unidad Nº 3.	EIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	2005
Ampliación y Mejoras Operacionales en Planta de Pellets.	EIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	2009
Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A.	EIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	2009
Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Freirina.	DIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	2002
Modificación Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco.	DIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	2006
Central Hidroeléctrica Río Huasco.	DIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	2010
Mejoramiento planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina-aguas Chañar S.S.	DIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	2011

Folio017155

3.3.4 Actividad 4 Revisar y sistematizar la información relevante de estudios realizados en el área de influencia del humedal de carácter físico-químico y biológico.

La siguiente información se organiza en relación al componente evaluado (características físico-químicas del agua y sedimentos, flora y vegetación, fauna y biota acuática), identificando los principales resultados recopilados en los estudios consultados.

3.3.4.1 Caracterización físico-química del agua y sedimentos

Son varios los estudios previos realizados a lo largo del cauce del río Huasco, sin embargo respecto a la caracterización físico-química de la columna de agua y sedimentos en la zona del estuario Huasco, la información es acotada. Los humedales costeros al sur de Copiapó se encuentran en zonas semiáridas y desérticas, al ser comparados con el resto del ambiente que los rodea son considerados como “oasis”. El origen de sus aguas es natural y su alimentación es mixta (continental y litoral), corresponden a sistemas lénticos que dan origen a lagunas litorales, las cuales presentan características estuarinas. Estos sistemas costeros se ubican en amplias y abrigadas bahías, y en desembocaduras de ríos y esteros, los cuales están condicionados por el aporte de nutrientes desde el sistema marino, originado por aguas profundas provenientes de la corriente fría de Humboldt, lo que conlleva a una alta producción de la biodiversidad. En la Tabla 3-8 se presentan los estudios consultados en el presente informe relevante a las características físico-químicas del agua y sedimentos en el Humedal Costero de Huasco.

TESAM S.A en 1998 realizó un Estudio de Impacto Ambiental para Cementos Chile en 1998, el cual ingresó al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental bajo el nombre de “Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento”, este proyecto se basa en la explotación de yacimientos de caliza y arcilla, estas materias primas son utilizadas en la producción de Clinker insumo principal en la fabricación de cemento, en su RCA mencionan que sus actividades asociadas a la ejecución del proyecto afectarán a los componentes aire, agua y flora, es por ello que realizan una línea de base de la calidad del agua ocupando los valores del punto de monitoreo de la DGA ubicado en Huasco bajo, desde el periodo 1980- 1994 (Tabla 3-9)La Dirección General de Aguas (2004) a través del estudio elaborado por CADE-IDEPE: “Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, cuenca del rio Huasco”, realizó un monitoreo de las aguas presentes en la cuenca del río Huasco en el periodo 1980-2002, midiendo parámetros físico-químicos, inorgánicos, metales esenciales, metales no esenciales y otros parámetros no normados. En lo referente al Humedal Huasco el monitoreo se realizó en el periodo 1986-2002, en el punto ubicado en el sector rio Huasco en Huasco bajo, los resultados de los parámetros físico-químicos realizados en la columna de agua arrojaron valores de conductividad eléctrica entre los 1200 y 3000 µS/cm en una serie de tiempo de doce años, valores de oxígeno disuelto alrededor de los 10,9 mg/L en una serie de tiempo de siete años, los valores de pH presentan un valor de 7,9 en una serie de tiempo de doce años, un valor de RAS de 4,8 desde 1991 hasta 2004. Respecto a los parámetros inorgánicos entre los años 1989 y 2002 las concentraciones de cloruro se presentaron entre los 400 mg/L y 500 mg/L, de sulfato entre los 600 mg/L y 800 mg/L; entre los metales esenciales en una serie de tiempo de doce años con valores de 1,3 mg/L respecto a boro y 20 µg/L respecto a cobre, y 13 ppb de cromo en una serie de tiempo de cuatro años, 0,4 mg/L de hierro, 0,09 mg/L para manganeso, 0,012 mg/L de molibdeno y 0,018 mg/L de zinc. Entre los metales no esenciales solo se registraron

Folio017156

valores de aluminio con concentraciones entre los 0,8 mg/L y 1,2 mg/L, en una serie de tiempo de siete años. La DGA dividió en cinco subgrupos la calidad de agua de los cuerpos de agua en Chile, donde la Clase 0 corresponde aguas de clase excepcional, la Clase 1 corresponderían a aguas de muy buena calidad, la Clase 2 a aguas de buena calidad, la Clase 3 regular calidad y la Clase 4 a aguas de mala calidad, la cual no es adecuada para la conservación de las comunidades acuáticas ni para los usos prioritarios (Tabla 3-8). Dentro del mismo estudio, se realizó una campaña en primavera de 2003 en el estuario Huasco, sus resultados clasificaron las aguas como clase 0 según los valores de oxígeno disuelto, pH, zinc, níquel, selenio, arsénico, DBO_5, color, sólidos suspendidos, amonio, cianuro, fluoruro, nitrato y sulfato, como Clase 1 respecto a coliformes fecales y totales, como Clase 2 referente a los valores de RAS, cobre, cromo, hierro, manganeso y molibdeno; como Clase 3 respecto a sulfato, aluminio y sólidos disueltos, y finalmente como aguas de Clase 4 según sus valores de conductividad eléctrica, concentraciones de cloruro y boro (Tabla 3-8).

Referente al estudio “Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad de la región de Atacama”, realizado por la Comisión Nacional de Medio Ambiente (2008) a través de la empresa GENOVA en el cual se realizó un muestreo en cinco puntos ubicados en el humedal, midiendo parámetros en la columna de agua y sedimentos en primavera de 2008. De este informe se concluyó que existió una disminución del tamaño de las partículas a medida que nos alejamos de la desembocadura, y una mayor proporción de materia orgánica al acercarse a la desembocadura. Los valores mínimos y máximos registrados en la columna de agua y sedimentos se presentan en la Tabla 3-8 y Tabla 3-9.

Ávalos *et al.,* (2009) en el informe científico técnico “Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile”, definió que las aguas del río Huasco presentan una componente direccional este–oeste, la cual incide en la salinidad de las aguas y en la composición iónica de sus aguas, donde las aguas superficiales presentan una composición sulfatada cálcica evolucionando a aguas más sódicas.

A continuación, se presentan los rangos y valores de estos los parámetros recopilados en los antecedentes bibliográficos para la columna de agua y sedimentos del Humedal Huasco (Tabla 3-9 y Tabla 3-10).

Folio017157

Tabla 3-8 Estudios consultados relacionados a las características físico-químicas de la columna de agua y sedimentos en el Humedal Costero Huasco.

Nombre	Tipo	Año	Emite/Referencia
Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento.	EIA	1998	TESAM
Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivo de calidad. Cuenca del río Huasco.	Informe Científico Técnico	2004	CADE-IDEPE
Consultoría para la recopilación de información sobre la biodiversidad y la situación socio-económica en el apoyo de la elaboración del anteproyecto de la norma secundaria de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Huasco	Informe Científico Técnico	2007	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores
Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad de la región de Atacama.	Informe Científico Técnico	2008	GEONOVA
Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile.	Informe Científico Técnico	2009	Ávalos, P., H. Fernández, R. Retamal, C. Herrera, M. Bembow, R. Troncoso, R. Custodio.

Folio017158

Tabla 3-9 Antecedentes bibliográficos de las características físico-químicas de agua en el sector Humedal de Huasco.

Parámetros	Unidad	TESAM S.A, 1998 (1980 - 1994)	DGA (1986 - 2000)	DGA (Primav.2003)	CONAMA (2008)
Temperatura	°C	12 -27			18,5 - 20,5
Conductividad	µS/cm	1104 - 3916	1200 - 3000		2199 - 2527
Salinidad	%				<1
Oxígeno Disuelto	mg/L	10 - 12,4	10,9		7,5 - 9,4
pH	-	7,23 - 8,5	7,9		7,96 - 8,1
Carbonatos	mg/L	0,0 - 8,4			27,8 - 37
Bicarbonatos	mg/L	81,7 - 294,7			0,2 - 62,4
Alcalinidad Total	mg/L $CaCO_3$				52 - 68
Materia Orgánica	mg/L				1,2 - 3
Color Pt/Co	-			10	5 -7
Turbiedad	-				0,02 – 1,3
Sólidos flotantes	-				ausente
Sólidos Sedimentables	mg/L				<1,0
Aluminio	mg/L		0,18 – 1,2		0,02 – 0,25
Arsénico	mg/L	0,000 -0,013			<0,01
Bario	mg/L				<0,10
Berilio	mg/L				<0,10
Boro	mg/L	0,09 – 1,93	1,3		0,2 - 0,8
Cadmio	mg/L				<0,005 - 0,005
Cianuro	mg/L			<3	<0,01
Cloruro	mg/L	92,2 – 682,4	400 - 500		347,4 - 474
Cobalto	mg/L				< 0,06 - 0,06
Cobre	mg/L	0,00 – 0,06	0,02		<0,01 - 0,01
Cromo	mg/L		0,013		<0,10
Estaño	µg/L			<10	

Folio017159

Parámetros	Unidad	TESAM S.A, 1998 (1980 - 1994)	DGA (1986 - 2000)	DGA (Primav.2003)	CONAMA (2008)
Fluoruro	mg/L			0,4	<0,20
Hierro	mg/L	0,04 – 0,87	0,4		<0,01 - 0,02
Litio	mg/L				<0,20
Manganeso	mg/L		0,09		0,02 - 0,08
Mercurio	mg/L				<0,001
Molibdeno	mg/L		0,012		<0,010
Níquel	mg/L				<0,01 - 0,01
Plata	mg/L				<0,20
Plomo	mg/L				< 0,02 - 0,02
Selenio	mg/L				<0,020
Sulfuro	mg/L			<0,01	
Sulfato	mg/L	278,6 – 900,1	600 - 800		458 - 504
Vanadio	mg/L				<0,10
Zinc	mg/L		0,018		0,06 - 0,2
Sodio	mg/L	88 - 455			354 - 399
Potasio	mg/L	0,7 – 12,0			8 - 10,5
Calcio	mg/L	115,2 – 286,0			188 - 209
Magnesio	mg/L	23,6 – 91,0			60 - 71
RAS	-		4,8		4,09 - 4,26
Sodio Porcentual	%	44,8			79,45 - 81,15
Sólidos disueltos totales	mg/L			1131	840 - 985
Sólidos suspendidos totales	mg/L			<10	
Coliformes fecales	NMP/100ml			13	22 -48
Coliformes totales	NMP/100ml			280	
Nitritos	mg/L	0,0 - 0,9		<0,01	0,006 - 0,01
Nitratos	mg/L				1,1 - 3

Folio017160

Parámetros	Unidad	TESAM S.A, 1998 (1980 - 1994)	DGA (1986 - 2000)	DGA (Primav.2003)	CONAMA (2008)
Fósforo Total	mg/L				1 - 2,7
Amonio	mg/L			<0,01	<0,01
Nitrógeno Total	mg/L				2,7 - 8,9
Ortofosfato	mg/L				0,4 - 1,3
Aceites y Grasas	mg/L				<1,0
Hidrocarburos Totales	mg/L				<1,0
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	mg/L				10 - 15
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L			<1,5	<1,0 - 2,5
Coliformes Totales	NMP/100ml				120 -160
Detergentes	mg/L				<1,0
Transparencia Sechi	m				0,8 - 0,9
DDT+DDD+DDE	µg/L				<2,0
2,4-D	µg/L				<0,08
Lindano	µg/L				<0,02
Metoxicloro	µg/L				<0,20
Pentaclorofenol	µg/L				<1,0

Folio017161

Tabla 3-10 Antecedentes bibliográficos de las características de sedimentos en el sector Humedal de Huasco.

Parámetros	Unidad	CONAMA (2008)
Materia orgánica	%	0,33 -12,55
Limo	%	4,9 - 23,6
Arcilla	%	2,5 - 9,9
Arena	%	63,2 - 92,6
Clasificación		Franco arenoso - Arena
30	%	0,25 - 0,42
40	%	3,76 - 4,29
60	%	23,25 - 60,32
80	%	9,59 - 24,4
100	%	7,23 - 22,2
120	%	2,27 - 23,33
140	%	8,46 - 11,2
200	%	7,94 – 10,25
fondo	%	0,43 – 3,57

.

3.3.4.2 Flora y vegetación

De acuerdo a las bases de datos revisadas, para el área de estudio existe un total de 28 documentos con información de flora y vegetación pertinente publicada durante los años 1993 y 2015. Dentro de estos documentos existe información técnica contenida en siete Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y seis Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Además de seis Informes técnicos y nueve documentos científicos. La Tabla 3-11 resume la información respecto al componente de flora y vegetación.

Folio017162

Tabla 3-11. Listado de documentos con antecedentes de flora y vegetación cercanos al Humedal del Rio Huasco.

Documento	Año	Tipo documento
Plant communities of the fog-free coastal desert of Chile: plant strategies in a fluctuating environment.	1993	Publicación Científica
La vegetación natural de Chile; clasificación y distribución geográfica.	1994	Publicación Científica
Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero.	1995	EIA
Estudio ingeniería red de alcantarillado y disposición final de aguas servidas Huasco bajo comuna de Huasco.	1998	DIA
Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento	1998	EIA
Ampliación y Habilitación Terminal Marítimo Las Losas	1999	EIA
Ruta Costera, Sector Puerto Viejo- Carrizal Bajo, Región de Atacama.	2003	DIA
Estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de atacama 2010 -2017	2005	Informe técnico
Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, en el sitio prioritario de conservación de biodiversidad estuario del río Huasco.	2006	Informe técnico
Central Guacolda Unidad Nº3.	2006	EIA
Modificación Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco	2006	DIA
Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile	2006	Publicación Científica
Plan de Manejo Participativo del Sitio Prioritario Estuario del río Huasco, Utilizando la Metodología propuesta por The Nature Conservancy, Planificación para la Conservación de Áreas (PCA)	2007	Informe técnico
Levantamiento y análisis de información sobre uso y propiedad de los terrenos insertos en el sitio prioritario estuario del río Huasco – Laguna Carrizal bajo, como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes de creación de áreas	2007	Informe técnico

Folio017163

Documento	Año	Tipo documento
protegidas en la comuna de Huasco, región de Atacama.		
Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama	2008	Publicación Científica
Flora amenazada de la Región de Atacama y estrategias para su conservación	2008	Publicación Científica
Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)	2008	Publicación Científica
Ampliación y Mejoras Operacionales en Planta de Pellets	2009	EIA
Estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de Atacama 2010-2017	2009	Informe técnico
Una Nueva Especie Leñosa de"Cryptantha"(Boraginaceae) para la Flora de Chile	2009	Publicación Científica
Gestión con propietarios ribereños del Sitio Prioritario, Humedal Estuario del río Huasco, para la actualización y presentación del expediente de postulación como Santuario de la Naturaleza	2010	Informe técnico
Construcción Camino Costero Sector Quebrada Tongoy - Huasco, Dm 0,000 km a DM 19,860	2010	DIA
Hacia una fitogeografía histórica del Desierto de Atacama	2011	Publicación Científica
Central Hidroeléctrica Río Huasco / Modificación del Proyecto Central Hidroeléctrica Río Huasco Mediante Instalación de Subestación Eléctrica Río Huasco	2009/2012	DIA
Cierre y Sellado Vertedero Comuna de Huasco	2013	DIA
Proyecto central termoeléctrica punta alcalde	2013	EIA
Proyecto Cerro Blanco	2015	EIA

Folio017164

Documento	Año	Tipo documento
Flora nativa de valor ornamental. Identificación y propagación, Chile, zona norte.	2016	Publicación Científica

A partir de la información recopilada, se realizó una revisión bibliográfica de los antecedentes importante para el componente biológico flora y vegetación, en primera instancia se agregó una pequeña reseña del fenómeno de las influencia del desierto florido en el área de estudio, luego se añadió los antecedentes del componente vegetación, revisando particularmente las formaciones descritas por Gajardo (1994), y los diferentes pisos vegetacionales descritos por Luebert y Pliscoff (2006). Finalmente se realizó una lista de la flora potencial presente en la el área de estudio, reconociendo la composición de especies de los documentos de la base de datos registrada anteriormente desde el 2010 a la fecha, incluyendo los documentos de Gajardo (1994) y Luebert y Pliscoff (2006). Adicionalmente se estableció el estado de conservación de acuerdo con el D.S. N°29/2011 del MMA, Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE), cuyos procesos se encuentran oficializados por los siguientes cuerpos normativos: DS N°151/2007, DS N°50/2008, DS N°51/2008, DS N°23/2009, todos del MINSEGPRES, DS N°33/2012, DS N° 41/2011, DS N°42/2011, DS N°19/2012, DS N°13/2013, DS N°52/2014, DS N°38/2015 y DS Nº 16/2016 correspondientes al MMA. En el caso de que las especies no estuvieran evaluadas en el RCE se revisó el Listado Nacional del Libro Rojo de la Flora terrestre de Chile (Benoit, 1989).

A nivel Latinoamericano, el área de estudio se encuentra inserta en la región Neotropical, dominio Andino-Patagónico, provincia del Desierto. La provincia se localiza en la costa del Pacífico entre el paralelo 5º y 30º de latitud sur, en climas predominantemente cálido y seco, con influencia de las neblinas costeras o “camanchacas”. Corresponde a una zona sumamente seca, lo que restringe la presencia de vegetación a orillas de río y en la cercanía al mar. Entre las comunidades más típicas se encuentran las asociaciones de bromeliáceas del género *Tillandsia,* gramales halófitos de *Distichlis spicata, Paspalum vaginatum, Sporobolus virginicus, Sarcocornia chilensis*[1]*, Batis marítima, Heliotropium curassavicum, Cressa truxillensis* y algarrobares dominados por Prosopis pallida[2]*, P. chilensis, Salix humboltiana, Schinus areira, Acacia macrantha, Caesalpinia tinctoria*[3]*, Inga feuillei* (Cabrera y Willink, 1973).

[1] Sinonimia: *Salicornia ambigua*

[2] Sinonimia: *Prosopis limensis*

[3] Sinonimia: *Caesalpinia spinosa*

Folio017165

De acuerdo a Gajardo (1994), la vegetación del área de estudio se inserta en la Región del Desierto en la Subregión del Desierto Costero.

Subregión del Desierto Costero: Se distribuye a lo largo del litoral entre la I y la IV Región, cubriendo las laderas occidentales de la cordillera de la Costa hasta unos 1.500 m de altitud. La vida vegetal en el área es de un desarrollo excepcional y existe una importante riqueza de especies debido al aporte de las neblinas, llamadas camanchacas, frecuentes en el área y que dan mayor sustento hídrico a las comunidades de plantas. Se registra, además, un importante número de especies endémicas de Chile y de la sub-región. La formación del Desierto Costero del Huasco, se ubica en el extremo sur de la sub-región por lo que la vegetación presenta una buena continuidad. Desde el punto de vista de la fitogeografía, encuentran en ella su límite norte o sur numerosas especies. Existe poca información publicada sobre las asociaciones y su composición específica.

Las asociaciones que propone el autor para esta sub-región en el sector de Huasco, son las formaciones de *Heliotropium stenophyllum* con *Oxalis gigantea, Encelia tomentosa*[4] con *Nolana paradoxa, Sarcocornia fruticosa* con *Juncus acutus.*

Heliotropium stenophyllum - Oxalis gigantea: Comunidad vegetal muy compleja y ampliamente distribuida, asociada principalmente a la neblina costera, aunque también se le encuentra en forma alejada; muestra similitudes florísticas con el matorral estepario de la Región de Coquimbo.

Encelia tomentosa - Nolana paradoxa: Comunidad de fisonomía arbustiva, de escasa cobertura y composición principalmente efímera, condición típica a las formaciones del desierto florido.

Sarcocornia fruticosa – Juncus acutus: Comunidad típica de las aguadas, con una importante influencia antrópica, lo que ha aumentado la participación de especies introducidas y ruderales.

Por otra parte y de acuerdo a la descripción bioclimática de Luebert y Pliscoff (2006) el área de estudio coincide parcialmente con tres pisos vegetacionales, ya que los límites no son absolutos:

1) Matorral Desértico Mediterráneo Costero de *Oxalis gigantea* y *Eulychnia breviflora*: Formación abierta dominada por *Oxalis gigantea* y *Eulychnia breviflora*, junto a los arbusto *Atriplex clivicola*, *Frankenia chilensis*, *Heliotropium filifolium*, *Heliotropium magelanthum*, *Ophryosporus triangularis*, *Tetragonia maritima* y las suculentas Copiapo a echinoides, *Copiapoa malletiana* y *Eriosyce curvispina* var*. carrizalensis*. En años lluviosos, a estas se agregan numerosas especies geófitas, características del desierto florido. Las comunidades zonales más representativas son:

- *Eulychnia breviflora – Oxalis gigantea* (Miers, 1984);

- *Encelia tomentosa – Nolana paradoxa* (Gajardo, 1994).

[4] Sinonimia: *Encelia canescens*

Folio017166

La dinámica de esta formación se encuentra determinada por la variación estacional. En años secos la vegetación evidencia escaso desarrollo y los arbustos incluso tienden a eliminar parte o la totalidad de sus tejidos, mientras que en años lluviosos renuevan sus tejidos y florecen nuevamente, además de provocar la emergencia de numerosas especies geófitas, características del desierto florido.

2) Matorral Desértico Mediterráneo Costero de *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum*: Formación muy abierta dominada por *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum*, con *Flourensia thurifera*, *Alona coelestis*, *Nolana crassulifolia* y *Encelia canescens*. Se presenta además el género *Haplopappus Cass*, representado por *H. cerberoanus* en terrazas litorales, *H. pulchellus* en laderas de cerros y *H. parviflora* cerca del límite de la vegetación. Además, durante la primavera de los años lluviosos, presenta un estrato herbáceo formado principalmente por herbáceas efímeras y geófitas. Las comunidades zonales más representativas son:

- Ruderales: Tipo *Chenopodium paniculatum*, Tipo *Erodium cicutarium*, Tipo *Gutierrezia resinosa,* Tipo *Plantago tumida, Alona filifolia - Plantago hispidula* (Etienne *et al.,* 1984; Gajardo, 1994);

- Tipo *Fuchsia lycioides*, Tipo *Haplopappus pulchellus*, Tipo *Heliotropium stenophyllum*, Tipo *Oxalis gigantea, Heliotropium stenophyllum – Oxalis gigantea* (Etienne *et al*., 1984, Gajardo, 1994).

De acuerdo a los antecedentes de la formación, esta correspondería a fases sucesionales inferiores que la correspondiente al sector. Así, las formaciones esperadas en el área, en condiciones de mayor humedad y ausencia de intervención antrópica, serían formaciones boscosas dominadas de *Lithrea caustica*. Sin embargo, la variación interanual y la baja incidencia de neblinas costeras, limita el avance de la sucesión.

3) Matorral Desértico Mediterráneo Interior de *Adesmia argentea* y *Bulnesia chilensis*: Formación muy abierta dominada por los arbustos *Adesmia argentea*, *Bulnesia chilensis*, *Balsamocarpon brevifolium*, *Cordia decandra*, *Heliotropium sinuatum*, *Pintoa chilensis*, *Proustia ilicifolia*, entre otros. A ellos se agregan los arbustos bajos *Caesalpinia angulata*, *Encelia canescens*, *Pleurophora pungens* y suculentos *Opuntia berterii* y *Echinopsis coquimbanus*. Al igual que las formaciones antes mencionadas, la presencia del estrato herbaceo se restringe a las primaveras de los anos lluviosos, destacando *Cruckshanksia pumila* y *Argylia radiata*. Las comunidades zonales más representativas son:

- *Bulnesia chilensis - Pintoa chilensis* (Miers, 1984);

- *Cordia decandra - Balsamocarpon brevifolium* (Miers, 1984).

Esta formación ha sido sumamente intervenida por efecto antrópico, lo que ha generado un avanzado proceso de degradación.

a. Flora y vegetación presente y su estado de conservación.

La flora de la región consta de 980 especies vasculares nativas, además de 119 especies naturalizadas, lo que representa alrededor del 19% de la flora de Chile continental. La

Folio017167

mayor concentración de especies se encuentra en los sectores costeros y hacia el sur de la región, y la menor a la porción intermedia al norte de la región.

El total mencionado se compone de 325 géneros y 104 familias, entre las cuales las más representativas son Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae, Cactaceae, Solanaceae, Boraginaceae, Portulaceae, Nolanaceae y Apiaceace, con un 54,6% del total de especies. Del número de especies nativas presentes en la región, un 54,3% corresponde a especies endémicas de Chile (532 especies), 37,3% endémicas del norte del país (366 especies, entre las regiones de Antofagasta y Coquimbo) y el 15% corresponde a especies endémicas de la Región de Atacama (77 especies).

De la revisión realizada en los documentos desde el 2010 se identificaron 281 especies en el área de estudio, de las cuales se presenciaron cinco clases de flora vascular, 1 especie de Equisetopsida, 2 especies de Filicopsida, 4 especies de Filicopsida, 38 especies de Liliopsida y 236 especies de Magnoliopsida. La clase Lioliopsida se compone de 25 géneros y 13 familias, las familias más dominantes son Poaceae (11 sp.), Alstroemeriaceae (6 sp.) y Bromeliaceae (5 sp.). La clase Magnoliopsida se compone de 144 géneros y 57 familias, de las familias más dominantes Asteraceae (36 sp.), Cactaceae (26 sp.) y Fabaceae (16 sp.). Del total de las especies se registraron 181 endémicas (64,4 %), 68 especies de origen nativo (24,1%) y 32 adventicias (11,3%). Respecto a la forma de vida se identificaron 144 especies de hábitos herbáceos (51,4%), 86 especies arbóreas (66,1%), 27 sp. de suculentas (9,6%) y 24 sp. de sufrútice (8,5%) (Tabla 3-12).

Respecto a estado de conservación se registraron 37 especies clasificada en alguna categoría según las normativas vigentes. 9 especies se encuentran amenazadas, 17 se encuentran catalogadas en no amenazadas y 244 especies no se encuentran clasificadas (Figura 3-2).

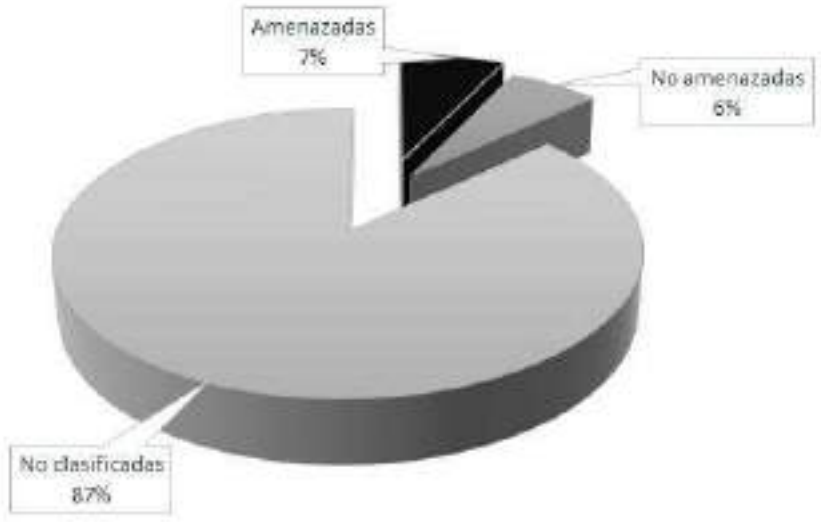


Figura 3-2 Composición porcentual de las especies clasificadas y no clasificadas de acuerdo a su estado de conservación en el RCE.

Folio017168

Tabla 3-12 Lista de especies recopiladas desde el 2010 en el área de estudio.

Dónde: EN: En Peligro, VU: Vulnerable, NT: casi amenazada, LC: Preocupación menor, R: rara, FP: fuera de peligro. Forma de vida: H= Herbácea, A= Arbustiva, Su= Suculenta, S: Sufrútice. Origen: E= Endémica, N= Nativa, A= Adventicia.

Origen: E= Endémica, N= Nativa, A= Adventicia

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Equisetopsida	Equisetaceae	*Equisetum*	*Equisetum giganteum*	LC	D.S Nº 13/2013	H	N
Filicopsida	Adiantaceae	*Adiantum*	*Adiantum chilense*	NT	D.S.Nº 75/2005	H	N
Filicopsida	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes mollis*	LC	D.S.Nº 38/2015	H	E
Gnetopsida	Ephedraceae	*Ephedra*	*Ephedra andina*			A	N
Gnetopsida	Ephedraceae	*Ephedra*	*Ephedra breana*			A	N
Gnetopsida	Ephedraceae	*Ephedra*	*Ephedra chilensis*	FP	D.S. Nº75/2005	A	N
Gnetopsida	Ephedraceae	*Ephedra*	*Ephedra gracilis*			A	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria*	*Alstroemeria leporina*			H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria*	*Alstroemeria philippi*	NT	D.S.Nº 19/2012	H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria*	*Alstroemeria polyphylla*	VU	D.S. N°33/2012	H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria*	*Alstroemeria* sp.			H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria*	*Alstroemeria wendermannii*			H	E
Liliopsida	Poaceae	*Arundo*	*Arundo donax*			H	A
Liliopsida	Asphodelaceae	*Asphodelus*	*Asphodelus fistulosus*			H	A
Liliopsida	Poaceae	*Bromus*	*Bromus berteroanus*			H	N
Liliopsida	Poaceae	*Bromus*	*Bromus catharticus*			H	N

Folio017169

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Liliopsida	Poaceae	*Chusquea*	*Chusquea culeou*			A	N
Liliopsida	Poaceae	*Cortaderia*	*Cortaderia speciosa*			H	N
Liliopsida	Bromeliaceae	*Deuterocohnia*	*Deuterocohnia chrysantha*			H	E
Liliopsida	Dioscoreaceae	*Dioscorea*	*Dioscorea fastigiata*			H	E
Liliopsida	Dioscoreaceae	*Dioscorea*	*Dioscorea paupera*			H	E
Liliopsida	Poaceae	*Distichlis*	*Distichlis spicata*			H	N
Liliopsida	Orchidaceae	*Habenaria*	*Habenaria paucifolia*			H	N
Liliopsida	Poaceae	*Jarava*	*Jarava tortuosa*			H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	*Leontochir*	*Leontochir ovallei*	EN-R	D.S. N° 50/08	H	E
Liliopsida	Alliaceae	*Leucocoryne*	*Leucocoryne ixioides*			H	E
Liliopsida	Alliaceae	*Leucocoryne*	*Leucocoryne narcissoides*			H	E
Liliopsida	Alliaceae	*Leucocoryne*	*Leucocoryne* sp.			H	E
Liliopsida	Iridaceae	*Olsynium*	*Olsynium junceum*			H	N
Liliopsida	Hyacinthaceae	*Oziroe*	*Oziroe biflora*			H	N
Liliopsida	Poaceae	*Pennisetum*	*Pennisetum clandestinum*			H	A
Liliopsida	Poaceae	*Phragmites*	*Phragmites australis*			H	N
Liliopsida	Poaceae	*Polypogon*	*Polypogon australis*			H	N
Liliopsida	Bromeliaceae	*Puya*	*Puya alpestris*			SU	E
Liliopsida	Bromeliaceae	*Puya*	*Puya boliviensis*	R	Benoit (1989)	H	E
Liliopsida	Amaryllidaceae	*Rhodophiala*	*Rhodophiala ananuca*			H	E

Folio017170

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Liliopsida	Amaryllidaceae	*Rhodophiala*	*Rhodophiala bagnoldii*			H	E
Liliopsida	Amaryllidaceae	*Rhodophiala*	*Rhodophiala phycelloides*			H	E
Liliopsida	Amaryllidaceae	*Rhodophiala*	*Rhodophiala* sp.			H	E
Liliopsida	Cyperaceae	*Schoenoplactus*	*Schoenoplectus americanus*			H	N
Liliopsida	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia capillaris*			H	N
Liliopsida	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia geissei*	NT	D.S. N° 41/12	H	E
Liliopsida	Typhaceae	*Typha*	*Typha angustifolia*			H	A
Liliopsida	Poaceae	*Vulpia*	*Vulpia* sp.			H	
Liliopsida	Tecophilaeaceae	*Zephyra*	*Zephyra elegans*			H	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia caven*			A	N
Magnoliopsida	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia saligna*			A	A
Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia*	*Adesmia argentea*			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia*	*Adesmia glutinosa*			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia*	*Adesmia littoralis*			S	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia*	*Adesmia sessilifolia*			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia*	*Adesmia tenella*			H	E
Magnoliopsida	Verbenaceae	*Aloysia*	*Aloysia salviifolia*			A	E
Magnoliopsida	Amaranthaceae	*Alternanthera*	*Alternanthera* sp.			H	A
Magnoliopsida	Primulaceae	*Anagallis*	*Anagallis arvensis*			H	A
Magnoliopsida	Phytolaccaceae	*Anisomeria*	*Anisomeria littoralis*			A	E

Folio017171

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Asteraceae	*Anthemis*	*Anthemis cotula*			H	E
Magnoliopsida	Apiaceae	*Apium*	*Apium panul*			H	N
Magnoliopsida	Papaveraceae	*Argemone*	*Argemone hunnemanni*			H	N
Magnoliopsida	Bignoniaceae	*Argylia*	*Argylia radiata*			H	N
Magnoliopsida	Aristolochiaceae	*Aristolochia*	*Aristolochia chilensis*			H	E
Magnoliopsida	Apiaceae	*Apiales*	*Asteriscium vidalii*	LC	D.S.Nº 19/2012	H	E
Magnoliopsida	Apiaceae	*Anisomeria*	*Asteriscium vidalii Phil.*			H	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Astragalus*	*Astragalus chamissonis*			S	N
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Atriplex*	*Atriplex clivicola*			A	E
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Atriplex*	*Atriplex semibaccata*			H	A
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Atriplex*	*Atriplex vallenarensis*			H	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Caryophyllales*	*Austrocylindropuntia miquelii*	LC	D.S.Nº 13/2013	SU	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis juncea*			H	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis linearis*			A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*			A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Bahia*	*Bahia ambrosioides*			S	E
Magnoliopsida	Ledocapaceae	*Balbisia*	*Balbisia peduncularis*			A	N
Magnoliopsida	Fabaceae	*Balsamocarpon*	*Balsamocarpon brevifolium*			A	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Brassica*	*Brassica campestris*			H	A
Magnoliopsida	Sapindaceae	*Bridgesia*	*Bridgesia incisifolia*			A	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja suaveolens*			A	E
Magnoliopsida	Zygophyllaceae	*Bulnesia*	*Bulnesia chilensis*			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Caesalpinia*	*Caesalpinia angulata*			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Caesalpinia*	*Caesalpinia spinosa*			A	N
Magnoliopsida	Fabaceae	*Caesalpinia*	*Calceolaria collina*			S	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Calliandra*	*Calliandra chilensis*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Carduus*	*Carduus pycnocephalus*			H	A
Magnoliopsida	Caricaceae	*Carica chilensis*	*Carica chilensis*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Carthamus*	*Carthamus lanatus*			H	A
Magnoliopsida	Asteraceae	*Centaurea*	*Centaurea chilensis*			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Centaurea*	*Centaurea flocosa*			S	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Centaurea*	*Centaurea melitensis*			H	A
Magnoliopsida	Asteraceae	*Chaetanthera*	*Chaetanthera glabrata*			H	E
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium papulosum*			H	N
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium petiolare*			H	N
Magnoliopsida	Polygonaceae	*Chorizanthe*	*Chorizanthe aff. frankenioides*			S	E
Magnoliopsida	Polygonaceae	*Chorizanthe*	*Chorizanthe commissuralis*			H	N
Magnoliopsida	Polygonaceae	*Chorizanthe*	*Chorizanthe glabrescens*			S	E
Magnoliopsida	Polygonaceae	*Chorizanthe*	*Chorizanthe vaginata*			S	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Chuquiraga*	*Chuquiraga ulicina*			A	E

Folio017173

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Asteraceae	*Cichorium*	*Cichorium intybus*			H	A
Magnoliopsida	Montiaceae	*Cistanthe*	*Cistanthe calycina*			H	E
Magnoliopsida	Montiaceae	*Cistanthe*	*Cistanthe cephalophora*			H	E
Magnoliopsida	Montiaceae	*Cistanthe*	*Cistanthe coquimbensis*			H	E
Magnoliopsida	Montiaceae	*Cistanthe*	*Cistanthe grandiflora*			H	E
Magnoliopsida	Montiaceae	*Cistanthe*	*Cistanthe longiscapa*			H	E
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Colliguaja*	*Colliguaja odorifera*			A	E
Magnoliopsida	Convulvulaceae	*Convolvulus*	*Convolvulus chilensis*			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Conyza*	*Conyza sumatrensis*			H	N
Magnoliopsida	Cactaceae	*Copiapoa*	*Copiapoa coquimbana*			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Copiapoa*	*Copiapoa dealbata*	VU	D.S. N° 33/2012	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Copiapoa*	*Copiapoa echinoides*	NT	D.S.Nº 19/2012	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Copiapoa*	*Copiapoa fielderiana*			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Copiapoa*	*Copiapoa marginata*	VU	D.S.Nº 19/2012	SU	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cordia*	*Cordia decandra*	NT	D.S. N° 42/12	A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Cotula*	*Cotula coronopifolia*			H	A
Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria*	*Cristaria aspera*			H	N
Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria*	*Cristaria cyanea*			H	E
Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria*	*Cristaria glaucophylla*			H	E
Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria*	*Cristaria gracilis*			H	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria*	*Cristaria vIridiluteola*			H	E
Magnoliopsida	Rubiaceae	*Cruckshanksia*	*Cruckshanksia montiana*			H	E
Magnoliopsida	Rubiaceae	*Cruckshanksia*	*Cruckshanksia pumila*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cryptantha*	*Cryptantha aspera*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cryptantha*	*Cryptantha glomerata*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cryptantha*	*Cryptantha gnaphalioides*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cryptantha*	*Cryptantha kingii*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cryptantha*	*Cryptantha marticorenae*			H	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Cumulopuntia*	*Cumulopuntia sphaerica*	FP	Benoit (1989)	SU	E
Magnoliopsida	Convulvulaceae	*Cuscuta*	*Cuscuta chilensis*			H	N
Magnoliopsida	Asclepiadaceae	*Cynanchum*	*Cynanchum boerhraviifolium*			H	E
Magnoliopsida	Campanulaceae	*Cyphocarpus*	*Cyphocarpus psammophilus*			H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Descurainia*	*Descurainia pimpinellifolia*			H	N
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Descurainia*	*Descurainia* sp.			H	A
Magnoliopsida	Malpighiaceae	*Dinemagonum*	*Dinemagonum gayanum*			S	E
Magnoliopsida	Apocynaceae	*Diplolepis*	*Diplolepis boerhaviifolia*			H	E
Magnoliopsida	Rhamnaceae	*Discaria*	*Discaria trinervis*			A	N
Magnoliopsida	Cactaceae	*Echinopsis*	*Echinopsis coquimbanus*			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Echinopsis*	*Echinopsis deserticola*	VU	Benoit (1989)	SU	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Encelia*	*Encelia canescens*			S	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce aurata*	VU	D.S.Nº 13/2013	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce crispa*	VU	D.S. N° 33/2012	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce curvispina*			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce eriosyzoides*			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce napina*	NT	D.S.Nº 19/2012	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce* sp.			SU	A
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce subgibbosa*	R	Benoit (1989)	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce villosa*			SU	E
Magnoliopsida	Geraniaceae	*Erodium*	*Erodium cicutarium*			H	A
Magnoliopsida	Apiaceae	*Eryngium*	*Eryngium anomalum*			H	E
Magnoliopsida	Apiaceae	*Eryngium*	*Eryngium macracanthum*	VU	D.S. N° 33/2012	H	E
Magnoliopsida	Myrtaceae	*Eucalyptus*	*Eucalyptus globulus*			A	A
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eulychnia*	*Eulychnia acida*			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eulychnia*	*Eulychnia brevifolia*			SU	E
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia copiapina*			H	E
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia lactiflua*			A	E
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia thinophila*			H	E
Magnoliopsida	Zygophyllaceae	*Fagonia*	*Fagonia chilensis*			H	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Flouresia*	*Flouresia thurifera*			A	N
Magnoliopsida	Frankeniaceae	*Frankenia*	*Frankenia chilensis*			S	N

Folio017176

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Onagraceae	*Fuchsia*	*Fuchsia lycioides*			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Geoffroea*	*Geoffroea decorticans*			A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Gnaphalium*	*Gnaphalium heterotrichum*			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Gutierrezia*	*Gutierrezia resinosa*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Haplopappus*	*Haplopappus cerberoanus*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Haplopappus*	*Haplopappus deserticola*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Haplopappus*	*Haplopappus parvifolius*			S	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Haplopappus*	*Haplopappus pulchellus*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Helenium*	*Helenium atacamense*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium filifolium*	VU	D.S. N° 33/2012	A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium floridum*			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium glutinosum*	VU	D.S. N° 33/2012	A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium huascoense*			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium inconspicuum*			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium longistylum*			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium megalanthum*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium sinuatum*			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium stenophyllum*			A	E
Magnoliopsida	Apiaceae	*Homalocarpus*	*Homalocarpus dichotomus*			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Hypochaeris*	*Hypochaeris scorzonorae*			H	E

Folio017177

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Juncaceae	*Juncus*	*Juncus acutus*			H	N
Magnoliopsida	Juncaceae	*Juncus*	*Juncus effusus*			H	N
Magnoliopsida	Verbenaceae	*Junellia*	*Junellia selaginoides*			A	E
Magnoliopsida	Krameriaceae	*Krameria*	*Krameria cistoidea*	LC	D.S. N° 42/12	A	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Lepidium*	*Lepidium angustissimum*			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Leucheria*	*Leucheria cumingii*			H	E
Magnoliopsida	Plumbaginaceae	*Limonium*	*Limonium sinuatum*			H	A
Magnoliopsida	Linaceae	*Linum*	*Linum usitatissimum*			H	A
Magnoliopsida	Verbenaceae	*Lippia*	*Lippia turbinata*			A	N
Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Lithrea*	*Lithrea caustica*			A	E
Magnoliopsida	Loasaceae	*Loasa*	*Loasa elongata*			H	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Campanulaceae*	*Lobelia polyphylla*			A	E
Magnoliopsida	Solanaceae	*Lycium*	*Lycium bridgesii*			A	E
Magnoliopsida	Solanaceae	*Lycium*	*Lycium chilense*			A	N
Magnoliopsida	Cactaceae	*Maihueniopsis*	*Maihueniopsis domeykoensis*	EN-R	D.S. N° 50/08	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Maihueniopsis*	*Maihueniopsis ovata*			SU	N
Magnoliopsida	Malesherbiaceae	*Malesherbia*	*Malesherbia humilis*			H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Menonvillea*	*Menonvillea minima*	EN	D.S. N° 33/2012	H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Menonvillea*	*Menonvillea orbiculata*			H	E
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Mesembryanthemum*	*Mesembryanthemum crystallinum*			H	A

Folio017178

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Cactaceae	*Miqueliopuntia*	*Miqueliopuntia miquelii*			SU	E
Magnoliopsida	Nyctaginaceae	*Mirabilis*	*Mirabilis elegans*			H	N
Magnoliopsida	Nyctaginaceae	*Mirabilis*	*Mirabilis ovata*			H	N
Magnoliopsida	Montiaceae	*Montiopsis*	*Montiopsis capitata*			H	N
Magnoliopsida	Plantaginaceae	*Monttea*	*Monttea chilensis*	EN	D.S. N° 51/08	A	E
Magnoliopsida	Polygonaceae	*Muehlenbeckia*	*Muehlenbeckia hastulata*			A	N
Magnoliopsida	Myrtaceae	*Myrcianthes*	*Myrcianthes coquimbensis*	EN	Benoit (1989)	A	E
Magnoliopsida	Solanaceae	*Nicotiana*	*Nicotiana glauca*			A	N
Magnoliopsida	Solanaceae	*Nicotiana*	*Nicotiana solanifolia*			A	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana coelestis*			S	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana crassulifolia*			S	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana divaricata*			S	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana filifolia*			A	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana paradoxa*			H	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana rostrata*			S	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana rupicola*			H	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana salsoloides*			A	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana sedifolia*			S	E
Magnoliopsida	Onagraceae	*Oenothera*	*Oenothera coquimbensis*			H	E
Magnoliopsida	Oleaceae	*Olea*	*Olea europaea*			A	A

Folio017179

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Asteraceae	*Ophryosporus*	*Ophryosporus triangularis*			A	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia* sp			SU	E
Magnoliopsida	Oxalidaceae	*Oxalis*	*Oxalis gigantea*			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Pectocarya*	*Pectocarya dimorpha*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Pectocarya*	*Pectocarya linearis*			H	A
Magnoliopsida	Asteraceae	*Perityle*	*Perityle emoryi*			H	N
Magnoliopsida	Solanaceae	*Phrodus*	*Phrodus microphyllus*			A	E
Magnoliopsida	Verbenaceae	*Phyla*	*Phyla nodiflora*			H	N
Magnoliopsida	Verbenaceae	*Phyla*	*Phyla reptans*			H	A
Magnoliopsida	Zygophyllaceae	*Pintoa*	*Pintoa chilensis*	EN	D.S. N° 33/2012	A	E
Magnoliopsida	Plantaginaceae	*Plantago*	*Plantago hispidula*			H	E
Magnoliopsida	Plantaginaceae	*Plantago*	*Plantago lanceolata*			H	A
Magnoliopsida	Asteraceae	*Plocarphus*	*Pleocarphus revolutus*			A	E
Magnoliopsida	Lythraceae	*Pleurophora*	*Pleurophora pungens*			S	E
Magnoliopsida	Plumbaginaceae	*Plumbago*	*Plumbago caerulea*			A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Polyachyrus*	*Polyachyrus fuscus*			SU	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Polyachyrus*	*Polyachyrus poepigii*			S	E
Magnoliopsida	Zygophyllaceae	*Porlieria*	*Porlieria chilensis*			H	E
Magnoliopsida	Mimosaceae	*Prosopis*	*Prosopis chilensis*	VU	D.S.Nº 13/2013	A	N
Magnoliopsida	Mimosaceae	*Prosopis*	*Prosopis flexuosa*	VU	D.S.Nº 13/2013	A	N

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Mimosaceae	*Prosopis*	*Prosopis strombulifera*	LC	D.S.Nº 13/2013	A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Proustia*	*Proustia ilicifolia*			A	E
Magnoliopsida	Schoepfiaceae	*Quinchamalium*	*Quinchamalium carnosum*			H	E
Magnoliopsida	Schoepfiaceae	*Quinchamalium*	*Quinchamalium chilense*			H	N
Magnoliopsida	Solanaceae	*Reyesia*	*Reyesia chilensis*			H	E
Magnoliopsida	Solanaceae	*Reyesia*	*Reyesia parviflora*			H	N
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Ricinus*	*Ricinus communis*			A	A
Magnoliopsida	Polygonaceae	*Rumex*	*Rumex crispus*			H	A
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Salix*	*Salix humboldtiana*			A	N
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Sarcocornia*	*Sarcocornia fruticosa*			S	A
Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus latifolius*			H	N
Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus molle*			A	N
Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus pearcei*			A	N
Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus polygamus*			A	N
Magnoliopsida	Solanaceae	*Schizantus*	*Schizantus candidus*			H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Schizpetalon*	*Schizopetalon maritimum*			H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Schizpetalon*	*Schizopetalon* sp.			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Senecio*	*Senecio alcicornis*			S	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Senecio*	*Senecio almeidae*			S	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Senna*	*Senna cummingii*			A	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Cucurbitaceae	*Sicyos*	*Sicyos baderoa*			A	N
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Sisymbrium*	*Sisymbrium officinale*			H	A
Magnoliopsida	Apocynaceae	*Skytanthus*	*Skytanthus acutus*			A	E
Magnoliopsida	Solanaceae	*Solanum*	*Solanum maritimum*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Sonchus*	*Sonchus oleraceus*			H	A
Magnoliopsida	Caryophyllaceae	*Spergularia*	*Spergularia pycnatha*			H	E
Magnoliopsida	Lamiaceae	*Stachys*	*Stachys eremicola*			H	E
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Suaeda*	*Suaeda foliosa*			S	N
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Suaeda*	*Suaeda multiflora*	VU	D.S. N° 33/2012	A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Tessaria*	*Tessaria absinthioides*			A	N
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Tetragonia*	*Tetragonia angustifolia*			A	E
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Tetragonia*	*Tetragonia macrocarpa*			H	E
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Tetragonia*	*Tetragonia maritima*			A	E
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Tetragonia*	*Tetragonia ulicina*			H	E
Magnoliopsida	Lamiaceae	*Teucrium*	*Teucrium nudicaule*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Tiquilia*	*Tiquilia litoralis*			S	N
Magnoliopsida	Cactaceae	*Trichocereus*	*Trichocereus coquimbanus*	NT	D.S. N° 41/12	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Trichocereus*	*Trichocereus deserticola*	VU	D.S.Nº 19/2012	SU	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Trifolium*	*Trifolium dubium*			H	A
Magnoliopsida	Loranthaceae	*Tristerix*	*Tristerix aphyllus*			A	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Valerianaceae	*Valeriana*	*Valeriana fragilis*			H	E
Magnoliopsida	Valerianaceae	*Valeriana*	*Valeriana senecioides*	EN	D.S. N° 33/2012	A	E
Magnoliopsida	Caricaceae	*Vasconcellea*	*Vasconcellea chilensis*			A	E
Magnoliopsida	Verbenaceae	*Verbena*	*Verbena litoralis*			H	N
Magnoliopsida	Violaceae	*Viola*	*Viola polypoda*			H	E

.

Folio017183

3.3.4.3 Fauna

De acuerdo a las bases de datos revisadas, para el Humedal del Río Huasco existe un total de seis documentos con información de fauna pertinente publicada durante los años 1995 y 2006. Dentro de estos documentos existe información técnica contenida en dos Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Además de dos Informes técnicos y un documento científico. La Tabla 3-13 resume los documentos de los cuales se obtuvo información del componente de fauna y los grupos taxonómicos pertinentes.

Tabla 3-13. Listado de documentos con antecedentes de fauna asociado al Humedal costero estuario del río Huasco.

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Grupo taxonómico evaluado
Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero.	EIA	1995	Aves Macromamíferos Micromamíferos Reptiles
Ruta Costera, Sector Puerto Viejo- Carrizal Bajo, Región de Atacama.	DIA	2003	Aves Macromamíferos Reptiles
Dinámica espacio temporal del ensamble avial del humedal de la desembocadura del río Huasco III región (28° 27's – 71°12'o) durante el periodo 2004 - 2005	Publicación Científica	2004-2005	Aves
Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza "Humedal Estuario del Río Huasco".	Informe científico técnico	2005	Anfibios Aves Macromamíferos Micromamíferos Reptiles
Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, en el sitio prioritario de conservación de biodiversidad estuario del río Huasco.	Informe científico técnico	2006	Aves Macromamíferos Micromamíferos Reptiles
Central Guacolda Unidad Nº3.	EIA	2006	Aves Macromamíferos

Folio017184

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Grupo taxonómico evaluado
			Micromamíferos
			Reptiles

a. Riqueza de especies

Del total de documentos revisados se registró una riqueza total de 168 especies presentes en el Humedal del Río Huasco. De estas especies el grupo taxonómico dominante fue el de las aves con 134 especies (79,8%), seguido de los Micromamíferos con 16 especies (9,5%), Los Reptiles con 12 especies (7,1%), los Macromamíferos con cuatro especies (2,4%) y los Anfibios con dos especies (1,2%). Ver la Figura 3-3.

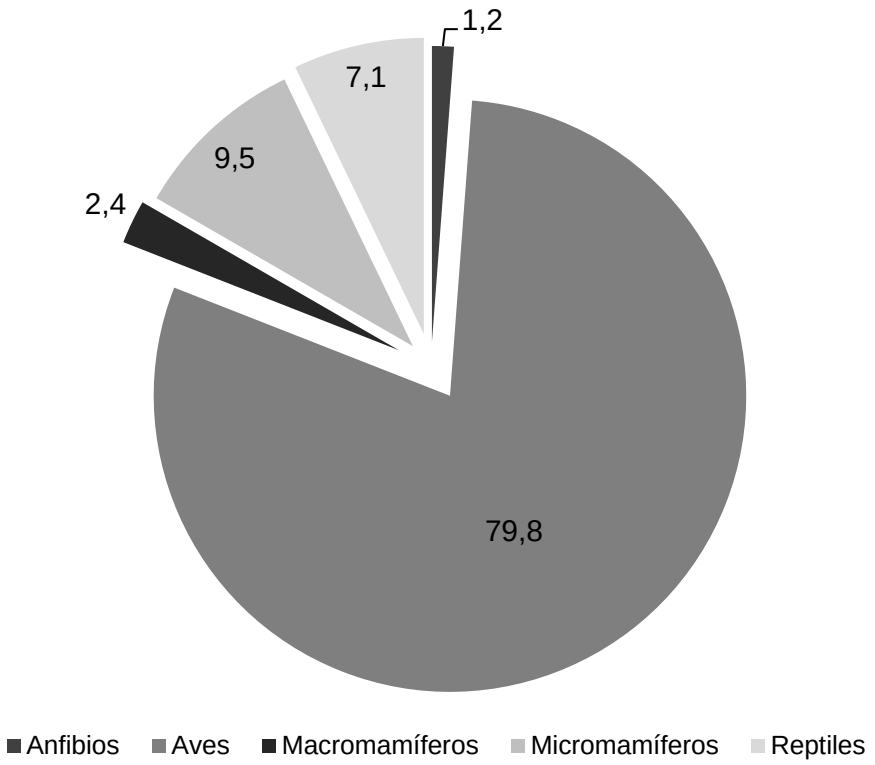


Figura 3-3. Composición porcentual de la riqueza de grupos taxonómicos de fauna registrados en los estudios recopilados del Humedal del Río Huasco.

Folio017185

b. Origen biogeográfico

De la riqueza de especies identificada para el Humedal, 150 de ellas son de origen nativo (91,5%), 14 endémicas (8,5%) y cuatro introducidas (2,4%).Ver la Figura 3-4.

Dentro de las especies nativas, el 89% de ellas corresponden a aves, seguida de los micromamíferos con el 6,7%. Mientras que el resto de los grupos no supera el 3% cada uno. Dentro de las especies endémicas el 79% corresponde a reptiles y el 14% a micromamíferos. Mientras que los anfibios alcanzan el 7%. Dentro de las especies endémicas no se registraron aves y micromamíferos. Por otra parte, dentro de las especies introducidas todas corresponden a micromamíferos de las especies *Lepus europaeus*, *Oryctolagus cuniculus*, *Rattus norvergicus* y *Mus musculus*. Ver la Figura 3-5.

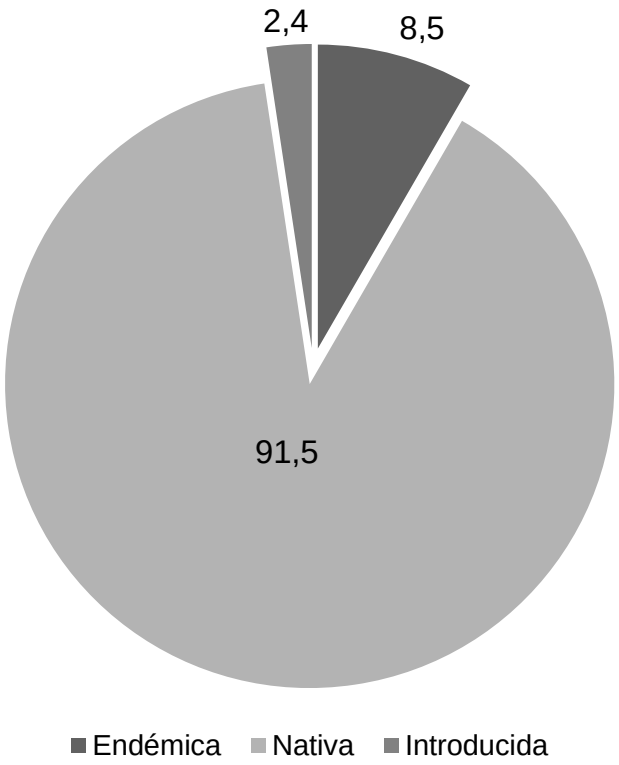


Figura 3-4. Composición porcentual de la riqueza y origen de las especies de fauna registradas en los estudios recopilados del Humedal del Río Huasco.

Folio017186

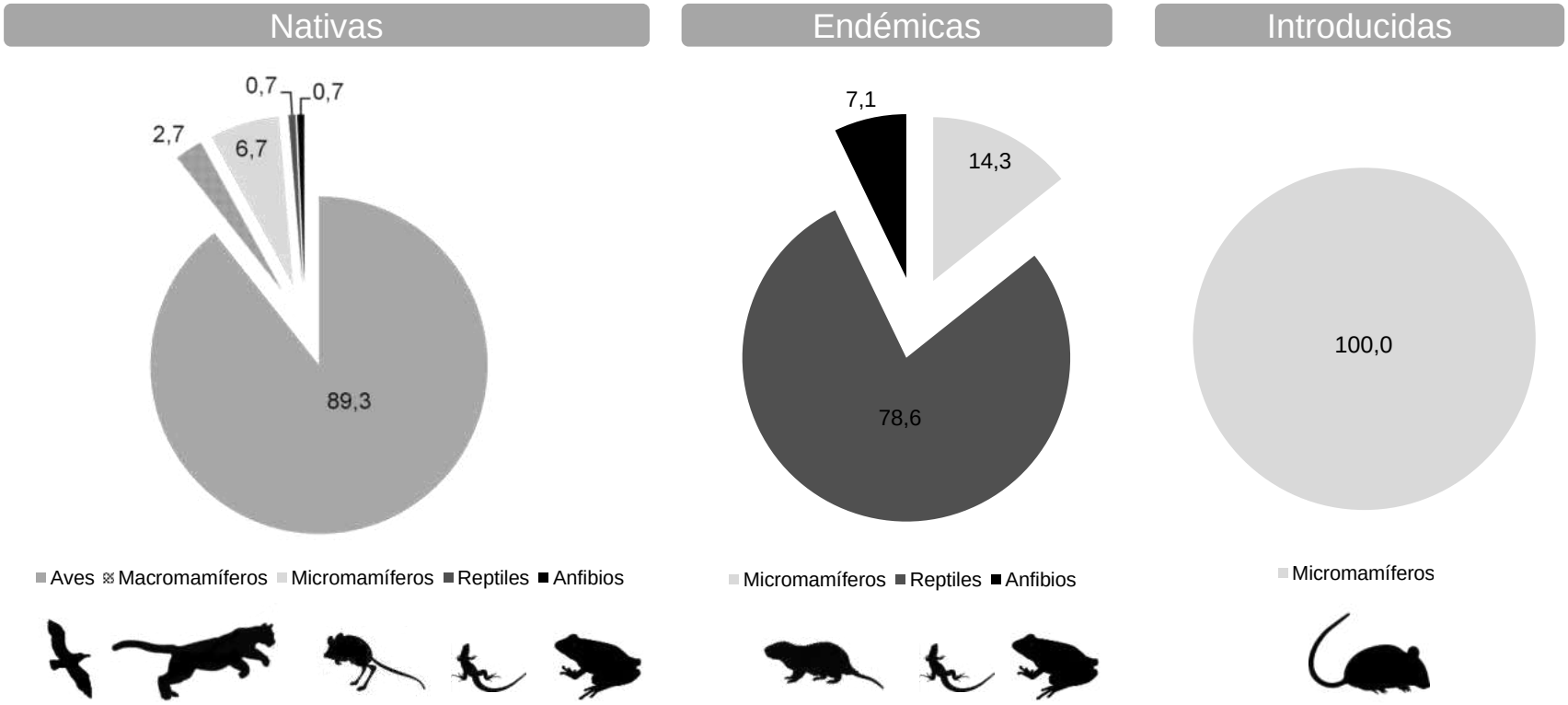


Figura 3-5. Composición porcentual de los grupos taxonómicos para las especies del Humedal del Río Huasco según su origen biogeográfico.

Folio017187

c. Estado de conservación

Dentro del total de especies registradas durante la búsqueda bibliográfica, se registró un total de 20 especies clasificadas en alguna categoría de amenaza, 17 especies clasificadas en alguna categoría fuera de amenaza y el resto de las especies no están clasificadas de acuerdo al Reglamento de Clasificación de Especies (RCE). Ver Figura 3-6.

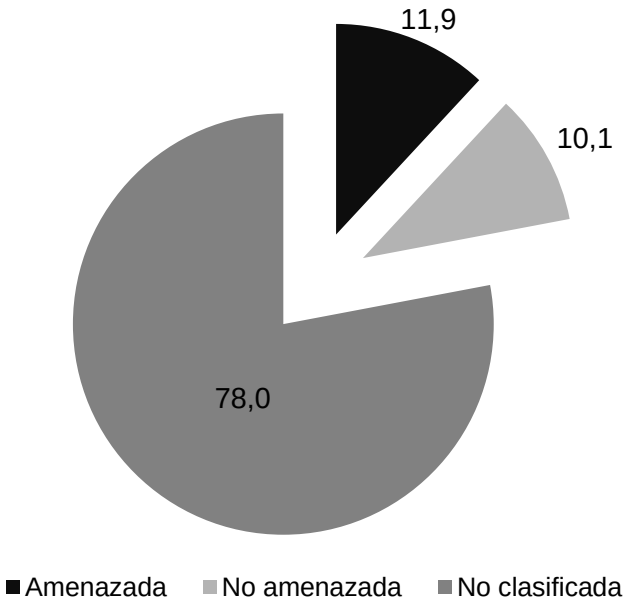


Figura 3-6. Composición porcentual de las especies clasificadas y no clasificadas de acuerdo a su estado de conservación en el RCE

Dentro de las especies amenazadas, cuatro especies En Peligro, de las cuales tres son aves y un micromamífero. Mientras que 16 especies son clasificadas como Vulnerables, de las cuales siente son aves, cinco reptiles, dos macromamíferos y un anfibio. Por otra parte dentro de las especies en categorías fuera de amenaza, se encuentran 8 especies Raras, 3 en Preocupación Menor, 3 Insuficientemente Conocidas, 2 especies Casi Amenazadas y una Fuera de Peligro. Ver la Figura 3-7 para el detalle de las especies clasificadas y la contribución de cada grupo taxonómico.

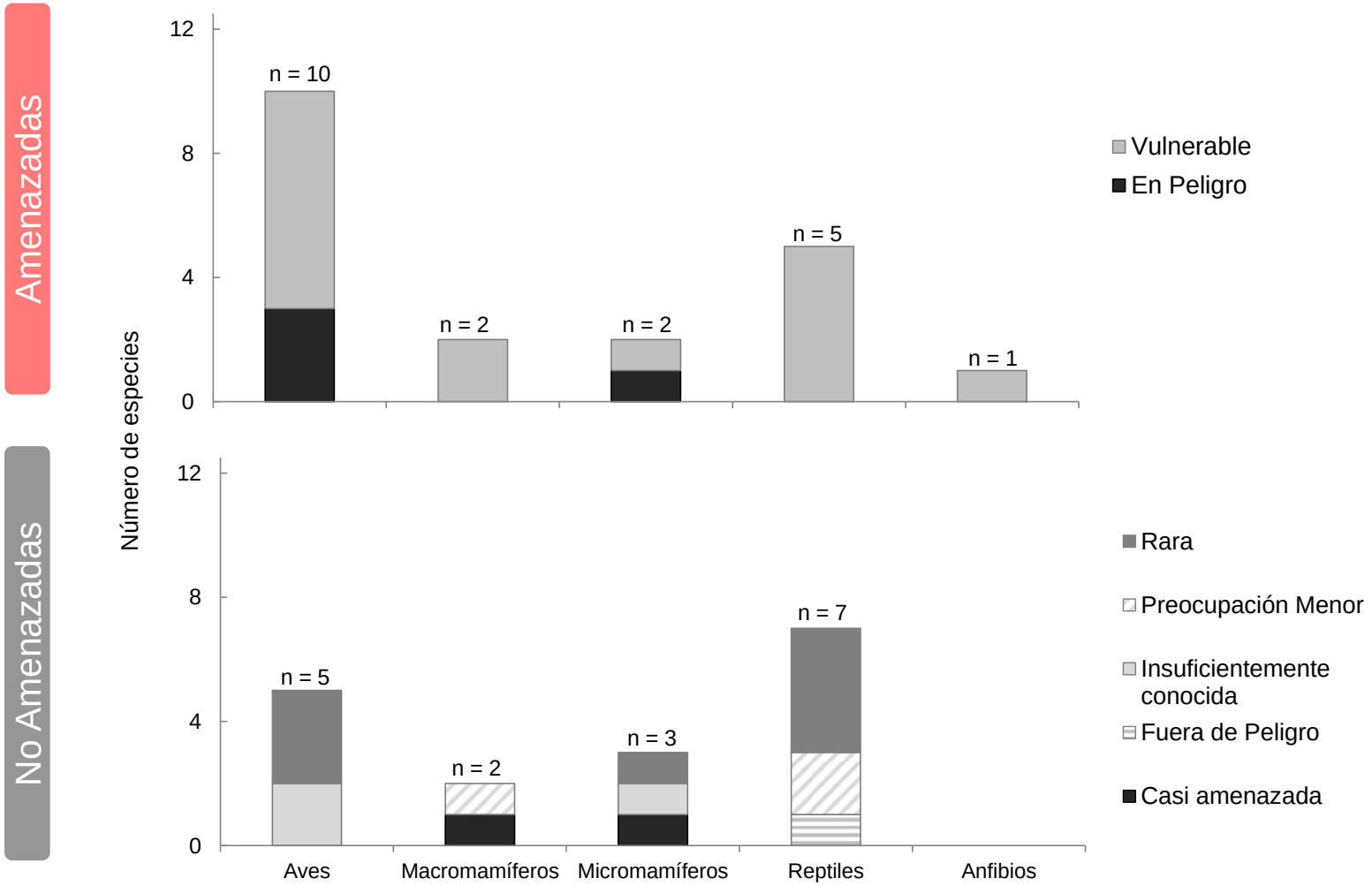


Figura 3-7. Contribución de cada grupo taxonómico a las especies clasificadas como amenazadas y no amenazadas de acuerdo al RCE.

Folio017189

d. Análisis temporal

De acuerdo a la información recopilada en la búsqueda bibliográfica a continuación se detalla los registros de riqueza de especies y abundancia cuando la información así lo permita para cada grupo taxonómico detectado en el Humedal del Río Huasco.

En el estudio corresponde al EIA del proyecto Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero, realizado en el año 1995 dentro del cual no se hizo registro de la abundancia de las especies identificadas y en el que se registró una riqueza total de 13 especies. Donde 8 fueron aves, dos micromamíferos, dos macromamíferos y un reptil. El origen biogeográfico de estas especies indicó que diez de ellas son nativas (77%), dos endémicas con el 15% (*Liolaemus platei* y *Spalacopus cyanus*) y el micromamífero introducido *Lepus europaeus* (8%).

Por otra parte dos especies están clasificadas en categorías de amenaza, registrándose a la especie de micromamífero En Peligro *Spalacopus cyanus* y a la especie de macromamífero Vulnerable *Pseudalopex culpaeus*. Mientras que dos especies están en categorías fuera de amenaza, con *Liolaemus platei* como especie Rara y como especie en *Pseudalopex griseus* Preocupación Menor (Tabla 3-14).

Tabla 3-14. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Rio Huasco identificada en el estudio. EIA: Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero (1995).

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
Aves	*Athene cunicularia*	Pequén	Nativa	--	--
	Cathartes aura	Jote de cabeza colorada	Nativa	--	--
	Coragyps atratus	Jote de cabeza negra	Nativa	--	--
	Geositta cunicularia	Minero	Nativa	--	--
	Larus maculipennis	Gaviota cahuil	Nativa	--	--
	Oreopholus ruficollis	Chorlo de campo	Nativa	--	--
	Phrygillus unicolor	Pajaro plomo	Nativa	--	--
	Zonotrichia capensis	Chincol	Nativa	--	--

Folio017190

Macromamíferos	*Pseudalopex culpaeus*	Zorro culpeo	Nativa	Vulnerable	DS 33/2012 MMA
	Pseudalopex griseus	Zorro chilla	Nativa	Preocupación menor	DS 33/2012 MMA
Micromamíferos	*Spalacopus cyanus*	Cururo	Endémica	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI
	Lepus europaeus	Liebre	Introducida	--	--
Reptiles	*Liolaemus platei*	Lagartja de Plate	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI

En el estudio correspondiente a una DIA del proyecto Ruta Costera, Sector Puerto Viejo-Carrizal Bajo, Región de Atacama, realizada en el año 2003 se registró una riqueza total de 31 especies, de las cuales 24 fueron aves, cinco reptiles y dos macromamíferos. Además en este documento se detalló la abundancia registrada para cada especie dentro de los grupos taxonómicos evaluados. Dentro de los grupos taxonómicos las aves fueron las más abundantes registrando 226 individuos totales y de los cuales la especie *Larus dominicanus* fue la dominante con 38 ejemplares. Seguido de los reptiles con 24 ejemplares y los macromamíferos con solo nueve ejemplares de las especies *Pseudalopex griseus* y *Lama guanicoe* (Tabla 3-15).

Dentro de estas especies, los cinco reptiles corresponden a especies endémicas, alcanzando el 16% de la riqueza total. Mientras que el resto de las especies son nativas.

Por otra parte, solo se encontraron dos especies en alguna categoría de conservación, representando el 8% de la riqueza total. Por un lado la especie amenazada *Theristicus melanopis* (En Peligro) y por otro lado la especie no amenazada *Anas platalea* (Insuficientemente Conocida).

En el estudio “Dinámica espacio temporal del ensamble avial”, de carácter científico se evaluó la composición y abundancia de aves durante el periodo 2004-2005. Se reportó una riqueza de 78 especies de avifauna y una abundancia total de 1088 individuos. Dentro de las especies más abundantes se encontró a *Lessonia rufa*, *Larus dominicanus*, *Cathartes aura* y *Fulica armillata*. Ver Tabla 3-16.

Del total de estas especies el 100% corresponde a especies nativas. Además, se registraron 8 especies en categoría de conservación, lo que corresponde al 10% de la avifauna descrita. De estas especies, cuatro se encuentran en categoría de conservación de amenaza, con tres especies Vulnerables (*Larus modestus*, *Phoenicopterus chilensis* y *Falco peregrinus*) y una especie En Peligro (*Theristicus melanopis*).

Tabla 3-15. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Rio Huasco identificada en el estudio. DIA: Ruta Costera, Sector Puerto Viejo- Carrizal Bajo, Región de Atacama (2003).

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
Aves	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana	Nativa	--	--	38
	Fulica armillata	Tagua	Nativa	--	--	24
	Geositta maritima	Minero Chico	Nativa	--	--	23
	Diuca diuca	Diuca	Nativa	--	--	18
	Zonotrichia capensis	Chincol	Nativa	--	--	18
	Fulica leucoptera	Tagua chica	Nativa	--	--	16
	Anas georgica	Pato jergón grande	Nativa	--	--	15
	Cathartes aura	Jote de cabeza colorada	Nativa	--	--	11
	Anas sibilatrix	Pato real	Nativa	--	--	8
	Troglodytes aedon	Chercan	Nativa	--	--	7
	Anas flavirostris	Pato jergón chico	Nativa	--	--	6
	Calidris alba	Playero blanco	Nativa	--	--	6
	Leptasthenura aegithaloides	Tijeral	Nativa	--	--	6
	Nycticorax nycticorax	Huairavo	Nativa	--	--	6
	Theristicus melanopis	Bandurria	Nativa	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI	5
	Lessonia rufa	Colegial	Nativa	--	--	4
	Ardea alba	Garza grande	Nativa	--	--	3
	Buteo polyosoma	Aguilucho	Nativa	--	--	3

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	Muscisaxicola brevirostris	Dormilona fraile	Nativa	--	--	3
	Anas platalea	Pato cuchara	Nativa	Insuficientemente conocido	DS 5/1998 MINAGRI	2
	Cinclodes nigrofumosus	Churrete costero	Nativa	--	--	1
	Cygnus melancoryphus	Cisne cuello negro	Nativa	--	--	1
	Numenius phaeopus	Zarapito	Nativa	--	--	1
	Phoenicopterus chilensis	Flamenco Chileno	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	1
Macromamíferos	*Lama guanicoe*	Guanaco	Nativa	Vulnerable	DS 33/2012 MMA	6
	Pseudalopex griseus	Zorro chilla	Nativa	Preocupación menor	DS 33/2012 MMA	3
	Liolaemus bisignatus	Lagartija de dos manchas	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	10
	Liolaemus atacamensis	Lagartija de Atacama	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	6
Reptiles	*Callopistes maculatus*	Iguana Chilena	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	4
	Liolaemus platei	Lagartja de Plate	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	3
	Homonota gaudichaudii	Salamanqueja del norte chico	Endémica	Preocupación menor	DS 52/2014 MMA	1

Tabla 3-16. Listado de especies de avifauna, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Rio Huasco identificada en el estudio. Estudio científico: Ensamble avial Universidad Arturo Prat (2004-2005).

Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
Lessonia rufa	Colegial	Nativa	--	--	48
Larus dominicanus	Gaviota dominicana	Nativa	--	--	38
Cathartes aura	Jote de cabeza colorada	Nativa	--	--	36
Fulica armillata	Tagua	Nativa	--	--	36
Vanellus chilensis	Queltehue	Nativa	--	--	32
Anas cyanoptera	Pato colorado	Nativa	--	--	31
Zonotrichia capensis	Chincol	Nativa	--	--	31
Phalacrocorax brasilianus	Yeco	Nativa	--	--	30
Oxyura vittata	Pato rana de pico delgado	Nativa	--	--	30
Anas georgica	Pato jergón grande	Nativa	--	--	30
Ardea alba	Garza grande	Nativa	--	--	29
Fulica rufifrons	Tagua de frente roja	Nativa	--	--	29
Haematopus ater	Pilpilén negro	Nativa	--	--	27
Tachycineta leucopyga	Golondrina Chilena	Nativa	--	--	25
Anas sibilatrix	Pato real	Nativa	--	--	25
Egretta thula	Garza chica	Nativa	--	--	24
Podilymbus podiceps	Picurio	Nativa	--	--	23
Nycticorax nycticorax	Huairavo	Nativa	--	--	22

Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
Himantopus melanurus	Perrito	Nativa	--	--	22
Ardea cocoi	Garza cuca	Nativa	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	21
Podiceps major	Huala	Nativa	--	--	20
Zenaida auriculata	Tórtola	Nativa	--	--	20
Zenaida meloda	Paloma de alas blancas	Nativa	--	--	20
Numenius phaeopus	Zarapito	Nativa	--	--	19
Charadrius alexandrinus	Chorlo nevado	Nativa	--	--	19
Calidris alba	Playero blanco	Nativa	--	--	18
Troglodytes aedon	Chercan	Nativa	--	--	17
Larus modestus	Gaviota garuma	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	16
Agelasticus thilius	Trile	Nativa	--	--	15
Larus belcheri	Gaviota peruana	Nativa	--	--	15
Cinclodes fuscus	Churrete acanelado	Nativa	--	--	14
Falco sparverius	Cernícalo	Nativa	--	--	14
Pelecanus thagus	Pelicano	Nativa	--	--	13
Fulica leucoptera	Tagua chica	Nativa	--	--	13
Cinclodes oustaleti	Churrete chico	Nativa	--	--	12
Rollandia rolland	Pimpollo	Nativa	--	--	12
Gallinula chloropus	Taguita del norte	Nativa	--	--	12
Porphyriops melanops	Taguita	Nativa	--	--	12

Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
Hymenops perspicillatus	Runrun	Nativa	--	--	12
Spinus barbata	Jilguero	Nativa	--	--	11
Larus pipixcan	Gaviota de Franklin	Nativa	--	--	11
Theristicus melanopis	Bandurria	Nativa	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI	10
Milvago chimango	Tiuque	Nativa	--	--	10
Charadrius modestus	Chorlo chileno	Nativa	--	--	10
Tachuris rubrigastra	Siete colores	Nativa	--	--	9
Tringa melanoleuca	Pitotoy grande	Nativa	--	--	9
Tringa flavipes	Pitotoy chico	Nativa	--	--	8
Arenaria interpres	Playero vuelvepiedras	Nativa	--	--	8
Catoptrophorus semipalmatus	Playero albiblanco	Nativa	--	--	8
Rynchops niger	Rayador	Nativa	--	--	8
Phytotoma rara	Rara	Nativa	--	--	7
Ixobrychus involucris	Huairavillo	Nativa	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	6
Anas platalea	Pato cuchara	Nativa	Insuficientemente conocido	DS 5/1998 MINAGRI	6
Haematopus palliatus	Pilpilén	Nativa	--	--	6
Sturnella loyca	Loica	Nativa	--	--	5
Coragyps atratus	Jote de cabeza negra	Nativa	--	--	5
Calidris bairdii	Playero de Baird	Nativa	--	--	5

Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
Phleocryptes melanops	Trabajador	Nativa	--	--	4
Phoenicopterus chilensis	Flamenco Chileno	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	4
Circus cinereus	Vari	Nativa	--	--	4
Elanus leucurus	Bailarín	Nativa	--	--	4
Curaeus curaeus	Tordo	Nativa	--	--	4
Sterna paradisaea	Gaviotín ártico	Nativa	--	--	4
Patagona gigas	Picaflor gigante	Nativa	--	--	4
Cistothorus platensis	Chercan de las vegas	Nativa	--	--	4
Sephanoides sephaniodes	Picaflor	Nativa	--	--	4
Falco peregrinus	Halcón peregrino	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	4
Laterallus jamaicensis	Pidencito	Nativa	Insuficientemente conocido	DS 5/1998 MINAGRI	3
Bubulcus ibis	Garza boyera	Nativa	--	--	2
Hirundo rustica	Golondrina bermeja	Nativa	--	--	2
Cygnus melancoryphus	Cisne cuello negro	Nativa	--	--	2
Buteo polyosoma	Aguilucho	Nativa	--	--	2
Aphriza virgata	Playero de las rompientes	Nativa	--	--	2
Anas flavirostris	Pato jergón chico	Nativa	--	--	2
Pardirallus sanguinolentus	Piden	Nativa	--	--	2
Charadrius collaris	Chorlo de collar	Nativa	--	--	2

Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
Larus maculipennis	Gaviota cahuil	Nativa	--	--	2
Caracara plancus	Traro	Nativa	--	--	2
Phrygilus fruticeti	Yal	Nativa	--	--	1

Folio017198

Dentro del informe técnico Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza “Humedal Estuario del Río Huasco” se reportó una riqueza total de 152 especies, de las cuales 121 fueron aves (80%), 14 micromamíferos (9%), 11 reptiles (7%), cuatro macromamíferos (3%) y dos anfibios (1%). Del total de estas especies 136 son nativas (89%), 14 son endémicas (9%) y dos introducidas (1,3%). Dentro de estas últimas se encuentran *Mus musculus y Rattus norvergicus*.

Por otra parte, del total de las especies 34 se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación, alcanzando el 22% de la riqueza total. Dentro de estas especies 20 se encuentran en categorías de amenaza con 16 especies Vulnerables y cuatro En Peligro. Mientras que 14 especies se encuentran en categorías de conservación no amenazadas. Ver la Tabla 3-17.

Folio017199

Tabla 3-17. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Rio Huasco identificada en el estudio. Informe técnico: Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza "Humedal Estuario del Río Huasco" (2005).

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
Anfibios	*Rhinella atacamensis*	Sapo de Atacama	Endémica	Vulnerable	DS 41/2011 MMA
	Pleurodema thaul	Sapo de cuatro ojos	Nativa	Casi amenazada	DS 41/2011 MMA
Aves	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	Gallinago paraguaiae	Becacina	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	Larosterna inca	Gaviotín monja	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	Larus modestus	Gaviota garuma	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	Larus serranus	Gaviota andina	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	Phalacrocorax bougainvillii	Guanay	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	Phoenicopterus chilensis	Flamenco Chileno	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	Anas bahamensis	Pato gargantilla	Nativa	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
	Ixobrychus involucris	Huairavillo	Nativa	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
	Laterallus jamaicensis	Pidencito	Nativa	Insuficientemente conocido	DS 5/1998 MINAGRI
	Coscoroba coscoroba	Cisne coscoroba	Nativa	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI
	Theristicus melanopis	Bandurria	Nativa	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI
	Calidris canutus	Playero ártico	Nativa	En Peligro	DS 50/2008 MINSEGPRES
	Agelasticus thilius	Trile	Nativa	--	--
	Agriornis livida	Mero	Nativa	--	--

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	Agriornis montana	Mero gaucho	Nativa	--	--
	Anairetes parulus	Cachudito	Nativa	--	--
	Anas cyanoptera	Pato colorado	Nativa	--	--
	Anas flavirostris	Pato jergón chico	Nativa	--	--
	Anas georgica	Pato jergón grande	Nativa	--	--
	Anas platyrhynchos	Pato de collar	Nativa	--	--
	Anthus correndera	Balarin chico	Nativa	--	--
	Aphriza virgata	Playero de las rompientes	Nativa	--	--
	Ardea alba	Garza grande	Nativa	--	--
	Arenaria interpres	Playero vuelvepiedras	Nativa	--	--
	Athene cunicularia	Pequén	Nativa	--	--
	Bubo magallanicus	Tucuquere	Nativa	--	--
	Bubulcus ibis	Garza boyera	Nativa	--	--
	Buteo polyosoma	Aguilucho	Nativa	--	--
	Calidris alba	Playero blanco	Nativa	--	--
	Calidris bairdii	Playero de Baird	Nativa	--	--
	Caracara plancus	Traro	Nativa	--	--
	Cathartes aura	Jote de cabeza colorada	Nativa	--	--
	Charadrius alexandrinus	Chorlo nevado	Nativa	--	--

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	Charadrius collaris	Chorlo de collar	Nativa	--	--
	Charadrius falklandicus	Chorlo de doble collar	Nativa	--	--
	Charadrius modestus	Chorlo chileno	Nativa	--	--
	Cinclodes fuscus	Churrete acanelado	Nativa	--	--
	Cinclodes oustaleti	Churrete chico	Nativa	--	--
	Circus cinereus	Vari	Nativa	--	--
	Cistothorus platensis	Chercan de las vegas	Nativa	--	--
	Colorhamphus parvirostris	Viudita	Nativa	--	--
	Columba livia	Paloma	Nativa	--	--
	Columbia picui	Tortolita cuyana	Nativa	--	--
	Coragyps atratus	Jote de cabeza negra	Nativa	--	--
	Curaeus curaeus	Tordo	Nativa	--	--
	Cygnus melancoryphus	Cisne cuello negro	Nativa	--	--
	Diuca diuca	Diuca	Nativa	--	--
	Egretta caerulea	Garza azul	Nativa	--	--
	Egretta thula	Garza chica	Nativa	--	--
	Elaenia albiceps	Fío fío	Nativa	--	--
	Elanus leucurus	Bailarín	Nativa	--	--
	Falco sparverius	Cernícalo	Nativa	--	--
	Fulica armillata	Tagua	Nativa	--	--

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	Fulica leucoptera	Tagua chica	Nativa	--	--
	Fulica rufifrons	Tagua de frente roja	Nativa	--	--
	Gallinula chloropus	Taguita del norte	Nativa	--	--
	Geositta cunicularia	Minero	Nativa	--	--
	Geositta rufipennis	Minero cordillerano	Nativa	--	--
	Haematopus ater	Pilpilén negro	Nativa	--	--
	Haematopus palliatus	Pilpilén	Nativa	--	--
	Himantopus melanurus	Perrito	Nativa	--	--
	Hirundo rustica	Golondrina bermeja	Nativa	--	--
	Hymenops perspicillatus	Runrun	Nativa	--	--
	Larus belcheri	Gaviota peruana	Nativa	--	--
	Larus dominicanus	Gaviota dominicana	Nativa	--	--
	Larus maculipennis	Gaviota cahuil	Nativa	--	--
	Larus pipixcan	Gaviota de Franklin	Nativa	--	--
	Leptasthenura aegithaloides	Tijeral	Nativa	--	--
	Lessonia rufa	Colegial	Nativa	--	--
	Lophonetta speculariodes	Pato juarjual	Nativa	--	--
	Milvago chimango	Tiuque	Nativa	--	--
	Mimus thenca	Tenca	Nativa	--	--
	Molothrus bonariensis	Mirlo	Nativa	--	--

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	Muscisaxicola brevirostris	Dormilona fraile	Nativa	--	--
	Netta peposaca	Pato negro	Nativa	--	--
	Numenius phaeopus	Zarapito	Nativa	--	--
	Nycticorax nycticorax	Huairavo	Nativa	--	--
	Nycticryphes semicollaris	Becacina pintada	Nativa	--	--
	Oxyura vittata	Pato rana de pico delgado	Nativa	--	--
	Parabuteo unicinctus	Peuco	Nativa	--	--
	Pardirallus sanguinolentus	Piden	Nativa	--	--
	Patagona gigas	Picaflor gigante	Nativa	--	--
	Pelecanus thagus	Pelicano	Nativa	--	--
	Phalacrocorax brasilianus	Yeco	Nativa	--	--
	Phalaropus tricolor	Pollito de mar tricolor	Nativa	--	--
	Phleocryptes melanops	Trabajador	Nativa	--	--
	Phrygilus alaudinus	Platero	Nativa	--	--
	Phrygilus fruticeti	Yal	Nativa	--	--
	Phytotoma rara	Rara	Nativa	--	--
	Pluvialis dominica	Chorlo dorado	Nativa	--	--
	Podiceps major	Huala	Nativa	--	--
	Podiceps occipitalis	Blanquillo	Nativa	--	--

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	Porphyriops melanops	Taguita	Nativa	--	--
	Pseudasthenes humicola	Canastero	Nativa	--	--
	Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina de dorso negro	Nativa	--	--
	Recurvirostra andina	Caití	Nativa	--	--
	Rhodopis vesper vesper	Picaflor del norte	Nativa	--	--
	Rollandia rolland	Pimpollo	Nativa	--	--
	Rynchops niger	Rayador	Nativa	--	--
	Sicalis luteola	Chirihue	Nativa	--	--
	Spinus barbata	Jilguero	Nativa	--	--
	Sterna hurundinacea	Gaviotín sudamericano	Nativa	--	--
	Sterna paradisaea	Gaviotín ártico	Nativa	--	--
	Sturnella loyca	Loica	Nativa	--	--
	Tachuris rubrigastra	Siete colores	Nativa	--	--
	Tachycineta leucopyga	Golondrina Chilena	Nativa	--	--
	Thalasseus elegans	Gaviotín elegante	Nativa	--	--
	Thinocorus rumicivorus	Perdicita	Nativa	--	--
	Tringa flavipes	Pitotoy chico	Nativa	--	--
	Tringa melanoleuca	Pitotoy grande	Nativa	--	--
	Tringa semipalmata	Playero grande	Nativa	--	--

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	Troglodytes aedon	Chercan	Nativa	--	--
	Turdus falcklandii	Zorzal	Nativa	--	--
	Tyto alba	Lechuza	Nativa	--	--
	Upucerthia dumetaria	Bandurrilla	Nativa	--	--
	Vanellus chilensis	Queltehue	Nativa	--	--
	Xolmis pyrope	Diucón	Nativa	--	--
	Zenaida auriculata	Tórtola	Nativa	--	--
	Zenaida meloda	Paloma de alas blancas	Nativa	--	--
	Zonotrichia capensis	Chincol	Nativa	--	--
Macromamíferos	*Lama guanicoe*	Guanaco	Nativa	Vulnerable	DS 33/2012 MMA
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	Nativa	Vulnerable	DS 33/2012 MMA
	Pseudalopex griseus	Zorro chilla	Nativa	Preocupación menor	DS 33/2012 MMA
	Puma concolor	Puma	Nativa	Casi amenazada	DS 42/2011 MMA
Micromamíferos	*Myocastor coypus*	Coipo	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	Desmodus rotundus	Piuchen	Nativa	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
	Abrocoma bennetti	Ratón chinchilla común	Endémica	Insuficientemente conocido	DS 5/1998 MINAGRI
	Spalacopus cyanus	Cururo	Endémica	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI
	Mus musculus	Ratón común	Introducida	--	--
	Rattus norvergicus	Guarén	Introducida	--	--

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	Abrotrix olivaceus	Ratón lanudo común	Nativa	--	--
	Akodon olivaceus	Ratón oliváceo	Nativa	--	--
	Eligmodontia typus	Ratoncito de pie sedoso	Nativa	--	--
	Histiotus montanus	Muerciélago orejudo	Nativa	--	--
	Octodon degu	Degu	Nativa	--	--
	Olygorizomys longicaudatus	Ratón de cola larga	Nativa	--	--
	Phyllotis darwini	Ratoncito de Darwin	Nativa	--	--
	Thylamys elegans	Yaca	Nativa	--	--
	Callopistes maculatus	Iguana Chilena	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	Liolaemus nigromaculatus	Lagartija de mancha	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	Liolaemus silvai	Lagartija de Silva	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	Microlophus atacamensis	Corredor de Atacama	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	Tachymenis chilensis	Culebra de cola corta	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
Reptiles	*Liolaemus atacamensis*	Lagartija de Atacama	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
	Liolaemus bisignatus	Lagartija de dos manchas	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
	Liolaemus platei	Lagartja de Plate	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
	Philodryas chamissonis	Culebra de cola larga	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
	Homonota gaudichaudii	Salamanqueja del norte chico	Endémica	Preocupación menor	DS 52/2014 MMA

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	Liolaemus copiapoensis	Lagartija de Copiapó	Endémica	Fuera de peligro	DS 5/1998 MINAGRI

Folio017208

Dentro de este EIA realizado el año 2006 del proyecto Central Guacolda Unidad Nº 3, se registró un total de 42 especies. De las cuales 35 correspondieron a aves (83%), tres micromamíferos, dos macromamíferos y dos reptiles. De estas especies 38 son nativas (90%), dos son endémicas (*Liolaemus bisignatus* y *Spalacopus cyanus*) y dos son introducidas (*Lepus europaeus* y *Oryctolagus cuniculus*). Ver Tabla 3-18.

De las especies registradas, 8 se encuentran en alguna categoría de conservación, alcanzando el 19% de la riqueza registrada. De estas especies, tres están dentro de categorías de conservación de amenaza: *Spalacopus cyanus* (En Peligro) y *Gallinago paraguaiae* y *Pseudalopex culpaeus* (Vulnerables). Mientras que cinco especies están en categorías fuera de amenaza: *Liolaemus bisignatus* y *Ardea cocoi* (Raras), *Pseudalopex griseus* y *Liolaemus fuscus* (Preocupación Menor), *Anas platalea* (Insuficientemente Conocida).

Tabla 3-18. Listado de especies de avifauna, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Rio Huasco identificada en el estudio. EIA: Central Guacolda Unidad Nº3 (2006).

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
Aves	*Anas flavirostris*	Pato jergón chico	Nativa	--	--	66
	Anas sibilatrix	Pato real	Nativa	--	--	60
	Anas cyanoptera	Pato colorado	Nativa	--	--	34
	Fulica rufifrons	Tagua de frente roja	Nativa	--	--	26
	Anas platalea	Pato cuchara	Nativa	Insuficientemente conocido	Insuficientemente conocido	25
	Anas georgica	Pato jergón grande	Nativa	--	--	19
	Larus dominicanus	Gaviota dominicana	Nativa	--	--	18
	Vanellus chilensis	Queltehue	Nativa	--	--	15
	Bubulcus ibis	Garza boyera	Nativa	--	--	15
	Nycticorax nycticorax	Huairavo	Nativa	--	--	13
	Lessonia rufa	Colegial	Nativa	--	--	11
	Agelasticus thilius	Trile	Nativa	--	--	11
	Tachycineta leucopyga	Golondrina Chilena	Nativa	--	--	11
	Egretta thula	Garza chica	Nativa	--	--	11
	Phalacrocorax brasilianus	Yeco	Nativa	--	--	8
	Pardirallus sanguinolentus	Piden	Nativa	--	--	8
	Phleocryptes melanops	Trabajador	Nativa	--	--	8

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	Ardea alba	Garza grande	Nativa	--	--	6
	Cinclodes patagonicus	Churrete	Nativa	--	--	6
	Fulica armillata	Tagua	Nativa	--	--	6
	Haematopus palliatus	Pilpilén	Nativa	--	--	6
	Charadrius collaris	Chorlo de collar	Nativa	--	--	6
	Gallinago paraguaiae	Becacina	Nativa	Vulnerable	Vulnerable	6
	Podilymbus podiceps	Picurio	Nativa	--	--	5
	Fulica leucoptera	Tagua chica	Nativa	--	--	5
	Tachuris rubrigastra	Siete colores	Nativa	--	--	4
	Ardea cocoi	Garza cuca	Nativa	Rara	Rara	4
	Numenius phaeopus	Zarapito	Nativa	--	--	3
	Tringa flavipes	Pitotoy chico	Nativa	--	--	3
	Cinclodes fuscus	Churrete acanelado	Nativa	--	--	2
	Egretta caerulea	Garza azul	Nativa	--	--	2
	Podiceps major	Huala	Nativa	--	--	2
	Pelecanus thagus	Pelicano	Nativa	--	--	2
	Porphyriops melanops	Taguita	Nativa	--	--	1
	Podiceps occipitalis	Blanquillo	Nativa	--	--	1
Macromamíferos	*Pseudalopex griseus*	Zorro chilla	Nativa	Preocupación menor	Preocupación menor	1

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	Nativa	Vulnerable	Vulnerable	1
Micromamíferos	*Lepus europaeus*	Liebre	Introducida	--	--	1
	Spalacopus cyanus	Cururo	Endémica	En Peligro	En Peligro	1
	Oryctolagus cuniculus	Conejo	Introducida	--	--	1
Reptiles	*Liolaemus fuscus*	Lagartija oscura	Nativa	Preocupación menor	Preocupación menor	1
	Liolaemus bisignatus	Lagartija de dos manchas	Endémica	Rara	Rara	1

Folio017212

El informe técnico GMA Caracterización Biológica, realizado durante 2006, se registró una riqueza total de 89 especies. De las cuales 60 correspondieron a aves (67%), 14 a micromamíferos (16%), 11 a reptiles (12%) y cuatro a macromamíferos (5%). De estas especies 74 son de origen nativo (83%), 13 son endémicas (15%) y dos son introducidas (2%).

La abundancia fue registrada directamente solo para la avifauna, las cuales alcanzaron los 1199 individuos, de los cuales *Anas cyanoptera*, *Anas sibilatrix*, *Fulica armillata*, *Larus dominicanus* y *Anas flavirostris oxyptera* fueron las más abundantes. Por otra, parte para el resto de los grupos taxonómicos solo se registró su presencia indirectamente.

Por otra parte, 22 especies están bajo alguna categoría de conservación, alcanzando el 25% de la riqueza total. De estas especies 11 están en categorías de amenaza y 11 en categorías fuera de amenaza. Ver la Tabla 3-19.

Folio017213

Tabla 3-19. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Rio Huasco identificada en el estudio. Informe técnico: GMA caracterización Biológica (2006).

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
Aves	*Anas cyanoptera*	Pato colorado	Nativa	--	--	229
	Anas sibilatrix	Pato real	Nativa	--	--	172
	Fulica armillata	Tagua	Nativa	--	--	162
	Larus dominicanus	Gaviota dominicana	Nativa	--	--	149
	Anas flavirostris oxyptera	Pato jergón chico del norte	Nativa	--	--	137
	Haematopus palliatus	Pilpilén	Nativa	--	--	54
	Fulica rufifrons	Tagua de frente roja	Nativa	--	--	49
	Anas flavirostris	Pato jergón chico	Nativa	--	--	23
	Mimus thenca	Tenca	Nativa	--	--	16
	Sephanoides sephaniodes	Picaflor	Nativa	--	--	15
	Tachycineta leucopyga	Golondrina Chilena	Nativa	--	--	15
	Agelasticus thilius	Trile	Nativa	--	--	12
	Nycticorax nycticorax	Huairavo	Nativa	--	--	9
	Charadrius collaris	Chorlo de collar	Nativa	--	--	9
	Pseudasthenes humicola	Canastero	Nativa	--	--	8
	Sicalis luteola	Chirihue	Nativa	--	--	8

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	Himantopus melanurus	Perrito	Nativa	--	--	8
	Vanellus chilensis	Queltehue	Nativa	--	--	7
	Numenius phaeopus	Zarapito	Nativa	--	--	7
	Zenaida auriculata	Tórtola	Nativa	--	--	6
	Zenaida meloda	Paloma de alas blancas	Nativa	--	--	6
	Anas georgica	Pato jergón grande	Nativa	--	--	6
	Cinclodes oustaleti	Churrete chico	Nativa	--	--	5
	Turdus falcklandii	Zorzal	Nativa	--	--	5
	Phalacrocorax brasilianus	Yeco	Nativa	--	--	5
	Zonotrichia capensis	Chincol	Nativa	--	--	5
	Lessonia rufa	Colegial	Nativa	--	--	4
	Phleocryptes melanops	Trabajador	Nativa	--	--	4
	Patagona gigas	Picaflor gigante	Nativa	--	--	4
	Cathartes aura	Jote de cabeza colorada	Nativa	--	--	3
	Rynchops niger	Rayador	Nativa	--	--	3
	Cinclodes fuscus	Churrete acanelado	Nativa	--	--	3
	Gallinula chloropus	Taguita del norte	Nativa	--	--	3
	Spinus barbata	Jilguero	Nativa	--	--	3

Folio017215

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	Pardirallus sanguinolentus	Piden	Nativa	--	--	3
	Egretta thula	Garza chica	Nativa	--	--	3
	Ardea alba	Garza grande	Nativa	--	--	3
	Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina de dorso negro	Nativa	--	--	3
	Tringa melanoleuca	Pitotoy grande	Nativa	--	--	2
	Charadrius alexandrinus	Chorlo nevado	Nativa	--	--	2
	Bubulcus ibis	Garza boyera	Nativa	--	--	2
	Tachuris rubrigastra	Siete colores	Nativa	--	--	2
	Podiceps major	Huala	Nativa	--	--	2
	Rhodopis vesper vesper	Picaflor del norte	Nativa	--	--	2
	Porphyriops melanops	Taguita	Nativa	--	--	1
	Pelecanus thagus	Pelicano	Nativa	--	--	1
	Oxyura vittata	Pato rana de pico delgado	Nativa	--	--	1
	Anairetes parulus	Cachudito	Nativa	--	--	1
	Circus cinereus	Vari	Nativa	--	--	1
	Egretta caerulea	Garza azul	Nativa	--	--	1
	Leptasthenura aegithaloides	Tijeral	Nativa	--	--	1

Folio017216

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	Parabuteo unicinctus	Peuco	Nativa	--	--	1
	Bubo magallanicus	Tucuquere	Nativa	--	--	1
	Sturnella loyca	Loica	Nativa	--	--	1
	Rollandia rolland	Pimpollo	Nativa	--	--	1
	Podilymbus podiceps	Picurio	Nativa	--	--	1
	Muxcisaxicola macloviana	Dormilona tontita	Nativa	--	--	1
	Larus modestus	Gaviota garuma	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	6
	Ardea cocoi	Garza cuca	Nativa	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	1
	Theristicus melanopis	Bandurria	Nativa	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI	1
Macromamíferos	*Pseudalopex griseus*	Zorro chilla	Nativa	Preocupación menor	DS 33/2012 MMA	X
	Lama guanicoe	Guanaco	Nativa	Vulnerable	DS 33/2012 MMA	X
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	Nativa	Vulnerable	DS 33/2012 MMA	X
	Puma concolor	Puma	Nativa	Casi amenazada	DS 42/2011 MMA	X
Micromamíferos	*Rattus norvergicus*	Guarén	Introducida	--	--	X
	Olygorizomys longicaudatus	Ratón de cola larga	Nativa	--	--	X

Folio017217

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	Abrotrix olivaceus	Ratón lanudo común	Nativa	--	--	X
	Thylamys elegans	Yaca	Nativa	--	--	X
	Akodon olivaceus	Ratón oliváceo	Nativa	--	--	X
	Octodon degu	Degu	Nativa	--	--	X
	Phyllotis darwini	Ratoncito de Darwin	Nativa	--	--	X
	Eligmodontia typus	Ratoncito de pie sedoso	Nativa	--	--	X
	Histiotus montanus	Muerciélago orejudo	Nativa	--	--	X
	Mus musculus	Ratón común	Introducida	--	--	X
	Myocastor coypus	Coipo	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	X
	Desmodus rotundus	Piuchen	Nativa	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	X
	Spalacopus cyanus	Cururo	Endémica	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI	X
	Abrocoma bennetti	Ratón chinchilla común	Endémica	Insuficientemente conocido	DS 5/1998 MINAGRI	X
Reptiles	*Liolaemus silvai*	Lagartija de Silva	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	X
	Callopistes maculatus	Iguana Chilena	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	X

Folio017218

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	Philodryas chamissonis	Culebra de cola larga	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	X
	Liolaemus platei	Lagartja de Plate	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	X
	Liolaemus atacamensis	Lagartija de Atacama	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	X
	Microlophus atacamensis	Corredor de Atacama	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	X
	Liolaemus bisignatus	Lagartija de dos manchas	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	X
	Tachymenis chilensis	Culebra de cola corta	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	X
	Liolaemus copiapoensis	Lagartija de Copiapó	Endémica	Fuera de peligro	DS 5/1998 MINAGRI	X
	Liolaemus nigromaculatus	Lagartija de mancha	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	X
	Homonota gaudichaudii	Salamanqueja del norte chico	Endémica	Preocupación menor	DS 52/2014 MMA	X

Folio017219

Dentro de los estudios recopilados, la mayor riqueza en todos ellos fue para las aves las que en su gran mayoría superan las 20 especies. Gran parte de los registros corresponden a aves de hábitos marinos, acuáticos o ribereños. Mientras que la riqueza de especies terrestres es reducida. Luego siguen los micromamíferos y los reptiles, los cuales superan las 10 especies. Mientras que los macromamíferos y los anfibios fueron los menos frecuentes no superando las cuatro especies. Para los anfibios, solo fueron registrados en uno de los estudios realizados en 2005 donde se detectó la presencia de *Rhinella atacamensis* y *Pleurodema thaul* pero sin indicar la abundancia observada (Figura 3-8).

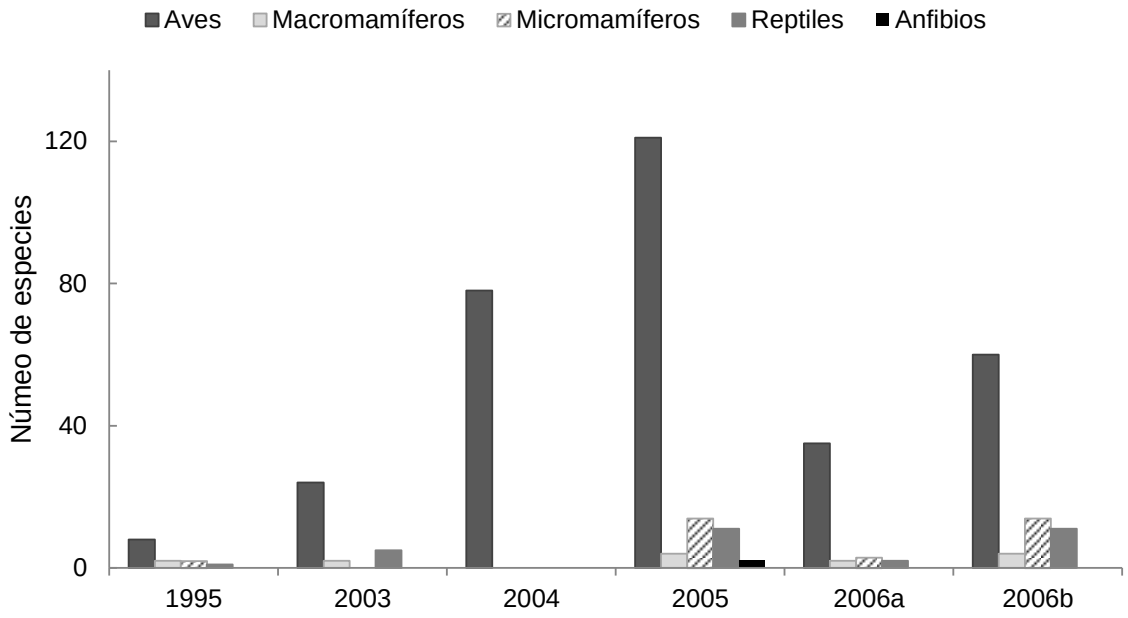


Figura 3-8. Riqueza de especies para cada grupo taxonómico registrado en los estudios recopilados. 2006a: EIA Central Guacolda Unidad Nº3 (2006), 2006b: GMA caracterización Biológica (2006).

Por otra parte, dentro de toda la información recopilada siempre se registraron especies en categoría de conservación amenaza y de no amenaza. El mayor número de especies con problemas de conservación se encuentran entre los años 2005-2006 (Figura 3-9). En general las especies clasificadas corresponden en su mayoría a aves y reptiles.

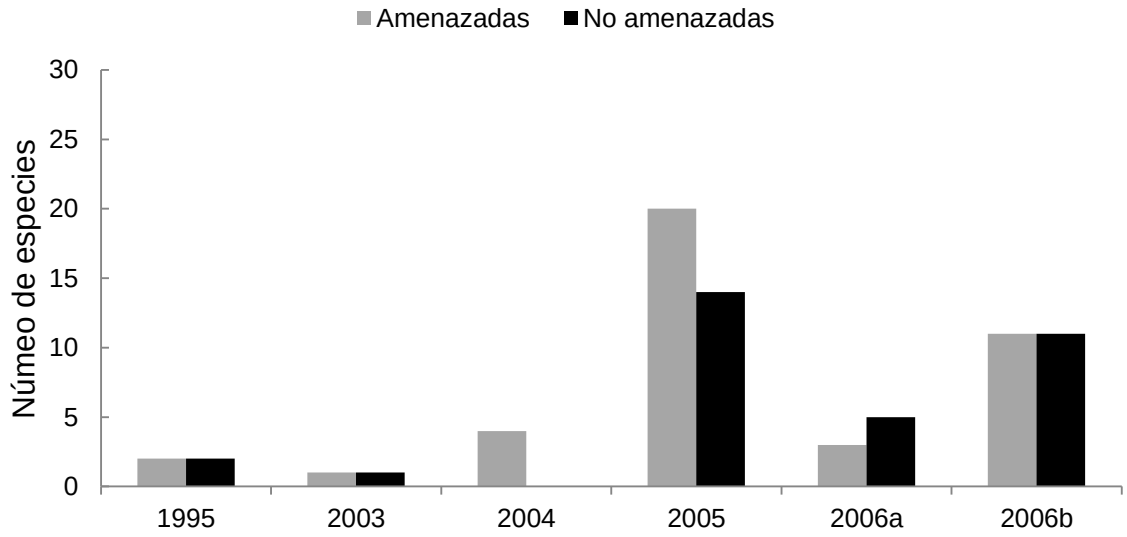


Figura 3-9 Número de especies en algún grado de amenaza registradas en los estudios recopilados. 2006a: EIA Central Guacolda Unidad Nº3 (2006), 2006b: GMA caracterización Biológica (2006).

3.3.4.4 Biota Acuática

En base a los documentos revisados con información relevante de la biota acuática, se encontró un total de 12 estudios, de los cuales cuatro corresponden a Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), uno a Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y siete correspondientes a informes técnicos y expedientes (Tabla 3-20).

En 1998 TESAM S.A. realizó el Estudio de Impacto Ambiental para Cementos Chile, el cual ingresó al Sistema de Evaluación de impacto ambiental bajo el nombre de "Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento". Dentro de las alteraciones potenciales de este proyecto, esencialmente ligadas a las instalaciones correspondientes al Terminal Marítimo de Punta de Loros, se encuentra la alteración a la biota marina, lo cual afectaría tanto a los hábitats de fauna marina durante la construcción, como la riqueza y abundancia de especies marinas durante el periodo de operación y mantenimiento. En la línea de base se destaca la dominancia del *Lessonia nigrescens* y bivalvos *Perumytilus purpuratus* en ambientes intermareales rocosos, crustáceos Porcellanidos en playas de bolones, *Lessonia trabeculata* en zonas submareales de sustrato duro y algas crustosas calcáreas y erizos *Tetrapygus niger* en rocas consolidadas. Por otro lado, las áreas de fondos blandos se han visto representados por moluscos como el caracol *Turritela cingulata*, pequeños crustáceos y poliquetos (Tabla 3-21).

El Estudio de Impacto Ambiental desarrollado al año siguiente (1999) para el proyecto "Ampliación y habilitación del terminal marítimo Las Losas" de la empresa Mineras del Pacífico, arroja resultados similares. En éste se destaca la presencia de una comunidad simple, de baja cobertura algal y dominancia de Poliquetos y crustáceos en la zona del intermareal rocoso; presencia de *Lessonia* sp., gastrópodos y baja ocurrencia de Alpargatas y Jerguillas en el sublitoral rocoso; mientras que las áreas de fondos blandos se vieron representadas por caracoles *Turritela cingulata* (Tabla 3-21).

En el contexto de la construcción del complejo termoeléctrico "Central Guacolda Unidad N°3" situado en la comuna de Huasco, se realizó una línea de base que

incluyó la caracterización de la fauna acuática en los cuerpos de agua dulce de la cuenca del río Huasco y la zona estuarina. En dicha prospección de registraron tres especies de peces, dos estuarinas: *Galaxias maculatus* (Vulnerable) y *Mugil cephalus* (Fuera de Peligro), además de *Gambusia holbroki*, especie introducida. En este documento se destaca la presencia potencial del pejerrey del norte (*Basilichthys mucrolepidotus*) especie En Peligro de extinción. Por otro lado, la macrofauna dominante en el sector sublitoral fueron los moluscos y poliquetos, además de la presencia de gastrópodos y crustáceos, mientras que las comunidades intermareales se vieron representadas por algas *Ulva lactuca*, *Iridaea* sp., y *Durvillea antarctica*, además de moluscos *Littorina peruviana* y crustáceos *Jehlius cirratus* (Tabla 3-21).

Durante el año 2010, esta misma empresa, a raíz de la línea de base ejecutada en base al Estudio de Impacto Ambiental ligado a la construcción de la quinta unidad de la central, al igual que en el estudio anterior, el sector sublitoral se vio dominado por moluscos, poliquetos y crustáceos, en tanto que las comunidades intermareales presentaron gran cobertura de algas *Ulva lactuca* y predominancia de gastrópodos *Litorrina peruviana*, *Austrolittorina peruviana*, crustáceos *Jehlius cirratus* y moluscos *Nodilittorina araucan.*

El año 2012 a raíz del proyecto “Modificación de la Central Hidroeléctrica río Huasco mediante instalación subestación eléctrica río Huasco” en el embalse Santa Juana, se destaca también la escasa presencia del camarón de río (*Cryphiops caementarius*), en la zona de emplazamiento del proyecto (Tabla 3-21).

Por otro lado, diversos estudios elaborados desde 2004 a 2011 (ver Tabla 3-20) han declarado en sus informes técnicos la presencia del camarón *Cryphiops caementarius* e ictiofauna constituida por las especies *Galaxias maculatus, Mugil cephalus, Gambusia holbroki, Basilichthys microlepidotus, Cheirodon pisciculus* y *Trichomycterus areolatus* en la cuenca y zona estuarina del río Huasco (Tabla 3-21).

Folio017222

Tabla 3-20 Proyectos y estudios consultados.

Proyectos	Año (Aprobación)	Tipo	Solicita	Emite
Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento.	1998	EIA	Minera Melón S.A	TESAM
Ampliación y habilitación terminal marítimo Las Losas.	1999	EIA	Compañía Minera del Pacífico S.A	TESAM
Central Guacolda Unidad Nº 3.	2006	EIA	Empresa Eléctrica Guacolda S.A	Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A
Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A	2010	EIA	Empresa Eléctrica Guacolda S.A	Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A
Modificación Central hidroeléctrica río Huasco.	2012	DIA	Hidroeléctrica Río Huasco S.A	Hidroeléctrica Río Huasco S.A
Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Huasco	2004	Informe técnico	Dirección General de Aguas (DGA)	CADE-IDEPE
Solicitud para creación de Santuario de la Naturaleza "Humedal Estuario del río Huasco".	2005	Expediente	CONAMA región de Atacama	CONAMA región de Atacama
Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática.	2006	Informe técnico	CONAMA región de Atacama	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores
Levantamiento y análisis de información sobre uso y propiedad de los terrenos insertos en el sitio prioritario estuario del río Huasco – Laguna Carrizal bajo, como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes de creación de áreas protegidas en la comuna de Huasco, región de Atacama.	2007	Informe técnico	CONAMA región de Atacama	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores
Plan de manejo participativo del sitio prioritario Estuario del río Huasco, utilizando la metodología propuesta por The Nature Conservancy. Planificación para la conservación de áreas (PCA).	2007	Informe técnico	CONAMA región de Atacama	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores
Análisis de impacto económico y social de anteproyecto de normas secundarias de calidad - Cuenca río Huasco.	2009	Informe técnico	Dirección General de Aguas	DSS AMBIENTE

Folio017223

			(DGA)	
Evaluación preliminar de caudales ecológicos en la cuenca del río Huasco (Chile) mediante la simulación del hábitat físico del pejerrey *Basilichthys microlepidotus* y el camarón de río *Cryphiops caementarius.*	2012	Informe técnico	Ministerio del Medio Ambiente (MMA)	UICN

Folio017224

Tabla 3-21 Grupos taxonómicos identificados en zona de interés. IR: Intermareal rocoso, PB: Playas con bolones, SM: Submareal, SL: Sublitoral, R: Rocoso, B: Blando, EH: Estuario Huasco, CR: Caudal río Huasco.

Grupo	Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	IR	PB	SM	SL		EH CR
										R	B	
Algas	Ochrophyta	Phaeophyceae	Laminariales	Lessoniaceae	Lessonia	*Lessonia* sp				x		
	Ochrophyta	Phaeophyceae	Laminariales	Lessoniaceae	Lessonia	*Lessonia trabeculata*			x			
	Ochrophyta	Phaeophyceae	Laminariales	Lessoniaceae	Lessonia	*Lessonia nigrescens*	x					
	Ochrophyta	Phaeophyceae	Fucales	Durvillaeaceae	Durvillea	*Durvillea antarctica*	x					
	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvales	Ulvaceae	Ulva	*Ulva* sp.	x					
	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvales	Ulvaceae	Ulva	*Ulva lactuca*	x					
	Rhodophyta	Florideophyceae	Gigartinales	Gigartinaceae	Iridaea	*Iridaea* sp.	x					
Zoobentos	Mollusca	Bivalvia	Mytilida	Mytilidae	Perumytilus	*Perumytilus purpuratus*	x					
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Littorina	*Littorina peruviana*	x					
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Littorina (Austrolittorina)	*Austrolittorina peruviana*	x					
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Nodilittorina	*Nodilittorina araucana*	x					
	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Turritellidae	Turritella	*Turritella cingulata*			x		x	
	Mollusca	Gastropoda	-	-	-	Gastropoda indet				x		
	Mollusca	-	-	-	-	Mollusca indet.				x		
	Arthropoda	Maxillopoda	Sessilia	Chthamalidae	Jehlius	*Jehlius cirratus*	x					
	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae	Petrolisthes	*Petrolisthes* sp.		x				

Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae	Allopetrolisthes	*Allopetrolisthes* sp.		x		
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	Cryphiops	*Cryphiops caementarius*				x
Arthropoda	Crustacea (Subfilo)	-	-	-	Crustacea indet.	x		x	
Echinodermata	Echinoidea	Arbacioida	Arbaciidae	Tetrapygus	*Tetrapygus niger*		x		
Annelida	Polichaeta	-	-	-	Polichaeta indet.	x		x	

Folio017226

Tabla 3-22 Especies de peces presentes en el río Huasco y zona estuarina.

Especie	Nombre común	Origen biogeográfico	Estado de conservación
Trychomycterus areolatus	Bagrecito	Nativa	Vulnerable
Basilichthys microlepidotus	Pejerrey del norte	Nativa	Vulnerable
Galaxias maculatus	Puye	Nativa	Vulnerable
Mugil cephalus	Lisa	Nativa	Insuficientemente conocida
Cheirodon pisciculus	Pocha	Nativa	Vulnerable
Gambusia holbroki	Gambusia	Introducida	-

3.3.5 Actividad 5 Revisar y sistematizar la información relevante de estudios realizados en el área de influencia del humedal en relación a derechos de agua, hidrología e hidrogeología de parte baja de la cuenca del río Huasco.

Se incluye mapa de ubicación geográfica de derechos de agua superficiales y subterráneos en el área de estudio (Figura 3-10). Esto fue verificado y complementado con la información solicitada conforme a ley de transparencia a DGA (Tabla 6-3).

De manera de conocer el estado del caudal de aguas superficiales que ingresa al humedal del rio Huasco se recopiló la información obtenida de la estación DGA “río Huasco Bajo” (6.849.338 N y 286.712 E), la cual registró datos sólo para el período entre 1987-2000 (luego de esto su estatus es “Suspendida”). Además, se evaluó el documento: “Diagnostico y clasificación de los cursos de agua según objetivos de calidad/ Cuenca del río Huasco (Cade-Idepe 2004), incluido en la Tabla 3-20.

Folio017227

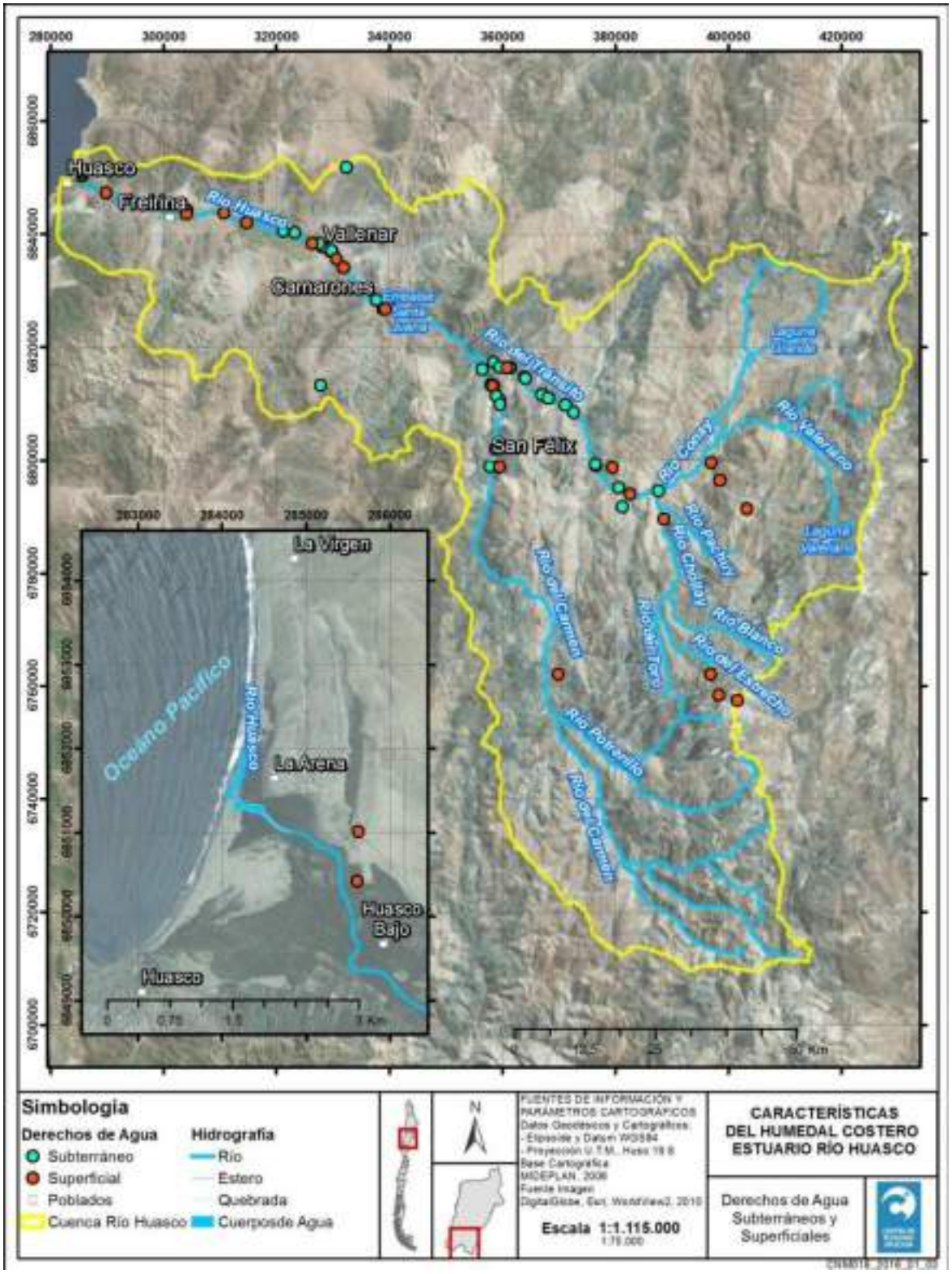


Figura 3-10 Hidrología de la cuenca del río Huasco.

Folio017228

4 OBJETIVO ESPECÍFICO 2: LEVANTAR INFORMACIÓN BIOLÓGICA ACTUALIZADA, ASÍ COMO TAMBIÉN DE; EL O LOS ECOSISTEMAS PRESENTES Y PROPONER UNO O MÁS OBJETOS DE PROTECCIÓN SEGÚN EL VALOR ECOSISTÉMICO IDENTIFICADO

4.1 Actividades

Para desarrollar este objetivo específico se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Aplicar la Carta de Ocupación de Tierras (COT) para establecer las unidades vegetacionales y pisos vegetacionales como proxy a ecosistemas.

2. Identificar el listado de especies de flora y vegetación por unidad vegetacional

3. Para cada componente ambiental presentar un listado actualizado de las especies y su estado de conservación de acuerdo a los Decretos Supremos del reglamento de Clasificación de Especies y otros instrumentos oficiales.

4. Georreferenciar, cartografiar y generar metadatos con toda la información que se obtenga en las campañas de terreno.

5. Analizar los cambios en la diversidad biológica del humedal desde el año 2005 hasta el 2016.

6. A partir de la información existente y la información generada en el desarrollo de este estudio, establecer los objetos de conservación del humedal costero como insumo para la solicitud de la creación de un Santuario de la Naturaleza.

7. Elaborar un documento con la caracterización biológica integra del humedal costero.

4.2 Materiales y Métodos

El área de estudio, correspondiente al Humedal Costero Estuario Huasco (28°26'49" S; 71°12'00" W), se encuentra a 1,5 km de la comuna de Huasco, perteneciente a la provincia homónima, la cual limitada al norte con la provincia de Copiapó y hacia el sur con la región de Coquimbo, en la región de Atacama.

La comuna de Huasco se caracteriza por emplazarse al interior del subsistema transversal del valle de Huasco donde se desarrolla fuertemente la agricultura y con menor intensidad la industria de generación de energía eléctrica y la minera. Las características climáticas de esta zona dan paso a una zona transicional de vegetación, fauna e hidrología entre la Sub-región del Desierto Costero hacia la zona Central de Chile, por lo que el Humedal costero Estuario del río Huasco es el último de los escasos humedales litorales de la zona Semiárida de Chile (Sielfeld et al., 2012).

Dado el alto dinamismo que presentan estos ecosistemas, este estudio considera una extensión más amplia a la zona costera, considerando el estuario como elemento principal del humedal litoral, pero que depende de la interacción del río y sus riberas desde su

Folio017229

naciente hasta su desembocadura. Es por ello, que dependiendo del componente en evaluación abarcamos diferentes áreas de la zona de estudio lo que es posible observar en la Figura 3-1.

En las campañas de invierno (julio) y primavera (octubre) de 2016 se monitoreó:

- puntos para componentes de biota acuática (H1-H6),
- puntos para calidad de agua y sedimentos (H1-H5),
- 13 puntos para avistamientos y catastro de aves (AV1-AV13),
- puntos para catastro de fauna (FAU1- FAU8)
- 20 puntos de observación para levantamiento de información vegetacional y Carta de Ocupación de Tierras (COT).

Junto con ello el 23 y 24 de agosto se sobrevoló el humedal obteniendo imágenes de 260 ha aproximadamente donde se obtuvo información complementaria para realizar la caracterización vegetacional, de uso de suelo y algunas actividades del Capítulo 3 de este informe.

Folio017230

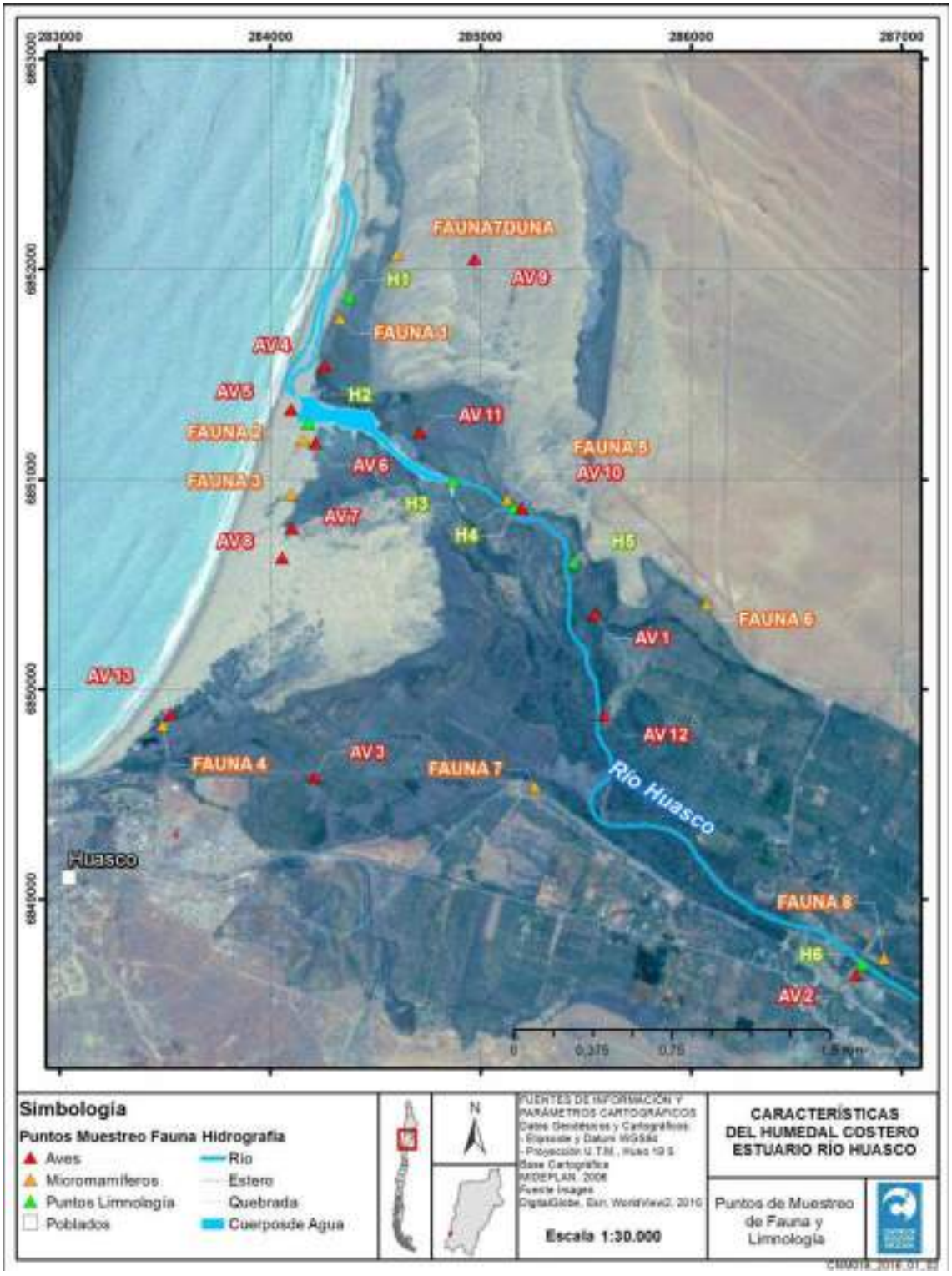


Figura 4-1 Puntos de muestreo limnológicos (biota acuática, calidad de agua y sedimentos), fauna (micromamíferos) y aves correspondientes a la campaña de invierno y primavera 2016.

Folio017231

4.2.1 Caracterización del hábitat

El entendimiento de la dinámica del ecosistema y cómo los cambios en las variables físicas en el humedal influyen en las características químicas y biológicas es esencial para la comprensión de las interacciones y funcionamiento del sistema. En este sentido, se desarrolla la caracterización del hábitat físico en sistemas acuático, lo que permite visualizar a mayor escala diferentes factores que influyen en estado de las comunidades biológicas (García et al. 2012). La variación en las condiciones del lugar como cobertura vegetacional, velocidad de la corriente, tamaño del sustrato, entre otros puede determinar la distribución de diferentes especies en la cuenca (Freeman & Grossman, 1993). De mismo modo, tener registros del hábitat a través del tiempo proporciona información valiosa a la hora de explicar cambios en el medio acuático y semiacuático. Con este objetivo en cada uno de los sitios ha sido desarrollada una ficha de caracterización del área de muestreo. En ella se describe mediante fotografías y valores las características generales cualitativas de la condición de la ribera, intervenciones antrópicas, predominancia vegetacional y de manera cuantitativas la profundidad del río, turbidez, velocidad de corriente, entre otras

En específico la velocidad de corriente se estimó utilizando un flujómetro digital General Oceanics modelo 2030 con rotor standard S2030-R de 0,01 de precisión. Se informa el promedio de tres mediciones. Para cada medición se sumerge el flujómetro por 15 segundo, anotando el número de vueltas contadas por la rotación de la hélice. Lo cual mediante la fórmula del propio instrumento en gabinete se transforma a la medición en m/s. En ríos caudalosos, esta medición se realiza en la orilla.

4.2.2 Calidad de agua y sedimentos

La toma y preservación de muestras para análisis de calidad de agua y sedimentos se realizó de acuerdo al procedimiento general de muestreo PGL-13 del Laboratorio Ambiental Centro de Ecología Aplicada Ltda. “Recomendaciones para el muestreo y preservación de las muestras”, el cual está basado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition, 2012 y las normas chilenas NCh 411/1 Of.96, NCh 411/3 Of.96, NCh 411/4 Of.97 y NCh 411/6 Of.98.

Las muestras con tiempo de análisis *(Holding time)* de 24 horas (o inferior a la duración de la campaña de terreno), debidamente preservadas, fueron enviadas al finalizar cada jornada de trabajo a los laboratorios correspondientes acreditados por el Instituto Nacional de Normalización (INN). Para aquellas muestras con tiempo de análisis mayor a lo mencionado, se trasladaron debidamente preservadas a los laboratorios correspondientes acreditados por el INN, al finalizar la campaña de terreno.

4.2.2.1 Análisis físico-químicos

Las muestras de agua y sedimento fueron analizadas en laboratorios acreditados por el INN cuyos certificados de acreditación corresponden a los siguientes: CEA (LE677), SGS (LE117 y LE118), Biodiversa (LE128), HIDROLAB (LE215) y ECOGESTION AMBIENTAL (LE1283). Los métodos utilizados para el análisis en laboratorio e *in-situ* de cada uno de los parámetros, y los laboratorios se muestran en la Tabla 4-1 y Tabla 4-2.

Tabla 4-1 Métodos de muestreo y análisis de los parámetros físico y químicos monitoreados en la columna de agua del Humedal Huasco monitoreadas en dos campañas (invierno y primavera) de 2016.

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
Temperatura	° C	PTL-26 Procedimiento de Determinación de Temperatura, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 2550 B.	CEA
Conductividad eléctrica	mS/cm	PTL-24, Procedimiento de Determinación de Conductividad - Salinidad, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 2520 B.	CEA
Salinidad	g/L	PTL-24, Procedimiento de Determinación de Conductividad - Salinidad, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 2520 B.	CEA
Oxígeno disuelto	mg/L	PTL-23 Procedimiento de Determinación de Oxígeno Disuelto y Porcentaje de Saturación, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500-O G.	CEA
pH	-	PTL-22 Procedimiento de Determinación de pH basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500-H+B.	CEA
Carbonatos	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 2320 B.	CEA
Clorofila	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and	BIODIVERSA

Folio017233

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
		Wastewater, 22nd edition 2012. Método 10200 H	
Bicarbonatos	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 2320 B.	CEA
Alcalinidad total	mgCaCO3/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 2320 B.	CEA
Materia orgánica	mg/L	Pérdida por ignición	CEA
Color (Pt-Co)	-	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 2120 B	HIDROLAB
Turbiedad	NTU	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22nd Edition, 2012, Metodo 2130 B.	CEA
Sólidos sedimentables	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 2540 F	HIDROLAB
Aluminio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Aluminio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Arsénico	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Arsénico disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Bario	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Bario disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Berilio	mg/L		HIDROLAB

Folio017234

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
		Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 3120 B	
Berilio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Boro	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Boro disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cadmio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cadmio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cianuro total	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 4500 C	HIDROLAB
Cloruro	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500 Cl- B.	CEA
Cobalto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cobalto disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cobre	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cobre disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cromo	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA

Folio017235

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
Cromo disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Fluoruro	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500-F BC	SGS SANTIAGO
Hierro	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Hierro disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Litio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Litio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Manganeso	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Manganeso disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Mercurio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Mercurio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Molibdeno	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Molibdeno disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Níquel	mg/L		CEA

Folio017236

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
		Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	
Níquel disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Plata	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Plata disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Plomo	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Plomo disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Selenio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Selenio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Sulfato	mg/L	PTL-3 Procedimiento de Determinación de Sulfatos. Método validado, basado en Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500-SO4-2 E.	CEA
Vanadio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Vanadio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Zinc	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Zinc disuelto	mg/L		CEA

Folio017237

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
		Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	
Sodio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Potasio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Potasio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Calcio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Magnesio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Magnesio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
RAS	-	Standard Methods Ed 22nd, 2012 Método 3111 B - D	CEA
Sodio porcentual	%	Estimación por cálculo a partir de Sodio, Calcio y Magnesio basado en métodos de análisis de agua para riego, 2006. Instituto de investigaciones agropecuarias	CEA
Sólidos disueltos totales	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 2540 C	HIDROLAB
Coliformes fecales	NMP/100 ml	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 9221 E	HIDROLAB
Nitritos	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 4110 B.	CEA
Nitratos	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 4110 B	CEA

Folio017238

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
Fósforo total	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500-P B y E.	CEA
Amonio	µg/L	PTL-9, determinación de nitrógeno en amonio, basado en Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500-NH3 F.	CEA
Nitrógeno total	mg/L	Nitrógeno Total: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 4500NA. Corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L.	HIDROLAB
Ortofosfato	µg/L	PTL-10, determinación de fósforo en ortofosfato, basado en Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500-P E.	CEA
Aceites y grasas	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 5520 D	HIDROLAB
Hidrocarburos totales	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 5520 F	HIDROLAB
DBO5	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 5210 B	HIDROLAB
DQO	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 5220 D	HIDROLAB
Coliformes totales	NMP/100 ml	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 9221 B	HIDROLAB
Detergentes	mg SAAM/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 5540 C	HIDROLAB
DDT+DDD+DDE	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 6232 B	HIDROLAB
2,4-D	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and	HIDROLAB

Folio017239

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
		Wastewater, 22nd edition 2012. Método 6640 B	
Lindano	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 6630 B	HIDROLAB
Metoxicloro	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 6630 B	HIDROLAB
Pentaclorofenol	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 6640 B	HIDROLAB
Muestreo manual de aguas	-	PGL-13, Procedimiento general de muestreo. Método basado en el Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005 y las siguientes Normas Chilenas: NCh 411/2,Of96, NCh 411/4.Of97, NCh 411/6.Of98 y NCh 411/11.Of98.	-

Tabla 4-2 Parámetros químicos métodos de análisis monitoreados en los sedimentos del sector de Humedal Huasco en dos campañas (invierno y primavera) de 2016.

Parámetro	Unidad	Metodología Propuesta técnica	Laboratorio
Arsénico	mg/kg	I-ENV_LAB-116 basado en EPA 3050 Digestión Standard Methods Ed 22, 2012 Método 3114 B	SGS SANTIAGO
Azufre	mg/kg	I-ENV-LAB-116 Basado en EPA Methods 3050B y I-ENV-LAB-501 basado en EPA Methods 6010B y Standard Methods ED.22, 2012 3120B (ICP)	SGS SANTIAGO
Níquel	mg/kg	I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050 Digestión Standard Methods Ed.22, 2012 Método 3111 B	SGS SANTIAGO
Vanadio	mg/kg	I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050 Digestión Standard Methods Ed.22, 2012 Método 3111 D	SGS SANTIAGO
Cromo	mg/kg	I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050 Digestión Standard Methods Ed.22, 2012 Método 3111 B	SGS SANTIAGO
Mercurio	mg/kg	I-ENV-LAB-110 basado en Método EPA7471-A y B.	SGS SANTIAGO
Hierro	mg/kg	I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050 Digestión Standard	SGS

Folio017240

		Methods Ed.22, 2012 Método 3111 B	SANTIAGO
Granulometría	%	Res. Ex. N° 3612 Año 2009 modificada RES. Ex, N°1508, 2014 Numeral 26 Subsecretaría de Pesca	ECOGESTION AMBIENTAL
Potencial Redox	mV	Nordstrom and F.D. Wilde, 2005, Reduction Oxidation Potential (Electrode Method): U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, book 9, chap. A6., sec. 6.5, September 2005.http://water.usgs.gov/owq/FieldManual/Chapter6/6.5_v_1.2.pdf.	CEA
Materia orgánica	%	Res. Ex. N° 3612 Año 2009 modificada RES. Ex, N°1508, 2014 Numeral 27 Subsecretaría de Pesca	ECOGESTION AMBIENTAL
pH	-	Medido en terreno	CEA

4.2.2.2 Análisis de datos

Los resultados de los análisis físico-químicos de agua y sedimento del área de estudio, se representaron a través de gráficos de barras, para cada uno de los parámetros. Se graficaron aquellos parámetros que registraron al menos el 50% de los datos en las campañas agosto y noviembre 2016 cuantificables. En el caso de los parámetros con al menos el 50% de los datos cuantificables, los valores bajo o sobre el límite de detección (máximo o mínimo) fueron sustituidos por el valor del propio límite para efectos de los cálculos, según lo recomendado por la USEPA (EPA ProUCL, 2013).

Adicionalmente, los resultados de la presente campaña, fueron comparados con los valores definidos en la NCh.1333 Of.78 para uso en riego, recreación con contacto directo y vida acuática, así como con el Anteproyecto de Norma Secundaria de la Cuenca del río Huasco, el punto HU-30 del Anteproyecto ubicado entre la descarga de aguas servidas de Vallenar y el inicio del humedal, correspondió al punto que se encontraba más cercano al humedal, por lo cual se utilizó para realizar la comparación entre los datos de las campañas agosto 2016 y noviembre 2016, y los límites establecidos en el Anteproyecto de Norma Secundario de la Cuenca del río Huasco.

Los valores de RAS y sodio porcentual fueron calculados por el área química del Centro de Ecología Aplicada (CEA). El cálculo de RAS se realiza con las concentraciones de sodio, calcio y magnesio (Suarez, 1981), según la fórmula:

$$RAS = Na \div \sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}$$

Los valores de sodio porcentual, se calculan a través de todos los cationes presentes en la muestra (INIA, 2006), según la fórmula:

$$Na\ (\%) = (Na \div (Na + K + Ca + Mg))*100$$

Folio017241

Para sedimentos en Chile no existe normativa ambiental para sedimentos en sistemas continentales, es por ellos que se utilizó como referencia la Guía de sedimentos acuáticos de Ontario (Persaud *et al.,* 1993) y la Norma Canadiense para sedimentos (CCME, 2002).

Persaud *et al* (1993)

- LEL: Nivel de efecto leve (The lowest effect level), correspondería a una concentración con posibles efectos adversos en algunos recursos bentónicos.
- SEL: Nivel de efecto severo (The severe effect level), indicaría que concentraciones sobre SEL podría tener efectos significativos en los organismos bentónicos, y por tanto el parámetro se considera altamente contaminante.

CCME (2002)

- ISQG: Guías de calidad para sedimentos interinos (Interim sediments quality guidelines por sus siglas en inglés). Estos valores corresponden a los niveles en que los parámetros referenciados raramente provocarían efectos adversos en la biota.
- PEL: Niveles de efectos probables (Probable effect levels), indicarían concentraciones que frecuentemente provocan efectos adversos en la biota.

4.2.3 Biota acuática

4.2.3.1 Zooplancton

El zooplancton se obtuvo a través de tres muestras representativas de la columna de agua, con una red Nansen de luz de Malla de 110 µm, con la malla sumergida contracorriente por 10 minutos. Éstas fueron preservadas con formalina al 10% y posteriormente enviadas al laboratorio para su análisis. Las muestras fueron analizadas cualitativa y cuantitativamente a través del examen bajo la lupa en una cámara BOGOROW, separando la totalidad de los organismos, clasificándolos y contándolos. La clasificación de los organismos del zooplancton se realizó según Araya & Zúñiga (1985) y Pennak (1989).



Figura 4-2 Red de zooplancton

4.2.3.2 Zoobentos

Se tomaron tres muestras representativas aleatorias en cada punto de muestreo con un core de 0,0085 m^2. Éstas fueron fijadas con alcohol al 95% y posteriormente enviadas a laboratorio para su análisis. Las muestras fueron analizadas cualitativa y cuantitativamente separando la totalidad de los organismos, y clasificándolos en base a los trabajos de Bertrand (1995), Lopretto & Tell (1995), Lugo-Ortiz & McCafferty (1995, 1999) y Merrit & Cummins (1996).

Para ambas comunidades se aplicó el índice de diversidad biológica de Shannon-Wiener (H') (Krebs, 1988) y su cálculo se realizó en base a todos los organismos presentes en las muestras según la expresión:

$$H`(bits) = -\sum_{i=1}^{S} p_i * \log_2 p_i$$ (Krebs, 1988)

s = número de especies y

p_i = proporción de la especie i en la muestra

También se determinó la homogeneidad de las abundancias de especies en la muestra a través del índice de equidad (J'), de acuerdo a la expresión:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{\log_2 s}$$ (Krebs, 1988)

H' = índice de Shannon-Wiener

H'_{max} = valor máximo teórico de H' y

s = número de especies

4.2.3.3 Ictiofauna

Para la caracterización de la ictiofauna se realizó la colecta de peces mediante el arte de pesca denominado "pesca eléctrica", el cual contempla el uso de un equipo portátil modelo Coffelt de 12 V y chinguillos, con los cuales se capturan todos los ejemplares presentes en un área de 100 m^2, barrida en una de las riberas de cada sistema evaluado.

La totalidad de los peces recolectados fueron identificados hasta el nivel de especie, cuantificados y caracterizados in situ en sus aspectos morfométricos de peso total (PT) y longitud total (LT). Utilizando esta información morfológica, se estimará para cada ejemplar capturado el factor de condición (K), el cual corresponde a un índice de la "robustez" o "gordura" de los peces (Lagler, 1956), de acuerdo a:

$$K = \frac{PT}{LT^3} * 1.000$$ Lagler (1956)

Una vez medidos, los peces fueron liberados vivos en los mismos sitios de captura. Las colectas de peces se realizaron en conformidad al permiso de pesca vigente que autoriza a CEA Ltda. la realización de pesca de investigación en el área de estudio.

4.2.4 Fauna

La unidad del muestreo cuantitativo fue realizada acorde a los sitios definidos en función de la accesibilidad, seguridad, representatividad y homogeneidad del sector estudiado. En base a la información bibliográfica y al estudio de imágenes satelitales disponibles en Google Earth se determinó la ubicación de ocho puntos de muestreo, de tal forma que abarcaran los principales tipos de ambientes presentes en el sector.

Folio017244

En cada estación de muestreo se realizó un recorrido pedestre abarcando un circuito variable (200 m o más), dependiendo de la homogeneidad y características del ambiente. Para cada estación de muestreo se registró sus coordenadas (mediante GPS), esfuerzo de muestreo (distancia y/o tiempo recorrido) y una breve caracterización.

La determinación de la fauna se realizó principalmente mediante observación directa de los individuos. Se estimó la abundancia relativa para cada clase, así como, la proporción entre los individuos contabilizados de la especie y el total de individuos de cada clase. El muestreo de los distintos taxa de vertebrados se efectuó siguiendo las metodologías dispuestas por la Guía para evaluación de línea base componente fauna silvestre (SAG, 2012b), Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA (SEA, 2015). Para cada grupo objetivo de fauna, se utilizó la siguiente metodología en terreno:

Anfibios: El muestreo de anfibios se realizó mediante transectos de longitud variable (100 m o más), de no más de 3 metros a cada lado, donde se removieron piedras, troncos o elementos que presenten condición de microhábitat apropiado para esta clase de vertebrado. En caso de ser observados, los ejemplares fueron capturados manualmente, identificados y fotografiados. Para las larvas (renacuajos) se revisó su presencia en los cuerpos de agua (ej. pozas).

Reptiles: La determinación de reptiles se realizó mediante observación directa de los individuos, complementando un muestreo pasivo (recorrido pedestre con observación de ejemplares) y muestreo activo (remoción de piedras y revisión de arbustos). Los transectos o recorridos de muestreo fueron de longitud variable (100 m o más), de no más de 3 metros a cada lado. En caso de ser observados, los ejemplares fueron eventualmente capturados (manualmente o con lazo corredizo), identificados y fotografiados.

Aves: En el caso de las aves, se recorrió cada estación de muestreo contabilizando los individuos de las diferentes especies con ayuda de binoculares 10 x 50, y registrando los ejemplares avistados o escuchados (siguiendo la clave de Egli, 1998, 2002). Cada recorrido fue de longitud variable (200 m o más), con un ancho de no más de 20 metros a cada lado. Además, se registró evidencia cualitativa indirecta (fecas, huellas, plumas, nidos).

Mamíferos: Para el estudio de mamíferos, en el caso de animales mayores (megamamíferos; ej. zorros, vizcachas, conejos), además de avistamientos directos en recorridos de longitud variable (200 m o más), se buscó evidencias indirectas (huellas y fecas, siguiendo a Acosta & Simonetti, 1999 y Muñoz-Pedreros, 2009).

Para las especies de micromamíferos (roedores), se realizaron trampeos nocturnos asistemáticos y dirigidos, utilizando trampas Sherman (de captura viva). Las trampas fueron cebadas (con avena), y se colocaron en líneas de trampeo (cada trampa separada aproximadamente 10 m), las que fueron revisadas a la mañana siguiente. Los ejemplares capturados fueron identificados, fotografiados y liberados. El trampeo fue de dos noches consecutivas para cada estación de muestreo.

Para las especies de micromamíferos (Quirópteros), se realizó un monitoreo de captura mediante tres redes niebla (2.6m x 4m, entramado de 38 mm), dispuestas en zonas húmedas de vegetación abierta y con presencia de insectos. El monitoreo se extendió durante cuatro horas, desde el periodo crepuscular (19:00-20:00 horas).

Para la identificación de las especies avistadas en terreno, se utilizaron las siguientes fuentes bibliográficas: Reptiles y Anfibios: Veloso et al. (1995), Formas (1995), Mella (2005), Pincheira-Donoso & Núñez (2005), Vidal & Labra (2008) y Demangel (2016); Aves: Araya & Millie (1998), Araya & Bernal (1995), Rottmann (1995), Pearman (1995), De la Peña & Rumboll (1998), Egli & Aguirre (2000), Jaramillo (2005) y Martínez & González (2005); Mamíferos: Campos (1996), Reise & Venegas (1987), Redford & Eisenberg (1992), Contreras & Yáñez (1995), Iriarte (2008), Muñoz-Pedreros & Yánez (2009).

Para determinar los estados de conservación (EC) de las especies de vertebrados terrestres detectadas en las campañas de terreno efectuadas durante invierno y primavera de 2016, se revisaron los listados derivados de la aplicación de del Decreto Supremo N° 29/11 del MMA Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE), a saber: Decretos Supremos Nº151/07, Nº50/08, Nº51/08, Nº23/09, todos del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; y de los Decretos Supremos Nº31/12, Nº41/12, Nº42/12, Nº19/12, Nº 13/13, Nº 52/14, Nº 38/15 y N°16/16 en este caso del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Para aquellas especies no presentes en los Decretos antes señalados, se considerará lo indicado en el D.S. 05/98 Reglamento de la Ley de Caza.

En relación a las categorías de conservación vigentes, tal como se indica en el Art. 5 y 30 de la reciente modificación, D.S. N°29 del Ministerio del Medio Ambiente publicado en el D.O. en abril de 2012, el procedimiento de clasificación de especies empleará los criterios definidos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que han sido desarrollados para estimar el riesgo o probabilidad de extinción en el cual se encuentra una especie, no obstante lo anterior se mantendrán vigentes aquellas categorías no homologadas insuficientemente conocido, rara y fuera de peligro mientras dichas especies no sean nuevamente evaluadas en los procesos de clasificación de especies. Los criterios UICN actualmente vigentes, corresponden a la versión 3.1 y han sido incorporados desde el quinto proceso de clasificación de especies (D.S. N°33/2012, D.S. N°41/2012 y D.S. N°42/2012).

4.2.5 Vegetación

4.2.5.1 Caracterización de la vegetación

La caracterización de la vegetación presente en el Área de Estudio en ambas campañas correspondientes a las estaciones de otoño-invierno y primavera de 2016, se recogió información específica de la flora vascular presente, registrando así la riqueza de especies como además de la cobertura relativa mediante la aplicación de inventarios florísticos.

4.2.5.2 Carta de Ocupación de Tierras – COT

Para realizar la caracterización de la vegetación se procedió a hacer un muestreo estratificado mediante parcelas de vegetación, empleando el método de la Carta de Ocupación de Tierras (COT), descrito por Etienne y Prado (1982), el cual se basa en la descripción de la fisionomía, cobertura, especies dominantes y estructura de la vegetación.

Esta metodología se puede utilizar para clasificar sistemas vegetales tanto zonales y azonales, siendo esta una metodología válida en la caracterización de sistemas vegetales azonales hídricos (Ahumada y Faúndez, 2009).

La caracterización de la vegetación comprende las siguientes etapas metodológicas:

a. *Fotointerpretación, segmentación de imágenes satelitales y clasificación preliminar de la vegetación.*

Según el nivel de detalle requerido, se elabora una cartografía preliminar, delimitando las unidades de vegetación sobre la base de un mosaico de imágenes satelitales obtenidas en Google Earth (Sistema de proyección UTM, Datum WGS84, huso 19S). En este caso, se trabajó con escalas de 1:5.000 y 1:8.000.

b. *Diseño muestral y campañas de terreno.*

Con la primera etapa realizada, se determina la intensidad de muestreo y se elabora el plan de terreno. La finalidad de esta etapa es corroborar la delimitación de las unidades dudosas en la cartografía previa, así como también asignar nuevos límites de vegetación, además de asignar el tipo vegetacional correspondiente según la (las) especie (s) dominante (s).

c. *Descripción de las unidades de vegetación en terreno.*

Mediante el uso de formularios y procedimientos estandarizados, se recoge la información en terreno, lo que permite describir la vegetación a nivel de tipo vegetacional, incorporando el tipo de formación vegetal (por ejemplo, herbazal, matorral, entre otros), la cobertura vegetal total, y la(s) especie(s) dominante(s). Además se colectan otros datos generales que aportan información adicional, como la posición topográfica, el grado de artificialización, y el estado sanitario de la vegetación. Para estos fines, se realizaron 21 parcelas (puntos de muestreo) de 20 x 20 m.

d. *Atributación y generalización de la información.*

En base a los antecedentes generales, y bibliografía, en conjunto con la información recogida en terreno, se procedió a definir cartográficamente las formaciones vegetacionales mediante el uso de herramientas de cartografía digital, atributando cada formación con los tipos vegetacionales identificados y asociándolos con la cobertura de polígonos de iguales características. Se obtiene así como resultado la Cartografía de la Vegetación (COT) para las unidades presentes en el Área de Estudio, la cual es una cartografía fisionómica que refleja la imagen fiel de la vegetación al momento de su evaluación y a la escala apropiada de presentación.

Por ahora los resultados se centrarán en describir a modo general la vegetación. La COT propiamente tal se confeccionará de manera definitiva luego de la siguiente campaña de terreno (primavera 2016), lo que nos permitirá adicionalmente tener la flora vascular total del área de estudio y así discriminar de mejor manera para corroborar la segmentación de polígonos correspondientes a los distintos tipos vegetacionales.

4.2.5.3 Teledetección

La teledetección es la técnica que mediante la adquisición de imágenes a distancia, permite obtener información de la superficie de la tierra sin contacto con ella. Utiliza las propiedades físicas de los objetos observados, en particular sus propiedades ópticas (Ferdinand, Bonn, & Rochon, 1993). La teledetección engloba todo el proceso que consiste en captar y registrar la energía del espectro electromagnético emitida o reflejada por los objetos y el tratamiento y análisis de la información. Además, brinda la

Folio017247

posibilidad de ir más allá de lo estructural y describir aspectos funcionales de los sistemas ecológicos, particularmente a nivel de ecosistemas (Cabello, 2008).

El uso de imágenes teledetectadas puede servir como apoyo para la gestión y planificación de esquemas de manejo cuando se combina con otro tipo de información, es reconocido su aporte como fuente primaria de información, apoyando análisis de cobertura de suelo, estadística agraria, exploración minera, temperatura y componentes del agua, determinación de recursos pesqueros, evaluación de algunos impactos ambientales, predicción meteorológica y sus usos van aumentando a medida que mejoran los sensores que capturan dicha información, así como las técnicas y procedimientos que ayudan al post-proceso de las imágenes (Chuvieco, 2002). Una de las mayores ventajas de las imágenes teledetectadas radica en la facilidad y rapidez para acceder a información espacial extensa de lugares inaccesibles, haciendo de la teledetección una herramienta invaluable para la identificación de diferentes elementos de la superficie terrestre.

La metodología utilizada para la captura de imágenes aéreas consistió en un barrido mediante transectas delimitadas dentro de un polígono pre establecido para sobrevolar zonas de difícil acceso en el humedal. Cada transecto fue separado del siguiente por una distancia de 150 m. El dron modelo DJI Phantom4 recorrió la zona completando una extensión de 260 ha.

Junto con lo anterior se realizó un recorrido pedestre con una cámara GoPro modelo, con la que fue posible generar imágenes en detalle de la cobertura vegetacional predominante en cada punto de muestro.

La campaña se llevó a cabo durante los días 23-24 de agosto, donde se tomaron 714 imágenes las que se utilizarán para confeccionar un mosaico de imágenes que entrega información espacial detallada que permite apoyar, mediante fotointerpretación, la identificación de formaciones vegetacionales en el área de estudio.



Figura 4-3 Dron modelo DJI Phantom4 utilizado para sobrevuelo y captura de imágenes del humedal costero Estuario Huasco.

Folio017248

4.2.5.4 Caracterización de la flora vascular

Para la caracterización de la flora vascular en cada uno de los tipos vegetacionales identificados mediante la cartografía de la vegetación, se procedió mediante los puntos de muestreo establecidos, la realización de parcelas de inventarios florísticos de dimensiones de 10 x 10 m (100 m^2). La selección de los puntos de muestreo, son coincidentes con los puntos de muestreo de vegetación de manera de cubrir las distintas situaciones topográficas y vegetacionales del área de estudio. Los inventarios florísticos se registraron mediante GPS con coordenadas Datum WGS84, Huso 19 S. Toda la información registradas fue almacenada en formato digital. Cabe mencionar que, para ambas campañas se unificaron todas las especies de plantas vasculares registradas en el área de estudio. De la misma forma, para los resultados obtenidos en la campaña de primavera 2016 el tratamiento de todas las especies se realizará además de acuerdo a las unidades vegetacionales definitivas.

En cada parcela de inventario, se fotografiaron, colectaron y herborizaron todas las especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y suculentas presentes para su determinación taxonómica posterior en gabinete, estimándose su abundancia a través de la cobertura. La abundancia de cada especie registrada será caracterizada con un valor de la escala de cubrimiento-abundancia de Braun-Blanquet (1979).

Tabla 4-3 Codificación "abundancia relativa de flora" según criterio de Braun-Blanquet (1979).

Código	Significado de Abundancia relativa
p	Registro de especie fuera de la unidad de muestreo pero observada en la misma formación vegetal.
r	1 a 2 individuos, cobertura muy baja menor al 0,1%
+	Más individuos con mayor cobertura, pero menor al 1%
1	Varios individuos, pero con cobertura menor al 5%
2	Cobertura del 5 al 25%
3	Cobertura del 25 al 50%
4	Cobertura del 50 al 75%
5	Cobertura mayor al 75%

El material colectado en terreno, se identificó utilizando la bibliografía disponible de la biblioteca del Centro de Ecología Aplicada Ltda. (CEA). En aquellos casos de dudosa determinación, se comparó el material colectado con ejemplares del Herbario del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN). Para la denominación de las especies

registradas en cuanto a la nomenclatura taxonómica, tipos biológicos y distribución a nivel nacional se siguió según lo propuesto principalmente a Zuloaga et al. (2008), Marticorena & Quezada (1985) y de manera complementaria la base especializada en línea -*The Plant List*- del Jardín Botánico de Kew y Missouri para actualizaciones en combinaciones válidas con posterioridad. A partir de aquello, se confeccionó un catálogo florístico para área de estudio.

Con respecto al origen fitogeográfico de las especies, se consideró la terminología utilizada en base a García & Ormazabal (2008) para el origen nativo y endémico, y para el origen introducido a Jaksic & Castro (2014). A continuación se detalla las definiciones:

Especie nativa (no endémica): es aquella especie originaria de la región en la habita, y que no ha sido introducida de manera intencional o accidental por la actividad humana.

Especie endémica: aquella especie que posee una distribución natural a un territorio, pudiendo incluso estar restringida a superficies reducidas o cuya presencia se restringe a ambientes específicos.

Especie introducida o exótica: es aquella especie cuyos individuos que no corresponden a su rango original, han sido arribados e inoculados a una determinada región por acción humana ya sea voluntaria o involuntaria.

Para el área de estudio, se caracterizó la flora registrada en cuanto a riqueza de familias, géneros y especies; proporción de especies endémicas y nativas como también la proporcionalidad de los tipos biológicos presentes

El estado de conservación de la flora vascular terrestre registrada en el área de estudio se determinará siguiendo la prelación de acuerdo al Reglamento del SEIA vigente, propuesto por el Ministerio de Medio Ambiente, esto es:

a) Decretos Supremos N° 151/2006; Nº 50/2008, Nº 51/2008, Nº 23/2009 del Ministerio Secretaría General de la República (MINSEGPRES) y Nº 33/2011, Nº 41/2011, Nº 42/2011, Nº 19/2012, Nº 13/2013, N° 52/2014 y N° 38/2015 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) que oficializan los procesos oficiales de clasificación de especies a nivel nacional.

b) Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (CONAF, 1989)

c) Boletín N°47 del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) (Baeza et al., 1998; Belmonte et al. 1998; Ravenna et al., 1998).

d) Revisión de la lista de especies amenazadas de la IUCN (2010) como referencia internacional.

Folio017250

4.3 RESULTADOS

Los resultados de este documento incluyen el análisis de datos obtenidos durante las dos campañas de terreno (invierno y primavera) realizadas durante el 2016 en el área de estudio. Toda esta información fue complementada con antecedentes bibliográficos históricos y son presentados en orden de acuerdo a cada una de las cinco actividades desarrolladas para cumplir con el desarrollo del objetivo 2 del informe “Caracterización del humedal costero estuario del río Huasco, para su postulación como Santuario de la Naturaleza”.

4.3.1 Caracterización física del Hábitat en puntos limnológicos

A través de las fichas de hábitat desarrolladas en cada punto biológico es posible observar los cambios físicos más importantes generados por el aumento de caudal entre el invierno y la primavera de 2016. Es importante visualizar en detalle los puntos H1, H2 y H3 que presentó la mayor variación.

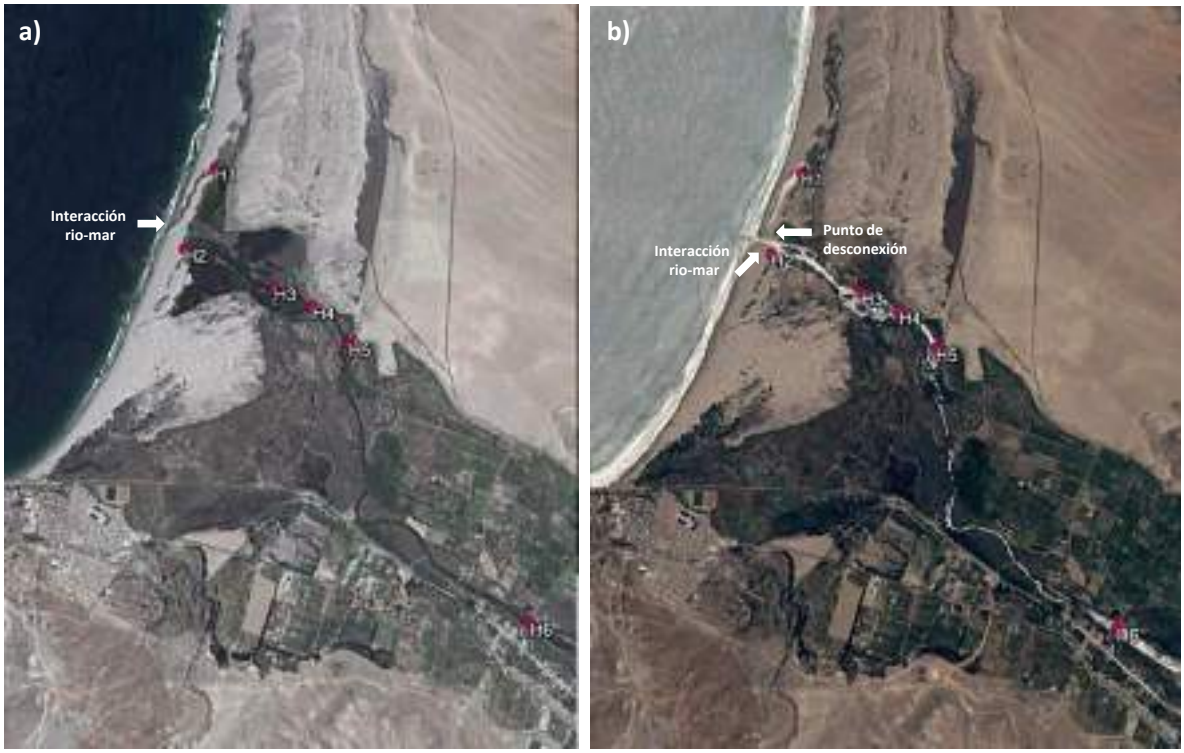


Figura 4-4 Imagen extraída de Google Earth donde se observa el cambio en la zona de interacción río-mar en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Donde la figura de la izquierda (a) corresponde a lo observado en campaña invierno y a la derecha (b) lo evidenciado en primavera de 2016.

Punto	H-1		
Coordenadas UTM	WGS84 Huso 19S	Este	7112102
		Norte	2826514





Invierno 2016		Primavera 2016	
Caracterización del cuerpo de agua	Dosel abierto. Ausencia de represas. Aguas semi-Turbias. Aguas muy turbias. Presencia de aguas corrientes (60%), Pozones (20%) y Rápidos (20%). No Canalizado. Ancho del sistema: 64m. Profundidad: 1,5m. Velocidad de la corriente 0,01m/s	Caracterización del cuerpo de agua	Dosel abierto. Aguas turbias. Presencia de Pozones (100%). No Canalizado. Ancho del sistema: 21m. Profundidad:1,3m. Velocidad de la corriente: 0,00m/s

Características del área de muestreo		Características del área de muestreo	
Cuenca	Vegetación de ribera	Cuenca	Vegetación de ribera
Suelo sin uso o natural, ausencia de erosión, contaminación puntual por basura.	Dominancia de Herbáceas (80%) y Arbustos (20%)	Suelo sin uso o natural, sin contaminación, de erosión natural. Altamente modificado, transición de Río a Laguna.	Dominancia de Herbáceas (70%) y Arbustos (30%)
Vegetación acuática	**Sustrato de fondo**	**Vegetación acuática**	**Sustrato de fondo**
Presencia de Enraizadas Emergentes (40%), Algas adheridas (30%), Enraizadas Flotantes y Algas	Anaerobio. Estiercol-Fango (50%). Cubierto de Fitobentos y plantas (50%)	Presencia de Algas adheridas (70%)	Fango

Punto	H-2		
Coordenadas UTM	WGS84 Huso 19S	Este	7112064
		Norte	282670
			
Invierno 2016		**Primavera 2016**	
Caracterización del cuerpo de agua	Dosel abierto, Aguas Semi-Turbias y Opacas. Ausencia de represas y canalizado. Presencia de Pozones (100%). Ancho del sistema: 53m. Profundidad: 1,8m. Velocidad de la corriente: 0,00m/s	**Caracterización del cuerpo de agua**	Dosel abierto. Aguas Semi-Turbias. Presencia de Aguas corrientes (95%) y Rápidos (5%). No canalizado. Ancho del sistema: 87m. Profundidad: 0,55m. Velocidad de la corriente 0,02m/s
Características del área de muestreo		**Características del área de muestreo**	
Cuenca	**Vegetación de ribera**	**Cuenca**	**Vegetación de ribera**
Sin uso de suelo o natural, sin contaminación ni erosión.	Dominancia de Herbáceas (90%) y Arbustos (10%)	Suelo sin uso o natural, con erosión moderada por desembocadura.	Diminancia de Herbáceas (70%) y Arbustos (30%)
Vegetación acuática	**Sustrato de fondo**	**Vegetación acuática**	**Sustrato de fondo**
Presencia de 30% de vegatción Enraízada emergente.	Anaerobio. Fango y Arena, con 100% de matería orgánica.	Ausente	Depositos de Fango y Arena.Predomina Arena. Presencia de zonas anaerobias.

Folio017253

Punto	H-3		
Coordenadas UTM	WGS84 Huso 19S	Este	7111814
		Norte	2826992





Invierno 2016		Primavera 2016	
Caracterización del cuerpo de agua	Dosel Abierto. Aguas Turbias y Opacas. Sin represas ni canalizado. Presencia de Pozones (100%). Ancho del sistema: 58m. Profundidad: 0,7m. Velocidad de la corriente: 0,23m/s	Caracterización del cuerpo de agua	Aguas Claras, sin manchas ni olor. Presencia de Rápidos (60%), Pozones (20%) y Aguas corrientes (20%). Ausencia de represas y canalizados. Ancho del sistema: 85m. Profundidad: 0,85m. Velocidad de la corriente: 0,01m/s

Características del área de muestreo		Características del área de muestreo	
Cuenca	Vegetación de ribera	Cuenca	Vegetación de ribera
Sin uso de suelo o natural, sin erosión. Contaminación puntual por basura.	Dominancia de Herbáceas (60%), Arbustos (30%) y Arboles (16%)	Sin uso de suelo o natural. Contaminación puntual por basura.	Dominancia de Arbustos (60%), Arboles (30%) y Herbáceas (10%)
Vegetación acuática	**Sustrato de fondo**	**Vegetación acuática**	**Sustrato de fondo**
Presencia de Enraízadas Sub-Emergentes (60%) y Algas Adheridas (30%)	Gravilla y Arena compactos. Presencia de Detritus (80%) y Estiércol-Fango (20%). Anaerobio	Dominancia de Enraizadas Sub-emergentes (80%) y Algas Adheridas (20%)	Depositos de Fango y Arena. Presencia de Detritus (30%)

Folio017254

Punto	H-4		
Coordenadas UTM	WGS84 Huso 19S	Este	7111639
		Norte	2827066





Invierno 2016		Primavera 2016	
Caracterización del cuerpo de agua	Dosel Abierto. Aguas Turbias y Opacas. Presencia de Pozones (100%). Ancho del sistema: 45m. Profundidad: 0,7m. Velocidad de la corriente: 0,12m/s	**Caracterización del cuerpo de agua**	Dosel Semi-Abierto. Presencia Aguas Corrientes (60%), Pozones (30%) y Rápidos (10%). Ancho del sistema: 59m. Profundidad: 0,73m. Velocidad de la corriente: 0,02m/s

Características del área de muestreo		Características del área de muestreo	
Cuenca	**Vegetación de ribera**	**Cuenca**	**Vegetación de ribera**
Uso de suelo para Agricultura, Ganadería y Natural. Sin erosión. Contaminación Puntual por basura	Dominancia de Herbáceas (70%), Arbustos (25%) y Arboles (5%)	Suelo sin uso o natural. Presencia de caballos. Sin erosión. Contaminación Puntual por basura	Dominancia de Arbustos (80%), Arboles (25%) y Herbáceas (5%)
Vegetación acuática	**Sustrato de fondo**	**Vegetación acuática**	**Sustrato de fondo**
Dominancia de Enraizadas Sub-emergentes (70%), Algas adheridas (20%) y Libres Flotantes (10%)	Sedimento compactado por raíces. Presencia de Detritus (90%) y Estiercol-Fango (10%)	Dominancia de Enraizadas Sub-emergentes (40%) y Algas Adheridas (30%)	Presencia de Detritus (35%)

Folio017255

Punto	H-5		
Coordenadas UTM	WGS84 Huso 19S	Este	6850540
		Norte	285005





Invierno 2016		Primavera 2016	
Caracterización del cuerpo de agua	Dosel Semi-Sombreado. Aguas claras. Presencia Aguas Corrientes (60%), Pozones (20%) y Rápidos (20%). Ancho del sistema: 23m. Profundidad: 0,8m. Velocidad de la corriente: 0,05m/s	**Caracterización del cuerpo de agua**	Dosel Semi-Sombreado. Aguas Claras. Presencia Aguas Corrientes (85%), Pozones (10%) y Rápidos (5%). Ancho del sistema: 25m. Profundidad: 0,6m. Velocidad de la corriente: 0,01m/s

Características del área de muestreo		Características del área de muestreo	
Cuenca	**Vegetación de ribera**	**Cuenca**	**Vegetación de ribera**
Uso de suelo para Ganadería y Natural. Sin erosión. Contaminación Puntual por basura.	Dominancia de Arboles (40%), Arbustos (30%) y Herbáceas (30%)	Suelo sin uso o natural. Sin erosión. Contaminación Puntual por microbasural de tipo domestico.	Dominancia de Arbustos (60%), Arboles (30%) y Herbáceas (10%)
Vegetación acuática	**Sustrato de fondo**	**Vegetación acuática**	**Sustrato de fondo**
Dominancia de Enraizadas Sub-emergentes (60%), Enraizadas emergentes (20%) y Enraizadas Foltantes (20%)	Anaerobio. Abundante vegetación (60%) y Estiercol-Fango (40%)	Dominancia de Enraizadas Sub-emergentes (60%) y Algas Adheridas (5%)	Arena

Punto	H-6		
Coordenadas UTM	WGS84 Huso 19S	Este	6848641
		Norte	286789
			
Invierno 2016		Primavera 2016	
Caracterización del cuerpo de agua	Ancho del sistema: 28m. Profundidad: 0,4m. Velocidad de la corriente: 0,01m/s	Caracterización del cuerpo de agua	Aguas Claras. Presencia de Aguas Corrientes (100%). Ancho del sistema: 45m. Profundidad: 0,4m. Velocidad de la corriente: 0,00m/s
Características del área de muestreo		Características del área de muestreo	
Cuenca	Vegetación de ribera	Cuenca	Vegetación de ribera
Suelo sin uso. Sin erosión. Contaminación Puntual por basura, canalizado	Dominancia de Arbustos (80%) y Arboles (20%)	Suelo sin uso. Sin erosión. Contaminación Puntual por basura, canalizado	Dominancia de Arbustos (80%) y Arboles (20%)
Vegetación acuática	Sustrato de fondo	Vegetación acuática	Sustrato de fondo
Presencia de Enraizadas Sub-emergentes y Algas Adheridas.	Fango, suelo anaeróbeo	Presencia de Enraizadas Sub-emergentes y Algas Adheridas.	Presencia de Detritus (10%)

Folio017257

4.3.2 Caracterización fisicoquímica del medio acuático (Calidad de agua y sedimentos)

4.3.2.1 Calidad de agua

La calidad del agua del Humedal Huasco se determinó respecto a la NCh1333. Of78: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos; y al Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad de Agua para la Cuenca del Río Huasco, que establece la calidad del agua para la protección o conservación del ambiente y la conservación de la naturaleza. Las características y valores de las aguas del humedal Huasco en las campañas agosto y noviembre 2016 se representan se encuentran en las tablas en ANEXOS.

Referente a la NCh1333. Of78 y su uso en agua para riego, en la campaña de agosto los puntos de muestreo corresponden a aguas que debiesen ser usadas para riego en plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos, al presentar una conductividades entre los 3,0 mS/cm y 7,5 mS/cm, y según su valor de sólidos totales disueltos en el rango de los 2000 mg/L y 5000 mg/L; en la campaña de noviembre, se presentaron variaciones entre puntos, donde H1 presentó valores de conductividad sobre el rango máximo establecido en la normativa (7,5 mS/cm), y el resto de los puntos presentaron valores que clasifican a las aguas como agua que puede tener efectos perjudiciales en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos, al presentar una conductividades entre los 3,0 mS/cm y 7,5 mS/cm. Esta agua, en ambas campañas, es apta para riego según sus valores desde neutro a moderadamente alcalinos de pH, encontrándose dentro del rango establecido para la normativa (5,5 – 9,0 unidades), y presentando valores inferiores a los máximos establecidos en la normativa en aluminio total, arsénico total, bario total, berilio total, cadmio total, cianuro total, cobalto total, cobre total, cromo total, hierro total, litio total (excepto para cítricos), mercurio total, molibdeno total, níquel total, plata total, plomo total, selenio total, vanadio total, zinc total y coliformes fecales. De manera opuesta, en todos los puntos de muestreo esta agua no cumple con lo establecido para riego según los valores registrados de boro total registrando valores superiores a los 0,75 mg/L establecidos en la norma en la campaña de agosto en todos sus puntos y en la campaña de noviembre en H1, así como los valores de cloruro superiores a los 200 mg/L de la normativa, litio total con concentraciones superiores a los 0,075 mg/L establecidos en la normativa para cítricos para todos los puntos en la campaña de agosto y para H1 en noviembre, manganeso total en H1 durante la campaña de noviembre, el porcentaje de sodio que fue superior al 35% normado en todos los puntos de la campaña de agosto y en H1 en noviembre (ANEXOS).

En lo que respecta a aguas aptas para la vida acuática, las aguas de todos los puntos y campañas (H1, H2, H3, H4 y H5) cumplirían con la NCh1333. Of 78, al presentan valores de alcalinidad superiores a los 20 mgCaCO3/L. EL punto de muestreo H1 en la campaña de agosto no cumple con la normativa establecida para sólidos flotantes al presentar presencia de ellos en sus aguas y el punto H5 presentó un valor inferior a los 5 mg/L de oxígeno disuelto en la campaña de noviembre (ANEXOS).

Según los valores requeridos para el uso con contacto directo de la NCh1333. Of 78, en todos los puntos de muestreo del estuario Huasco se presentaría un agua con características aptas para la recreación con contacto directo, al presentar valores inferiores a los 5,0 mg/L en aceites y grasas, a los 1000 NMP/100ml de coliformes fecales, a las 100 unidades de color, temperaturas inferiores a los 30°C, y pH neutro a moderadamente alcalinos los que se encuentran en el rango de las 6,0 a 9,0 unidades. El punto de muestreo H1 no cumple con la calidad para uso recreacional, debido a la

Folio017258

presencia de sólidos flotantes en la campaña de agosto, y H2 en la campaña de noviembre superó los 50 NTU (ANEXOS).

El Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad de Agua para la Cuenca del Río Huasco, establece la calidad del agua para la protección o conservación del ambiente y la conservación de la naturaleza, en todos los puntos de muestreo se presentan valores que cumplen con los establecidos, al registrar valores inferiores a los máximos normados para arsénico total, cadmio total, cromo total, mercurio total, molibdeno total, níquel total, nitrato, plomo total y selenio total, valores en el rango de unidades de pH (6,5 - 8,5 unidades). En la campaña de agosto, todos los puntos de muestreo no cumplen con las concentraciones de boro total establecidas en el Anteproyecto registrando valores levemente superiores a los 1,25 mg/L normados, así como con valores de conductividad, levemente superiores los 3,45 mS/cm de la norma; 4,9 unidades de RAS, 380 mg/L de sodio total y finalmente mayores a las concentraciones de sulfato definidos en el Anteproyecto (790 mg/L). Referente a las concentraciones de oxígeno disuelto, los puntos H2, H3 y H4, no presentan valores sobre el mínimo (7,5 mg/L) establecido en el Anteproyecto, estos puntos presentaron concentraciones de 5,54 mg/L, 6,66 mg/L y 5,70 mg/L, respectivamente, el hierro total en el punto H2 presentó un valor de 0,661 mg/L, superior al normado en el Anteproyecto (0,4 mg/L) y las concentraciones de zinc total en los puntos H1, H3 y H4 superan al valor máximo establecido en la normativa (0,02 mg/L) con concentraciones de 0,032 mg/L, 0,021 mg/L y 0,028 mg/L, respectivamente. En la campaña de noviembre, los valores de conductividad y sulfato, superaron los máximos establecidos en el Anteproyecto, en todos los puntos muestreados; el boro total, cloruro, litio total y RAS, solo superaron el valor normado en el punto H1, el aluminio total, cobre total, hierro total y turbiedad en el punto H2, el manganeso total en los puntos H1 y H2, y finalmente el oxígeno disuelto presentó valores inferiores a los establecidos para el río Huasco en H1, H4 y H5 (ANEXOS).

Las concentraciones de sólidos sedimentables, cianuro total, 2,4-D, aceites y grasas, DDT+DDD+DDE, hidrocarburos totales, lindano, metoxicloro, pentaclorofenol, arsénico disuelto, berilio total y disuelto, cobalto total y disuelto, cromo total y disuelto, mercurio total y disuelto, níquel disuelto, plata total y disuelta, selenio total y disuelto; y vanadio total y disuelto, presentaron en ambas campañas y en todos los puntos de muestreo valores inferiores a sus límites de detección respectivos. Los valores de arsénico total, detergentes (SAAM), DBO_5, cadmio total y disuelto, cobre disuelto, molibdeno total y molibdeno disuelto y níquel total, ortofosfato; y plomo total y disuelto, presentaron sobre el 50% de sus datos no cuantificables entre ambas campañas; es por ello que estos parámetros y los anteriormente mencionados no fueron graficados (ANEXOS).

4.3.2.2 Calidad de sedimentos

Los sedimentos del humedal Huasco en la campañas otoño y primavera 2016, presentan todos sus valores de metales inferiores a los máximos establecidos en la Guía de sedimentos acuáticos de Ontario (Persaud et al., 1993) y la Norma Canadiense para sedimentos (CCME, 2002), donde no se observa un patrón espacial definido (ANEXOS).

Respecto al porcentaje de materia orgánica en sedimentos, se observa un leve aumento desde zonas costeras a aguas arriba, con menores porcentajes en la zona cercana a la costa (H1 y H2) donde los valores fueron menores a 0,5% y con mayores valores en la zona lejana a la costa (H5) con valores superiores a 1,5%. Se observa un patrón espacial de porcentaje redox, donde los mayores valores en ambas campañas

Folio017259

se registraron en H2, temporalmente se observa una variabilidad en los valores entre ambas campañas. El pH de los sedimentos en la campaña de noviembre, en todos los puntos, presentó características moderadamente ácidas (ANEXOS).

La clasificación granulométrica de los sedimentos del humedal Huasco clasifica a las zonas más cercanas a la costa como arena fina, correspondiendo a los puntos H1, H2 y H3, al punto H4 como arena muy fina y al punto H5 como arena media, en la campaña de agosto; sufriendo modificaciones en la campaña de noviembre, donde H3 presentó características de arena media, H4 de arena fina y H5 de arena muy fina definido (ANEXOS).

Comparaciones históricas para estos parámetros no fueron posibles, ya que no existen antecedentes de medición de sedimentos para los puntos de monitoreo establecidos en este estudio.

4.3.3 Actividad 1 Análisis de cambios en la diversidad biológica del humedal desde el año 2005 hasta el 2016

En la presente actividad se procederá, primeramente, a la entrega de los resultados de la caracterización físico-química del agua y sedimentos, biota acuática, flora-vegetación y fauna del humedal Huasco, según la información levantada durante la campaña de invierno y primavera de 2016. Posteriormente, se analizarán los cambios de la diversidad biológica considerando la evaluación de antecedentes presentada en el **Capítulo 1** (**objetivo específico 1**): Sistematización de información (desde 2005) y las campañas invierno y primavera de 2016.

4.3.3.1 Flora y vegetación

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada a partir del año 2005, se menciona que son escasos los trabajos ejecutados directamente sobre la diversidad florística en el humedal estuarino del río Huasco. Algunos autores tales como SEREMI Medio Ambiente de Atacama (2005), GMA (2008), entre otros, indican similares valores en cuanto a riqueza de especies de plantas. Es por esto que, la comparación realizada entre los trabajos mencionados y nuestros resultados parciales del presente año para la campaña de otoño-invierno (2016) no indica diferencias en el número de especies o riqueza (diversidad biológica) presente en el área de estudio.

4.3.3.2 Fauna

Para el desarrollo de esta actividad se utilizó la bibliografía recopilada en la **Actividad 4** asociada al **objetivo específico 1** del presente estudio, que incluye información histórica de fauna presente en la cuenca del río Huasco, en conjunto con la información levantada durante las campañas de terreno en otoño y primavera de 2016. La comparación incluye:

- determinación de la variación temporal de los grupos taxonómicos identificados.
- variación temporal la riqueza de especies dentro de cada grupo.
- en el caso de disponibilidad de datos de abundancia se estimó la diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener (ver fórmula zoobentos en Biota acuática)

La Tabla 4-4 muestra el listado de especies para cada grupo taxonómico y su presencia entre los años 1995-2016.

Folio017260

a. Variación temporal de los grupos taxonómicos

Dentro de la información recopilada entre 1995-2006 y la campaña de terreno realizada durante otoño y primavera de 2016 se han reconocido un total de cinco grupos taxonómicos de fauna terrestre en el Humedal Costero Estuario del río Huasco: aves, anfibios, reptiles, macromamíferos y micromamíferos. En la información recopilada para 2005 se alcanzó el máximo de diversidad de grupos en el Humedal. Mientras que durante las campañas de 2016 solo se registraron los grupos taxonómicos de aves y micromamíferos, alcanzando solo el 60% de esta diversidad. Dentro de la información disponible el grupo de las aves es el que ha estado presente durante todos los años de información recopilada y los anfibios solo han sido registrados durante 2005 (Figura 3-3).

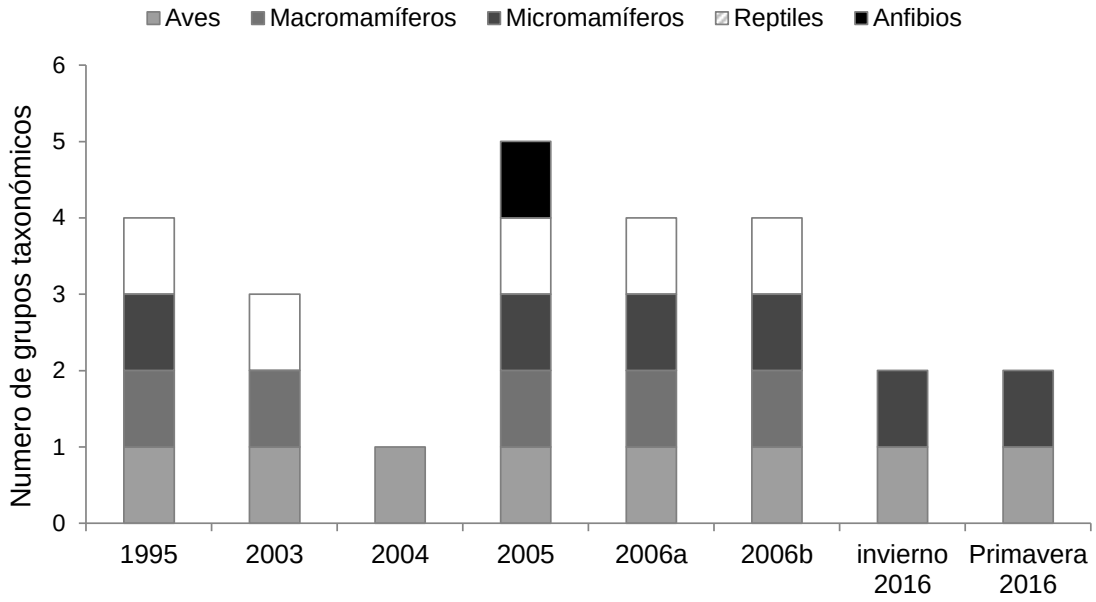


Figura 4-5 Riqueza histórica de grupos taxonómicos de fauna terrestre registrados en los estudios recopilados entre 1995-2006 y la campaña de terreno de 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.

b. Variación temporal de los grupos taxonómicos

Dentro de la información disponible, las aves han sido el grupo más diverso alcanzando las 120 especies durante 2005 y durante 1995-2016 han alcanzado más del 50% de la riqueza registrada, seguidas de los micromamíferos que han alcanzado las 14 especies. Mientras que los anfibios han sido los menos diversos con solo el registro de dos especies en 2005. En el año 2005 se registró la mayor riqueza con 152 especies distribuida en los cinco grupos taxonómicos identificados, seguida de 2006b con 89 especies y de 2004 con 78 especies solo de aves. Mientras que durante 1995, 2003 y 2006a no se superaron las 43 especies.

Durante las campañas actuales de 2016 se mantiene la dominancia de las aves la que alcanzan el 50% de la riqueza máxima registrada con 62 especies en invierno y 46 especies en primavera (Figura 4-6).

Folio017261

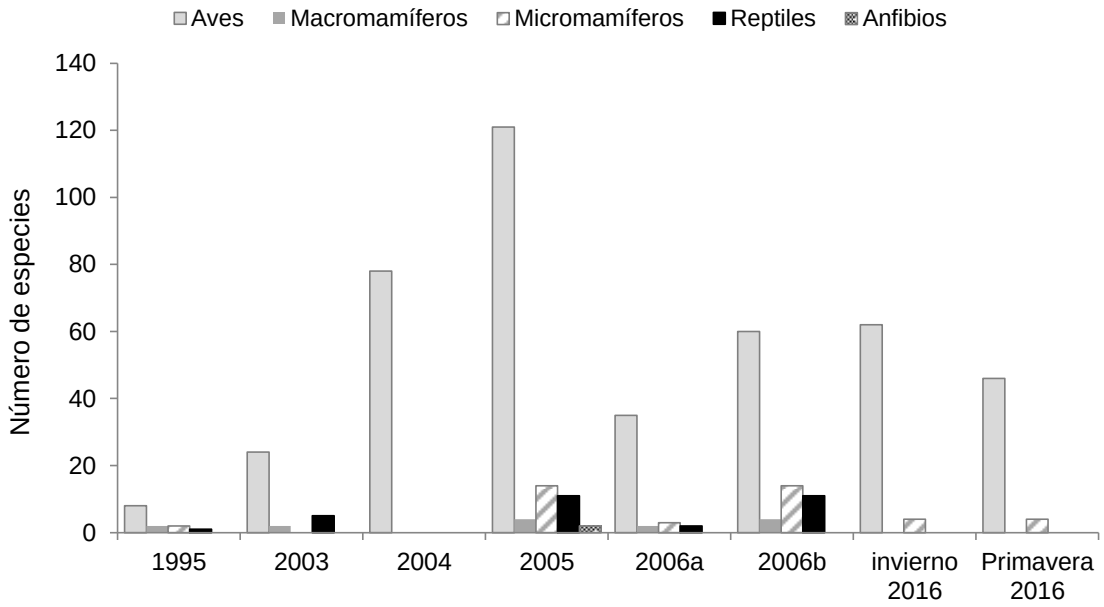


Figura 4-6. Riqueza de especies de fauna terrestre registrada en los estudios recopilados entre 1995-2006 y la campaña de terreno de 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.

c. Variación de la diversidad de especies

De los estudios recopilados solo los del año 2003, 2004 y 2006 poseían datos de abundancia de individuos para cada especie registrada. Dentro de estos el del 2004 fue el que alcanzó la mayor diversidad medida mediante el índice de Shannon-Wiener (H' = 5,9), seguida del año 2006ª con H' = 5,1. Las campañas actuales de otoño y primavera de 2016 alcanzaron una diversidad de H' = 4,7 y H = 5,4, respectivamente. Reduciéndose en hasta un 8% respecto a la diversidad máxima registrada (Figura 4-7).

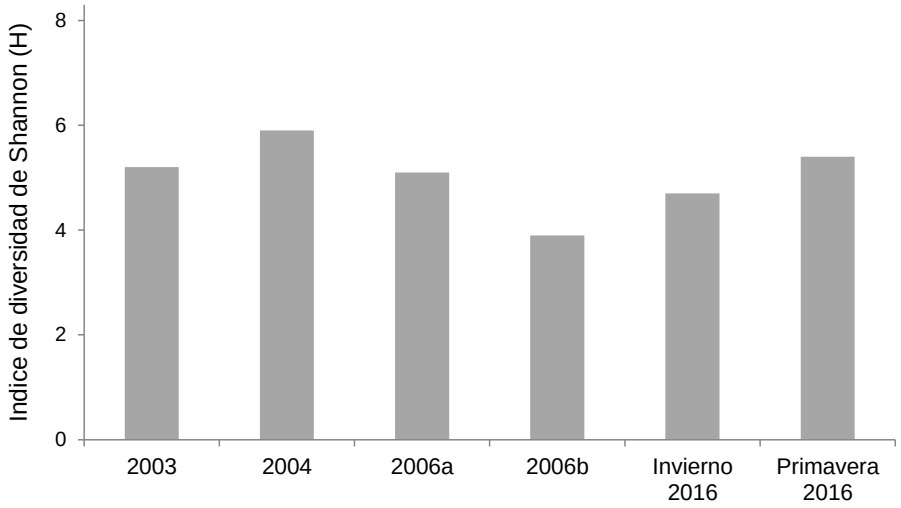


Figura 4-7. Índice de diversidad de Shannon-Wiener registrado en los estudios recopilados entre 1995-2006 y la campaña de terreno de 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.

Folio017262

Tabla 4-4. Listado de especies de los grupos taxonómicos registrados en el Humedal Costero Estuario del río Huasco durante el periodo 1995-2016. En negrita se destacan las especies registradas durante las campañas de invierno y primavera de 2016.

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
Anfibios							
Rhinella atacamensis				X			
Pleurodema thaul				X			
Aves							
Agelaius thilius						X	X
Podilymbus podiceps			X		X	X	X
Nycticorax nycticorax		X	X	X	X	X	X
Tachycineta meyeni						X	X
Anas cyanoptera			X	X	X	X	X
Anas georgica		X	X	X	X	X	X
Phleocryptes melanops			X	X	X	X	X
Sephanoides sephaniodes			X		X	X	X
Anas sibilatrix		X	X		X	X	X
Ardea alba		X	X	X	X	X	X
Leptasthenura aegithaloides		X		X	X	X	X
Ardea cocoi			X		X	X	X
Pelecanus thagus			X	X	X	X	X
Plegadis chihi						X	X

Folio017263

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
Charadrius alexandrinus			X	X	X	X	X
Troglodytes musculus						X	X
Zonotrichia capensis	X	X	X	X	X	X	X
Larus modestus			X	X	X	X	X
Lessonia rufa		X	X	X	X	X	X
Coscoroba coscoroba				X		X	X
Curaeus curaeus			X	X		X	X
Numenius phaeopus		X	X	X	X	X	X
Phalacrocorax brasilianus			X	X	X	X	X
Fulica armillata		X	X	X	X	X	X
Podiceps major			X	X	X	X	X
Fulica leucoptera		X	X	X	X	X	X
Fulica rufifrons			X	X	X	X	X
Tachuris rubrigastra			X	X	X	X	X
Vanellus chilensis			X	X	X	X	X
Zenaida meloda			X	X	X	X	X
Haematopus palliatus			X	X	X	X	X
Himantopus melanurus			X	X	X	X	X
Larus dominicanus		X	X	X	X	X	X
Anairetes parulus				X	X	X	

Folio017264

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
Limosa haemastica						X	
Anas platalea		X	X		X	X	
Xolmis pyrope				X		X	
Muscisaxicola maclovianus						X	
Buteo polyosoma		X	X	X		X	
Calidris alba		X	X	X		X	
Carduelis barbatus						X	
Rollandia rolland			X	X	X	X	
Sturnella loyca			X	X	X	X	
Charadrius modestus			X	X		X	
Cinclodes nigrofumosus		X				X	
Colorhamphus parvirostris				X		X	
Coragyps atratus	X		X	X		X	
Milvago chimango			X	X		X	
Diuca diuca		X		X		X	
Parabuteo unicinctus				X	X	X	
Egretta caerulea				X	X	X	
Egretta thula			X	X	X	X	
Phrygilus fruticeti			X	X		X	
Pygochelidon cyanoleuca				X	X	X	

Folio017265

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
Scytalopus fuscus						X	
Gallinago paraguaiae				X	X	X	
Sicalis luteola				X	X	X	
Gallinula galatea						X	
Gallinula melanops						X	
Theristicus melanopis		X	X	X	X	X	
Geositta cunicularia	X			X		X	
Haematopus ater			X	X		X	
Tringa flavipes			X	X	X		X
Hymenops perspicillata							X
Anas bahamensis				X			X
Rynchops niger			X	X	X		X
Larus pipixcan			X	X			X
Anthus correndera				X			X
Zenaida auriculata			X	X	X		X
Circus cinereus			X	X	X		X
Rhodopis vesper							X
Cistothorus platensis			X	X			X
Patagona gigas			X	X	X		X
Tringa melanoleuca			X	X	X		X

Folio017266

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
Cathartes aura	X	X	X	X	X		X
Sterna paradisaea			X	X			
Athene cunicularia	X			X			
Caracara plancus			X	X			
Catoptrophorus semipalmatus			X				
Rhodopis vesper vesper				X	X		
Anas platyrhynchos				X			
Charadrius collaris			X	X	X		
Arenaria interpres			X	X			
Hirundo rustica			X	X			
Pseudasthenes humicola				X	X		
Falco peregrinus			X	X			
Hymenops perspicillatus			X	X			
Calidris bairdii			X	X			
Ixobrychus involucris			X	X			
Gallinula chloropus			X	X	X		
Larosterna inca				X			
Geositta maritima		X					
Larus belcheri			X	X			
Cygnus melancoryphus		X	X	X			

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
Charadrius falklandicus				X			
Bubo magallanicus				X	X		
Larus maculipennis	X		X	X			
Recurvirostra andina				X			
Spinus barbata			X	X	X		
Larus serranus				X			
Agriornis montana				X			
Laterallus jamaicensis			X	X			
Calidris canutus				X			
Cinclodes fuscus			X	X	X		
Tringa semipalmata				X			
Tyto alba				X			
Cinclodes oustaleti			X	X	X		
Lophonetta speculariodes				X			
Phrygilus alaudinus				X			
Cinclodes patagonicus					X		
Phytotoma rara			X	X			
Mimus thenca				X	X		
Pluvialis dominica				X			
Molothrus bonariensis				X			

Folio017268

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
Podiceps occipitalis				X	X		
Muscisaxicola brevirostris		X		X			
Porphyriops melanops			X	X	X		
Bubulcus ibis			X	X	X		
Muxcisaxicola macloviana					X		
Netta peposaca				X			
Elaenia albiceps				X			
Elanus leucurus			X	X			
Aphriza virgata			X	X			
Falco sparverius			X	X			
Nycticryphes semicollaris				X			
Sterna hurundinacea				X			
Oreopholus ruficollis	X						
Anas flavirostris oxyptera					X		
Oxyura vittata			X	X	X		
Tachycineta leucopyga			X	X	X		
Columba livia				X			
Thalasseus elegans				X			
Pardirallus sanguinolentus			X	X	X		
Thinocorus rumicivorus				X			

Folio017269

Nombre científico	**1995**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**Invierno 2016**	**Primavera 2016**
Columbia picui				X			
Troglodytes aedon		X	X	X			
Phalacrocorax bougainvillii				X			
Turdus falcklandii				X	X		
Agriornis livida				X			
Upucerthia dumetaria				X			
Phalaropus tricolor				X			
Agelasticus thilius			X	X	X		
Anas flavirostris		X	X	X	X		
Phoenicopterus chilensis		X	X	X			
Geositta rufipennis				X			
Phrygillus unicolor	X						
Macromamíferos							
Puma concolor				X	X		
Pseudalopex griseus	X	X		X	X		
Lama guanicoe		X		X	X		
Pseudalopex culpaeus	X			X	X		
Micromamíferos							
Rattus norvegicus						X	X
Phyllotis darwini				X	X	X	X

Folio017270

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
Abrothrix olivaceus						X	X
Mus musculus				X	X	X	X
Olygorizomys longicaudatus				X	X		
Rattus norvergicus				X	X		
Abrotrix olivaceus				X	X		
Eligmodontia typus				X	X		
Thylamys elegans				X	X		
Histiotus montanus				X	X		
Oryctolagus cuniculus					X		
Lepus europaeus	X				X		
Akodon olivaceus				X	X		
Abrocoma bennetti				X	X		
Spalacopus cyanus	X			X	X		
Myocastor coypus				X	X		
Desmodus rotundus				X	X		
Octodon degu				X	X		
Reptiles							
Liolaemus platei	X	X		X	X		
Tachymenis chilensis				X	X		
Microlophus atacamensis				X	X		

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
Homonota gaudichaudii		X		X	X		
Liolaemus nigromaculatus				X	X		
Liolaemus atacamensis		X		X	X		
Liolaemus silvai				X	X		
Liolaemus bisignatus		X		X	X		
Philodryas chamissonis				X	X		
Liolaemus copiapoensis				X	X		
Callopistes maculatus		X		X	X		
Liolaemus fuscus					X		

Folio017272

4.3.3.3 Biota acuática

La información pertinente sobre fauna planctónica y bentónica a nivel histórico del periodo comprendido entre el 2005 – 2016 del Humedal Huasco no tiene datos comparables con los obtenidos en las campañas de invierno y primavera presentados en este informe, debido a las diferencias que existen entre las metodologías de la toma de datos y los puntos de muestreo; sin embargo, se ha realizado una comparación con los datos de presencia de organismos, obtenidos durante el desarrollo del informe Objetivo 1 y otros estudios, en los que se incluye la fauna presente en la zona marina, aledaña a la desembocadura del río Huasco.

Históricamente la fauna bentónica y planctónica de la zona de interés ha sido dominada principalmente por ejemplares de moluscos, artrópodos y poliquetos, donde destacan los bivalvos *Perumytilus purpuratus,* caracoles gastrópodos *Littorina peruviana, Austrolittorina peruviana, Nodilittorina araucana, Turritella cingulata,* artrópodos *Jehlius cirratus, Petrolisthes* sp., *Allopetrolisthes* sp., *Cryphiops caementarius,* además de moluscos y poliquetos indeterminados (Tabla 4-5).

Así mismo, la comunidad zooplanctónica se ve dominada por organismos artrópodos donde destacan singularmente los braquiópodos de la especie *Leydigia leydigi* y los ostrácodos (Crustacea) indeterminados (Tabla 14-2). De igual manera, la comunidad de macrozoobentos se vio representada por el filo de los Moluscos, en especial por caracoles del género Heleobia (*Heleobia* sp.) y el filo de los artrópodos, específicamente por ostrácodos indeterminados.

Por otro lado, en base a estudios previos realizados en el estuario y caudal del río Huasco, históricamente se han descrito cinco especies de ictiofauna. Cinco de ellas nativas y una introducida (Tabla 4-6). Entre éstas únicamente la Lisa (*Mugil cephalus*) fue registrada en la presente campaña. Adicionalmente, los estudios previos han descrito la presencia del camarón de río (*Cryphiops caementarius*), especie Vulnerable en el área de estudio del caudal del río Huasco. En el presente estudio fue registrado en el muestreo de macroinvertebrados el punto H-2 y capturado en H-3.

Estudios históricos sobre el estado del sistema a estudiar muestran diferencias morfológicas e hidrológicas de un año a otro; esta serie de cambios se observan en cuanto al caudal, el espejo de agua y condiciones de la salida de agua al mar, lo que puede estar afectando a la composición y distribución de especies encontradas en esta área de estudio, sobre todo en los puntos de muestreo H-1 y H-2 que luego de la subida del caudal, H-1 quedó aislado del resto del sistema y H-2 que pasó de ser una salida intermitente al mar, a ser una salida permanente y directa a la costa.

Folio017273

Tabla 4-5. Conforme a revisiones realizadas se presenta a continuación los grupos taxonómicos identificados en zona de Estuario Humedal Huasco, principalmente en la zona costera. IR: Intermareal rocoso, PB: Playas con bolones, SM: Submareal, SL: Sublitoral, R: Rocoso, B: Blando, EH: Estuario Huasco, CR: Caudal río Huasco

Grupo	Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	IR	PB	SM	SL		EH y CR
										R	B	
Zoobentos	Mollusca	Bivalvia	Mytilida	Mytilidae	Perumytilus	*Perumytilus purpuratus*	x					
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Littorina	*Littorina peruviana*	x					
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Littorina (Austrolittorina)	*Austrolittorina peruviana*	x					
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Nodilittorina	*Nodilittorina araucana*	x					
	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Turritellidae	Turritella	*Turritella cingulata*			x		x	
	Mollusca	Gastropoda	-	-	-	Gastropoda indet				x		
	Mollusca	-	-	-	-	Mollusca indet.				x		
	Arthropoda	Maxillopoda	Sessilia	Chthamalidae	Jehlius	*Jehlius cirratus*	x					
	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae	Petrolisthes	*Petrolisthes* sp.		x				
	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae	Allopetrolisthes	*Allopetrolisthes* sp.		x				
	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	Cryphiops	*Cryphiops caementarius*						x
	Arthropoda	Crustacea (Subfilo)	-	-	-	Crustacea indet.	x			x		
	Echinodermata	Echinoidea	Arbacioida	Arbaciidae	Tetrapygus	*Tetrapygus niger*			x			
	Annelida	Polichaeta	-	-	-	Polichaeta indet.	x			x		

Folio017274

Tabla 4-6 Especies de peces registradas en otros estudios para el río Huasco y zona estuarina.

Especie	Nombre común	Origen biogeográfico	Estado de conservación
Trichomycterus areolatus	Bagrecito	Nativa	Vulnerable
Basilichthys microlepidotus	Pejerrey del norte	Nativa	Vulnerable
Galaxias maculatus	Puye	Nativa	Vulnerable
Mugil cephalus	Lisa	Nativa	Preocupación Menor
Cheirodon pisciculus	Pocha	Nativa	Vulnerable
Gambusia holbrooki	Gambusia	Introducida	-

4.3.4 Actividad 2 Establecimiento de objetos de conservación del humedal costero como insumo para la solicitud de la creación de un Santuario de la Naturaleza.

En consideración al enfoque del presente capítulo se define en este documento objeto de conservación a aquellas especies que presentan algún tipo de amenaza o que son consideradas actualmente bajo algún criterio de conservación. El énfasis en las especies amenazadas responde a un contexto global, en que la pérdida de la biodiversidad ha caracterizado el siglo XXI, producto de las diferentes presiones que ejerce el hombre sobre los ecosistemas y las especies que habitan en ellos. La principal razón de la masiva extinción de especies es la pérdida de hábitat (Lugo, 2001). Por tanto, se propone aquí conservar el Humedal Costero Estuario del río Huasco por ser fuente de refugio, alimentación y reproducción de las especies que se presentan a continuación (Tabla 4-7 y Tabla 4-8). Independiente de estas definiciones, además se considerará como objeto de conservación el ecosistema completo, y sus servicios ecosistémicos.

4.3.4.1 Objeto de conservación histórico

Los objetos de conservación evaluados en este estudio se basan en dos enfoques, en primer lugar se presenta una tabla con las especies históricas encontradas en la zona y que están bajo alguna categoría de conservación. Esto es incluido por la alta variabilidad del ecosistema en el tiempo, lo que puede influir en la visita de algunas especies migratorias y que es necesario considerar como criterio para conservar este humedal costero (ver Tabla 4-7).

Por otra parte se realizó una tabla de especies en categoría de conservación registradas durante las campañas de monitoreo de invierno y primavera de 2016 (ver Tabla 4-8).Que en la mayoría de los casos coincide con lo registrado históricamente, pero existen especies que figuran sólo en los monitoreos de 2016.

Folio017275

Tabla 4-7 Especies objeto de conservación registradas durante entre el año 2005- 2015 de acuerdo a las revisiones realizadas en el presente estudio. En negrita las especies encontradas históricamente y en el actual monitoreo (2016). Considerar que para Fauna el área considerada para evaluar especies históricas fue la cuenca del río Huasco.

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación
FAUNA		
Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	Vulnerable
Pseudalopex griseus	Zorro chilla	Preocupación menor
Spalacopus cyanus	Cururo	En Peligro
Liolaemus platei	Lagartja de Plate	Rara
Lama guanicoe	Guanaco	Vulnerable
Anas platalea	**Pato cuchara**	**Insuficientemente conocido**
Phoenicopterus chilensis	Flamenco Chileno	Vulnerable
Theristicus melanopis	**Bandurria**	**En Peligro**
Callopistes maculatus	Iguana Chilena	Vulnerable
Liolaemus atacamensis	Lagartija de Atacama	Rara
Liolaemus bisignatus	Lagartija de dos manchas	Rara
Homonota gaudichaudii	Salamanqueja del norte chica	Preocupación menor
Ardea cocoi	**Garza cuca**	**Rara**
Falco peregrinus	Halcón peregrino	Vulnerable
Ixobrychus involucris	Huairavillo	Rara
Larus modestus	**Gaviota garuma**	**Vulnerable**
Laterallus jamaicensis	Pidencito	Insuficientemente conocido
Rhinella atacamensis	Sapo de Atacama	Vulnerable
Pleurodema thaul	Sapo de cuatro ojos	Casi amenazada
Gallinago paraguaiae	**Becacina**	**Vulnerable**
Larosterna inca	Gaviotín monja	Vulnerable
Larus serranus	Gaviota andina	Vulnerable
Phalacrocorax bougainvillii	Guanay	Vulnerable
Anas bahamensis	Pato gargantilla	Rara
Coscoroba coscoroba	**Cisne coscoroba**	**En Peligro**

Folio017276

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación
Calidris canutus	Playero ártico	En Peligro
Puma concolor	Puma	Casi amenazada
Myocastor coypus	Coipo	Vulnerable
Desmodus rotundus	Piuchen	Rara
Abrocoma bennetti	Ratón chinchilla común	Insuficientemente conocido
Liolaemus nigromaculatus	Lagartija de mancha	Vulnerable
Liolaemus silvai	Lagartija de Silva	Vulnerable
Microlophus atacamensis	Corredor de Atacama	Vulnerable
Tachymenis chilensis	Culebra de cola corta	Vulnerable
Philodryas chamissonis	Culebra de cola larga	Rara
Liolaemus copiapoensis	Lagartija de Copiapó	Fuera de peligro
Liolaemus fuscus	Lagartija oscura	Preocupación menor
Plegadis chihi	**Cuervo del pantano**	**En peligro**
	BIOTA ACUÁTICA	
Trichomycterus areolatus	Bagrecito	Vulnerable
Basilichthys microlepidotus	Pejerrey del norte	Vulnerable
Galaxias maculatus	Puye	Vulnerable
Mugil cephalus	**Lisa**	**Preocupación Menor**
Cheirodon pisciculus	Pocha	Vulnerable
Cryphiops caementarius	**Camarón de río**	**Vulnerable**

Folio017277

4.3.4.2 Objeto de conservación 2016

a. Fauna:

El registro de la fauna presente en el humedal de Huasco se llevó a efecto en dos campañas correspondientes a invierno y primavera de 2016. En ambas campañas el esfuerzo se concentró en la búsqueda de aves, mamíferos, anfibios y reptiles. Las estaciones de muestreo utilizadas se detallan en la siguiente tabla 4.9.

En las dos campañas de 2016 se detectó un total 2.052 ejemplares de vertebrados terrestres, correspondientes a 79 especies, de las cuales las aves representan el grupo mayoritario con 75 especies y 1985 ejemplares, seguido por los mamíferos nativos con sólo dos especies y 36 ejemplares. En estas campañas no se detectaron anfibios ni reptiles. De las especies detectadas, sólo ocho aves se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación. Ver Tabla 4-14. En general estas especies están asociadas al cuerpo de agua presente en el humedal. Se puede apreciar la distribución y abundancia absoluta de aquellas especies clasificadas en una categoría de conservación de amenaza (i.e. En Peligro o Vulnerable) y las clasificadas en alguna categoría de conservación fuera de amenaza (i.e. Preocupación Menor, Insuficientemente Conocida o Rara).

b. Biota acuática

Durante el 2016 fue posible registrar solo dos especies ícticas en la zona de estudio. Una introducida *Gambusia affinis* y una nativa *Mugil cephalus*. Esta última categorizada como en estado de Preocupación Menor por el RCE (DS 52/2014 MMA). Cabe destacar que esta especie fue capturada en estado juvenil en dos zonas muy diferenciadas dentro del estuario aguas arriba del Humedal en el punto monitoreado más alejado de la costa H-6 y en la zona estuarina definida en primavera como un parea de alta conectividad entre el río Huasco y el mar (H-2).

Tabla 4-8 Especies objeto de conservación registradas durante el año 2016 (campaña de invierno y/o primavera) en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. En negrita las especies que NO han sido registradas en el análisis histórico de este estudio.

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Abundancia de individuos	
			Invierno	Primavera
FAUNA				
Coscoroba coscoroba	Cisne coscoroba	En peligro	32	12
Anas platalea	Pato cuchara	Insuficientemente conocida	6	
Ardea cocoi	Garza cuca	Rara	4	1
Plegadis chihi	Cuervo del pantano	En peligro	2	1
Anas bahamensis	**Pato gargantillo**	**Preocupación Menor**		**1**
Larus modestus	Gaviota garuma	Vulnerable	95	24
Theristicus melanopis	Bandurria	En peligro	5	

Folio017278

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Abundancia de individuos	
			Invierno	Primavera
Gallinago paraguaiae	Becacina	Vulnerable	2	
VEGETACIÓN				
Eulychnia acida var. *procumbens*		Preocupación menor		
BIOTA ACUÁTICA				
Mugil cephalus	Lisa	Preocupación Menor	8	1
Cryphiops caementarius	Camarón de río	Vulnerable	84.18 /m^2	

4.3.5 Actividad 6 Carta de Ocupación de Tierras (COT) para el establecimiento de unidades y pisos vegetacionales.

El área de estudio del Humedal Costero Estuario Río Huasco contiene una superficie de 752,99 ha de las cuales el 83,4% (627,84 ha) corresponden a las formaciones vegetales Matorral, Bosque, Zona de vegetación escasa y Otras formaciones, mientras que la fracción restante corresponde a Otras categorías (cultivos agrícolas, cuerpos de agua y zonas urbanas) (Tabla 4-9).

Tabla 4-9. Superficie y participación porcentual de las formaciones vegetales y otras categorías del área de estudio.

Formación vegetal	Tipo vegetacional	Superfice (ha)	Participación porcentual (%)
Bosque	Bosque de *Salix humboldtiana*	20,34	2,7
	Total Bosque	**20,34**	**2,7**
Matorral	Matorral de *Adesmia littoralis*	205,07	27,2
	Matorral de *Tessaria absinthioides y Baccharis spartioides*	83,6	11,1
	Matorral de *Tessaria absinthioides*	54,31	7,2
	Matorral de *Tessaria absinthioides y Sarcocornia fruticosa*	52,24	6,9
	Matorral de *Cristaria glaucophylla*	38,03	5,1
	Matorral de *Baccharis spartioides y Sarcocornia fruticosa*	26,32	3,5

Folio017279

Tabla 4-9. Superficie y participación porcentual de las formaciones vegetales y otras categorías del área de estudio.

	Total Matorral	**459,57**	**61,0**
Otras formaciones	Plantación forestal	45,96	6,1
	Herbazal de *Typha angustifolia*	26,94	3,6
	Total Otras formaciones	**72,9**	**9,7**
Zona de vegetación escasa	Zona de vegetación escasa	75,03	10,0
	Total Zona de vegetación escasa	**75,03**	**10,0**
Total formaciones vegetales		**627,84**	**83,4**
Otras categorías	Zonas agrícolas (cultivos)	79,3	10,5
	Cuerpo de agua	34,12	4,5
	Zonas urbanas	11,73	1,6
Total otras categorías		**125,15**	**16,6**
Superficie total		**752,99**	**100,00**

4.3.5.1 Bosque

Es aquella formación donde la forma de crecimiento de las especies dominantes corresponde a árbol y cuya cobertura de copa es superior al 10%. En algunas situaciones esta formación de bosque se encuentra acompañada de un estrato arbustivo de cobertura variable.

La superficie total de esta formación vegetal es de 20,34 ha, la cual representa un 2,7% del área de estudio total. El único tipo vegetacional respectivo a esta formación es el bosque de *Salix Humboldtiana*. La cobertura de copa de esta formación es superior al 75% (Figura 4-8).

Folio017280

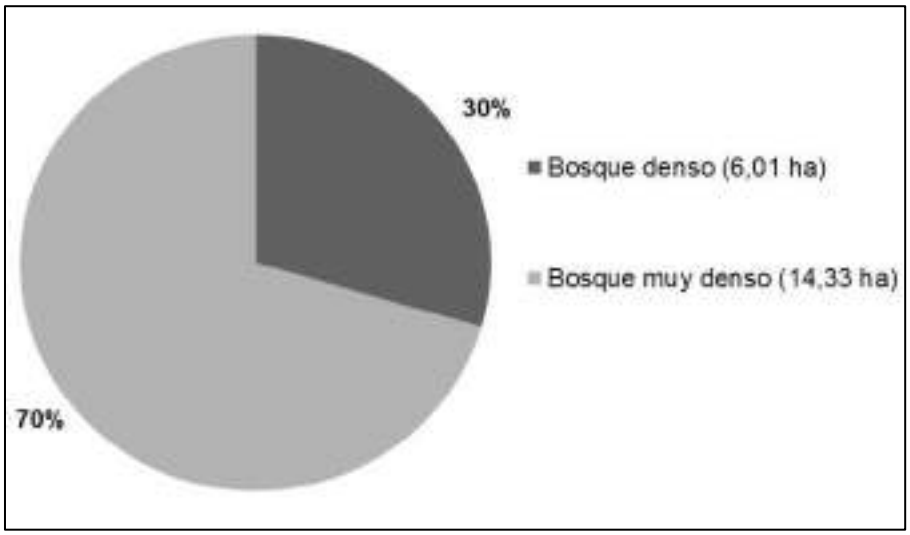


Figura 4-8. Clases de cobertura de cobertura vegetal de la formación vegetal Bosque.

A continuación se describe el tipo vegetacional Bosque de *Salix humboldtiana,* el cual corresponde al único tipo presente en esta formación.

a. Bosque de Salix humboldtiana

El bosque de *Salix humboldtiana* corresponde al único tipo vegetacional donde dominan especies de hábito de crecimiento arbóreo. Este tipo ocupa una superficie de 20,34 ha, la cual representa un 2,7% del área de estudio del Humedal Costero Estuario Río Huasco. Dentro del estrato arbóreo no se encuentran otras especies acompañantes que aporten en la cobertura vegetal de manera significativa. Sin embargo, en algunas ocasiones se encuentra acompañado por un estrato arbustivo de cobertura variable donde domina la presencia de la especie *Tessaria absinthioides.*

Esta formación vegetal al interior del área de estudio se asocia a sectores húmedos colindantes a cuerpos de agua permanentes o temporales (Figura 4-9).

De acuerdo al Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), dentro del bosque de *Salix humboldtiana* se encuentra una especie en categoría de conservación, la cual corresponde a *Equisetum giganteum,* especie calificada en la categoría Preocupación Menor.

Folio017281



Figura 4-9. Fotografía del tipo vegetacional Bosque de *Salix humboldtiana*

4.3.5.2 Matorral

Esta formación se caracteriza porque dentro de su composición dominan en cobertura aquellas especies con un hábito de crecimiento arbustivo. En algunas situaciones es posible encontrar esta formación acompañada por un estrato herbáceo.

El área total cubierta por la formación de matorral es de 459,57 ha, superficie que representa el 61,0% del área de estudio. Dentro de esta formación se identifican seis tipos vegetacionales diferentes donde dominan las especies *Adesmia littoralis, Baccharis spartioides, Sarcocornia fruticosa, Cristaria glaucophylla, Tessaria absinthioides.*

En relación a la cobertura vegetacional de la formación de matorral, esta se presenta con variaciones que van desde muy clara (10 a 25% de cobertura) hasta muy densa (coberturas mayores al 90%) (**Figura** 4-10).

Folio017282

Figura 4-10

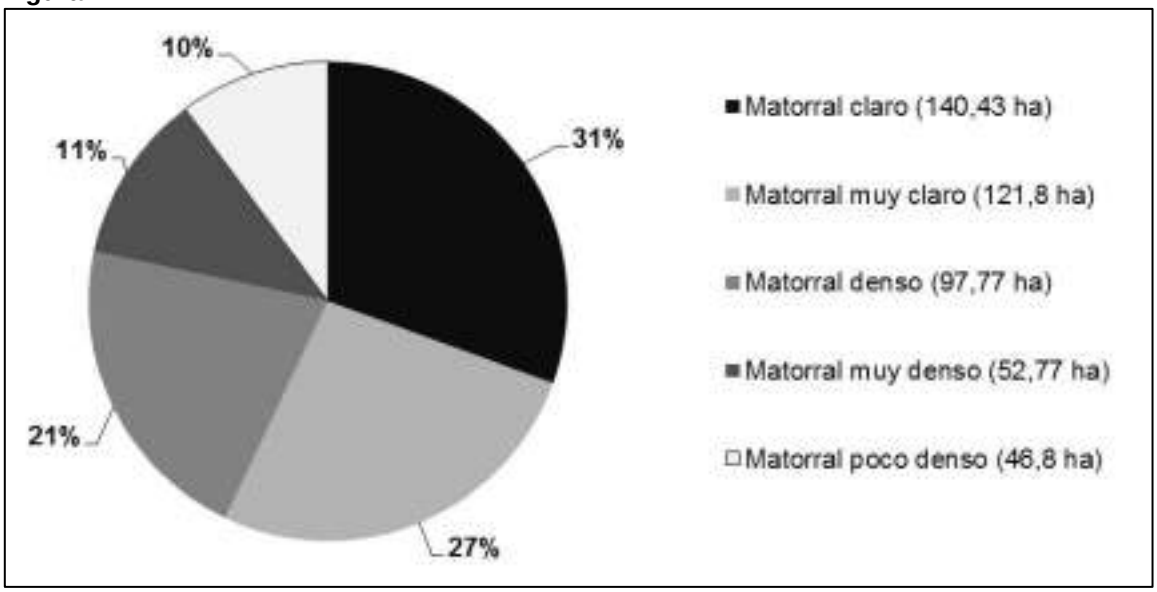


Figura 4-10. Clases de cobertura de cobertura vegetal de la formación vegetal Matorral.

A continuación se describen los seis tipos vegetacionales encontrados para esta formación.

a. Matorral de Adesmia littoralis

El matorral dominado por la especie *Adesmia littoralis* corresponde al tipo vegetacional con mayor superficie dentro de esta formación (Figura 4-11). La superficie que ocupa éste matorral es de 205,07 ha, la cual corresponde a un 27,2% de la superficie total del área de estudio. La cobertura vegetacional del estrato arbustivo presenta un rango de variación entre el 10-25% y 25-50% (de muy claro a claro). En algunas ocasiones dentro del estrato arbustivo es posible encontrar como especie acompañante al subarbusto endémico *Nolana divaricata*.

Al interior del Matorral de *Adesmia littoralis* es posible registrar la presencia de las especies *Austrocylindropuntia miqueli* y *Eulychnia acida,* las cuales se encuentran en la categoría de conservación Preocupación Menor (de acuerdo al RCE).

Folio017283



Figura 4-11. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Adesmia littoralis*

b. Matorral de Tessaria absinthioides y Baccharis spartioides

En términos de cobertura vegetal este tipo vegetacional se encuentra dominado por las especies *Tessaria absinthioides* y *Baccharis spartioides.* El área que abarca este tipo corresponde a 83,6 ha (11,1% del área de estudio). La cobertura vegetacional del matorral de *Tessaria absinthioides* y *Baccharis spartioides* varía entre el 50-75% y 75-90% (de poco denso a denso). Como especies acompañantes dentro de este tipo vegetacional es posible encontrar a los arbustos *Sarcocornia fruticosa*, *Baccharis juncea* y a las hierbas *Distichlis spicata* y *Carpobrotus chilensis*, entre otras.

Dentro del matorral de *Tessaria absinthioides* y *Baccharis spartioides* es posible encontrar la especie *Equisetum giganteum*, la cual está clasificada en la categoría Preocupación Menor.

Folio017284



Figura 4-12. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Tessaria absinthioides y Baccharis spartioides.*

c. Matorral de Tessaria absinthioides

Este tipo vegetacional ocupa una superficie de 54,31 (7,2% del área de estudio). La cobertura vegetacional del estrato arbustivo dominado por esta especie, en la mayor parte de las situaciones es posible encontrarla con coberturas superiores al 50%, sin embargo, presenta un rango de variación que va desde claro a muy denso (25-50% a 90-100%).

De acuerdo al Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres no se registraron especies en categoría de conservación al interior del Matorral de *Tessaria absinthioides.*



Figura 4-13. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Tessaria absinthioides*

Folio017285

d. Matorral de Tessaria absinthioides y Sarcocornia fruticosa

El matorral dominado por las especies *Tessaria absinthioides* y *Sarcocornia fruticosa* presenta una superficie de 52,24 ha, la cual representa un 6,9% de la superficie total del área de estudio. La cobertura vegetal que ocupa este tipo vegetacional se presentan de forma poco densa a muy densa (50-75% a 90-100%).

Al interior del Matorral de *Tessaria absinthioides* y *Sarcocornia fruticosa* no se registraron especies en categoría de conservación (de acuerdo al RCE).



Figura 4-14. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Tessaria absinthioides y Sarcocornia fruticosa.*

e. Matorral de Cristaria glaucophylla

Dentro del área de estudio el matorral de *Cristaria glaucophylla* presenta una superficie de 38,03 ha, la cual representa un 5,1% del área de estudio total. Este tipo vegetacional se presenta con una cobertura vegetal clara (25-50%). En algunas ocasiones dentro de esta formación vegetal es posible encontrar como especies acompañantes a los arbustos *Baccharis spartioides*, *Nolana divaricata* y *Ephedra chilensis*.

Dentro del Matorral de *Cristaria glaucophylla* no se encontraron especies en categoría de conservación (de acuerdo al RCE).

Folio017286



Figura 4-15. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Cristaria glaucophylla*

f. Matorral de Baccharis spartioides y Sarcocornia fruticosa

El matorral dominado por las especies de *Baccharis spartioides y Sarcocornia fruticosa* ocupa un área de 26,32 ha (3,5% de la superficie total del área de estudio). En relación a la cobertura vegetal, esta presenta un rango de variación que va desde claro a muy denso (25-50% a 90-100%). Como especies acompañantes dentro de este tipo vegetacional es posible encontrar a los arbustos *Nolana crassulifolia, Tessaria absinthioides* y a la hierba *Distichlis spicata*, entre otras.

Dentro de este tipo vegetacional no se encontraron especies en categoría de conservación (de acuerdo al RCE).

Folio017287



Figura 4-16. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Baccharis spartioides y Sarcocornia fruticosa*

4.3.5.3 Otras formaciones

Corresponde aquellas formaciones donde la vegetación continúa siendo la que aporta la mayor cobertura dentro del área, sin embargo, presentan características diferentes al patrón común de las formaciones vegetales naturales. Dentro del área de estudio se identifican dos de estas formaciones, las cuales corresponden Plantación forestal y a Herbazal de *Typha angustifolia.*

a. Plantación forestal

Esta formación ocupa una superficie de 45,96 ha, la cual representa el 6,1% del área de estudio total. Se compone por plantaciones monoespecíficas de especies arbóreas, las cuales corresponden principalmente a *Eucalyptus cf. Camaldulensis* y *Acacia saligna* (Figura 4-17).

Folio017288



Figura 4-17. Fotografía de Plantación forestal

b. Herbazal de Typha angustifolia

Corresponde al tipo vegetacional donde domina la hierba perenne *Typha angustifolia* (conocida comúnmente como totora). Este herbazal ocupa dentro del área de estudio una superficie de 26,94 ha (3,6% de la superficie total del área de estudio). Esta formación vegetacional se caracteriza por crecer en sectores con presencia de agua o colindantes a sectores saturados por la presencia de agua.



Figura 4-18. Fotografía de Herbazal de *Typha angustifolia*

Folio017289

4.3.5.4 Zona de vegetación escasa

Esta zona corresponde a sectores donde actualmente no existe vegetación viva o que presentan coberturas vegetales menores al 5%. Estas zonas ocupan una superficie de 75,03 ha lo que representa el 10,0% de la superficie total del área de estudio.



Figura 4-19. Fotografía de Zona de vegetación escasa

4.3.5.5 Otras categorías

Dentro de las superficies clasificadas en otras categorías se encuentran las zonas agrícolas (cultivos), los cuerpos de agua y las zonas urbanas. Las superficie total que ocupan estos tres componentes es de 125,15 ha, lo cual representa un 16,6% del área de estudio. El detalle de la superficie de los tres componentes se encuentra en la Tabla 4-9.

Folio017290



Figura 4-20. Fotografía de Zona urbana (izquierda) y Zona agrícola de cultivo de olivos (derecha).

4.3.6 Actividad 7 Identificación de especies de flora y vegetación por unidad vegetacional

De los resultados obtenidos del muestreo de otoño-invierno y primavera 2016 en 73 parcelas de inventarios, se señala que la flora vascular está compuesta por 69 especies de plantas, las cuales se agrupan en 6 clases y 58 géneros. Las familias mayoritariamente representadas fueron Asteraceae (compuestas), con especies, seguido de Poaceae y Solanaceae con 6 especies cada una y Cyperaceae con 4 especies. Del total de especies, sólo una especie fue identificada a nivel genérico debido a no poseer caracteres morfológicos determinantes para su mayor precisión.

Tabla 4-10 Posición sistemática de la flora vascular presente en el área de estudio.

CLASE	Familias	Géneros	Especies
Filicopsida	1	1	1
Gnetopsida	1	1	1
Sphenopsida	1	1	1
Pinopsida	1	1	1
Magnoliopsida (Dicotiledóneas)	28	44	52
Liliopsida (Monocotiledóneas)	4	10	13
Total	**36**	**58**	**69**

Folio017291

El listado taxonómico del total de especies identificadas en el área de estudio se detalla a continuación:

Tabla 4-11 Listado taxonómico de la flora vascular presente en el área de estudio.

División	Clase	Familia	Especie	Nombre común
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Aizoaceae	*Carpobrotus chilensis*	doca
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Aizoaceae	*Mesembryanthemum crystallinum*	hierba del hielo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Amaranthaceae	*Sarcocornia fruticosa*	hierba sosa
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Amaranthaceae	*Suaeda foliosa*	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus polygama*	huingán
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Apiaceae	*Apium* cf. *panul*	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Apiaceae	*Apium nodiflorum*	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Apocynaceae	*Skytanthus acutus*	cuerno de cabra
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Araliaceae	*Hydrocotyle ranunculoides*	hierba de la plata
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis juncea*	suncho
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis linearis*	romerillo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis sagittalis*	verbena de tres esquinas
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	chilca
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis spartioides*	pichana
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Cotula coronopifolia*	botón de oro
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Encelia canescens*	corona de fraile
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Hypochaeris scorzonerae*	Escorzonera
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Senecio* cf. *almeidae*	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Tessaria absinthioides*	brea
Pteridophyta	Filicopsida	Azollaceae	*Azolla filiculoides*	tembladerilla
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium stenophyllum*	palito negro
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Boraginaceae	*Tiquilia litoralis*	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Brassicaceae	*Nasturtium officinale*	berro europeo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Cactaceae	*Austrocylindropuntia miquelii*	tunilla
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Cactaceae	*Eulychnia acida* var. *procumbens*	copao, ácido

Folio017292

Magnoliophyta	Magnoliopsida	Celastraceae	*Maytenus boaria*	maitén
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Convolvulaceae	*Cressa truxillensis*	-
Pinophyta	Pinopsida	Cupressaceae	*Cupressus macrocarpa*	ciprés
Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperaceae	*Eleocharis* sp.	-
Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperaceae	*Schoenoplectus californicus*	totora
Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperaceae	*Schoenoplectus* cf. *americanus*	totora
Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperaceae	*Schoenoplectus* sp.	-
Gnetophyta	Gnetopsida	Ephedraceae	*Ephedra chilensis*	pingo-pingo
Pteridophyta	Sphenopsida	Equisetaceae	*Equisetum giganteum*	cola de caballo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	ricino
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	*Acacia saligna*	aromo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia littoralis*	varilla
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	*Astragalus* aff. *chamissonis*	hierba loca
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Frankeniaceae	*Frankenia chilensis*	hierba del salitre
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Goodeniaceae	*Selliera radicans*	-
Magnoliophyta	Liliopsida	Juncaceae	*Juncus acutus*	junco
Magnoliophyta	Liliopsida	Juncaceae	*Juncus* sp.	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Loranthaceae	*Tristerix corymbosus*	quintral
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria dissecta*	malva
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria glaucophylla*	malvilla
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Malvaceae	*Malvella leprosa*	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Myrtaceae	*Eucalyptus* cf. *camaldulensis*	eucalipto
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Oleaceae	*Olea europaea*	olivo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Onagraceae	*Ludwigia peploides*	clavito de agua
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Plantaginaceae	*Bacopa monnieri*	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Plantaginaceae	*Plantago major*	llantén
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	*Ammophila arenaria*	-
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	*Arundo donax*	caña
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	*Cortaderia speciosa*	cola de zorro
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	*Distichlis spicata*	pasto salado

Folio017293

Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	*Paspalum vaginatum*	chépica blanca
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	*Phragmites australis*	carrizo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Polygonaceae	*Chorizanthe kingii*	sanguinaria
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Primulaceae	*Samolus valerandi*	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Ranunculaceae	*Halerpestes cymbalaria*	botón de oro
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Salicaceae	*Salix humboldtiana*	sauce
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	*Lycium chilense*	coralillo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	*Nicotiana glauca*	palqui inglés
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	*Nolana crassulifolia*	sosa
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	*Nolana divaricata*	suspiro
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	*Nolana salsoloides*	suspiro
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	*Solanum trinominum*	-
Magnoliophyta	Liliopsida	Typhaceae	*Typha angustifolia*	totora
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Verbenaceae	*Phyla reptans*	-

Folio017294

4.3.6.1 Origen fitogeográfico

Con respecto al origen fitogeográfico, un 49% (34 taxa) de las especies observadas corresponden a un origen nativo no endémico, mientras que un 23% (16 especies) son de origen endémico de Chile continental, mientras que 23% (16 especies) son introducidos y finalmente un 4,35% (3 especies) catalogada de indeterminado debido a que corresponden a especies identificadas solamente a nivel de género. Lo anterior se representa en la Figura 4-21:

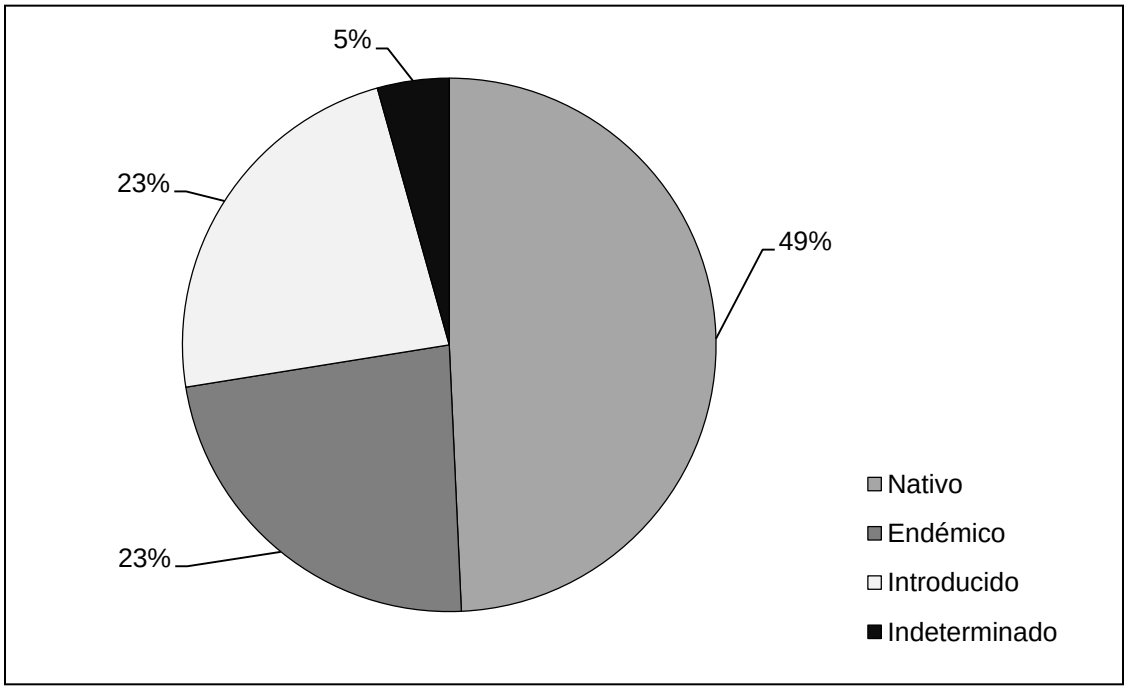


Figura 4-21 Origen fitogeográfico de la flora vascular registrada en el área de estudio.

4.3.6.2 Forma de vida

La dominancia en cuanto a formas de vida en el área de estudio, pertenece a hierbas perennes seguido de los arbustos como los más comunes con 32 (46,38%) y 16 (23,19%) especies respectivamente. Por el contrario, la forma de vida con menores representantes corresponde a suculentas con dos especies (2,90%) (*Eulychnia acida* var. *procumbens* y *Austrocylindropuntia miquelii*) y arbusto parásito con un solo representante (1,45%) (*Tristerix corymbosus*) (Figura 4-22).

Folio017295

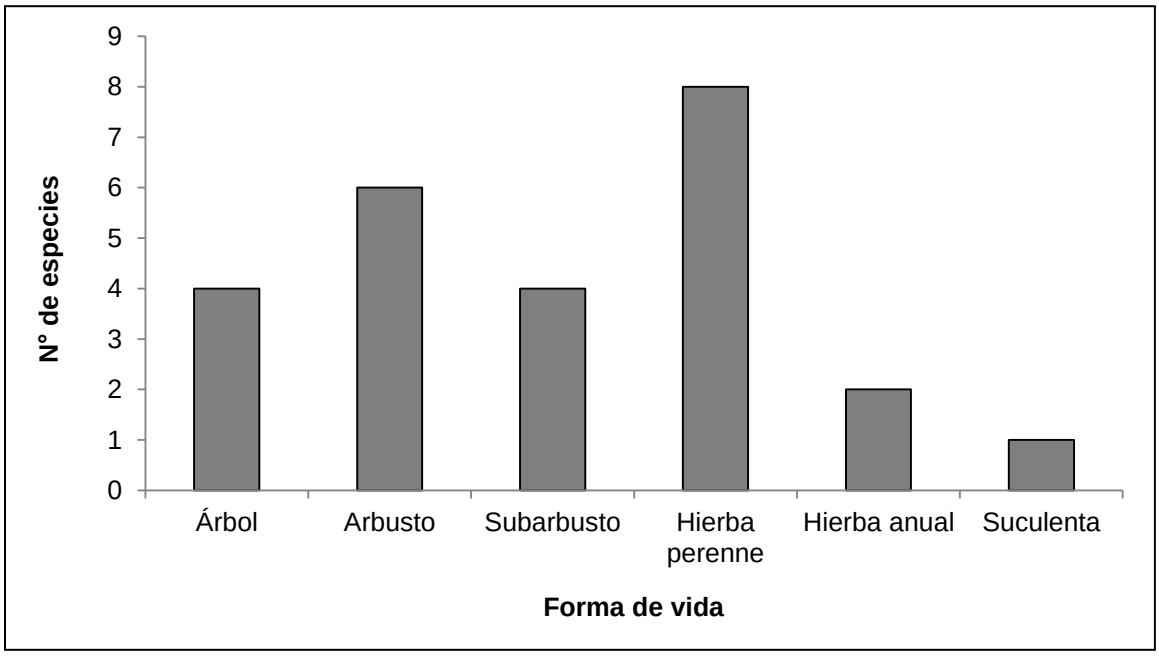


Figura 4-22 Formas de vida de flora vascular presente en el área de estudio.

4.3.7 Actividad 8 Listado actualizado de especies y estado de conservación de los componentes ambientales evaluados (biota acuática, fauna, flora y vegetación)

4.3.7.1 Flora y vegetación

En relación al estado de categoría de conservación, según la revisión de los documentos de prelación por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), esto es, Decretos Supremos emitidos hasta la fecha, Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile y el Boletín N° 47 del MNHN, se registraron tres especies que se encuentran clasificada en categoría de conservación (Tabla 4-12) que corresponde dos cactáceas y a una hierba perenne en categoría de conservación (Figura 4-23). Adicionalmente, la Figura 4-25 muestra los registros de las especies observadas en categoría de conservación. Ambas cactáceas se ubican en la zona norte del área de estudio en unidades vegetacionales que corresponden a matorrales mientras que los individuos de la macrófita *Equisetum giganteum* se registren a unidades vegetacionales asociadas a cuerpos de agua (río, acequias, etc.).

Tabla 4-12 Especie catalogada en estado de conservación presente en el área de estudio.

Especie	Nombre común	Categoría de conservación	Estado de conservación
Austrocylindropuntia miquelii	tunilla	Suculenta	LC (DS 13/2013 MMA)
Equisetum giganteum	cola de caballo	Hierba perenne	LC (DS 13/2013 MMA)
Eulychnia acida var. *procumbens*	copao, ácido	Suculenta	LC (DS 41/2011 MMA)

Folio017296

Adicionalmente, según la clasificación efectuada por la IUCN (2016), no existen especies de plantas vasculares clasificadas bajo criterio de conservación en el área de estudio.



Figura 4-23 Ejemplar de *Eulychnia acida var. procumbens* (izquierda) y *Austrocylindropuntia miquelii* (derecha) especies endémicas catalogadas c en categoría de Preocupación menor.



Figura 4-24 Ejemplar de *Equisetum giganteum,* especie macrófita y nativa catalogada en categoría de Preocupación menor.

Folio017297



Figura 4-25. Distribución de las especies en categoría de conservación registradas en el área de estudio.

Folio017298

4.3.7.2 Fauna

a. Riqueza de especies

En las dos campañas realizadas durante 2016, se registró un total de 79 especies de fauna vertebrada. De estas especies la mayor riqueza se concentró en las aves terrestres con 32 especies (40,5%), seguida de las aves acuáticas con 22 (27,8%), las aves ribereñas con 13 especies (16,5%), aves marinas con ocho especies (10,1%) y los micromamíferos con cuatro especies (5,1%). Durante ambas campañas no se registraron anfibios ni micromamíferos quirópteros. Ver Figura 4-26a.

Comparativamente, la campaña de invierno fue la que registró la mayor riqueza, alcanzado las 66 especies. Mientras que en primavera se alcanzó una riqueza de 50 especies. También es destacable que la campaña de invierno registró mayor riqueza de aves acuáticas, ribereñas y terrestres, respecto a primavera. Mientras que esta última campaña aumentó la riqueza de aves marinas. Por otra parte, en ambas campañas se alcanzó la misma riqueza de micromamíferos (Figura 4-26b).

La composición de especies no fue idéntica durante ambas campañas, es decir, distintas especies se registraron dentro de cada grupo para cada campaña. Sin embargo, tanto en invierno como primavera las aves acuáticas y terrestres fueron las de mayor riqueza.

Ver la Tabla 4-13 para el detalle de composición de fauna vertebrada en cada campaña realizada en el humedal del Río Huasco durante 2016.

b. Abundancia de individuos

En las dos campañas realizadas durante 2016, se registró un total de 2052 individuos de fauna vertebrada. La mayor abundancia se concentró en las aves acuáticas con 930 individuos (45,3%), seguida de aves marinas con 402 individuos (19,6%), aves terrestres 132 individuos (19,1%), aves ribereñas con 261 individuos (12,7%). Mientras que los micromamíferos solo alcanzaron los 67 individuos (3,3%). Ver la Figura 4-27a.

Comparativamente, la campaña de invierno fue la que alcanzó la mayor abundancia con 1302 individuos. Mientras que primavera solo alcanzó una abundancia de 750 individuos (Figura 4-27b). En ambas campañas la dominancia fue para las aves terrestres y acuáticas y el patrón general de dominancia de cada grupo se mantuvo. Salvo para los micromamíferos, los cuales aumentaron su abundancia durante primavera (Figura 4-27b).

En cada campaña la dominancia de especies fue diferente para cada grupo registrado. Por una parte, durante la campaña de invierno las aves más abundantes fueron, el ave acuática *Fulica armillata* con 175 ejemplares, el ave marina *Larus modestus* con 95 ejemplares, el ave ribereña *Numenius phaeopus* con 106 ejemplares y el ave terrestre *Tachycineta meyeni* con 137 ejemplares. Mientras que dentro de los micromamíferos, el más abundante fue *Mus musculus* con diez ejemplares.

Por otra parte, durante primavera las aves más abundantes fueron, el ave acuática *Fulica leucoptera* con 139 ejemplares, el ave marina *Haematopus palliatus* con 33 ejemplares, el ave ribereña *Tringa melanoleuca* con 30 ejemplares y el ave terrestre *Cathartes aura* con

Folio017299

24 ejemplares. Mientras que dentro de los micromamíferos el más abundante fue *Abrothrix olivaceus* con 17 ejemplares.

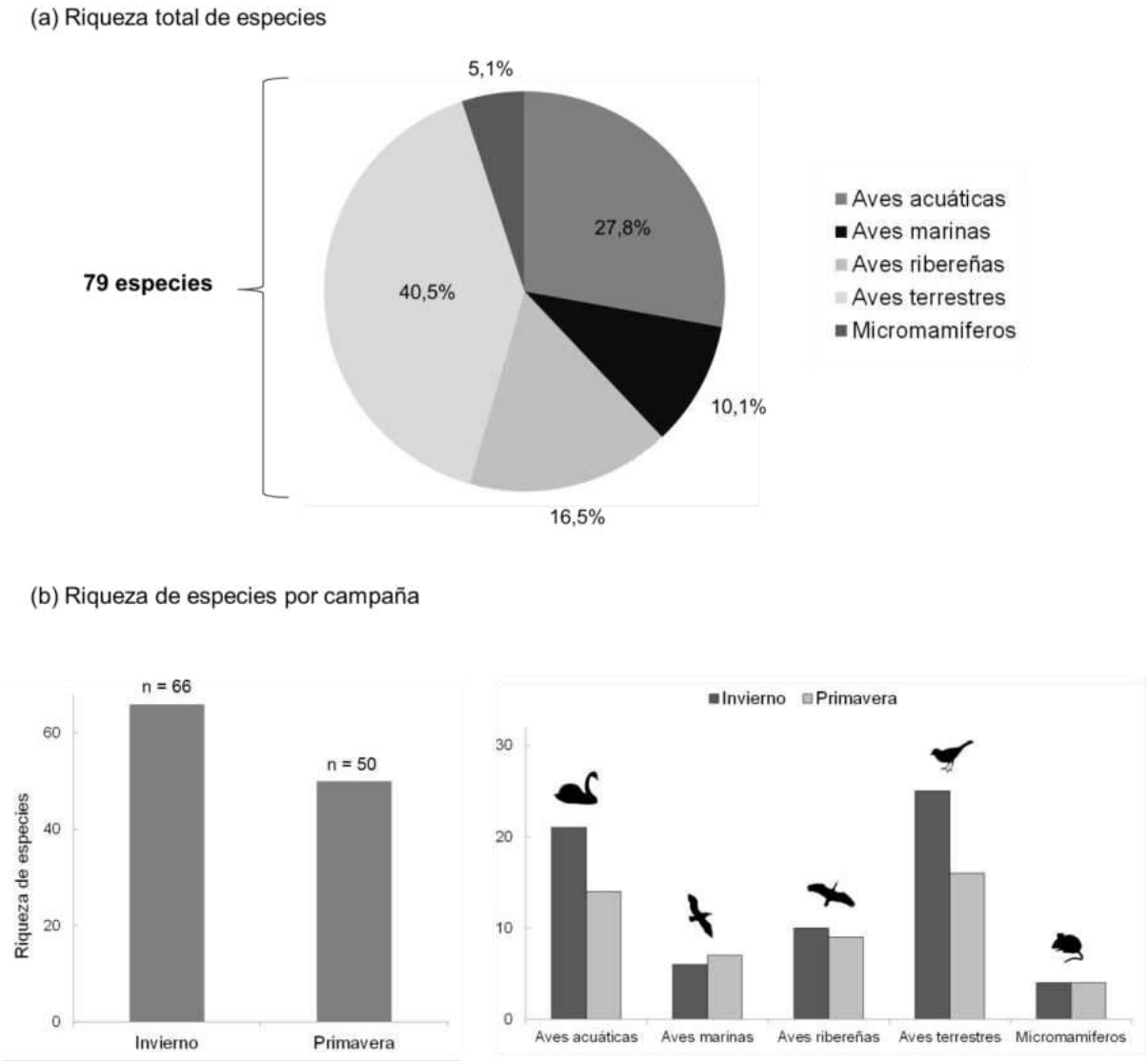


Figura 4-26 Riqueza relativa del total de especies registrada durante 2016 (a) y riqueza absoluta de especies para las campañas de invierno y primavera (b) en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Sobre las barras de la izquierda se indica el número de especies totales para cada campaña.

Ver la Tabla 4-13 para el detalle de la abundancia para cada especie de fauna vertebrada registrada en cada campaña realizada en el humedal del Río Huasco durante 2016.

Folio017300

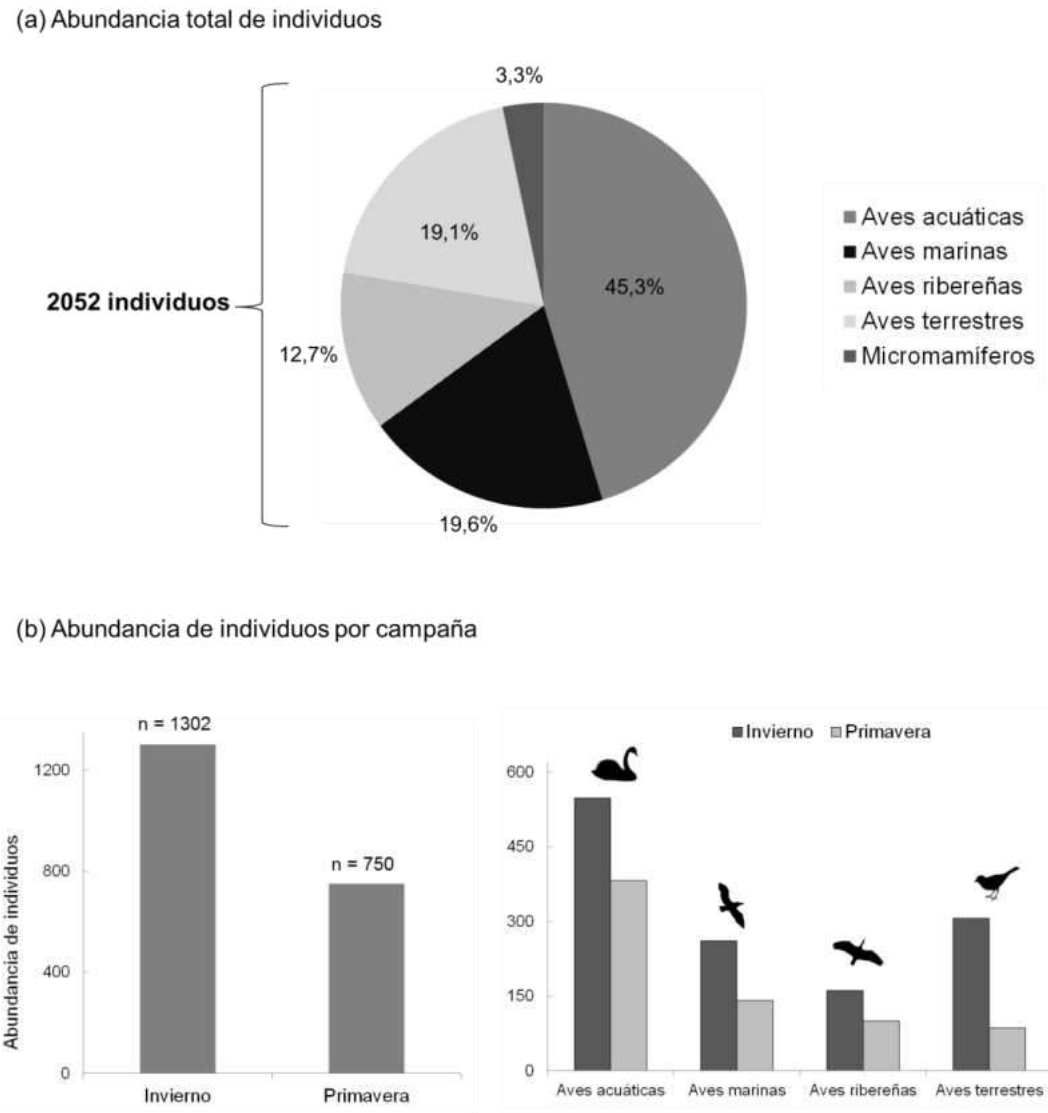


Figura 4-27 Abundancia relativa del total de individuos registrada durante 2016 (a) y abundancia absoluta de individuos para las campañas de invierno y primavera (b). Sobre las barras de la izquierda se indica el número de individuos totales para cada campaña.

Folio017301

Tabla 4-13 Listado taxonómico y abundancia de la fauna vertebrada presente en el área de estudio durante las campañas de invierno y primavera de 2016. En negrita se destacan las especies en categoría RCE.

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Abundancia de individuos	
			Invierno	Primavera
Aves acuáticas				
Fulica armillata	Tagua común	--	175	100
Fulica leucoptera	Tagua chica	--	20	139
Anas sibilatrix	Pato real	--	73	60
Anas georgica	Pato Jergón Grande	--	69	14
Anas cyanoptera	Pato colorado	--	74	7
Fulica rufifrons	Tagua de frente roja	--	56	20
Coscoroba coscoroba	**Cisne coscoroba**	**En peligro**	**32**	**12**
Charadrius alexandrinus	Chorlo nevado	--	2	15
Ardea alba	Garza grande	--	7	7
Egretta thula	Garza chica	--	11	
Podiceps major	Huala	--	3	3
Anas platalea	**Pato cuchara**	**Insuficientemente conocida**	**6**	
Podilymbus podiceps	Picurio	--	3	2
Ardea cocoi	**Garza cuca**	**Rara**	**4**	**1**
Plegadis chihi	**Cuervo del pantano**	**En peligro**	**2**	**1**
Rollandia rolland	Pimpollo	--	2	
Egretta caerulea	Garza azul	--	2	
Cinclodes nigrofumosus	Churrete costero	--	2	
Charadrius modestus	Chorlo chileno	--	2	
Gallinula melanops	Tagüita	--	2	
Anas bahamensis	**Pato gargantillo**	**Preocupación Menor**		**1**
Gallinula galatea	Tagüita del norte	--	1	
Aves marinas				
Larus modestus	**Gaviota garuma**	**Vulnerable**	**95**	**24**
Haematopus palliatus	Pilpilén	--	65	33

Folio017302

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Abundancia de individuos	
			Invierno	Primavera
Larus dominicanus	Gaviota dominicana	--	60	26
Phalacrocorax brasilianus	Yeco	--	23	14
Pelecanus thagus	Pelícano	--	15	16
Rynchops niger	Rayador	--		14
Larus pipixcan	Gaviota de Franklin	--		14
Haematopus ater	Pilpilén negro	--	3	
Aves ribereñas				
Numenius phaeopus	Zarapito	--	106	23
Tringa melanoleuca	Pitotoy grande	--		30
Tringa flavipes	Pitotoy chico	--		25
Agelaius thilius	Trile	--	17	5
Himantopus melanurus	Perrito	--	8	5
Tachuris rubrigastra	Siete colores	--	6	3
Calidris alba	Playero blanco	--	9	
Phleocryptes melanops	Trabajador	--	6	2
Hymenops perspicillata	Run run	--		6
Theristicus melanopis	**Bandurria**	**En peligro**	**5**	
Nycticorax nycticorax	Huairavo	--	1	1
Gallinago paraguaiae	**Becacina**	**Vulnerable**	**2**	
Limosa haemastica	Zarapito de pico recto	--	1	
Aves terrestres				
Tachycineta meyeni	Golondrina chilena	--	137	15
Zenaida meloda	Paloma de alas blancas	--	34	5
Vanellus chilensis	Queltehue	--	25	12
Sicalis luteola	Chirihue	--	32	
Cathartes aura	Jote de cabeza colorada	--		24
Zonotrichia capensis	Chincol	--	12	5
Lessonia rufa	Colegial	--	8	4
Curaeus curaeus	Tordo	--	6	3
Troglodytes musculus	Chercán	--	6	2

Folio017303

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Abundancia de individuos	
			Invierno	Primavera
Geositta cunicularia	Minero	--	7	
Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina de dorso negro	--	7	
Carduelis barbatus	Jilguero	--	5	
Leptasthenura aegithaloides	Tijeral	--	3	1
Zenaida auriculata	Tórtola común	--		4
Sephanoides sephaniodes	Picaflor	--	2	2
Xolmis pyrope	Diucón	--	3	
Diuca diuca	Diuca	--	3	
Circus cinereus	Vari	--		3
Coragyps atratus	Jote de cabeza negra	--	3	
Rhodopis vesper	Picaflor del norte	--		3
Sturnella loyca	Loica	--	2	
Scytalopus fuscus	Churrín del norte	--	2	
Parabuteo unicinctus	Peuco	--	2	
Anairetes parulus	Cachudito	--	2	
Patagona gigas	Picaflor gigante	--		1
Cistothorus platensis	Chercán de las vegas	--		1
Milvago chimango	Tiuque	--	1	
Phrygilus fruticeti	Yal	--	1	
Colorhamphus parvirostris	Viudita	--	1	
Buteo polyosoma	Aguilucho	--	1	
Anthus correndera	Bailarín chico	--		1
Muscisaxicola maclovianus	Dormilona tontita	--	1	
	Micromamíferos			
Abrothrix olivaceus	Ratoncito oliváceo	--	8	17
Mus musculus	Ratón común	--	10	10
Rattus norvegicus	Guarén	--	4	7
Phyllotis darwini	Ratón orejudo de Darwin	--	4	7

Folio017304

c. Origen biogeográfico

Durante las campañas de invierno y primavera de 2016, el 97,5% de la fauna fue de origen nativo, registrándose solo un 2,5% de fauna introducida correspondiente a los micromamíferos *Mus musculus* y *Rattus norvegicus*.

d. Estado de conservación

De acuerdo a la riqueza de especies registrada durante ambas campañas, 71 no se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación (89,9%), cinco especies (6,3%) se encuentran en alguna categoría de amenaza (i.e. En Peligro o Vulnerable) y tres especies (3,8%) se encuentran en alguna categoría no amenazada (i.e. Insuficientemente Conocida o Rara). En ambas campañas la composición de especies fue predominantemente no clasificada, alcanzando una riqueza de 59 y 45 especies, en invierno y primavera, respectivamente. Por otro lado, la fauna amenazada pasó de cinco especies en invierno a tres especies en primavera. Mientras que la riqueza de fauna no amenazada se mantuvo en ambas campañas.

Dentro de las especies amenazadas, se encuentran tres especies En Peligro (EN): *Coscoroba coscoroba*, *Plegadis chihi* y *Theristicus melanopis.* Junto a dos especies Vulnerables (VU): *Gallinago paraguaiae* y *Larus modestus*. De estas especies todas fueron registradas durante invierno y primavera, salvo *G. paraguaiae* y *T. melanopis* que estuvieron presentes solo en invierno. Mientras que dentro de la fauna en categoría de conservación fuera de amenaza, se encuentra la especie Rara: *Ardea cocoi* avistada en ambas campañas. La especie en Preocupación Menor: *Anas bahamensis* avistada solo en primavera y la especie Insuficientemente Conocida: *Anas platalea*, avistada solo en invierno. Ver Tabla 4-14.

Tabla 4-14 Especies con categoría de conservación detectadas en Humedal del rio Huasco durante las campañas de invierno y primavera de 2016.

Especies	**Estado de conservación (RCE)**	
Coscoroba coscoroba	EN	Amenazada
Plegadis chihi	EN	Amenazada
Theristicus melanopis	EN	Amenazada
Larus modestus	VU	Amenazada
Gallinago paraguaiae	VU	Amenazada
Ardea cocoi	LC	No Amenazada
Anas bahamensis	LC	No Amenazada
Anas platalea	IC	No Amenazada

RCE= Decreto Supremo N° 29 de 2011 del MMA Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres. DS 05= Decreto Supremo N° 05 MINAGRI Reglamento de la Ley De Caza. Dónde: EN= En Peligro, VU= Vulnerables, R= Raras, IC= Insuficientemente Conocida, F= Fuera de Peligro, NT= Casi amenazada, LC= Preocupación menor.

Folio017305

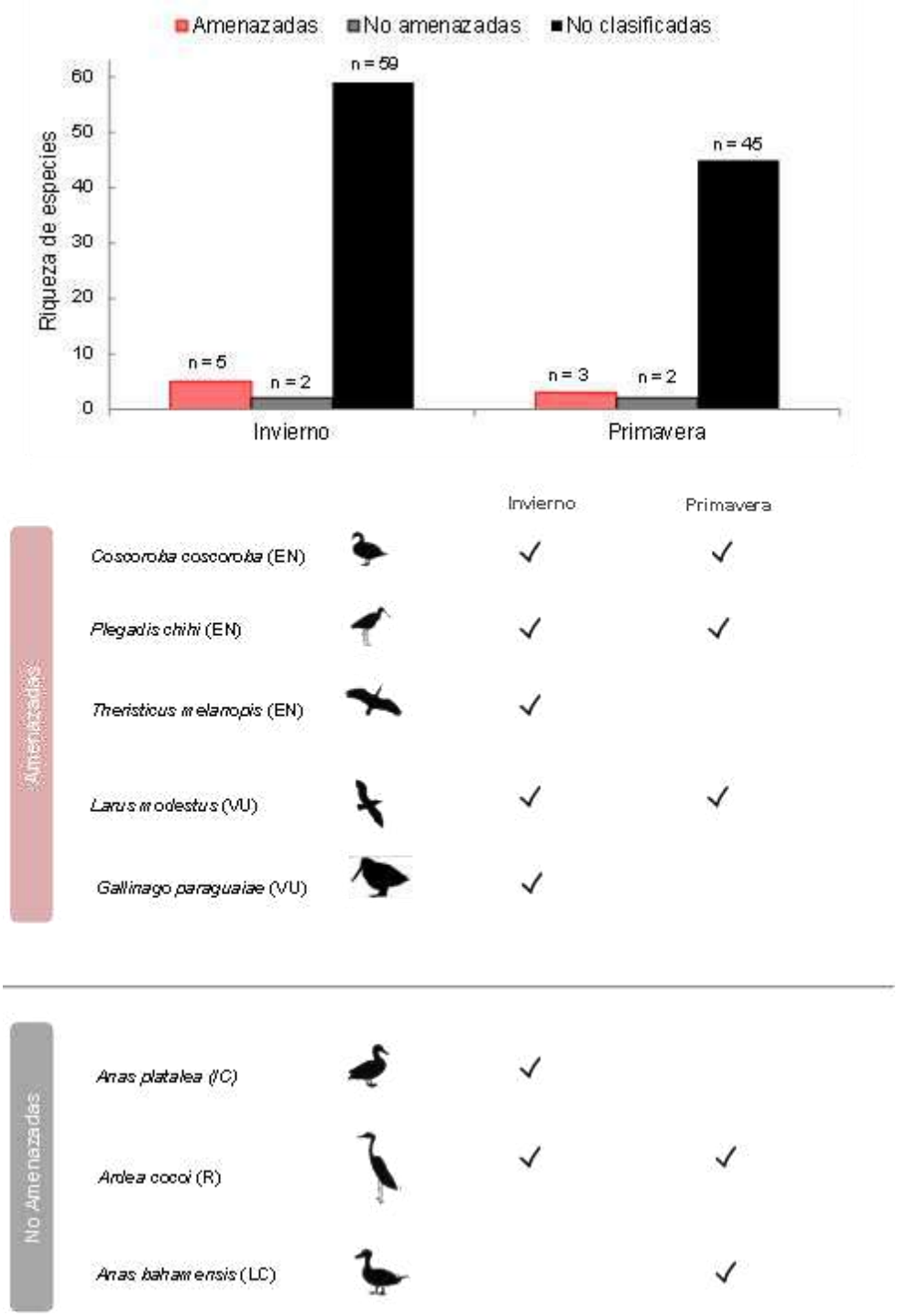


Figura 4-28 (a) Composición de especies de acuerdo a su clasificación según su estado de conservación. Sobre cada barra se indica el número de especies en cada categoría. (b) Se distingue la presencia de las especies amenazadas: En Peligro (EN) y Vulnerables (VU), junto a las especies fuera de amenaza: Insuficientemente Conocida (IC), Procupación Menor (LC) y Rara (R).

Folio017306

4.3.7.3 Biota Acuática

a. Zooplancton

Durante las campañas de invierno y primavera se obtuvo una riqueza total de 51 taxa en los seis puntos de muestreo del humedal costero. La mayor riqueza se registró en la campaña de invierno en el sitio H-5 con 30 taxa, mientras que la menor riqueza se registró en primavera en el punto H-4 y H-6, con 4 taxa de fauna planctónica. La mayor abundancia se presentó en primavera en el sitio H-6 (17,07 Ind/L), considerablemente mayor a la campaña anterior y a los puntos restantes; la menor abundancia se registró en la campaña de invierno en el sitio H-2 (0,40 Ind/L). La especie más destacada fue *Chydorus sphaericus,* que se ha encontrado en casi todos los puntos de las dos campañas (a excepción de H-1 en primavera) (Figura 4-29, Figura 4-30 y Tabla 14-2).

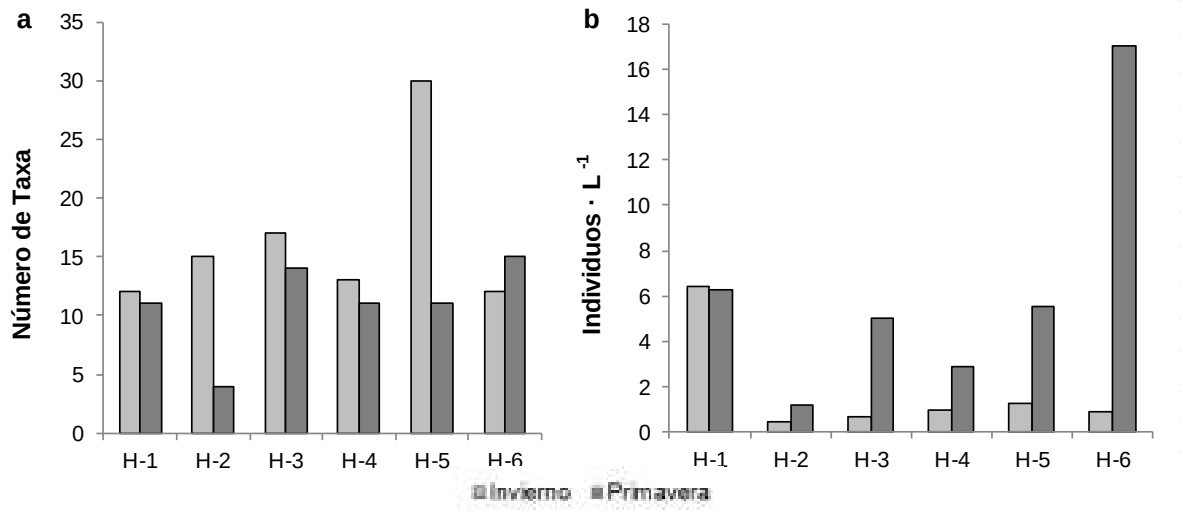


Figura 4-29 Riqueza (a) y abundancia (b) de zooplancton en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-Primavera 2016.

Los índices de diversidad de Shannon-Wienner (H') y de equidad de Pielou (J') indican que la mayor diversidad de la comunidad zooplanctónica (>3,5 Bits) se encontró en los puntos H-5 y H-2 de invierno y H-6 en primavera, al contrario, el punto menos diverso (2,1 Bits) fue H-2 durante la primavera; por su parte, la distribución de la abundancia se muestra más equitativa en el punto H-2 tanto en invierno como en primavera (0,90 y 0,92 respectivamente) (Tabla 14-2).

Folio017307

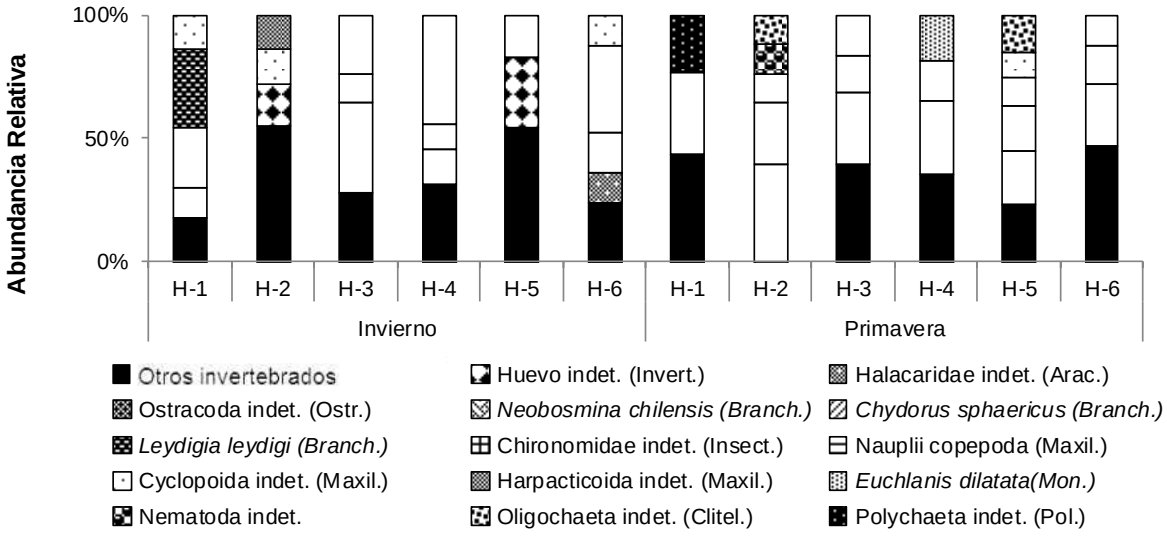


Figura 4-30 Abundancia relativa (mayor al 10%) de zooplancton en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016.

b. Zoobentos

Durante la campaña de invierno y primavera se obtuvo una riqueza total de 20 especies en los puntos de muestreo del humedal costero. El sitio con mayor riqueza fue H-5 en invierno (9 taxa), mientras que la menor riqueza se registró en H-1 y H-3 de la campaña de primavera donde no se encontraron ejemplares de macro invertebrados bentónicos (0 taxa).

La mayor abundancia se presentó en el sitio H-6 durante el invierno (8.314 ind/m^2), considerablemente mayor a los demás puntos; al contrario en H-1 y H-3 de la campaña de primavera donde no se encontraron individuos de este ensamble. (ANEXOS)

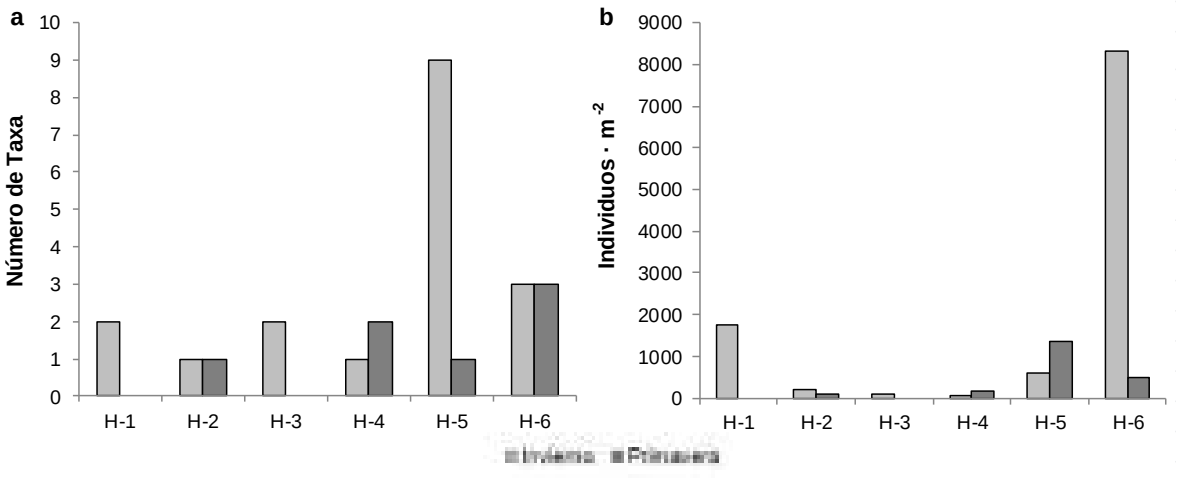


Figura 4-31 Riqueza (a) y abundancia (b) de zoobentos en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016.

Folio017308

Se destaca la abundancia de caracoles *Heleobia* sp., presentes en todos los puntos de muestreo de la campaña de invierno, en la que dominaron el ensamble en conjunto con *Ostracoda* sp. Durante la campaña de primavera el taxa más representativo fue Chironomidae indeterminado, ya que se encontró en dos de los seis puntos muestreados con abundancias relativas sobre el 50% ANEXOS).

En cuanto a los índices comunitarios. La mayor diversidad de zoobentos se registró en el punto de muestreo H-5 de la campaña de invierno (2,6 Bits), mientras que la mayor equidad de distribución de la abundancia (1,0) se situó en el punto H-3 y H-4 de invierno y primavera, respectivamente (ANEXOS). Esto se condice con lo presentado según la Figura 4-32, donde se observa que el punto H-5 de invierno es el punto que mayor proporción tiene de "otros taxa".

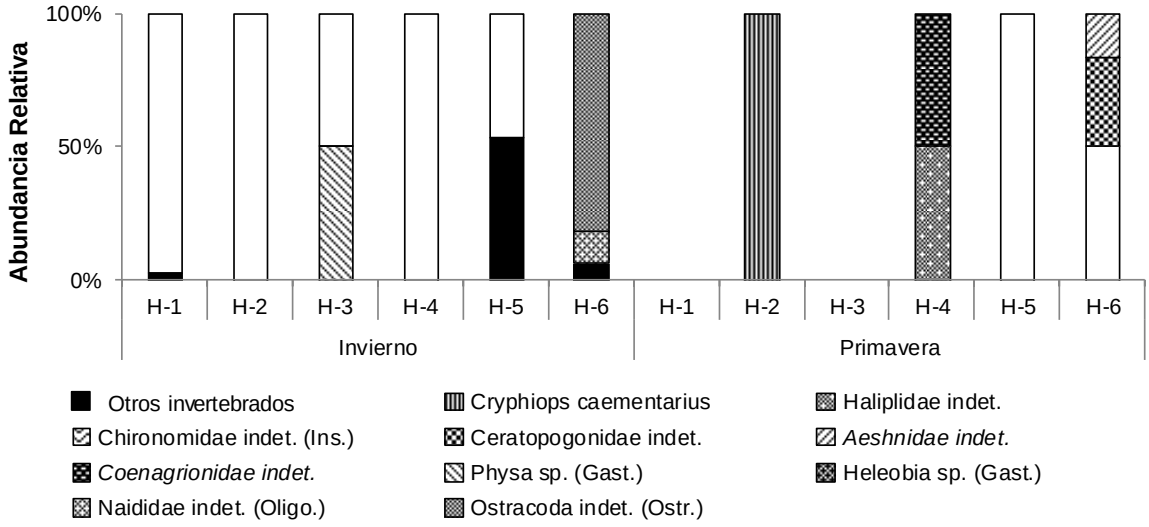


Figura 4-32 Abundancia relativa de zoobentos en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016.

c. Ictiofauna

La única especie capturada durante la campaña de invierno fue la especie nativa *Mugil cephalus* (Lisa), mientras que en la campaña de primavera se atrapó sólo un ejemplar de esta especie en un punto de muestreo y además, se encontraron varios ejemplares de la especie introducida *Gambusia affinis*. Es por esto que la riqueza en las campañas invierno y primavera se ha mantenido igual en todos los puntos de muestreo (1 taxa). La mayor abundancia se registra en H-5 primavera, donde se encontraron 20 ejemplares de Gambusia (Figura 4-33).

M. cephalus se capturó en los puntos H-5 y H-6 en el invierno y se observó en H-1 en primavera, con abundancias de 10, 8 y 1 ejemplares respectivamente, en cuanto a la Gambusia, esta se encontró durante la campaña de primavera en los puntos H-2 a H-6. La talla morfológica de estas especies variaron entre un mínimo de 7,6 en H-6 a una máxima robustez de 12,70 registrada en H-5 para *M. cephalus* (invierno) y un mínimo de 1,3 en H-5 y un máximo de 28,7 en H-6 para *G. affinis* (primavera).

Folio017309

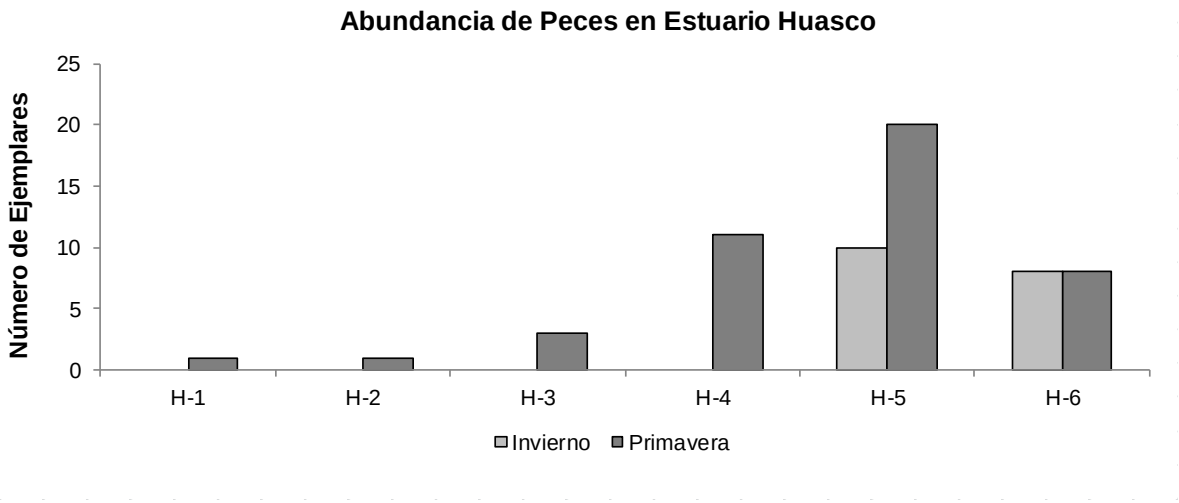


Figura 4-33 Abundancia de ictiofauna en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016.

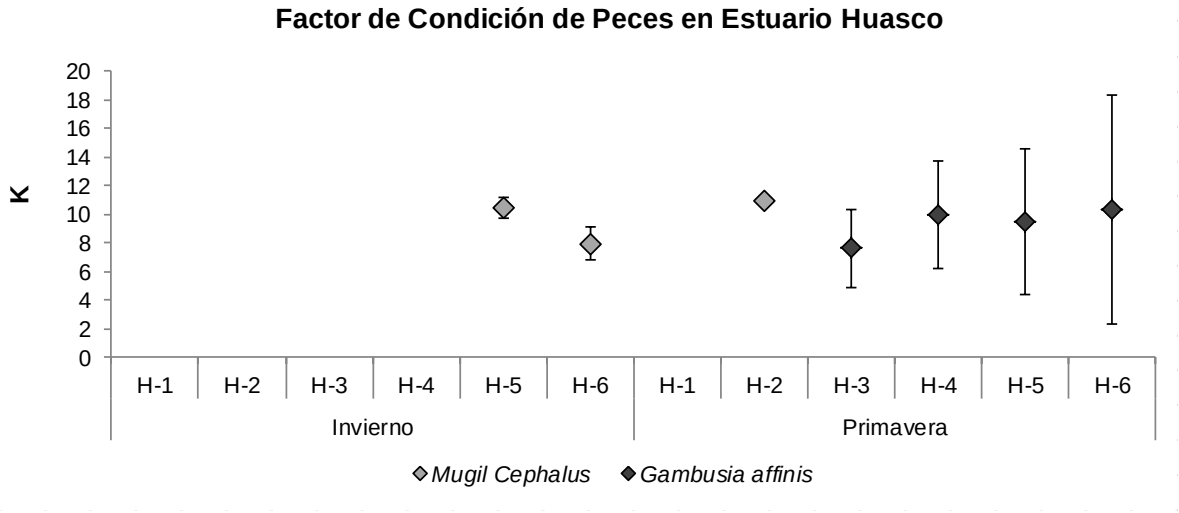


Figura 4-34 Factor de condición (K) de peces presentes en el Estuario Humedal Huasco en la campaña invierno-primavera 2016.

Folio017310





Figura 4-35. Fotografía de *Gambusia affinis* y *Mugil cephalus* (Lisa)

Tabla 4-15 Especie en estado de conservación registrada durante la campaña de invierno y primavera en el Humedal Costero Estuario del rio Huasco

FAUNA ÍCTICA			Abundancia	
Especies	**Nombre común**	**Estado de conservación (RCE)**	**Invierno**	**Primavera**
Mugil cephalus	Lisa	Preocupación Menor	8	1

Folio017311

4.3.8 Actividad 9 Mapas temáticos de la información biológica obtenida en invierno y primavera de2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco

4.3.8.1 Flora y vegetación

De las actividades descritas previamente en este informe, se presentan a continuación las cartografías.

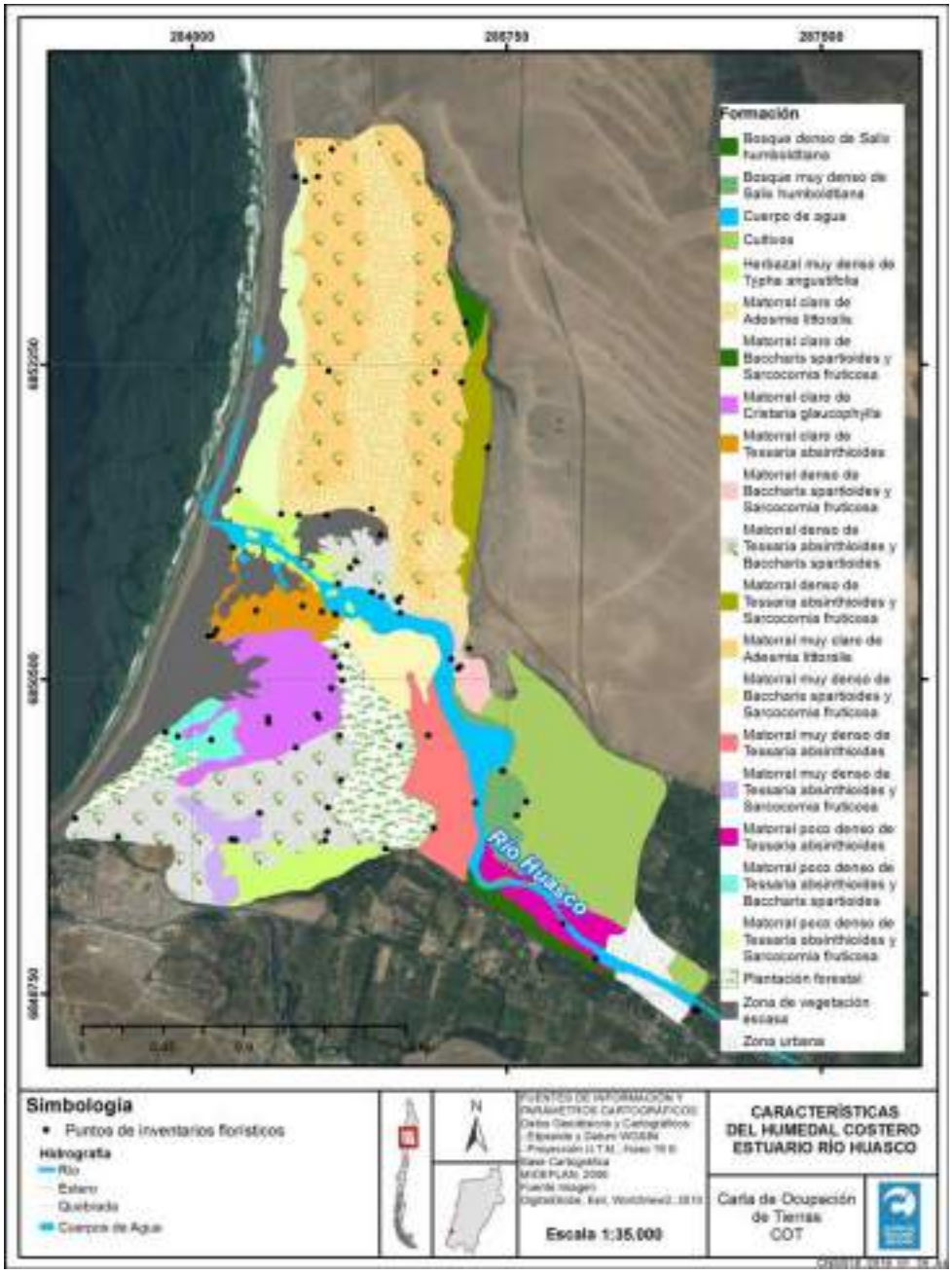


Figura 4-36 Ubicación de los puntos de muestreo; inventarios florísticos y unidades vegetacionales definidas en el área de estudio.

Folio017312

4.3.8.2 Fauna

La riqueza de especies fue heterogénea en los diferentes sectores del humedal, el mayor número de especies fue registrado en las estaciones de monitoreo costeros FAUNA1 y FAUNA2, donde se alcanzaron las 43 y 40 especies, respectivamente. Les sigue hacia el interior, el punto de monitoreo FAUNA8 con 32 especies. Mientras que el resto de los sectores no superó las 25 especies (Figura 4-37).

Por otra parte, dentro de la abundancia total registrada durante 2016, los sectores son coincidentes con los de mayor riqueza. Concentrándose la mayor presencia de individuos en el sector costero, junto con estaciones hacia el interior donde el recurso hídrico fue abundante. Las estaciones que alcanzaron una mayor abundancia total fueron FAUNA1 con 754 ejemplares, FAUNA2 con 585 ejemplares y FAUNA8 con 186 ejemplares. El resto de las estaciones de monitoreo no superó los 90 ejemplares cada uno.

Comparativamente entre campañas se observó que en más del 50% de las estaciones de monitoreo, la abundancia de individuos fue mayor durante invierno. Salvo en sectores donde el afloramiento del recurso hídrico favoreció la presencia de aves (puntos FAUNA5 y FAUNA6) (Figura 4-38).

Dentro de la fauna amenazada, es decir, especies en categoría de conservación En Peligro o Vulnerable, todas correspondieron a aves acuáticas o marinas. La mayor abundancia se registró en la estación FAUNA1 donde se alcanzaron los 110 ejemplares de las especies *Coscoroba coscoroba*, *Larus modestus* y *Plegadis chihi*. Donde la mayor abundancia fue registrada durante invierno con 86 ejemplares. El resto de las estaciones de monitoreo no superó los 30 individuos y no superó una riqueza de dos especies amenazadas (Figura 4-39).

Folio017313

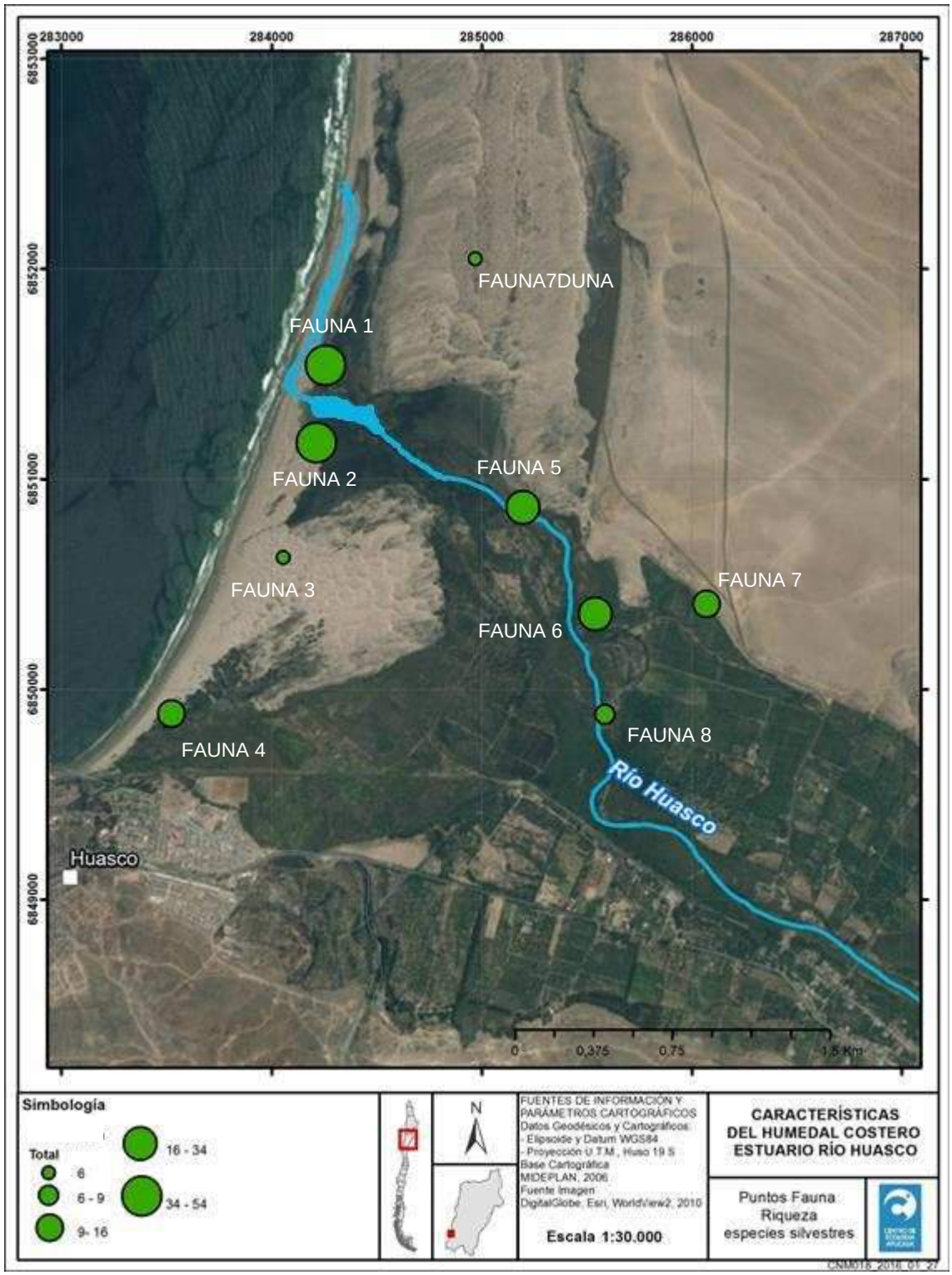


Figura 4-37 Distribución espacial y riqueza absoluta total (círculos verdes) de la fauna presente durante 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.

Folio017314

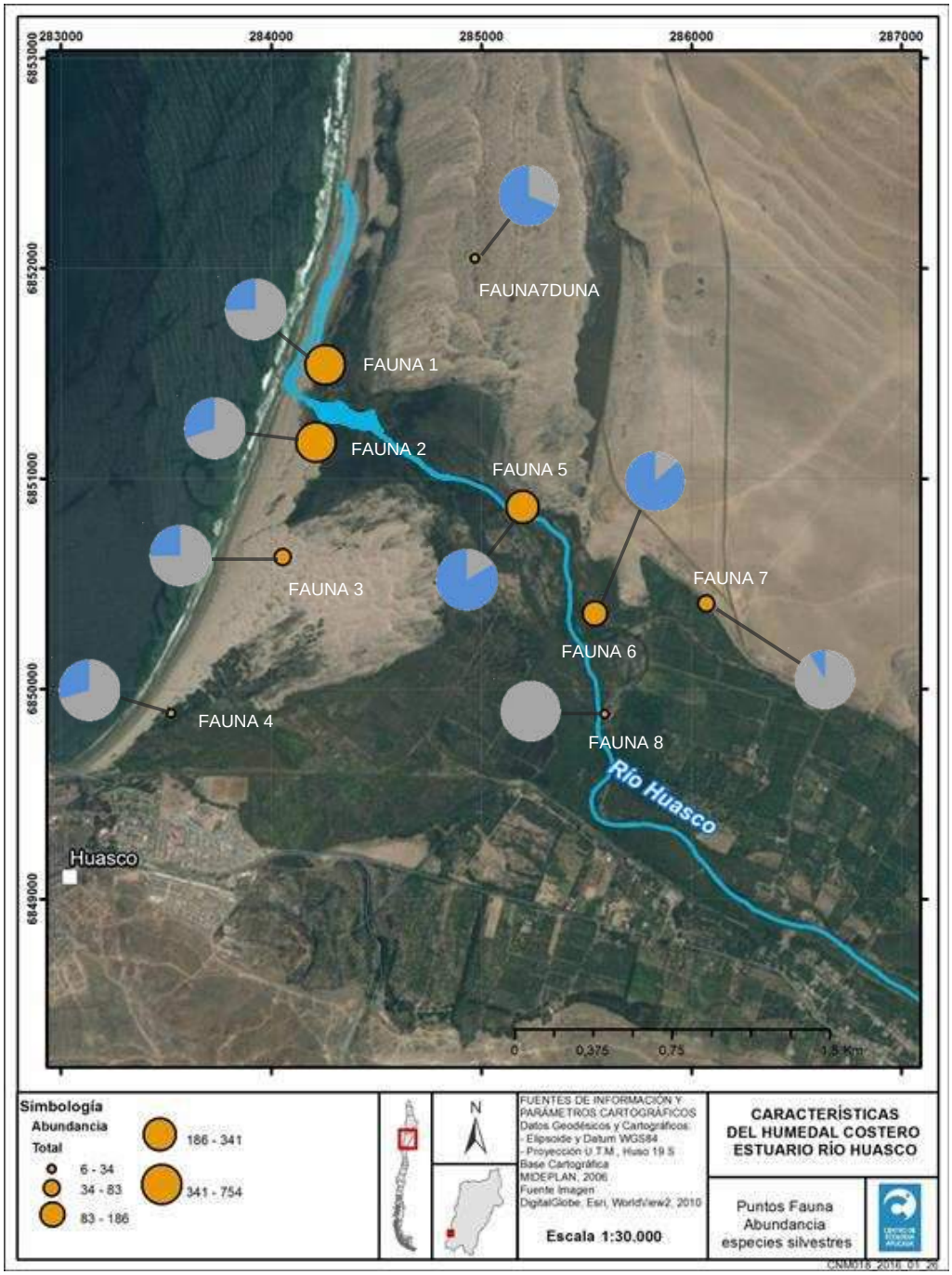
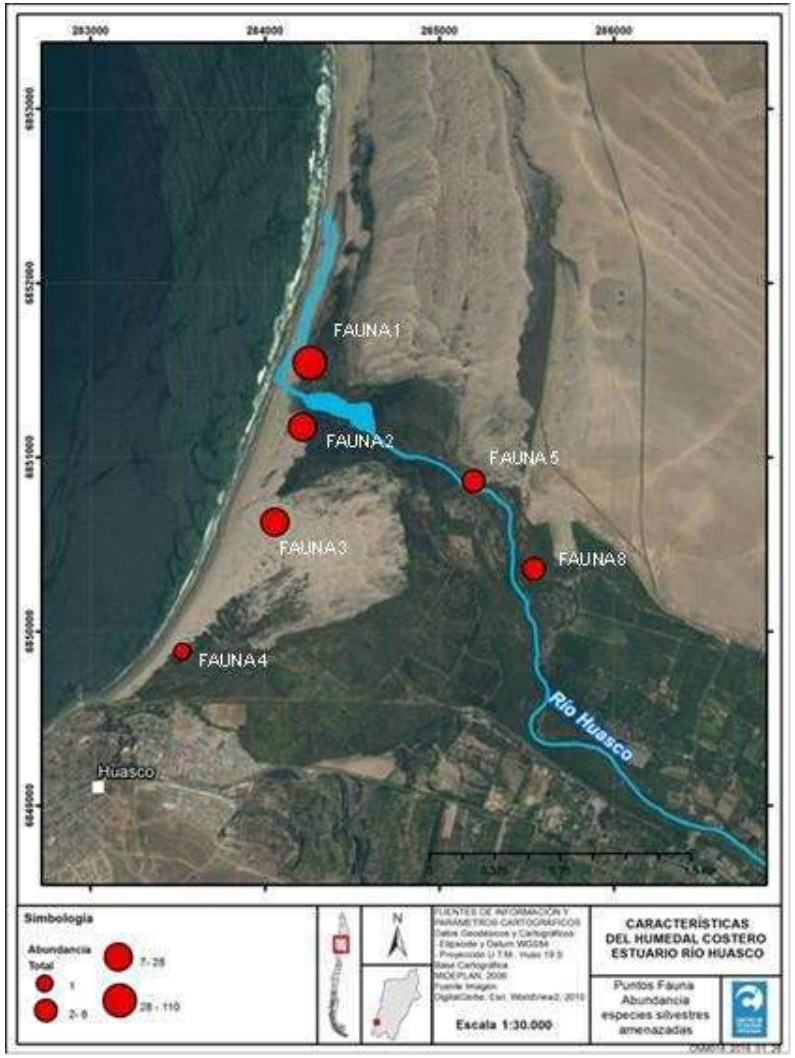


Figura 4-38 Distribución espacial y abundancia absoluta total (círculos naranjos) de la fauna total presente durante 2016 en el Humedal Costero Estuario de río Huasco. Los gráficos de torta indican la proporción de abundancia en invierno (gris) y primavera (azul).



Estación	Especie	Inv	Pri
FAUNA1	*Coscoroba coscoroba*	✓	
	Larus modestus	✓	✓
	Plegadis chihi	✓	
FAUNA2	*Coscoroba coscoroba*	✓	✓
	Plegadis chihi		✓
FAUNA3	*Larus modestus*	✓	
FAUNA4	*Gallinago paraguaiae*	✓	
FAUNA5	*Coscoroba coscoroba*		✓
FAUNA8	*Theristicus melanopis*	✓	
	Gallinago paraguaiae	✓	



Figura 4-39 Distribución espacial y abundancia absoluta total (círculos rojos) de la avifauna amenazada (i.e. En Peligro y Vulnerable) presente durante 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Ala derecha se detalla la presencia en invierno y/o primavera.

Folio017316

4.3.8.3 Biota acuática

En todos los componentes acuáticos la mayor abundancia se presentó en el sitio H5 y H6, ambos sitios corresponden a los más alejados de la zona estuarina, es decir, tiene una condición de agua dulce y conforme a los resultados de calidad del agua, esta zona se caracteriza por presentar gran disponibilidad de nutrientes en la columna de agua. En el caso de los peces es importante destacar que las abundancia de la especie introducida *G. affinis* no se condice con los tamaños corporales, ya que la especie nativa (*Mugil cephalus*) fue capturada en estado juvenil, notoriamente de mayor tamaño a la especie más abundante.

A medida que nos acercamos al estuario es posible ver una disminución en algunos componentes, especialmente en H2, donde posiblemente la fuerza del caudal registrado en primavera influyó en el arrastre de especies y no la permanencia de ellos disminuyendo así su abundancia total.

Folio017317

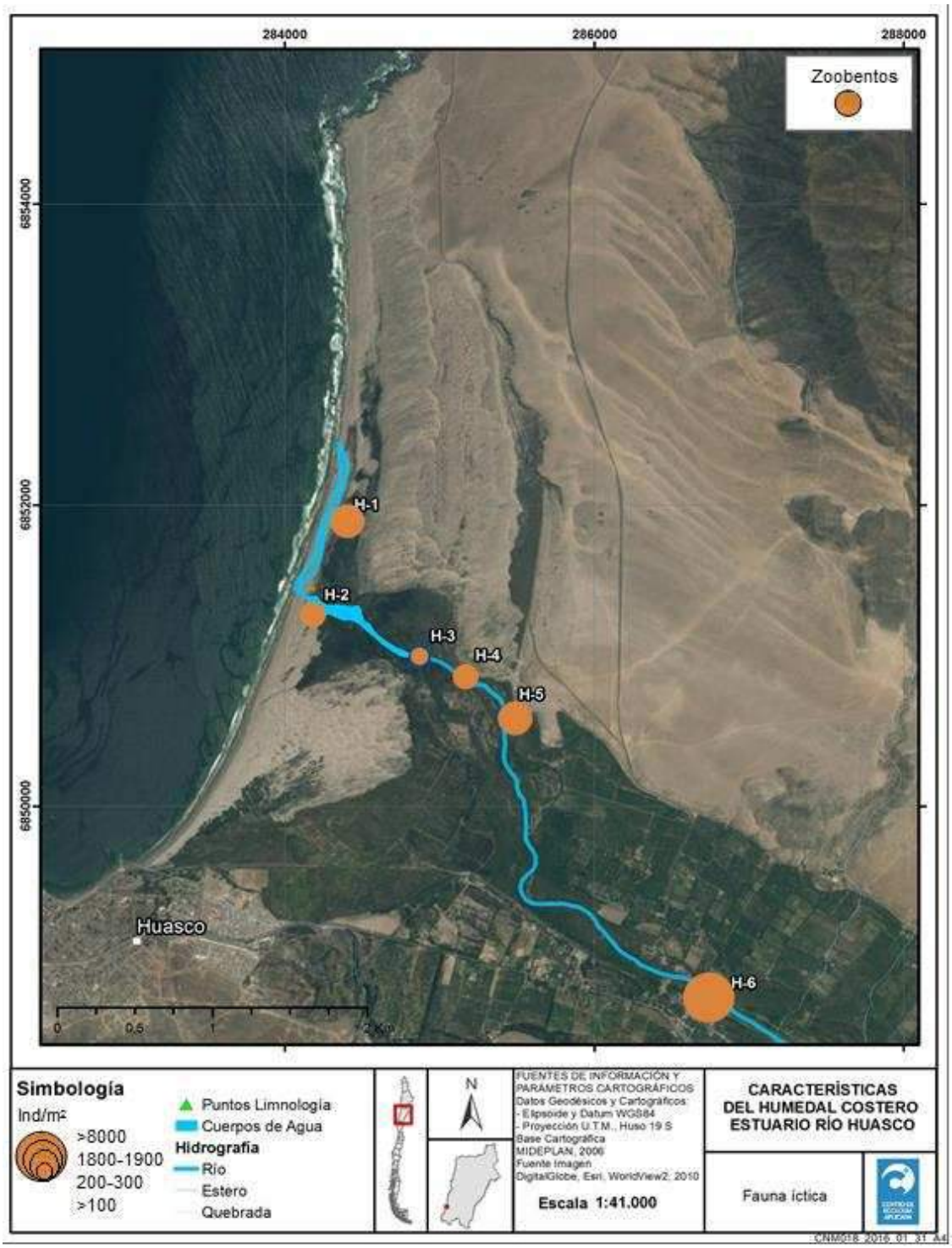


Figura 4-40 Abundancia total de zoobentos en el Humedal Costero Estuario del río Huasco en 2016.

Folio017318

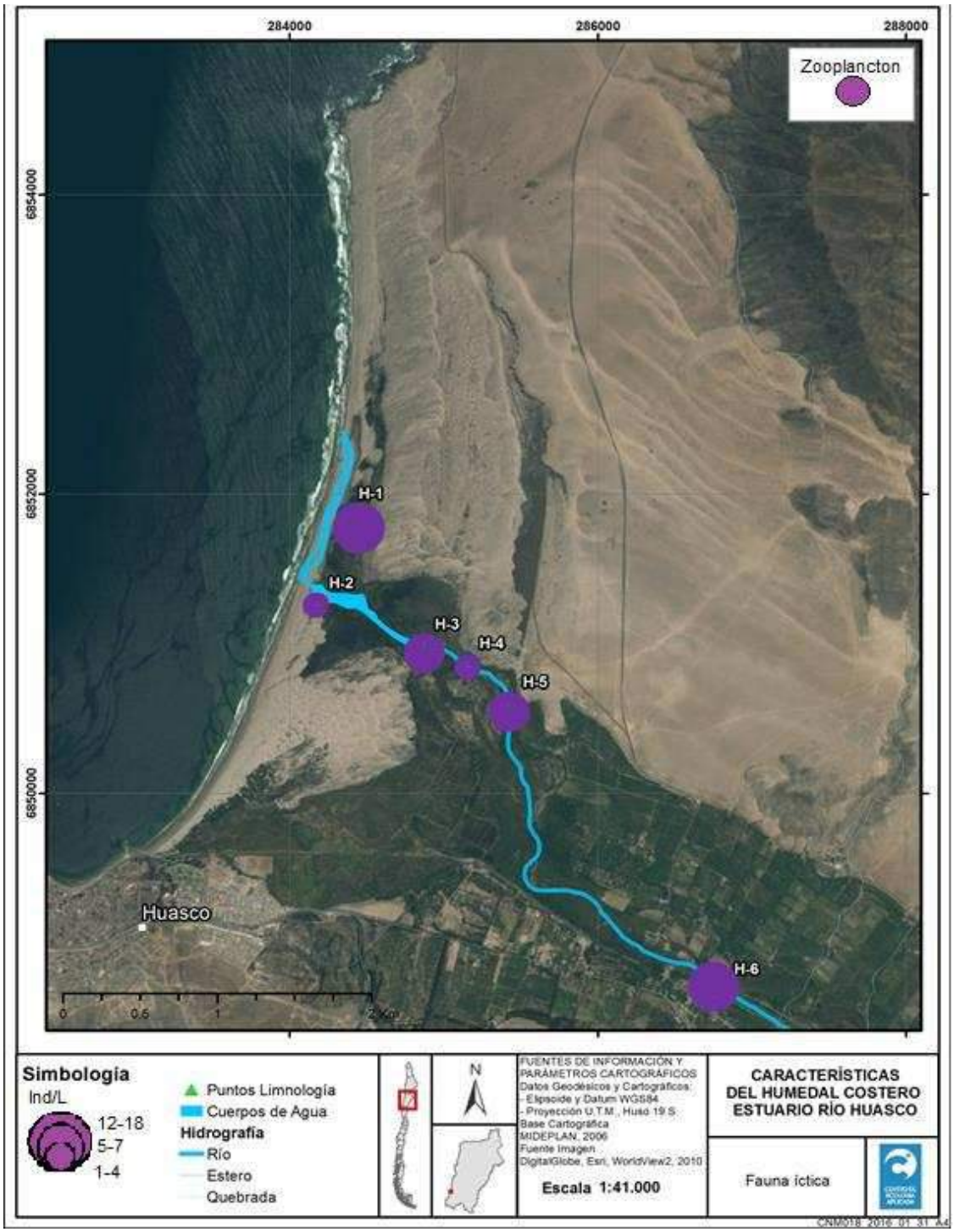


Figura 4-41 Abundancia total de zooplancton en el Humedal Costero Estuario del río Huasco en 2016.

Folio017319

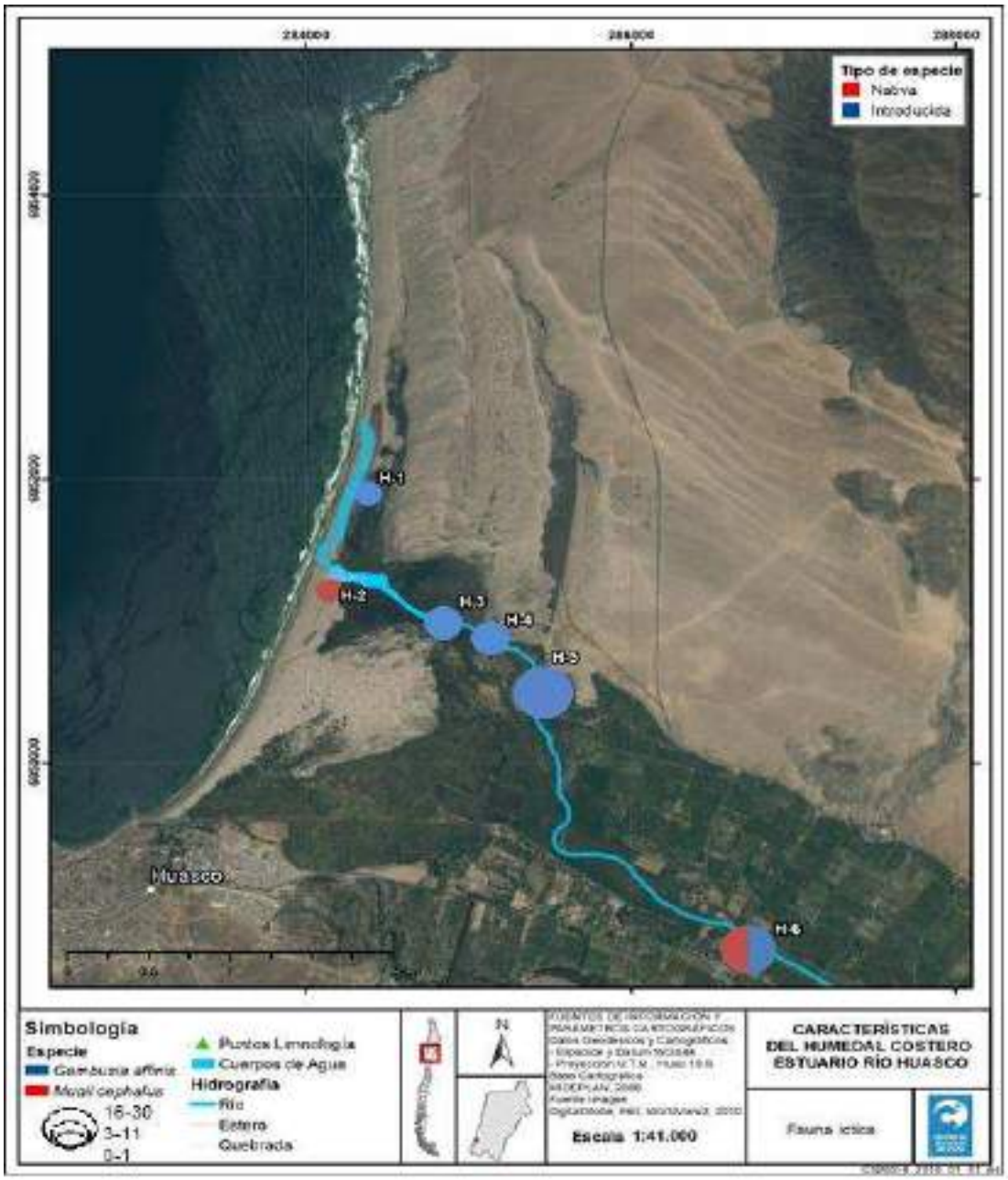


Figura 4-42 Proporción de abundancia de especies nativas e introducidas en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. El tamaño de los círculos guarda relación a la abundancia total encontrada en 2016.

4.3.9 Actividad 7 Caracterización biológica integral del humedal costero

En esta sección se integran los componentes biológicos detectados en el Humedal Costero Estuario del río Huasco durante las campañas de invierno y primavera de 2016, detallando de forma general las interacciones y flujos de materia y energía dentro de este ecosistema. Para mayor detalle ver la Objetivo Específico 3.

Una característica distintiva de los humedales es el abundante crecimiento y cobertura de la vegetación. En el caso del Humedal Costero Estuario del río Huasco esta vegetación está dominada por Macrófitas, las que constituyen parte del primer nivel trófico sustentado por los nutrientes y dióxido de carbono (CO_2) que se encuentran en el sedimento o disueltos en la columna de agua. Estacionalmente la disponibilidad de nutrientes para las macrófitas varía dependiendo del régimen hidrológico, el cual depende de la presencia de barreras físicas que unen el río Huasco con el mar (ver 4.3.1). Durante invierno de 2016 se observó una barrera de arena que impedía que el caudal del río desembocara completamente en el mar, por lo que se registró una alta cobertura de macrófitas que potencialmente estaba asociada a una alta disponibilidad de nitrógeno y fosforo contenido en el estuario. Este escenario es una condición favorable para la fauna herbívora ya sea acuática o terrestre, la cual está constituida principalmente por aves y en una menor proporción por peces o roedores. Para la fauna herbívora terrestre (i.e. aves y roedores), la vegetación constituye un hábitat propicio para refugio y alimentación, donde pueden tener un consumo selectivo de especies (Gedan et al., 2009). Los roedores aun cuando pueden protegerse en la vegetación, son depredados continuamente por las aves, principalmente por rapaces o carroñeras que habitan el humedal.

La interacción predominante entre las especies nombradas con la vegetación cambió en primavera, donde las barreras físicas de arena, que separaban las aguas dulces de las aguas saladas desaparecieron, provocando que el caudal del río desembocara en el mar en su totalidad. Esta condición disminuyó la cobertura de macrófitas en su fracción emergente y redujo los sectores propicios para el establecimiento de fauna de hábitos acuáticos, disminuyendo su riqueza y abundancia (ver Figura 4-4).

La fauna acuática como peces, zooplancton y macroinvertebrados sufren las mismas consecuencias de los cambios físicos en el estuario. Sin embargo, estos se dan principalmente por la pérdida de hábitat, ya que en invierno el área inundada era mayor a la registrada en primavera. Esto puede tener efectos difíciles de dimensionar mediante esta investigación, pero que sin duda influyeron en la disponibilidad de alimento en diferentes niveles tróficos.

Por otro lado, una parte importante del funcionamiento de este tipo de ecosistemas, en el proceso de degradación y descomposición de la materia que es arrastrada desde la zona alta de la cuenca hasta la desembocadura, es la presencia de los organismos detritívoros, que pueden estar conformados por diversos taxa y que son los encargados de completar el ciclo de los nutrientes iniciado desde la producción primaria (Moorhead et al, 1996). Es decir, reciclan la materia orgánica e inorgánica y dejan disponible nuevamente las moléculas esenciales para el funcionamiento y mantención del ecosistema. La Figura 4-43 resume los niveles tróficos detectados en el Humedal del Rio Huasco y la Figura 4-44 resume el flujo de materia y energía entre los componentes de este ecosistema.

En general el Humedal Costero evaluado se caracteriza por una gran interacción de todos los componentes de la red trófica, de manera equilibrada, permitiendo la permanencia, crecimiento y reproducción de diferentes especies que describen un

Folio017321

ecosistema ecológicamente saludable. Esto se ve reflejado en la biodiversidad que sólo para el año 2016 (invierno y primavera) registró 79 especies vertebradas y 73 invertebrados (53 especies planctónicas y 20 bentónicas).

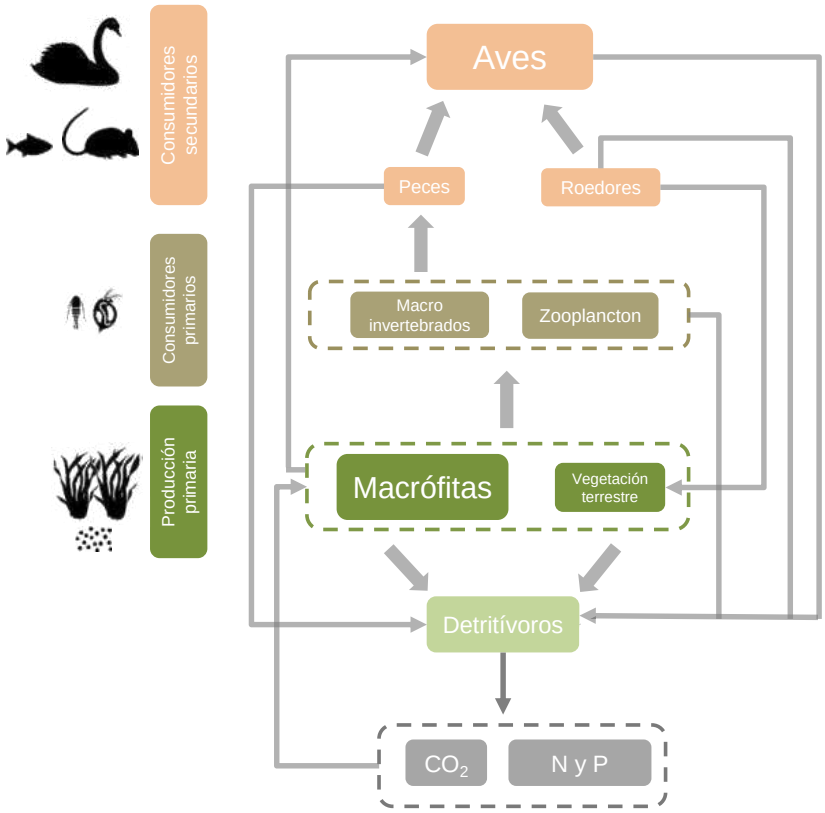


Figura 4-43. Esquema de red trófica general del Humedal Costero Estuario del río Huasco. Las flechas indican el flujo de materia y energía. El tamaño de las cajas guarda relación con los componentes más abundantes detectados durante 2016.

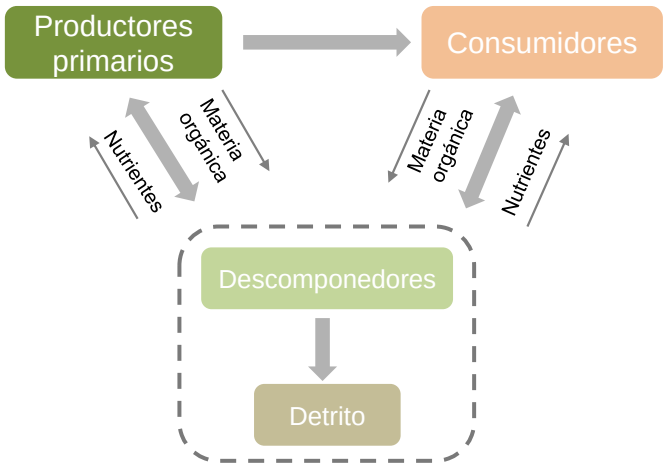


Figura 4-44. Esquema general de la transferencia de materia y energía en el Humedal del Río Huasco. Las flechas indican la dirección del flujo.

Folio017322

5 OBJETIVO ESPECÍFICO 3: EVALUAR LA CONDICIÓN ACTUAL DEL HUMEDAL EN CUANTO A VARIABLES DE ESTADO Y AGENTES FORZANTES, FORTALECIENDO EL ANÁLISIS CON TOMAS DE MUESTRAS DE CALIDAD DE AGUA, TENIENDO COMO REFERENCIA UN ESTUDIO REALIZADO POR CONAMA EN EL AÑO 2008.

5.1 Actividades

Para desarrollar este objetivo específico se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Descripción de la condición actual del Humedal en cuanto a variables de estado y agentes forzantes.

2. Mediciones de los parámetros establecidos en el seguimiento mínimo para humedales costeros definidos en el documento “Conceptos y Criterios para la evaluación ambiental de Humedales”.

3. Monitoreo de calidad del agua con toma de muestras de al menos 5 puntos en el Humedal del río Huasco.

4. Caracterización del área de influencia de estudio considerando: estructuras de riego, derechos de aprovechamiento de agua de tipo eventuales y permanentes, y extracciones de agua subterránea.

5. Funcionamiento y balance hídrico del humedal, esquematizando las entradas y salidas de agua dulce y salobre del sistema.

6.

5.2 Metodología

Para llevar a cabo la evaluación de la condición actual del Humedal de Huasco se desarrollaron las siguientes actividades:

5.2.1 Actividad 1 Descripción de la condición actual del Humedal en cuanto a variables de estado y agentes forzantes.

Para poder estudiar la condición del sistema, junto con realizar la caracterización del funcionamiento del mismo, primeramente se definió un conjunto de variables de estado del sistema, las cuales permiten evaluar de forma rápida la condición y estado general del sistema. Como segunda etapa, se reconocen las variables y/o factores forzantes del sistema, entendidos como aquellas variables que pueden ejercer presión al sistema y realizar cambios en su funcionamiento.

Para el desarrollo de esta actividad se utilizó la definición de variable de estado y factor forzante detallada en el documento “Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales, 2006” donde:

-Variable de estado es aquella variable que representa el comportamiento global del ecosistema, pudiendo corresponder a un componente biótico y/o abiótico, o a una integración de los mismos.

-Factor forzante es aquella variable que regula el funcionamiento o expresión dinámica del ecosistema.

5.2.1.1 Variables de Estado

Cada uno de los componentes bióticos y abióticos de los humedales responde a las condiciones ambientales en función de sus atributos internos (límites de tolerancia ambiental) y externos (interacciones y agentes forzantes). De este modo, podemos utilizar cualquier componente del humedal para monitorear su estado (ej. bioindicadores), y trasladar esa condición al estado general del humedal. Estos componentes deben ser sensibles a los cambios que sufre el humedal y deben permitir una detección temprana de estas modificaciones.

Dentro de las variables de estado que permiten caracterizar de forma general el Humedal del Río Huasco se encuentran los componentes bióticos:

- La producción primaria en la columna de agua
- La cobertura de macrófitas emergentes
- Composición y abundancia de peces marinos
- Composición y abundancia de la avifauna

Cada una de las variables definidas es caracterizada en los puntos siguientes, mediante el uso de información indirecta obtenida de una recopilación de información, como también de información levantada en terreno durante las campañas de invierno y primavera de 2016.

a. Producción primaria en la columna de agua

La producción primaria en el humedal del río Huasco fue determinada de forma indirecta como el estado trófico del sistema acuático, este generalmente se determina mediante la concentración de pigmentos fotosintéticos (concentración de Clorofila), sin embargo, debido a la inexistencia de datos para dicho análisis, se utilizará la concentración de nutrientes (fósforo y nitrógeno totales) (CEA, 2006). Este análisis tiene sentido debido a que la producción primaria en un ecosistema acuático está limitada por la disponibilidad de estos compuestos pues influencian fuertemente el crecimiento de algas y macrófitas (componentes fundamentales en estos sistemas) (Vollenweider, 1968; Hecky and Kilham, 1988; Howarth, 1988; Smith, 1998).

Debido a que durante las campañas de terreno realizadas se observaron dos escenarios hidrológicos diferentes, el sistema acuático del estuario presentó también dinámicas distintas, por lo que la condición trófica fue evaluada considerando el sistema acuático como laguna de agua dulce (campaña invierno) y como río/estuario (campaña primavera). En este contexto se utilizaron las escalas de clasificación de nivel trófico de Nürenberg (1996, citada en Smith y col., 1999) para ecosistema lacustre de agua dulce continental, de Dodds y col. (1998) para ecosistema de río y la de Bricker y col. (1999) para ecosistema de estuario (Tabla 5-1). Además se realizó la comparación con los datos registrados durante primavera 2008 (CONAMA y Geonova, 2008).

Tabla 5-1 Límites para determinación del estado trófico en cuerpos de agua lacustres (Nürenberg, 1996), en ríos (Dodds y col., 1998) y en sistemas estuarinos (Bricker y col., 1999). * La nomenclatura cambia para estuarios.

Nivel trófico / Nutriente	**Nitrógeno total (µg/L)**			**Fósforo total (µg/L)**		
Ecosistema	Lago	Río	Estuario	Lago	Río	Estuario
Oligotrófico / Bajo*	<350	<700	<100	<10	<25	<10
Mesotrófico / Medio*	350-650	700-1500	100-1000	10-30	25-75	10-100
Eutrófico / Alto*	650-1200	>1500	>1000	30-100	>75	>100
Hipertrófico	>1200	-	-	>100	-	-

b. Cobertura de macrófitas emergentes

Para la evaluación del parámetro de cobertura vegetal, se determinó de manera preliminar el registro e identificación de los taxa observados para cada uno de los puntos de muestreo establecidos a través del cuerpo de agua en el río Huasco (Tabla 14-10 y Tabla 14-11 en ANEXOS). Cabe mencionar, que el muestreo para el componente de macrófitas emergentes fue en puntos de muestreo similares a los componentes de calidad de agua como también de avifauna, dando énfasis en puntos de muestreo correspondientes a la sección final del río Huasco.

En cada uno de los sectores a muestrear, se realiza una estimación de la cobertura *in situ* de acuerdo a una modificación del protocolo de Braun–Blanquett (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Para aquello, se establecieron parcelas acuáticas de 1 m^2 dentro del cuerpo de agua donde se estima visualmente la participación porcentual de cada taxón en la cobertura total del punto de muestreo. Adicionalmente, se estimó visualmente las formaciones de vegetación del tipo batral[5] presentes en la ribera de la última sección del cuerpo de agua del río.

Tal como la flora vascular terrestre, el material colectado se identificó utilizando una lupa estereoscópica junto a la utilización de claves de identificación taxonómica que forma parte de la literatura disponible de la biblioteca del Centro de Ecología Aplicada Ltda. (CEA). En aquellos casos de dudosa determinación, se compara el material colectado con ejemplares del Herbario del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN). En base a esta información, se elabora un catálogo florístico el cual se complementó con antecedentes como familia, tipo de macrófitas, origen fitogeográfico y estado de conservación. La posición sistemática, nomenclatura taxonómica de las especies siguió a Marticorena & Quezada (1985), y de manera complementaria la base especializada en línea -*The Plant List*- del Jardín Botánico de Kew y Missouri. El origen fitogeográfico de las especies se realizó según el "Catalogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur" (Zuloaga et al., 2009).

[5] Batral: Concepto utilizado para el conjunto de plantas palustres o de pantano, muy frecuentes de encontrar en orillas o ecotonos fangosos como también en cuerpos de agua poco profundos. Las especies más comunes pertenecen a los géneros *Typha*, *Schoenoplectus*, entre otros., las cuales conforman aquellos ecotonos denominados pajonales, totorales respectivamente.

Las formas de vida de las macrófitas se basa en el hábito proporcionado según Vila *et al*. (2006). De acuerdo a esta autora, se describen dos tipos de hábitos:

Hidrófitas: Pertenecen a plantas acuáticas con formas de vida clasificadas como sumergidas, natantes, flotantes libres que pueden estar o no arraigadas al sustrato del cuerpo de agua.

Helófitas: Son plantas acuáticas catalogadas como plantas palustres, su forma de vida es emergida, es decir, sus raíces están sujetas al fango, parte inferior de su vástago en el agua pero mayoritariamente el tallo y las hojas emergen en el aire.

Finalmente, las plantas son revisadas y clasificadas según su estado de conservación de acuerdo a los Decretos Supremos Nº 151/2007, 50/2008, 51/2008, 23/2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES), y N° 33/2011, 41/2011, 42/2011, 19/2012, 13/2013, 52/2014, 38/2015 y 16/2016 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) que oficializan los procesos oficiales de clasificación de especies a nivel nacional y, en caso de no estar calificados se utiliza el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989).

c. Condiciones de óxido-reducción en el sedimento

Para determinar la condición de óxido-reducción (Redox) del sedimento muestreado en terreno, se levantó información en cinco puntos del humedal Huasco. La técnica es desarrollada in situ, mediante el uso de un electrodo de potencial redox. Los datos son ajustados a la temperatura en laboratorio. La metodología utilizada corresponde al método propuesto por Nordstrom and Wilde (2005). La ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos son las mismas definidas para los muestreos de la columna de agua (Tabla 7-1 en ANEXOS)

d. Composición y abundancia de peces marinos

Para la caracterización de la ictiofauna se realizó la colecta de peces mediante el arte de pesca denominado “pesca eléctrica”, el cual contempla el uso de un equipo portátil modelo Coffelt de 12 V y chinguillos, con los cuales se capturan todos los ejemplares presentes en un área de 100 m2, barrida en una de las riberas de cada sistema evaluado.

La totalidad de los peces recolectados fueron identificados hasta el nivel de especie, cuantificados y caracterizados in situ en sus aspectos morfométricos de peso total (PT) y longitud total (LT). Utilizando esta información morfológica, se estimará para cada ejemplar capturado el factor de condición (K), el cual corresponde a un índice de la “robustez” o “gordura” de los peces (Lagler, 1956), de acuerdo a:

$$K = \frac{PT}{LT^3} * 1.000 \quad \text{Lagler (1956)}$$

Una vez medidos, los peces fueron liberados vivos en los mismos sitios de captura. Las colectas de peces se realizaron en conformidad al permiso de pesca vigente que autoriza a CEA Ltda. la realización de pesca de investigación en el área de estudio.

e. Composición y abundancia de la avifauna

La metodología de cuantificación de la composición y la avifauna del Humedal del Río Huasco, guarda relación con la metodología detallada en el informe del **objetivo 2**,

dentro de la **sección 3.3**. Durante el monitoreo de invierno y primavera de 2016, se consideraron nueve estaciones para la caracterización de la avifauna (Tabla 14-10 en ANEXOS y Figura 5-1).

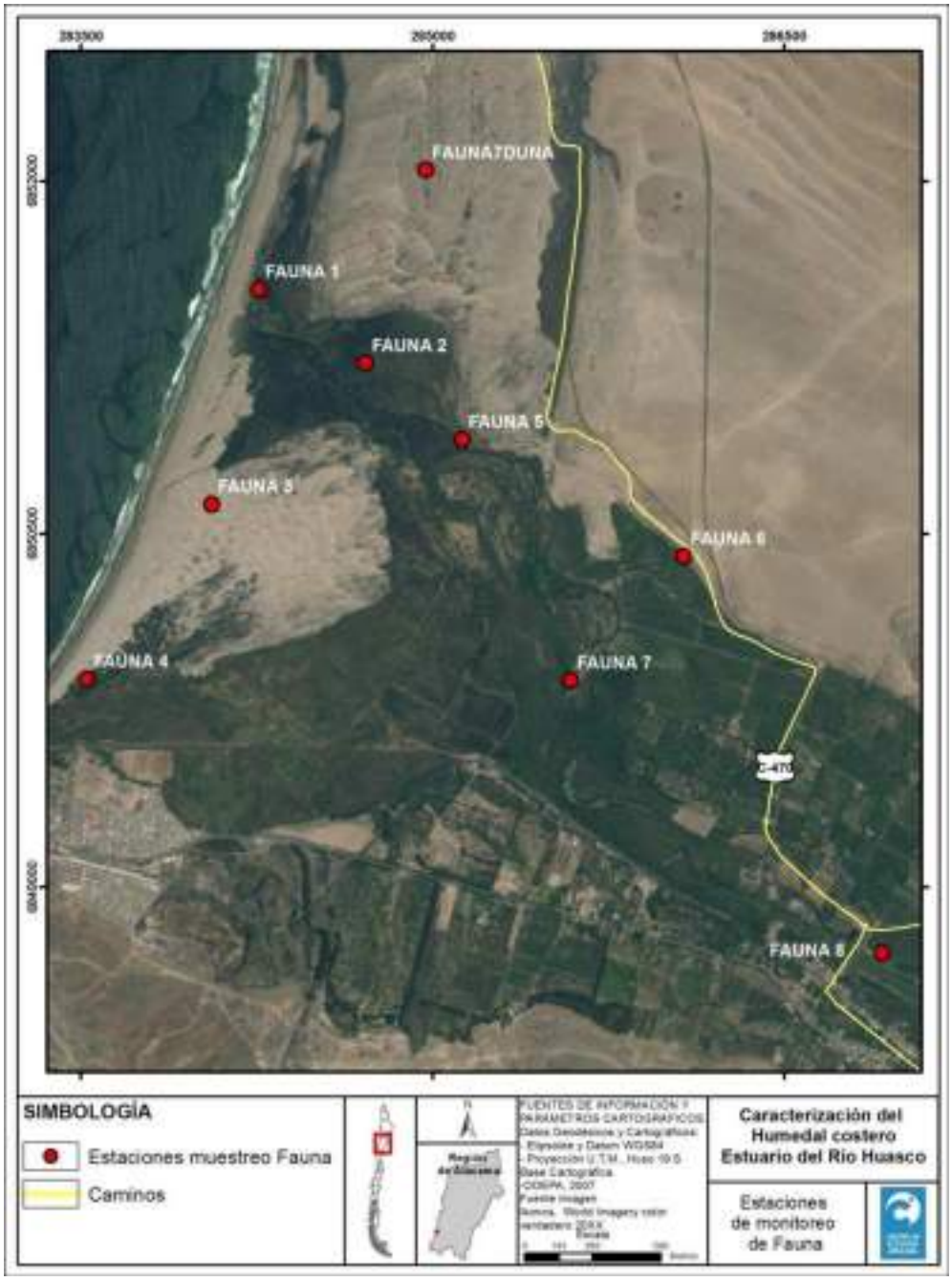


Figura 5-1. Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de fauna en el Humedal Costero Estuario del río Huasco, Invierno y primavera de 2016.

5.2.1.2 Factores Forzantes

a. Caudal de aguas marinas

El caudal de aguas marinas es un factor forzante que afecta el estado trófico del humedal a través de la modificación del balance químico del agua (SAG y CEA, 2006). Este caudal se ve reflejado por la intrusión de agua salada que provoca el efecto de la marea sobre el estuario.

Para medir la presencia del posible caudal de aguas marinas, se estudió la presencia de salinidad en distintos puntos del estuario. Para esto se realizaron varios análisis: en primer lugar, se instaló un sensor de presión y conductividad en un punto fijo en el estuario (Figura 5-2, arriba); en segundo lugar, se realizaron mediciones con perfiles CTD en 8 puntos del estuario (sonda CTD marca Idronaut, modelo 304, Figura 5-2, abajo), en un instante de tiempo determinado; finalmente, se analizaron imágenes Landsat y de Google Earth para estudiar el comportamiento de la barra del estuario.

A partir de la información de variación de la altura de la columna de agua, se pueden identificar índices del nivel de ciclicidad de esta variación, así la amplitud puede describirse a partir de “armónicos diurnos” (K1 y O1) y semidirunos (M2 y S2), con los cuales es posible calcular un parámetro denominado factor de forma (F) el cual define qué tipo de componentes dominan la marea. En conjunto, puede identificarse de esta forma si la marea influye sobre la altura de la columna de agua en el estuario.

i. Sensor de presión y conductividad

De manera de detectar la presencia de cambios de salinidad en el agua y de efecto de las mareas sobre en el nivel del agua se instaló un sensor de presión y conductividad eléctrica. Las coordenadas de instalación del sensor se indican en la Tabla 5-2. El sensor fue instalado el día 23 de agosto y retirado posteriormente el 29 de septiembre de 2016.

Tabla 5-2. Coordenadas de instalación del sensor de presión y conductividad. WGS-84 Huso 19 Sur.

Coordenadas	UTM Este (m)	UTM Norte (m)
Sensor Solinst LTC	285.233	6.850.856

Además de verificar los valores de conductividad registrados por el sensor, a partir de la serie de presión medida fue posible definir si en este punto del estuario se percibe el efecto de la marea. Este aspecto es de mucha relevancia, ya que el alcance de la onda de marea corresponde a uno de los métodos que se utiliza para determinar la extensión total de un estuario. Por lo tanto, si el punto no percibe la onda de marea, se puede considerar que no se encuentra dentro del estuario.

Para comparar la serie del sensor de presión con la de la marea, se recopiló la serie de mareas en el puerto secundario Huasco, a partir de las tablas de marea publicadas por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA).

Folio017328



Figura 5-2. Sensor de presión y salinidad instalado en el estuario (arriba). Sonda CTD (abajo). Imagen satelital, Google Earth, 2016.

ii. Perfiles CTD

Para complementar las mediciones de conductividad obtenidas a partir del sensor, se registraron perfiles CTD en 8 puntos del estuario. En algunos puntos, no fue posible realizar el perfil hasta las máximas profundidades, debido a la presencia de fango. Los puntos donde se realizaron los perfiles se indican en la Figura 5-3. Cabe destacar que durante la campaña de noviembre de 2016 la columna de agua fue considerablemente más baja por lo que no fue posible realizar perfiles representativos de la columna de agua.



Figura 5-3. Ubicación de perfiles CTD y sensor en el Humedal costero Estuario del río Huasco. Imagen satelital, Google Earth, 2016.

iii. Barra del estuario

Se realiza una revisión del estado de la barra que regula el estuario en su salida, mediante el análisis de imágenes Landsat y de Google Earth, en todas las cuales se verificó la presencia de la barra ubicada en la salida del estuario.

iv. Composición iónica en la columna de agua

De forma complementaria, se determina la composición iónica para los 5 puntos de muestreo en la columna de agua, para con ello poder comparar la composición de las aguas espacialmente. Esto será realizado por medio de la creación y análisis de diagrama de Stiff, mediante el uso del programa computacional AquaChem 4.0 (AquaChem 4.0 (Waterloo Hydrogeologic. 2003).

b. Caudal ríos tributarios e interacción con flujos subterráneos

De manera de conocer el estado del caudal de aguas superficiales que ingresa al humedal del rio Huasco se recopiló la información obtenida de la estación DGA “río Huasco Bajo” (6.849.338 N y 286.712 E), la cual registró datos sólo para el período entre 1987-2000 (luego de esto su estatus es “Suspendida”). A partir de esta información, se calcularon los caudales medios anuales y caudales medios mensuales, con el fin de conocer el comportamiento histórico e intra-anual de la principal vía de ingreso de agua al sistema acuático del humedal. Estos datos fueron analizados en relación a la influencia del evento climático ENSO (Niño-Niña) y en particular, fueron descartados para el análisis del comportamiento intra-anual los datos registrados durante 1987, debido a su alto porcentaje de excedencia respecto de la

Folio017330

media, por tratarse de un ciclo climático “Niño” de gran magnitud, definido en la figura como Niño+++ (Figura 5-28)

Respecto de los flujos subterráneos que interactúan con el humedal del río Huasco en su desembocadura, se realizó una revisión bibliográfica de estudios hidrológicos con el fin de definir el estado actual de este componente en el ecosistema en estudio.

c. Carga de nutrientes

Con el objetivo de conocer las cargas de nutrientes presente en el humedal del río Huasco, se utilizó la información obtenida en el análisis de caudales del río Huasco (acápite b), en particular la información de caudales medios mensuales.

La carga de nutrientes se calculó a partir de dos parámetros; fósforo total, el cual registra información proveniente de las campañas realizadas en este estudio durante los meses de agosto y noviembre del 2016, y nitrógeno total, el cual presenta información proveniente de dos campañas, diciembre de 2008 (CONAMA y Geonova) y agosto del 2016. Los puntos de muestreo que se utilizaron para calcular la carga de nutriente fue los ubicados en la zona más aguas arriba del inicio del humedal, pese a que ambas estaciones no coinciden en ubicación se considera en términos prácticos como el punto de entrada del agua al sistema (Figura 5-4 y Tabla 5-3).

Tabla 5-3 Coordenadas de puntos de muestreo limnológico. Campaña CEA, 2016 y CONAMA, 2008.

Punto	Norte	Este	Campaña
H5	285440	6850607	CEA, 2016
M1	284822	6851008	CONAMA y Geonova, 2008



Figura 5-4. Ubicación de puntos de monitoreo para estimacion de carga de nutrientes en el Humedal costero del Estuario del río Huasco. Imagen satelital, Google Earth, 2016.

El cálculo para la medición de carga de nutrientes fue el siguiente:

Carga Nutriente = Caudal promedio mensual $_{(1987\text{-}2000)}$ x Concentración del nutriente

Donde,

- ***Caudal promedio mensual:*** corresponde al promedio histórico del caudal medio mensual del período 1987-2000, del mes en el cual fue tomada la muestra.
- ***Concentración del nutriente (fósforo total o nitrógeno total):*** corresponde al valor registrado por CONAMA-Geonova y CEA en sus respectivas campañas.

5.2.2 Actividad 2 Mediciones de los parámetros establecidos en el seguimiento mínimo para humedales costeros definidos en el documento "Conceptos y Criterios para la evaluación ambiental de Humedales"

5.2.2.1 Calidad de agua

Se realizó un muestreo en la columna de agua y sedimentos durante la campaña de terreno de agosto y noviembre de 2016, en cinco puntos del Humedal costero estuario del Río Huasco. Los parámetros analizados en la columna de agua correspondieron como mínimo a los estudiados en el informe CONAMA (2008) "Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad de la región de Atacama", elaborado por GENOVA. Cabe señalar que en el informe mencionado, solamente se indica el estudio de la granulometría y materia orgánica en los sedimentos, pero en el presente estudio además de estos parámetros se incluye el análisis de metales. La ubicación de los puntos de muestreo y la descripción de la toma de muestras, su preservación, transporte, el análisis en laboratorios de las muestra (metodología, laboratorio) y parámetros analizados, se entrega en detalle en el "Informe de Avance - Objetivo Específico 2".

De los resultados reportados en ese informe, y en comparación con el informe de la CONAMA y Geonova (2008), se establece que las aguas cumplen con los parámetros mínimos establecidos para calidad de agua en humedales costeros (ver en ANEXOS Tabla 14-12).

5.2.2.2 Cobertura Macrófitas

Mediante las campañas realizadas en invierno y primavera del año 2016, se realizó el seguimiento ambiental de ambos periodos hidrológicos para la evaluación del comportamiento del componente macrófitas, específicamente del parámetro de cobertura total. Dicho parámetro, fue desarrollado mediante las metodologías propuestas en el acápite **b** . Cabe mencionar, que para el presente caso el área de seguimiento ambiental se restringe al área de humedal estuarino, es decir, donde existe una dinámica que involucra la interacción tanto de factores bióticos como abióticos. Es por esto, que de acuerdo a los criterios para la evaluación ambiental de humedales se considerarán macrófitas emergentes cuyas especies aportan la principal fuente de carbono al humedal, refugio y reproducción para la avifauna e ictiofauna, entre otras, las cuales pertenecen a géneros tales como *Schoenoplectus* spp. y *Typha* spp.

5.2.3 Actividad 3 Calidad de agua del humedal río Huasco.

Para llevar a cabo este capítulo fue necesario desarrollar un resumen de la caracterización físico-químico de agua y sedimento para el humedal del río Huasco. Para calidad de agua los parámetros se agruparon en 6 grupos:

1. Indicadores físico-químicos
2. Indicadores microbiológicos
3. Inorgánicos
4. Metales

5. Orgánicos y orgánicos plaguicidas

6. Iones mayoritarios

Estos seis grupos fueron comparados con los valores definidos en la NCH.1333 Of.78 para uso de riego, recreación con contacto directo y vida acuática, así como con el Anteproyecto de Norma Secundaria de la Cuenca del río Huasco.

En el caso de los sedimentos sólo se compararon metales con la Guía de sedimentos acuáticos de Ontario (Persaud et al., 1993) y la Norma Canadiense para sedimentos (CCME, 2002), al no existir normativa ambiental en Chile para esta matriz.

5.2.4 Actividad 4 Caracterización del área de influencia del estudio

De forma general, se realiza una caracterización del área de estudio mediante el levantamiento de información territorial de la zona en estudio y de las demandas de recursos hídricos, ambas como condiciones forzante del sistema.

5.2.4.1 Infraestructura de riego

La infraestructura de riego fue analizada en base a la información obtenida de la plataforma web IDE Chile, cuya información base fue obtenida de CNR (Comisión Nacional de Riego). En base a esto se elaboró material cartográfico de forma de analizar la distribución de las zonas de riego.

5.2.4.2 Derechos de aprovechamiento de aguas

La información de derechos de aguas superficiales y subterráneas fue analizada en base a la información obtenida de la DGA (Dirección General de Aguas), con cuya información se elaboró material cartográfico de forma de analizar la distribución espacial de las zonas de extracción de aguas y de su régimen de uso (información recopilada el 20 de octubre de 2016).

5.2.4.3 Extracción de aguas subterráneas y cálculos de caudales superficiales en diversos periodos de retorno (Estación Fluviométrica Nicolasa y Huasco Bajo)

La información de derechos de aguas subterráneas fue obtenida de la DGA, y fue analizada mediante la elaboración de material cartográfico para definir de las zonas de extracción entorno al área de estudio.

5.2.5 Actividad 5 Funcionamiento y balance hídrico del humedal, esquematizando las entradas y salidas de agua dulce y salobre del sistema.

De forma tal de esquematizar el funcionamiento del humedal con énfasis en la dinámica del cuerpo de agua, se recabó información del estado actual de cada uno de sus componentes, agrupados como variables de estado y factores forzantes, esta información provino de estudios anteriores y resultados de los monitoreos en terreno. Además se realizó una caracterización de las presiones sobre el recurso hídrico en términos de la presión de extracción reflejado en los derechos de agua en sus distintos regímenes.

5.3 Resultados

A continuación, se entregan los resultados obtenidos por cada una de las componentes del estudio que se encuentran contenidas en el Objetivo Específico 3.

5.3.1 Actividad 1 Descripción de la condición actual del Humedal en cuanto a variables de estado y agentes forzantes.

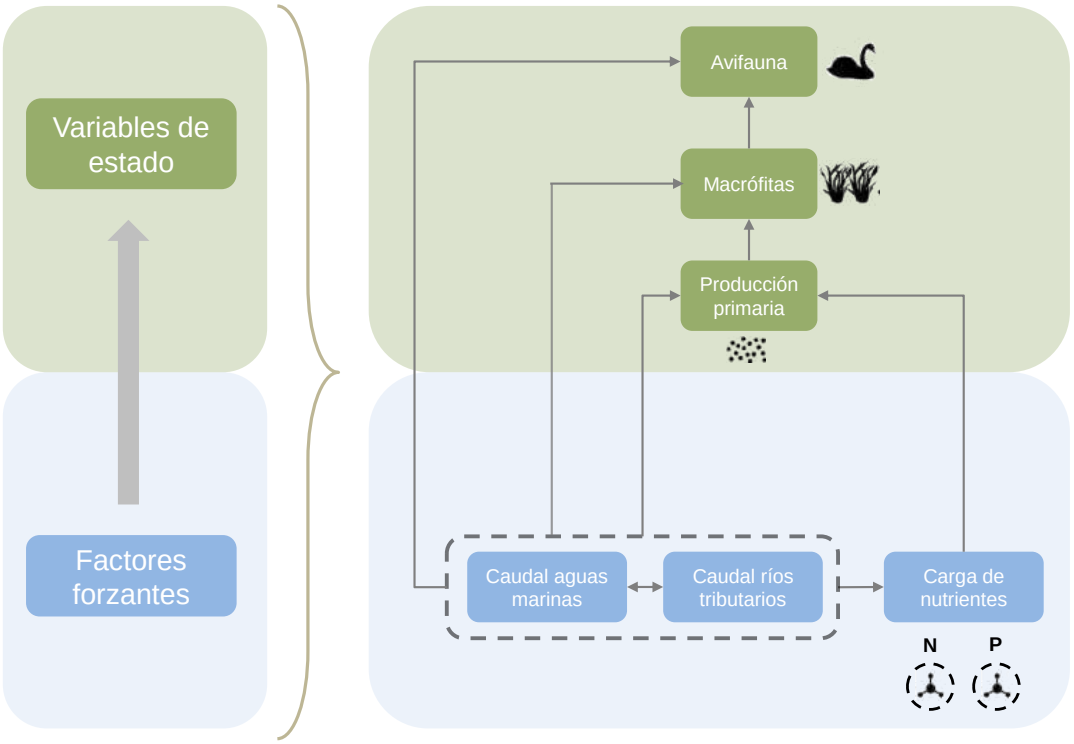


Figura 5-5 Esquema general de la interacción entre variables de estado y factores forzantes (izquierda), destacando los componentes detectados durante las campañas de invierno y primavera de 2016 en el Humedal del Río Huasco (derecha). Las flechas indican el sentido del flujo de materia y energía o el sentido de la interacción.

Primeramente, se entregarán los resultados obtenidos para variables de estado y los factores forzantes definidos, para luego entregar los resultados asociados al análisis de otras características y procesos existentes en el sistema en estudio.

5.3.1.1 Variables de Estado



Figura 5-6 Variable de estado extraído de Figura 5-5.

Folio017335

a. Condiciones de óxido-reducción en el sedimento

Los valores de potencial redox obtenidos, clasifican a los sedimentos entre rango de ambientes reductores hasta ambientes oxidantes. El ambiente reductor corresponde al punto H1, en la campaña agosto con un valor de -39 mV. El resto de los puntos presentaron valores con potenciales positivos, los que variaron desde 46 mV en el punto H4, hasta los 360 mV en H5; ambos en la campaña de otoño (Figura 5-7).

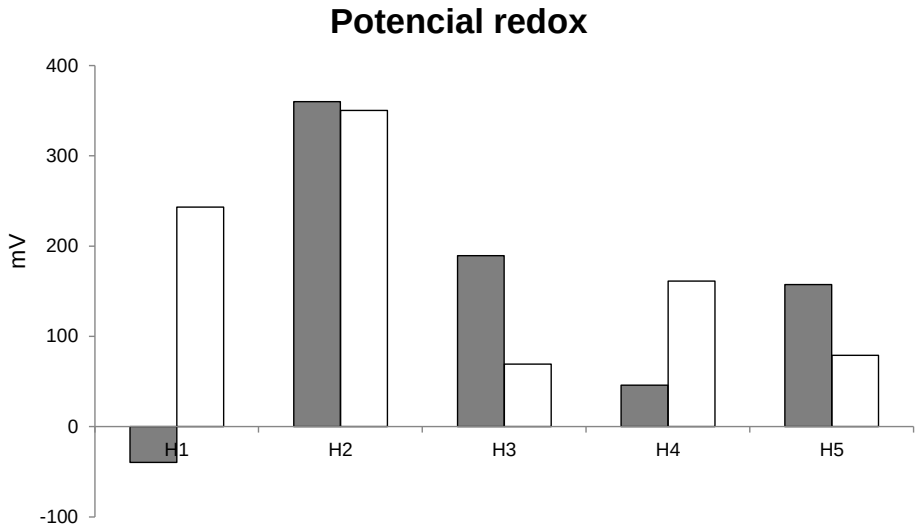


Figura 5-7 Potencial redox en sedimentos del Humedal costero estuario del Río Huasco Campañas agosto (barra oscura) y noviembre 2016 (barra achurada).

b. Composición y abundancia de la avifauna

i. Composición por campaña y estación de monitoreo

Dentro del Humedal del Río Huasco, se observaron diferencias en la composición y riqueza de especies para cada campaña realizada durante 2016.

Durante invierno se registró una riqueza de 62 especies de aves, de las cuales el 40,3% correspondió a aves terrestres, seguidas de un 33,9% de aves acuáticas, un 16,1% de aves ribereñas y un 9,7% de aves marinas. La riqueza de avifauna fue mayor en la estación de monitoreo FAUNA1, donde se alcanzó un total de 35 especies y donde se concentraron principalmente aves acuáticas (18 especies). Le sigue la estación de monitoreo FAUNA8 que alcanzó una riqueza de 28 especies y donde domino la riqueza de aves terrestres con 16 especies. Por otra parte, la estación FAUNA2 alcanzó una riqueza de 25 especies y su riqueza se concentró en las aves acuáticas con 13 especies. El resto de las estaciones no superó las 10 especies durante invierno, salvo FAUNA6 donde no hubo registro de avifauna durante invierno (Figura 5-8).

Durante primavera, se alcanzó una riqueza de 46 especies de aves, de las cuales el 34,8% fueron aves terrestres, seguidas de un 33,9% de aves acuáticas, un 19,6% de aves ribereñas y un 15,2% de aves marinas. La mayor riqueza durante esta campaña fue alcanzada en la estación FAUNA2 con 28 especies, de las cuales 11 fueron aves acuáticas. Le siguen las estaciones FAUNA1 y FAUNA5 ambas con una riqueza de 15

Folio017336

especies y donde dominaron las aves acuáticas con una riqueza de 5 y 7 especies, respectivamente. El resto de las estaciones no superó una riqueza de cuatro especies. Mientras que en las estaciones FAUNA7 y FAUNA7DUNA no hubo registro de avifauna durante primavera (Figura 5-8).

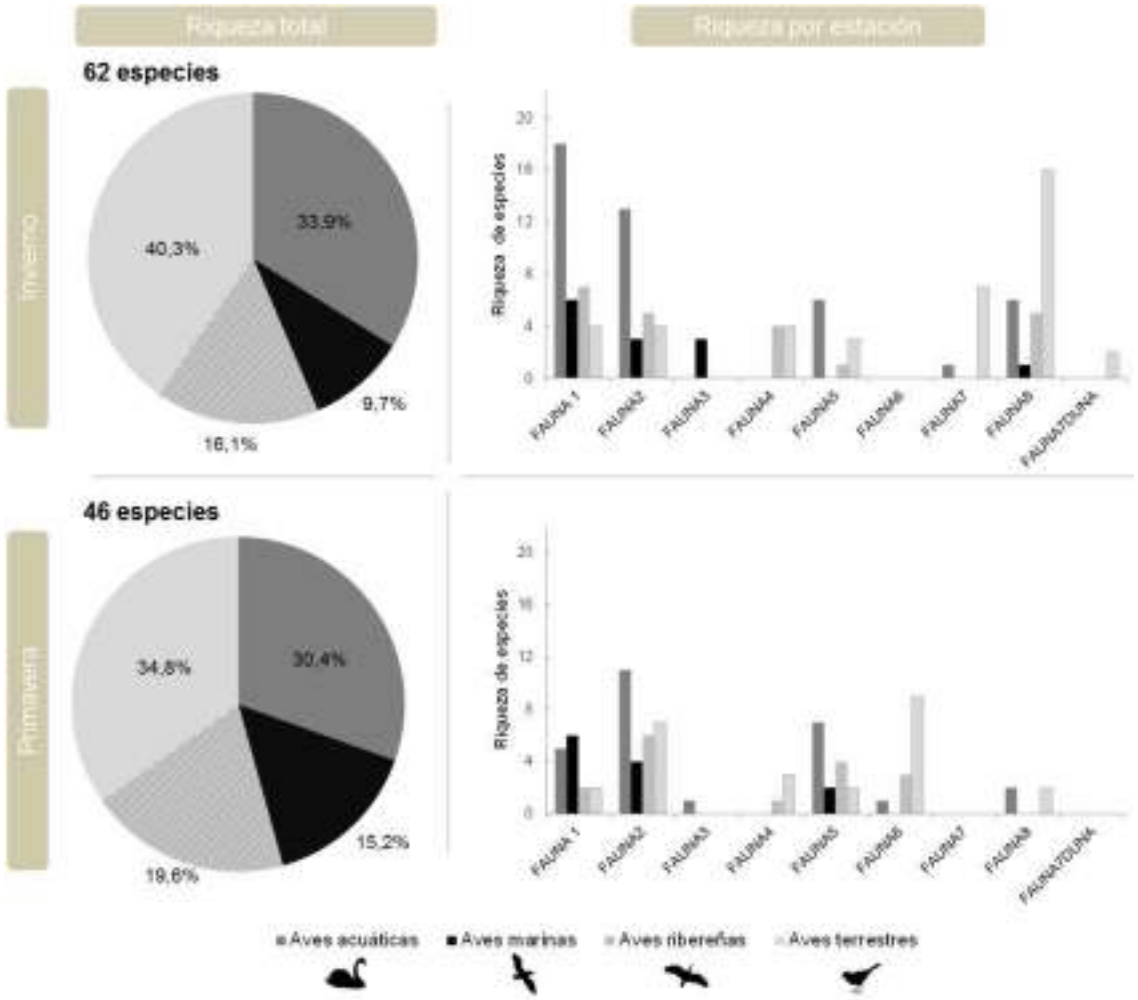


Figura 5-8. Riqueza relativa total de avifauna registrada en el en el Humedal costero Estuario del río Huasco durante invierno y primavera de 2016 (izquierda). Detalle de la riqueza absoluta por grupo de avifauna y estación de monitoreo (derecha).

ii. Abundancia de la avifauna por campaña y estación de monitoreo

Dentro del Humedal del Río Huasco, durante invierno de 2016 se alcanzó una abundancia total de 1276 individuos de avifauna, de los cuales el 42,9% correspondió a aves acuáticas, seguidas de un 20,5% de aves marinas, un 24% de aves terrestres y un 12,6% de aves ribereñas. La mayor abundancia de avifauna durante esta campaña se alcanzó en la estación FAUNA1 que alcanzó 561 individuos, de los cuales 203 fueron de aves acuáticas y 156 de aves marinas. Seguida de FAUNA2 con 405 individuos totales y donde 285 fueron de aves acuáticas. Por otra parte, FAUNA8 alcanzó 168 individuos y 135 fueron aves terrestres. El resto de las estaciones con registros no superaron los 60 individuos (Figura 5-9).

Folio017337

Dentro de las dos estaciones más abundantes, la dominancia fue en el caso de FAUNA 1 para las especies *Anas sibilatrix*, *Larus modestus*, *Numenius phaeopus*, *Tachycineta meyeni*. Mientras que para FAUNA2 dominaron las especies *Fulica armillata*, *Haematopus palliatus*, *N. phaeopus* y *T. meyeni*

Durante primavera de 2016, se alcanzó una abundancia total de 709 individuos, de los cuales el 53,9% fueron aves acuáticas, el 19,9% aves marinas, el 14,1% aves ribereñas y el 14,1% aves terrestres. La mayor abundancia de avifauna durante primavera de 2016 fue alcanzada en la estación de monitoreo FAUNA5 donde se registraron 279 individuos, de los cuales 211 fueron de aves acuáticas. Seguida de FAUNA1 con 182 individuos, de los cuales 90 fueron aves marinas. Por otro lado FAUNA2 alcanzó los 178 individuos y donde la mayor abundancia fue de aves acuáticas con 89 individuos (Figura 5-9). Dentro de las estaciones más abundantes, fue de *Fulica leucoptera*, *Tringa melanoleuca* y *Anas sibilatrix*, en el caso de FAUNA5. Mientras que para FAUNA1 dominaron en abundancia las especies *Fulica leucoptera*, *Larus dominicanus*, *Cathartes aura* y *Numenius phaeopus*. Por otro lado, para FAUNA2 dominaron las especies *Fulica armillata*, *Tringa flavipes* y *Larus pipixcan*.

La Tabla 13-10 en ANEXOS muestra el detalle de riqueza y abundancia para cada estación de monitoreo durante invierno y primavera de 2016 en el Humedal del Río Huasco.

Folio017338

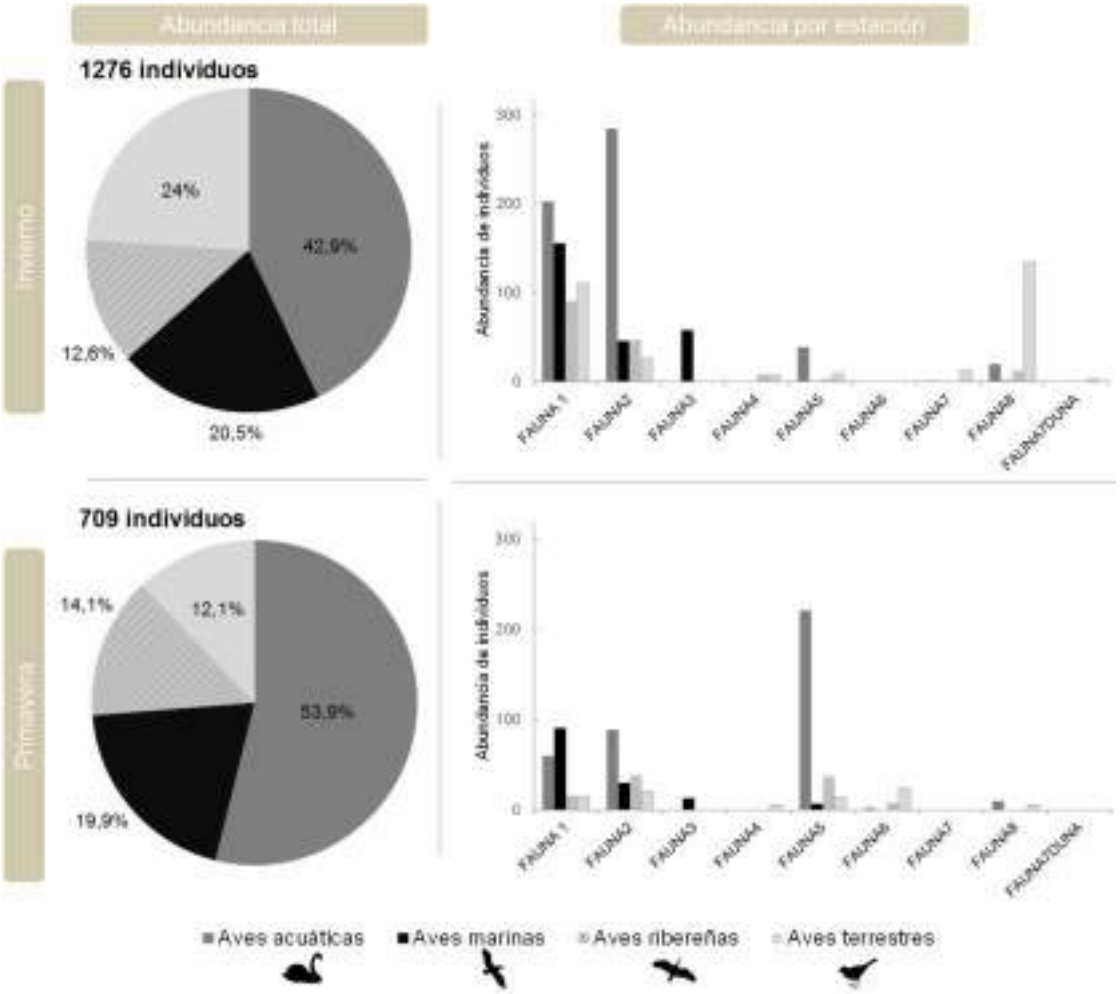


Figura 5-9. Abundancia relativa de la abundancia de avifauna registrada en el en el Humedal costero Estuario del río Huasco durante invierno y primavera de 2016 (izquierda). Detalle de abundancia absoluta por grupo de avifauna y estación de monitoreo (derecha).

c. Cobertura de macrófitas emergentes

i. Campaña de invierno 2016

Cobertura vegetal

Mediante la estimación del parámetro de cobertura vegetal en los puntos de muestreo (H1, H2, H3, H4 y H5), las coberturas registradas en la campaña de invierno muestran en promedio valores del 80%. Los valores mínimos se presentan en la el punto H3 con 30% mientras que los valores máximos se encuentran en H3, H4 y H5 entre un 95 y 100% de cobertura en zonas con vegetación del tipo herbazal y totoral densos respectivamente. Las especies que dominan en cobertura corresponden principalmente a las macrófitas *Typha angustifolia*, *Schoenoplectus* spp. y la especie hidrófita flotante libre[6] *Azolla filiculoides*.

[6] Especies hidrófitas que flotan sobre la superficie del agua y sus raíces no alcanzan el sustrato subacuático.

Folio017339

Riqueza florística

En los puntos de muestreo evaluados, la riqueza de plantas vasculares está compuesta por 19 especies, las cuales están representadas en 3 clases, 8 familias y 15 géneros (Tabla 5-4). La clase Magnoliopsida domina en el número de especies (11) mientras que las familias Asteraceae (compuestas) y Cyperaceae (ciperáceas) fueron las de mayor representatividad con cuatro y tres especies respectivamente.

Tabla 5-4. Posición taxonómica de la flora vascular presente en la campaña de invierno 2016.

CLASE	Familias	Géneros	Especies
Filicopsida	1	1	1
Magnoliopsida (Dicotiledóneas)	8	9	11
Liliopsida (Monocotiledóneas)	5	5	7
Total	**14**	**15**	**19**

Origen fitogeográfico

Del total de taxa registradas, aquellas especies con un origen nativo se contabilizaron un total de 15 elementos florísticos (79%), mientras que sólo 3 especies son de carácter exótico o introducido (16%) y una especie (5%) en condición de indeterminado debido a que su identificación taxonómica llegó sólo a nivel genérico y por lo tanto es incierto su origen (Figura 5-10).

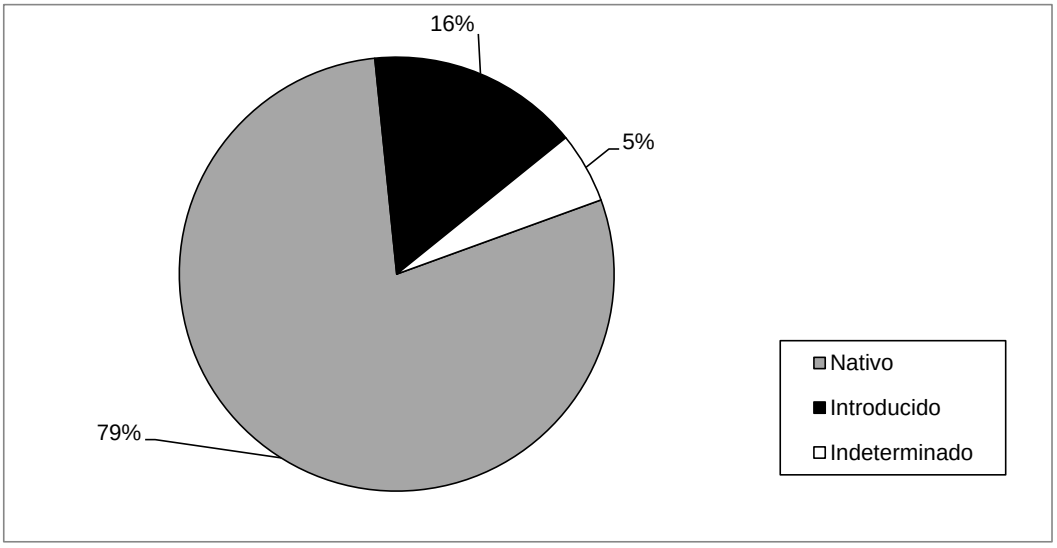


Figura 5-10 Origen fitogeográfico de las especies presentes registradas en el Humedal estuarino del río Huasco, invierno 2016.

Forma de vida

Con respecto a la forma de vida, la dominancia estuvo representada con mayor frecuencia por el tipo herbáceo; hierbas perennes con 13 especies seguido de los arbustos con 3 representantes. Las macrófitas con sólo un representante y con formas de vida de árbol, subarbusto y hierba anual correspondieron a *Salix humboldtiana*, *Sarcocornia fruticosa* y *Azolla filiculoides* respectivamente (Figura 5-11).

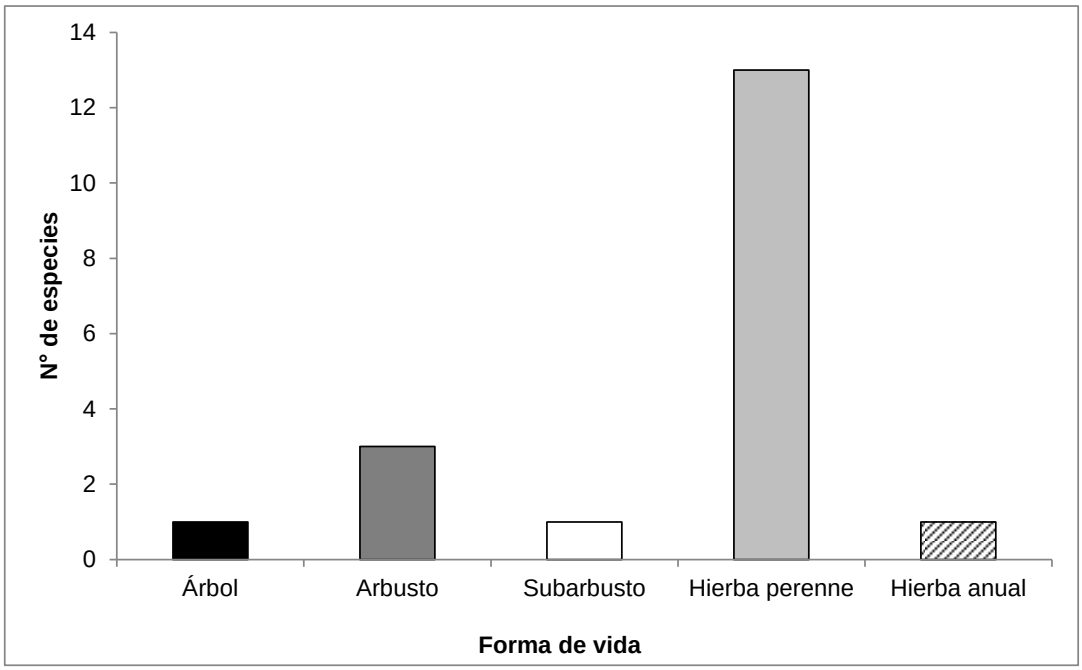


Figura 5-11. Formas de vida de las especies presentes en la campaña de invierno 2016 en el área de estudio.

Estado de conservación

Respecto al estado de conservación de las especies registradas, ninguna de ellas posee alguna categoría de conservación de acuerdo a la revisión de los procesos de clasificación de especies del Ministerio de Medio Ambiente (MMA).

ii. Campaña de primavera 2016

Cobertura vegetal

Para la presente campaña de primavera, los puntos de muestreo mostraron que el parámetro de cobertura vegetal registró valores promedios de 70% aproximadamente siendo el punto H3 el que presentó los menores valores, mientras que el punto H2 y H4 los máximos valores con un 95% en cada uno. Al igual que en la campaña de invierno 2016, las especies de macrófitas dominantes son los herbazales helófitos que viven arraigados al sustrato acuático tales como *Typha angustifolia*, especies del género *Schoenoplectus* y en menor porcentaje (30%) con respecto a la campaña anterior la especie *Azolla filiculoides*. Cabe mencionar, que esta vez se registraron en terreno rastrojos de vegetación ribereña en el punto H3 como también en sectores cercanos al punto H1, específicamente en la desembocadura con individuos en mortandad de la especie hidrófila *Ruppia* sp.

Riqueza florística

La riqueza florística presente en el humedal está compuesta por 24 especies, las cuales están representadas en 4 clases, 17 familias y 18 géneros (Tabla 5-5). Similar a la campaña anterior, en la campaña de primavera la clase Magnoliopsida domina tanto en el número de especies como también en géneros presentes y familias, las cuales fueron mejor representadas por Asteraceae y Cyperaceae con cuatro especies cada una. Cabe mencionar el hallazgo de *Equisetum giganteum*, taxa que representa tanto una como además una nueva clase taxonómica a la presente campaña.

Tabla 5-5. Posición taxonómica de la flora vascular presente en la campaña de primavera 2016.

CLASE	Familias	Géneros	Especies
Filicopsida	1	1	1
Sphenopsida	1	1	1
Magnoliopsida (Dicotiledóneas)	10	11	14
Liliopsida (Monocotiledóneas)	5	5	8
Total	**17**	**18**	**24**

Origen fitogeográfico

Con respecto al origen fitogeográfico, las especies con un origen nativo suman un total de 15 elementos florísticos (79%) mientras que especies con un origen introducido o alóctono están representadas por cuatro especies (17%). Sólo una especie (4%) está catalogada como indeterminada debido a que su identificación taxonómica no fue suficiente para el seguimiento a nivel geográfico (Figura 5-12).

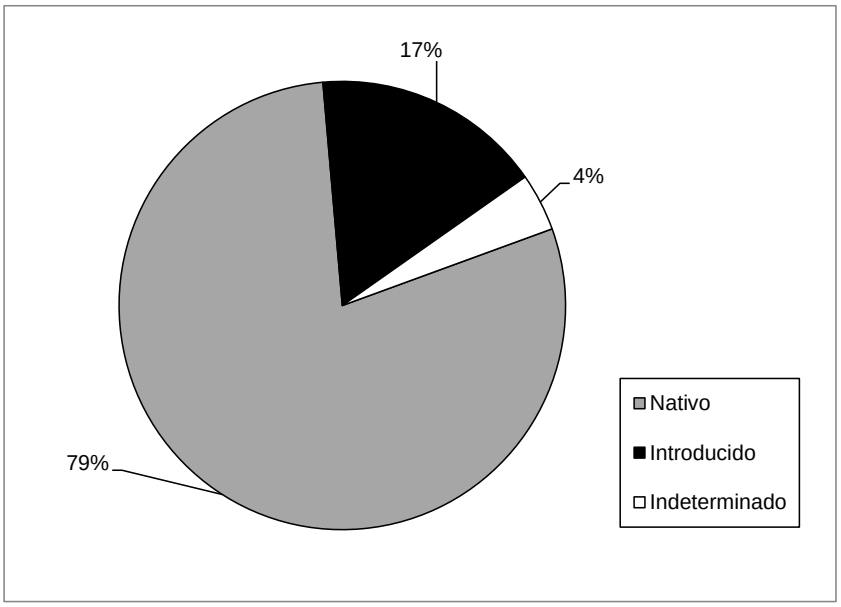


Figura 5-12. Origen fitogeográfico de las especies presentes registradas en el Humedal estuarino del río Huasco, primavera 2016.

Folio017342

Forma de vida

En la Figura 5-13 se muestran las formas de vida para cada una de las especies, siendo las más abundantes las herbáceas y en específico las hierbas perennes representadas por 18 especies (75%), seguida más abajo por la forma arbustiva con 3 especies (12,5%). En menor relevancia, se ubica la forma arbórea, subarbustiva y hierba anual con solo un representante (4,17%).

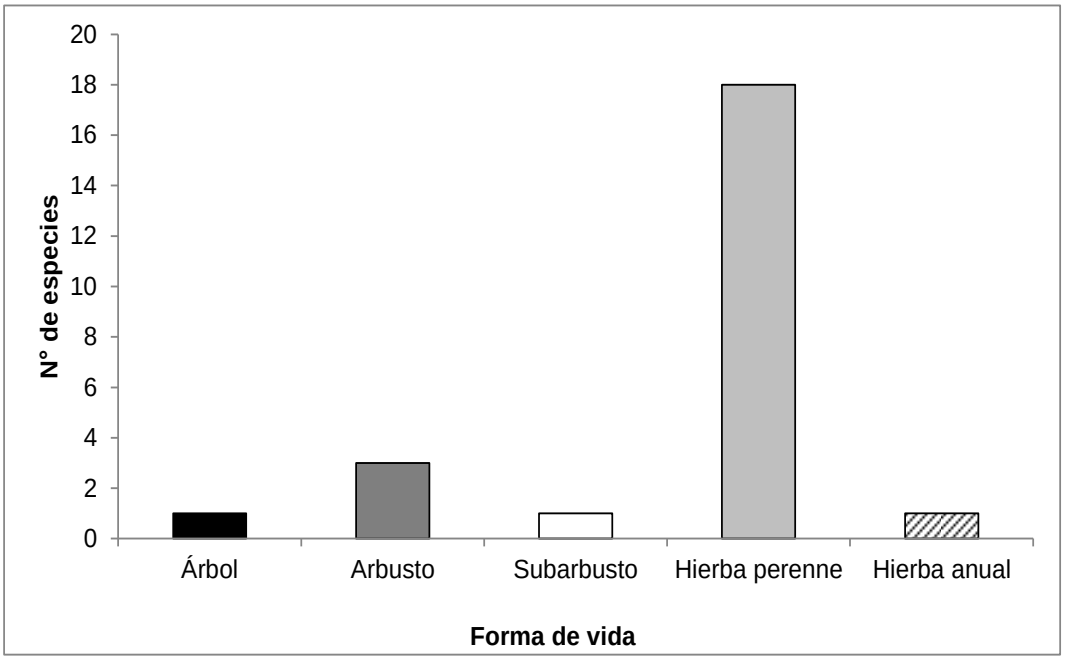


Figura 5-13. Formas de vida de las especies presentes en la campaña de primavera 2016 en el área de estudio.

Estado de conservación

Respecto al estado de conservación de las especies registradas, solo *Equisetum giganteum* (**Figura** 5-14) se encuentra en categoría de Preocupación Menor según el Decreto Supremo 13/2013 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

Folio017343



Figura 5-14. Ejemplares de *Equisetum giganteum* registrados en el humedal de Río Huasco, campaña primavera 2016.

Composición y abundancia de peces marinos

La composición de peces encontradas en el estuario se caracterizó por una baja riqueza. No obstante dentro de las especies capturadas, en las dos campañas, fue posible identificar el pez nativo *Mugil cephalus* (Lisa), categorizada como Preocupación Menor (LC) por el RCE y además fue registrada la especie introducida *Gambusia affinis* (Pez mosquito) (Tabla 5-6).

Tabla 5-6 Sitios monitoreados en el Humedal Costero Estuario del río Huasco, donde fue posible registrar especies ícticas durante el 2016, aquí se detalla su abundancia y estadio de su ciclo de vida.

Campaña	Punto de muestreo	Especie	Abundancia	Estadío
Invierno	H-5	*Gambusia affinis*	10	alevín
	H-6	*Mugil cephalus*	8	juvenil
Primavera	H-1	*Gambusia affinis*	1	alevín
	H-2	*Mugil cephalus*	1	maduro
	H-3	*Gambusia affinis*	3	alevín
	H-4	*Gambusia affinis*	11	alevín
	H-5	*Gambusia affinis*	20	alevín
	H-6	*Gambusia affinis*	8	alevín

El objetivo del presente acápite, fue caracterizar las especies de fauna ícticas dentro del estuario, por lo que este punto es abordado de manera descriptiva. No obstante, es importante establecer que la especie conocida comúnmente como “Lisa” se caracteriza por subir a los estuarios en determinados periodos de su vida (juvenil), por lo que su ciclo de vida es principalmente en el mar. Debido a que la mayor abundancia de este pez fue registrada en H6, no fue incluida en los análisis de variables de estado, ya que este sitio fue solo de monitoreo biológico, por lo que difícilmente los datos obtenidos puedan ser relacionados a otras variables de estudio.

d. Producción primaria en la columna de agua

Tal como se precisó en la metodología correspondiente al presente acápite, se realizó la clasificación trófica del sistema acuático considerando la posibilidad de que este corresponda a un estuario o a un cuerpo de agua exclusivamente de aguas dulces, dependiendo de la campaña de monitoreo que se analice.

En primer lugar, en base a la concentración de fósforo y nitrógeno total, registrada históricamente en el humedal del rio Huasco se realizó la clasificación del estado trófico considerando el estuario como un sistema acuático de agua dulce continental, usando la escala propuesta por Nürenberg (1996), citada en Smith y col. (1999). Esta clasificación, en base a la concentración de nitrógeno total, mostró que todas las estaciones registradas dentro del humedal durante las campañas de primavera 2008 (CONAMA y Geonova) e invierno 2016 (CEA, este estudio) registraron valores sobre el umbral de hipertrofía (1200 µg/L) (Figura 5-15). En términos de su variación histórica, la concentración promedio de nitrógeno fue mayor durante 2008 triplicando el registro de 2016 (Tabla 13-10 en ANEXOS)

Por otra parte, en la clasificación a partir de la concentración de fósforo total se observó que sólo una estación de las registradas dentro del humedal durante la campaña de 2016 registró una concentración en el límite de hipertrofía (30 µg/L), el resto de las estaciones, en ambas campañas (2008 y 2016) presentaron valores bajos, todos en el nivel oligotrófico (<10 µg/L) (Figura 5-16). En términos de la variación histórica, la concentración promedio de fósforo fue mayor durante 2016, aproximadamente 7 veces mayor que el registro de 2008, aunque vale la pena considerar la alta desviación estándar aportada por la alta concentración registrada en H2 (Tabla 13-10 en Anexos)

En términos de las concentraciones promedio de ambos nutrientes por campaña, se observó que el humedal, como sistema de agua dulce, se clasificó en estado hipereutroficado para nitrógeno total en ambas campañas (Primavera 2008 e Invierno 2016) y como oligotrófico para fósforo total en ambas primavera 2008 y en el umbral mesotrófico en invierno 2016, con el notorio aumento de concentración promedio (Figura 5-16).

Al considerar la clasificación tratando el estuario como un sistema acuático de aguas salobres producto de la mezcla de agua dulce continental con agua marina (estuario), usando la escala de estado trófico propuesta por Bricker y col. (1999) sólo se evaluó los datos registrados durante la primavera de 2016 en términos de la concentración de fósforo, se obtuvo que en noviembre 2016 (primavera) la concentración estuvo prácticamente en el nivel de trofía alto (Figura 5-17).

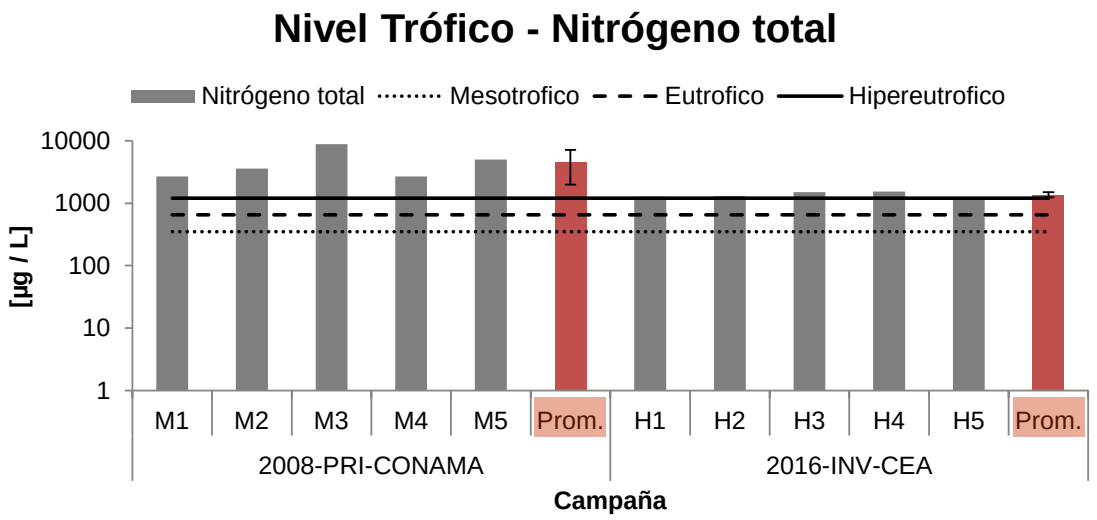


Figura 5-15 Concentración de nitrógeno total registrado en Humedal costero del estuario del río Huasco en dos campañas de monitoreo. En detalle se muestran umbrales de estado trófico según Nüremberg (1996) para sistemas lacustres. Se detalla el valor promedio en rojo. La escala del gráfico es logarítmica en base 10.

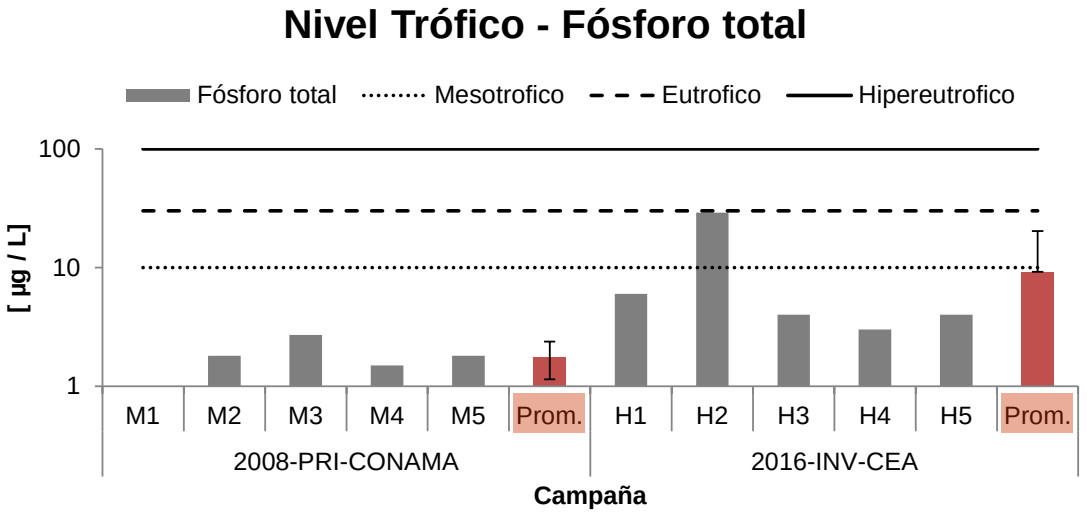


Figura 5-16 Concentración de fósforo total registrado en el Humedal costero del estuario del río Huasco en dos campañas de monitoreo. En detalle se muestran umbrales de estado trófico según Nüremberg (1996) para sistemas lacustres. Se detalla el valor promedio en rojo. La escala del gráfico es logarítmica en base 10.

Folio017346

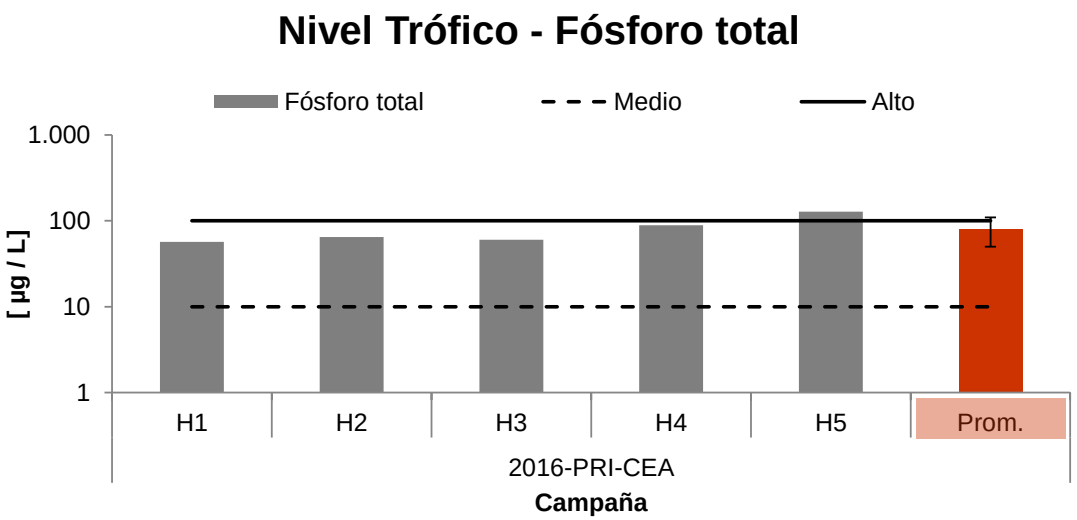


Figura 5-17 Concentración de fósforo total registrado en el Humedal del estuario del río Huasco en la campaña de monitoreo de primavera 2016. En detalle se muestran umbrales de estado trófico según Bricker y col., 1999, para sistemas estuarinos. Se detalla el valor promedio en rojo. La escala del gráfico es logarítmica en base 10.

Un resumen de los resultados de estado trófico del humedal del estuario del río Huasco, considerando los distintos nutrientes y las distintas dinámicas de comportamiento en las campañas de monitoreo realizadas durante 2016 se observa en (Tabla 5-7).

Tabla 5-7 Resumen del estado trófico del humedal del estuario del río Huasco. Evaluado para campaña 2008 y 2016. Se utilizó escala de Nüremberg (1998) para laguna de agua dulce y Bricker y col. (1999) para Río-estuario.

Estado Trófico	Campaña		Comportamiento hidrodinámico	Nivel trófico	
Estudio	Año	Estación		Nitrógeno total	Fósforo total
CONAMA-GEONOVA	2008	Primavera	Laguna agua dulce	Hipereutrófico	Oligotrófico
CEA	2016	Invierno	Laguna agua dulce	Hipereutrófico	Mesotrófico
		Primavera	Río - estuario	---	Medio-Alto

e. Integración de variables de estado

Dentro de las variables evaluadas, se puede determinar una sucesión secuencial de eventos que las relacionan causalmente (ver Figura 5-18).

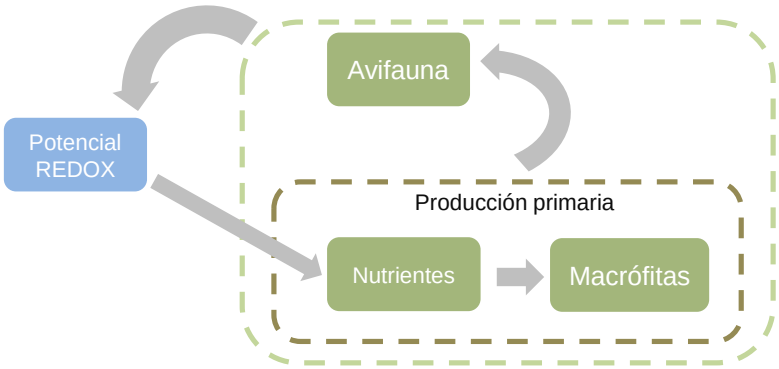


Figura 5-18. Esquema de la interacción de las variables de estado detectadas en el Humedal del Río Huasco. Las flechas indican la relación causal entre cada componente. Las líneas segmentadas agrupan los componentes relacionados con la producción primaria (café) y los componentes biológicos generales (verde).

En primer lugar, el potencial de óxido-reducción (Redox) se caracteriza por una pérdida (oxidación) o ganancia (reducción) de electrones. Cuando el oxígeno está presente actúa como aceptor de electrones para la respiración microbiana aeróbica. Una vez consumido, el aceptor de electrones alternativo para la respiración microbiana anaeróbica es el nitrato seguido en secuencia por óxido de manganeso, hierro óxido, sulfato y finalmente dióxido de carbono (Patrick et al., 1985). Este tipo de reacciones determina el ciclo de los nutrientes, su disponibilidad, composición de la vegetación y la materia orgánica contendida en el sistema.

Las reacciones Redox son importantes en los sistemas de aguas superficiales, debido a que todos los organismos acuáticos obtienen su energía metabólica a partir de reacciones Redox. Los organismos fotosintéticos reducen el dióxido de carbono de la materia orgánica, utilizando la energía luminosa. Mientras que los organismos no fotosintéticos descomponen los productos fotosintéticos mediante reacciones Redox que requieren un gasto energético (Steinberg y Coonrod 1994). En este sentido, el constante equilibrio y “desequilibrio” es normal en estos sistemas, altamente dinámicos, en que, en cortos periodos es posible observar grandes procesos oxidativos y reductivos en áreas cercanas dentro del sistema. Esta dinámica responde al rol depurador del humedal, que se encarga de degradar e incorporar en la red trófica los componentes que arrastra la cuenca hasta este punto terminal, ya sea orgánico e inorgánico. Por este motivo, es de vital importancia que los componentes que ingresan al río aguas arriba del estuario se encuentren en una forma y cantidad fácil de degradar y a su vez no impliquen proceso bioacumulativos en las especies presentes en el estuario.

La Figura 5-19 resume los valores de cada variable de estado registrada en el Humedal del Río Huasco durante las campañas de invierno y primavera.

Folio017348

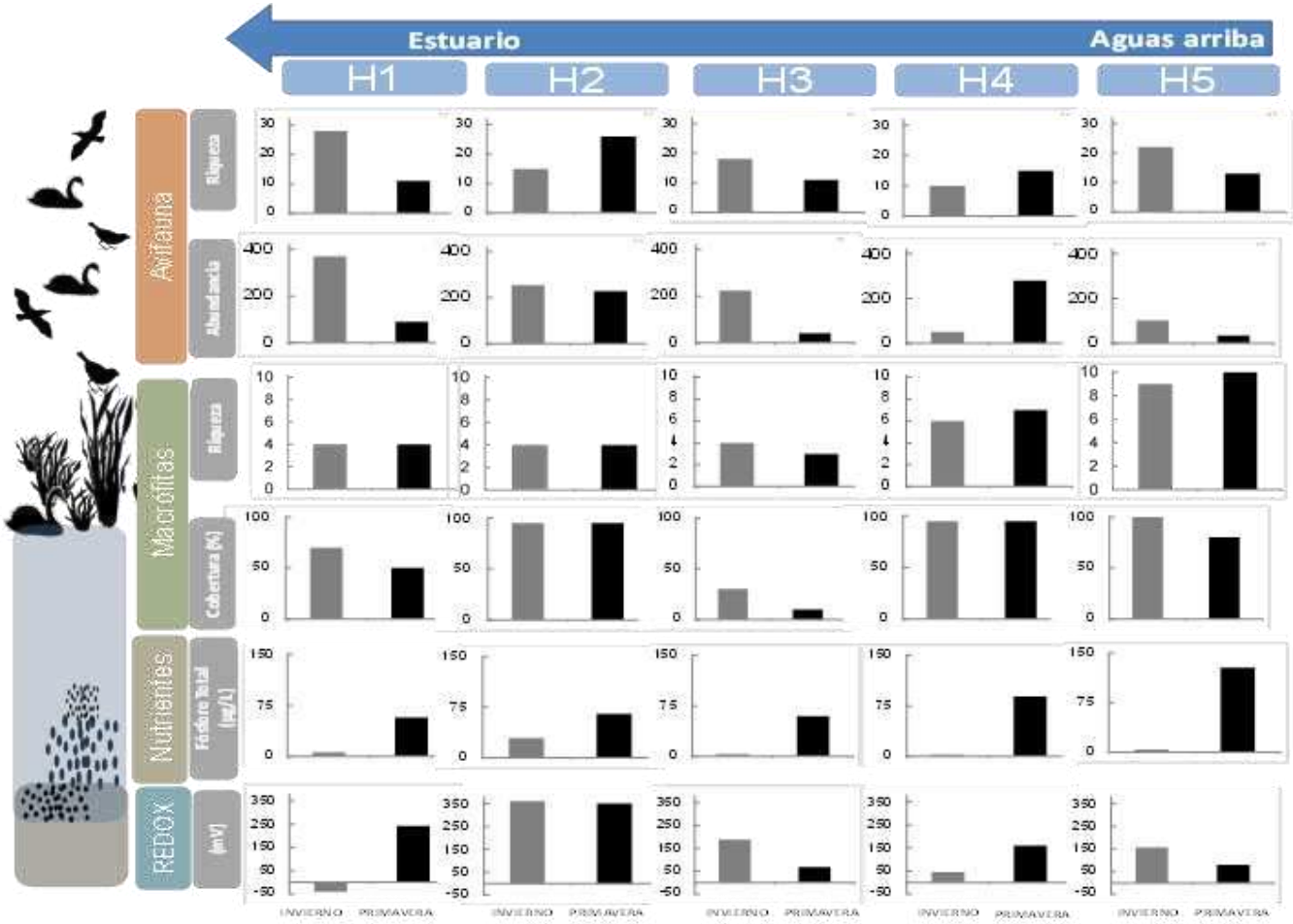


Figura 5-19. Resumen general variables de estado obtenidos durante invierno (barras gises) y primavera (barras negras) para las variables de estado medidas en el las estaciones limnológicas del Humedal Costero Estuario del río Huasco.

Folio017349

Los resultados que se sintetizan en la Figura 5-19 deben ser visualizados y entendidos de la siguiente manera. De derecha a izquierda, desde el inferior hacia arriba observamos el parámetro redox de calidad de agua, el cual, aumenta considerablemente hacia el sector de la boca o estuario (H2-H1), dado que desde el punto H5 hasta H3 encontramos características de un humedal de agua dulce, es decir, a esta altura no encontramos una diferenciación de humedal costero, sino más bien un humedal continental. Contrario a lo que ocurre con el Redox el nutriente fósforo no aumenta a medida que avanzamos hacia la boca independiente de la estación del año, esto no responde a lo esperado, donde los nutrientes en estos sistemas normalmente y a medida que avanzan a lo largo de una cuenca aumentan, por efecto acumulativo, en la zona costera, esto puede deberse a variados factores, sobre todo al uso del suelo asociado al río Huasco, donde la intensidad de uso agrícola puede influir en la disponibilidad de nutrientes en la parte alta por sobre la zona más baja del río (H3-H2-H1).

En el caso de las macrófitas estas presentan una riqueza mayor en la parte más alejada del estuario, lo que es natural de observar, ya que son pocas las especies vegetacionales acuáticas las que resisten la influencia del mar, por lo que la riqueza disminuye en la zona costera. Junto con ello, la variación en la cobertura ocurre por efecto de la crecida del río en invierno, donde una parte de la vegetación fue aplastada por el agua que rompió en H2 la barrera de arena directamente hacia el mar. Este cambio ocurrido en el cambio de estación influyó en las dos estaciones estuarinas, donde H1 principalmente, pasó de ser una zona semiconectada con el mar, a una laguna salina que en determinados momentos del día se conecta con el mar. Esto provocó una desecación en el área que rodeaba al sitio de muestreo. En tanto, H2 se trasformó en un río caudaloso que desembocaba con gran fuera en el mar.

Esta variación también se observa en la abundancia de especies de aves, las que en invierno se alojaban principalmente en H2 que era un sistema lagunar con abundancia de vegetación y que luego al ser un río de aguas corrientes en primavera, disminuyó las visitas de especies de aves que se trasladaron a la nueva laguna salina (H1). Respecto a las aves es importante destacar que tanto la riqueza como abundancia aumentan en dirección a la zona estuarina y que posiblemente por procesos migratorios, la abundancia fue mayor en invierno que en primavera**.**

5.3.1.2 Factores Forzantes



Figura 5-20 Factor forzante extraído de Figura 5-18.

Folio017350

a. Caudal de aguas marinas

A continuación se entregan los resultados por cada punto desarrollado en la caracterización de esta variable forzante.

i. Sensor de presión y conductividad

En la Figura 5-21 se presenta la serie de mareas obtenida del SHOA y los registros del sensor durante todo el período de medición (serie de presión y de conductividad). De la serie de profundidad se observa que el nivel en este punto del estuario presenta cierto comportamiento ondulatorio intra-diario, por lo que pareciera estar influenciado por la marea. Para concluir si efectivamente está influido por la marea, la serie fue sometida a un análisis del espectro de frecuencias, donde se identificó la presencia o ausencia de los principales armónicos asociados a la marea (K1 y M2). Este análisis se presenta en la Figura 5-22, donde se observa que de todas las amplitudes de los distintos modos, destacan (existen peaks) en la frecuencia del modo K1 y en otro punto muy cercano al modo M2. Por lo tanto, se determinó que este punto sí se encuentra influenciado por la marea.

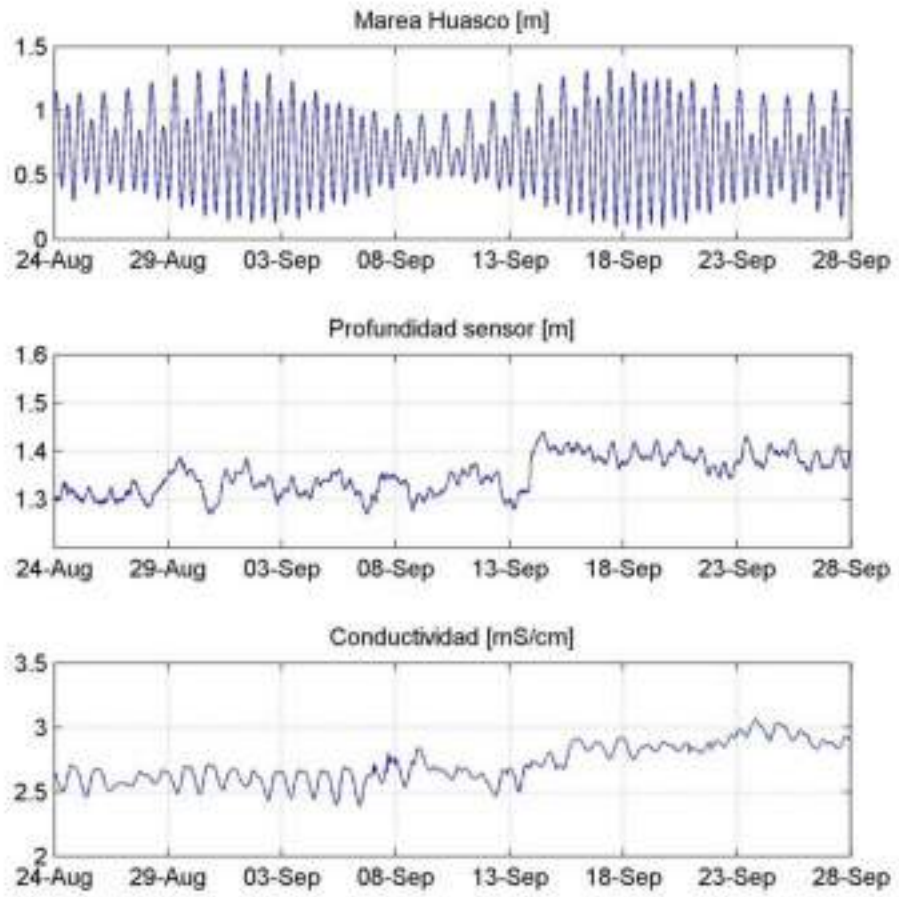


Figura 5-21. Serie de marea en puerto secundario Huasco y series de profundidades y conductividad medidas por el sensor.

De la serie de conductividad (Figura 5-21), se aprecian leves variaciones, aparentemente debidas al efecto de la marea. Sin embargo, en todo el período de

medición, el rango de conductividad se presentó entre los 2 y los 3 mS/cm. Estos son valores bajos, considerando que el agua de mar registra valores de 40 o 50 mS/cm.

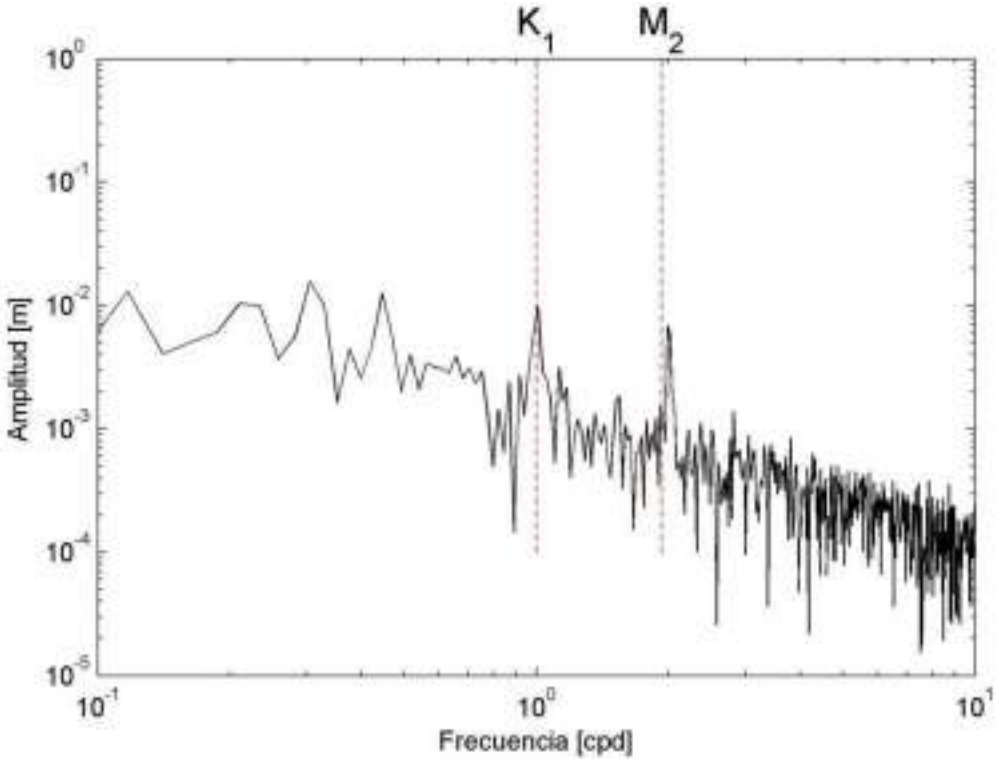


Figura 5-22. Espectro de frecuencias generado a partir de la serie de presión registrada por el sensor. Se indican las frecuencias de los modos K1 y M2, correspondientes a los principales modos de la marea.

ii. Perfiles CTD

En todos los perfiles realizados durante la campaña de agosto de 2016, se registraron bajas salinidades, levemente inferiores a los 2 psu (Figura 5-23). Además, se observó que en el perfil vertical de la columna de agua, la salinidad se mantuvo constante, sin la presencia de mayores concentraciones de sal en el fondo, esto es, ausencia de cuña salina.

En la Figura 5-24 se presentan los perfiles de temperatura obtenidos durante agosto de 2016. No se registraron gradientes de temperatura considerables, y las temperaturas variaron cercana a los 15°C en todos los perfiles. En el perfil CTD 1, ubicado más cerca de la boca del estuario, se observa una variación de temperatura entre la superficie y las aguas más profundas de un poco más de 1°C.

Debido a la escasa profundidad de la columna de agua y la alta velocidad del cauce registrado durante la campaña de noviembre de 2016 no fue posible realizar perfiles verticales con CTD que fueran representativos del cuerpo de agua.

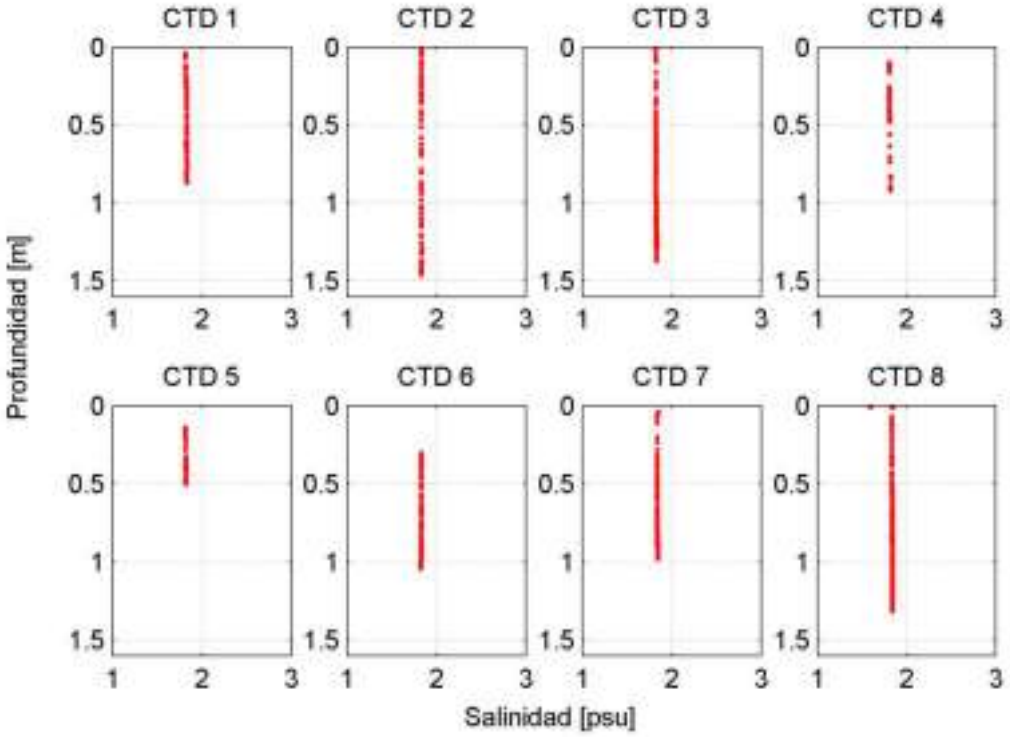


Figura 5-23. Resultado de perfiles de salinidad en el estuario durante campaña agosto 2016.

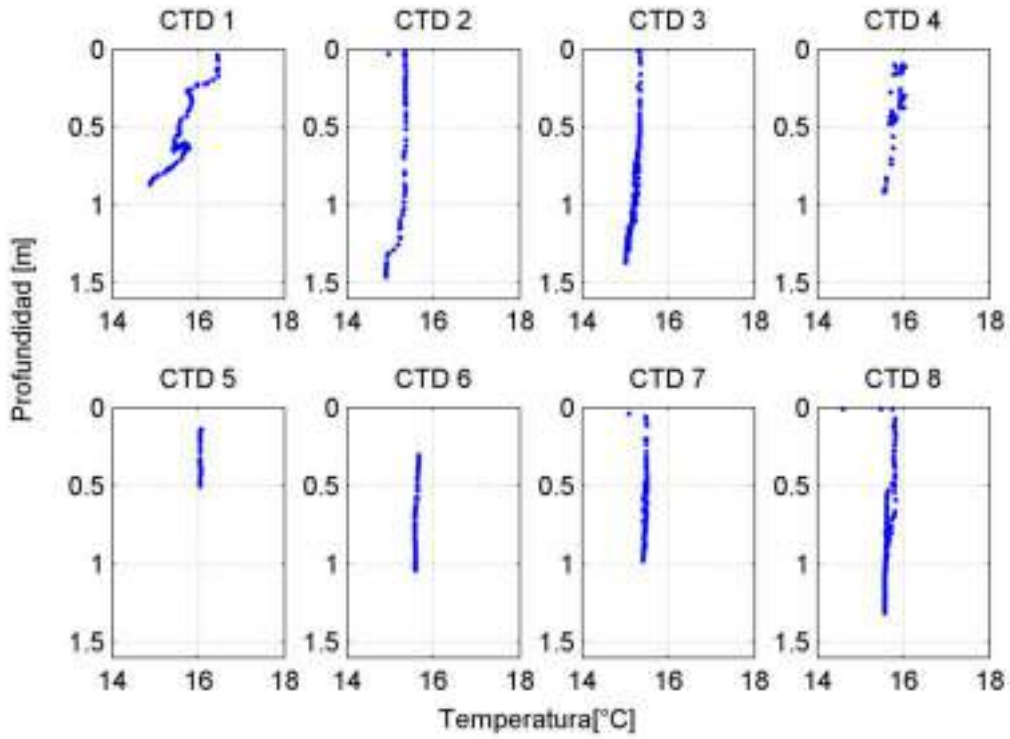


Figura 5-24. Resultados de perfiles de temperatura en el estuario durante campaña agosto 2016.

Folio017353

iii. Barra del estuario

La dinámica que existe en la zona de la desembocadura del río Huasco está influenciada en parte por la presencia de la barra de arena en la zona litoral. Esto proporciona diferentes escenarios posibles en lo que se refiere a la dinámica del funcionamiento hidrológico. Como se observa en la Figura 5-25, en la cual se presentan vistas de Google Earth en 3 años diferentes, y en la Figura 5-26 donde se presentan 6 imágenes Landsat obtenidas para distintos años; la barra ha experimentado cambios históricos, variando en un sentido N-S la zona de desembocadura.



Figura 5-25. Comportamiento histórico del Humedal costero Estuario del río Huasco, donde de izquierda a derecha observamos la barra en los años 2005, 2007 y 2013. Extraído: Google Earth.

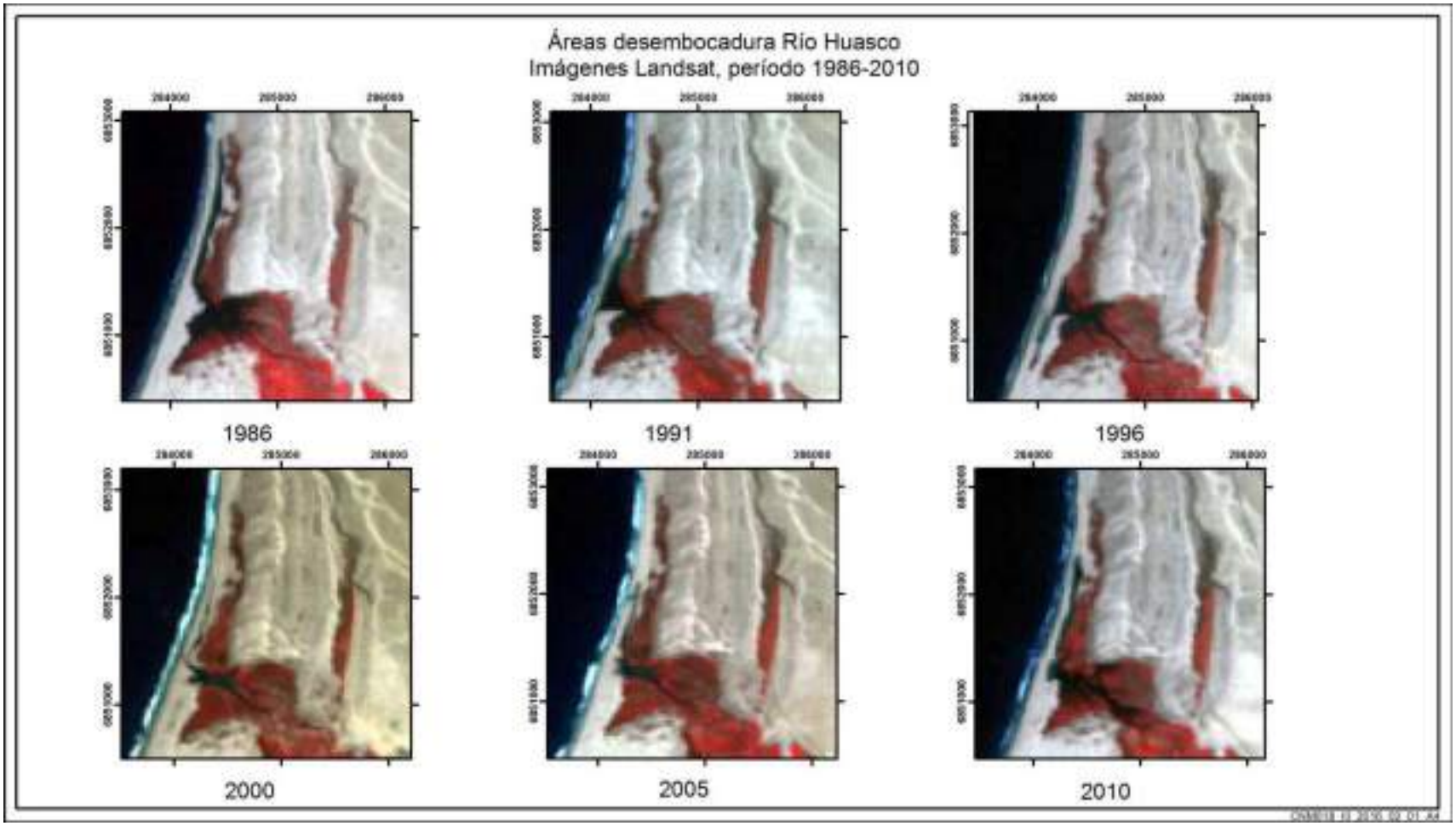


Figura 5-26.Secuencia de imágenes Landsat de la zona de desembocadura del río Huasco, donde se observa la movilidad de la barra y el río desde el año 1986 a 2010.

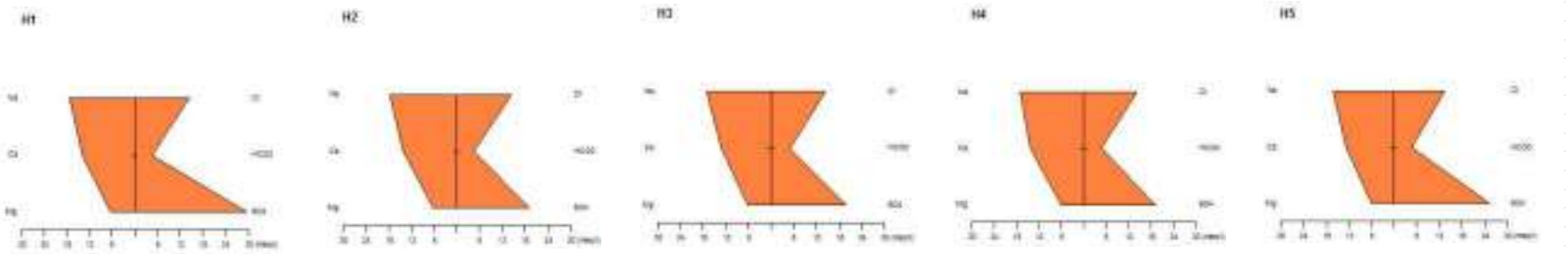
Además, a partir de las imágenes anteriores, se verificó que la conexión superficial del estuario con el mar es muy pequeña, debido a que la barra está altamente consolidada. Dependiendo del año, se aprecia que el volumen de agua aumenta o disminuye, pero en todas las imágenes se aprecia cómo el curso de agua se desvía paralelo a la costa, por la acción de la barra. En algunos momentos, pareciera que el estuario estuviera casi completamente cerrado, con una muy leve conexión al océano. Por lo demás, es importante considerar la evolución histórica de la extensión del espejo de agua, la presencia de conexión al océano y la zona donde esta ocurre en relación al comportamiento hidrológico estacional e interanual.

iv. Composición iónica en la columna de agua

Al estudiar la composición iónica del Humedal costero estuario del Río Huasco, se observó una diferencia temporal de esta, donde en la campaña de otoño se registró una clasificación de sus aguas del tipo sulfatada-sódica con aportes secundarios de cloruro y calcio, lo cual se evidencia en todos los puntos monitoreados (cerca y lejos de la costa). Esta clasificación, no se registró en la campaña de noviembre, en la cual se presentó una variación espacial desde la costa hacia el interior del humedal, donde en H1 la composición iónica fue clorurada sódica, y el resto de los puntos presentaron una composición sulfatada cálcica, con aportes secundarios de sodio. Esta diferencia se encontraría asociada a la temporalidad de los datos, donde en el punto H1 el cuerpo de agua corresponde a una laguna salobre, producida por la entrada de agua de mar a ese sector, y el resto de los puntos correspondería agua propiamente de un río (Figura 5-27 y Tabla 5-8).

Folio017356

Campaña otoño - invierno



Campaña primavera

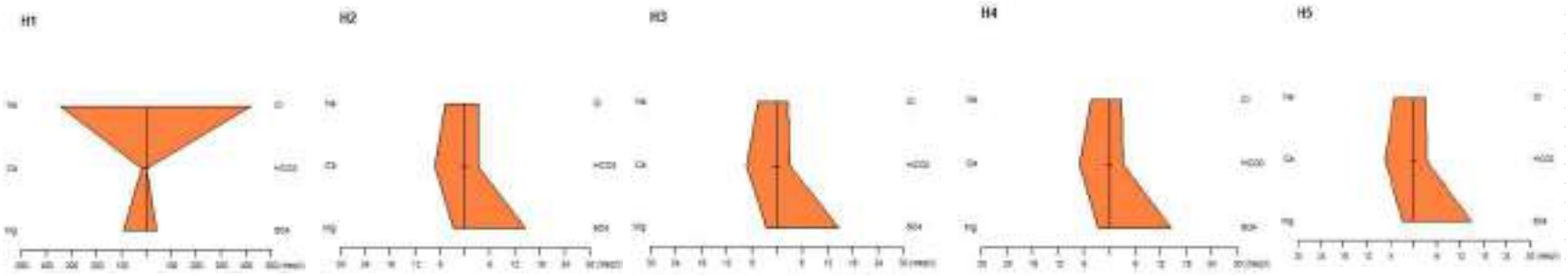


Figura 5-27 Diagramas de Stiff, composición iónica de las aguas del Humedal costero estuario del Río Huasco.

Folio017357

Tabla 5-8 Composición iónica de las aguas del Humedal costero estuario del Río Huasco.

Punto de muestreo	Composición iónica otoño-invierno 2016	Composición iónica noviembre
H1	Na-Ca-SO_4-Cl	Na-Cl
H2	Na-Ca-SO_4-Cl	Ca-Na-SO_4
H3	Na-Ca-SO_4-Cl	Ca-Na-SO_4
H4	Na-Ca-SO_4-Cl	Ca-Na-SO_4
H5	Na-Ca-SO_4-Cl	Ca-Na-SO_4

b. Caudal ríos tributarios e interacción con flujos subterráneos

i. Ríos tributarios

Cabe destacar que solo 2 estaciones de control de caudales aguas abajo del embalse Santa Juana (sector medio de la cuenca del río Huasco) se encuentran vigentes, estas son las estaciones “Río Huasco en Puente Nicolasa” y “Río Huasco en Santa Juana”. Para los efectos de este estudio se consideró la estación “río Huasco en Huasco Bajo” que está suspendida, pero cuenta con 12 años de registro.

De acuerdo a la metodología presentada en el acápite b, al evaluar la información recopilada de caudales en la estación de monitoreo de la DGA en la zona cercana al humedal costero del estuario del río Huasco, se determinaron los caudales medios anuales. Además se pudo observar su variación en relación al desarrollo de eventos climáticos Niño-Niña asociado a periodos más lluviosos y más secos, respectivamente Tabla 14-10 en ANEXOS y Figura 5-28).

Por otra parte, al analizar la variación intra-anual del caudal medio mensual no se presentó un patrón claro de variación al considerar el periodo completo de datos (Figura 5-29). Sin embargo, al excluir el periodo 1987 (debido a su alto porcentaje de excedencia, debido a la ocurrencia de un ciclo fuerte de El Niño), puede observarse que la variación entre meses muestra un patrón en los caudales medios. Este patrón permite definir a este sistema fluvial como uno de régimen pluvio-nival, pero preponderantemente pluvial, esto es, el máximo de los caudales ocurre durante la estación de invierno continental, otro máximo (menor al primero) en meses de deshielo en la alta cordillera, y caudales mínimos durante la estaciones seca (verano - otoño) (Figura 5-30).

Folio017358

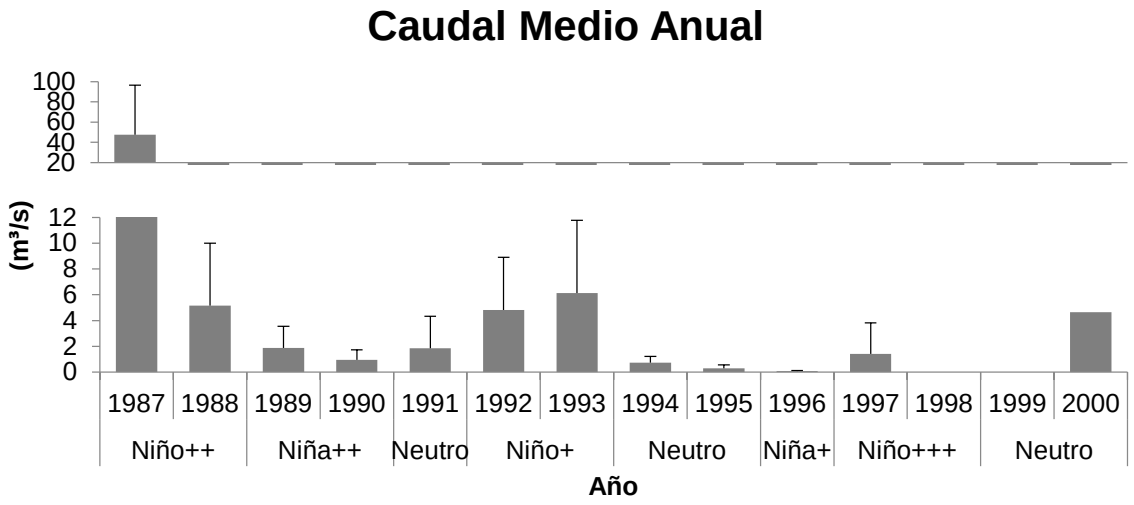


Figura 5-28 Promedio histórico del caudal medio anual para el período 1987-2000. Las barras corresponden a la desviación estándar del conjunto de datos. Se detallan los periodos niño-niña. *Fuente: Elaboración propia con datos de la DGA y Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.*

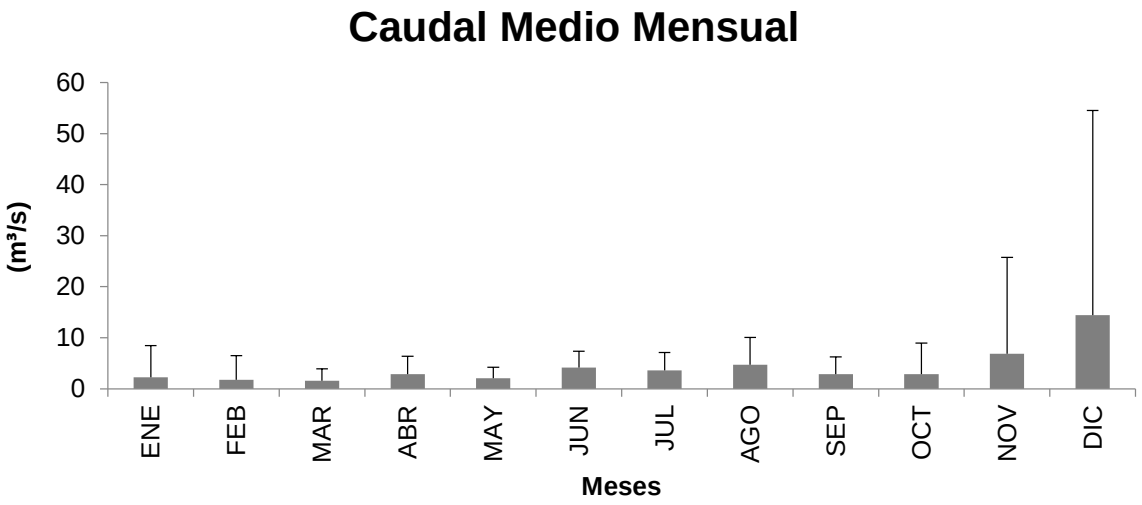


Figura 5-29 Promedio histórico del caudal medio mensual para el período 1987-2000. Las barras corresponden a la desviación estándar del conjunto de datos. *Fuente: Elaboración propia con datos de la DGA.*

Folio017359

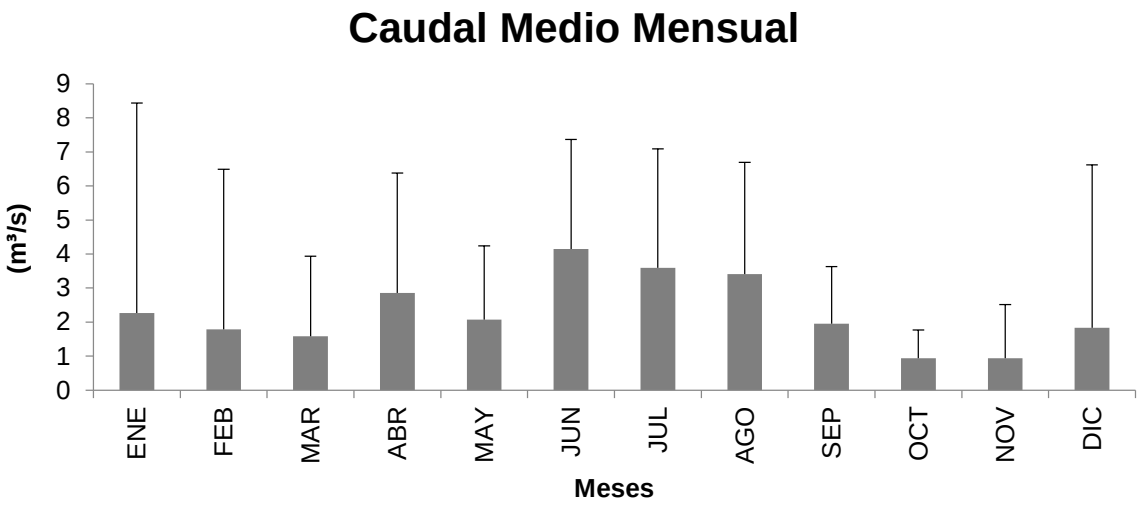


Figura 5-30 Promedio histórico del caudal medio mensual para el período 1988-2000 sin considerar el caudal registrado durante el periodo de 1987. Las barras corresponden a la desviación estándar del conjunto de datos. *Fuente: Elaboración propia con datos de la DGA.*

ii. Flujos subterráneos

En base a la revisión bibliográfica se pudo definir un estado actualizado de los recursos subterráneos en la cuenca del rio Huasco y en particular en la zona de su desembocadura.

La pequeña reserva de recursos hídricos que residen en la cuenca ha generado la necesidad de estudiar detalladamente los procesos que afectan su disponibilidad y alteran su capacidad de uso actual.

Es importante considerar en primer lugar que la cuenca está fuertemente influenciada por la operación del Embalse Santa Juana, tanto aguas arriba como aguas abajo de la cuenca. En particular aguas abajo, donde la disponibilidad es consecuencia directa del efecto regulador del embalse sobre el río Huasco y el funcionamiento de los canales de riego.

Para comprender de mejor manera, la DGA ha decretado la división administrativa subterránea de la cuenca en 8 sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, definidos en función de las características físicas de ellos. Estos sectores son: El Tránsito, Río del Carmen, Embalse Santa Juana, Vallenar Alto, Vallenar Bajo, Freirina Alto, Freirina Bajo y Huasco Desembocadura. La Figura 5-31 presenta la cuenca del río Huasco con esta sectorización aplicada.

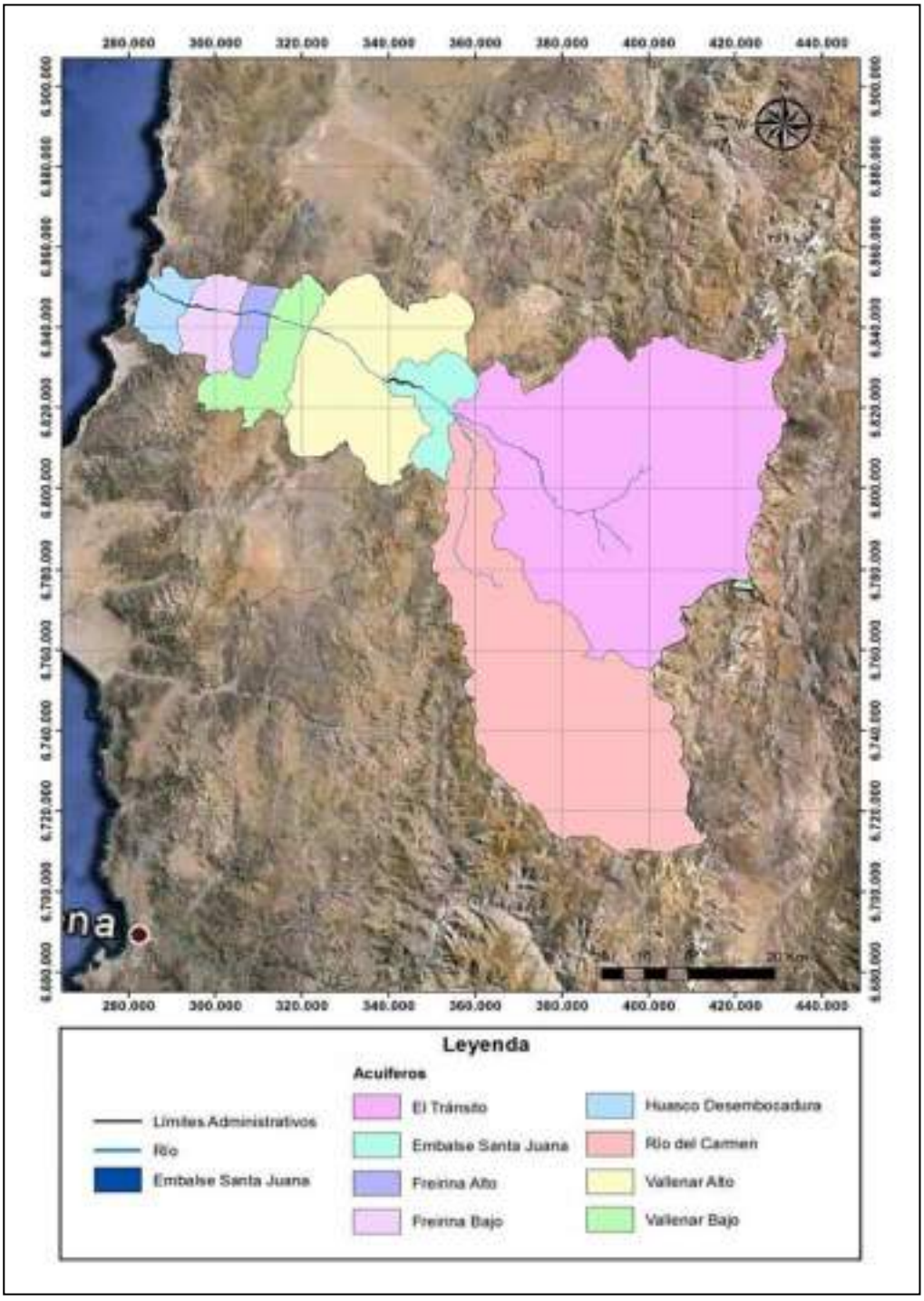


Figura 5-31 División administrativa del acuífero de la cuenca del río Huasco. Fuente DGA-Knight Piesold, 2013.

El creciente desarrollo industrial de la región, principalmente de los sectores minero y agropecuario ha generado una también creciente demanda sobre los recursos hídricos

Folio017361

superficiales y subterráneos, lo cual, para la cuenca del río Huasco, ha significado una fuerte presión por dichos recursos, tanto en cantidad como en calidad.

Ya en el año 2005 los recursos en la zona final de la cuenca estaban agotados, como puede observarse en la Tabla 5-9, donde se presenta la comparación para la demanda de aguas subterráneas en la cuenca de la cuenca en términos de usos previsibles para la demanda comprometida y demanda total a diciembre de 2005 (DGA-DICTUC, 2007).

Tabla 5-9 Usos Previsibles en Acuífero Río Huasco. Fuente DGA-DICTUC, 2007.

Sector	Demanda Comprometida 2005 (L/s)	Demanda Total 2005 (L/s)
Huasco Desembocadura	0,0	0,0
Freirina Bajo	0,0	110,5
Freirina Alto	0,0	235,9
Vallenar Alto	43,0	189,0
Vallenar Bajo	273,7	296,2
Aguas arriba E. Sta. Juana	37,4	168,3
TOTAL HUASCO	354,1	999,9

En este escenario se llevaron a cabo varias solicitudes de declaración de agotamiento de los recursos superficiales, declaraciones de áreas de restricción para explotación subterránea en los sectores de El Tránsito, Vallenar Alto y Huasco en Desembocadura, y un consenso general en torno a la situación precaria de los recursos hídricos de la cuenca.

En base a estudios hidrológicos más recientes de la Dirección General de Aguas, se ha actualizado el estado del acuífero de la cuenca, definiendo balances hídricos y caudales sustentables de explotación.

En Tabla 5-10 se presentan los caudales sustentables obtenidos para cada acuífero. En casi todos los casos excede los derechos otorgados (salvo en acuífero Vallenar Alto), por lo que el estudio recomienda nuevos otorgamientos o aprobación.

Folio017362

Tabla 5-10 Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable del Acuífero de Huasco. Fuente: DGA-DARH, 2007.

Sector	Oferta (L/s)	Volumen Total (m^3/año)
Huasco Desembocadura	28,0	883.008
Freirina Bajo	36,5	1.151.379
Freirina Alto	69,4	2.187.968
Vallenar Alto	65,6	2.068.762
Vallenar Bajo	182,9	5.767.934
TOTAL HUASCO aguas abajo embalse	382,4	12.059.051

c. Carga de nutrientes

El resultado de la metodología expuesta en el acápite c demuestra que el humedal del río Huasco presenta en el mes de diciembre (equivalente con campaña CONAMA-Geonova, 2008) un caudal medio mensual de 1,8 ± 4.8 m^3/s para el período 1988-2000, mientras que para el mes de agosto y noviembre (equivalente con campañas CEA, 2016) presenta un caudal medio mensual de 3.4 ± 3.3 m^3/s y 0.9 ± 1.6 m^3/s, respectivamente (Tabla 14-10 en ANEXOS). Cabe considerar que se excluye el año 1987, por los motivos ya definidos, de forma que se estima la carga de nutrientes en una condición media del sistema acuático.

A partir de esta información se calcularon las cargas de nutrientes para ambos puntos de muestro H5 (CEA, 2016) y M1 (CONAMA, 2008). Cabe señalar que para fósforo total sólo se calculó la carga de nutriente para las campañas de CEA, 2016, ya que la campaña CONAMA-Geonova no presentó datos comparables con respecto a la campaña CEA. Y en el caso de nitrógeno total, solo se calculó con los datos 2008 y agosto 2016. Los resultados son presentados en Tabla 5-11, y el cálculo realizado para la obtención de estos resultados se presenta a continuación:

Carga Nutriente (kg/s) = Caudal promedio mensual $_{(1988\text{-}2000)}$ (m^3/s) x Concentración del nutriente (kg/m^3)

Folio017363

Tabla 5-11 Estimación de la carga (en masa) de nitrógeno total y fósforo total que ingresa al humedal en base a los datos de las distintas campañas de muestreo.

Carga de nutrientes		Caudal		Nitrógeno Total			Fosforo Total		
Campaña		(m^3/s)		Concentración	Carga (Kg/s)		Concentración	Carga (Kg/s)	
Mes	Año	Prom	DS	mg/m^3	Prom.	DS	mg/m^3	Prom.	DS
Diciembre	2008	1,8	4,8	2700	**0,005**	0,013	-	**-**	-
Agosto	2016	3,4	3,3	1260	**0,004**	0,006	4	**0,00001**	0,00002
Noviembre	2016	0,9	1,6	-	**-**	-	128	**0,00012**	0,00023

En términos generales se puede concluir que la carga promedio de nitrógeno para la campaña CONAMA-Geonova (2008) fue de 0.005 ± 0.013 kg/s, en tanto que en la campaña de agosto de CEA (2016) fue de 0.004 ± 0.006 kg/s (Figura 5-32). Por otra parte, la carga promedio de fósforo para las campañas de CEA 2016 fue de 0.00001 ± 0.00002 kg/s en agosto y 0.00012 ± 0.00023 kg/s en noviembre (Figura 5-33).

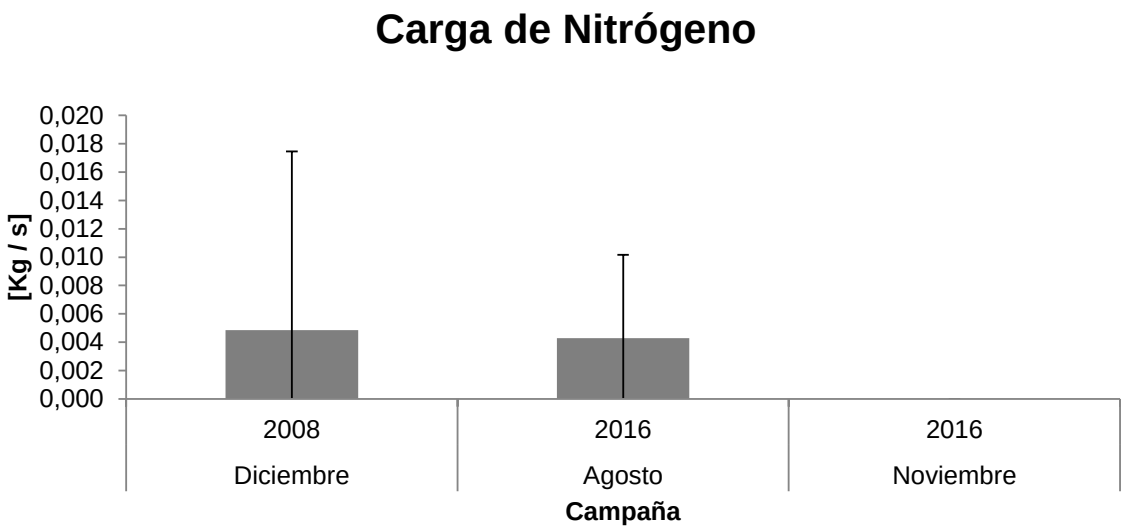


Figura 5-32 Concentración de nitrógeno total (kg/s) en el Humedal costero Estuario del río Huasco para las campañas CONAMA, 2008 y CEA, 2016.

Folio017364

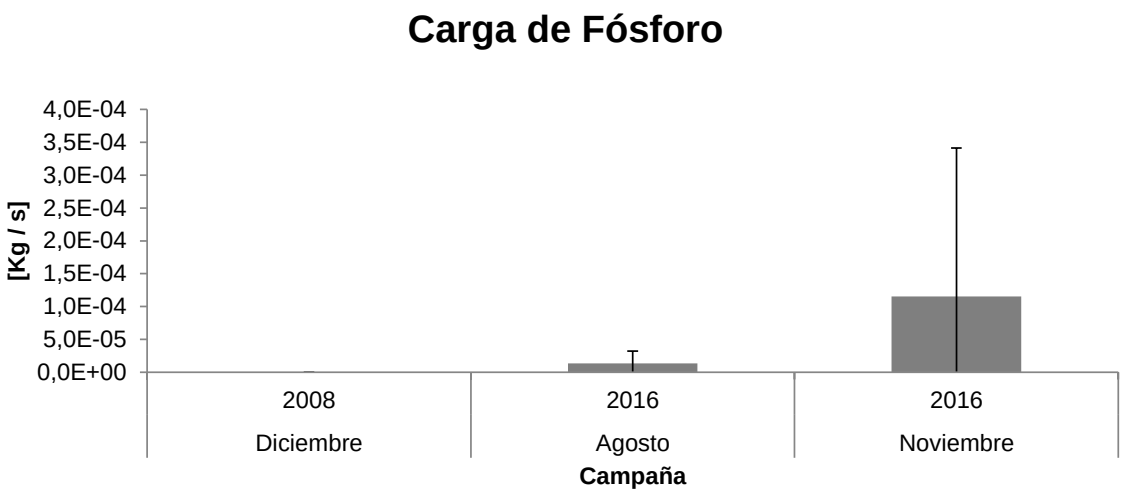


Figura 5-33 Concentración de fósforo total (kg/s) en el Humedal costero Estuario del río Huasco para la campaña CEA, 2016.

d. Integración de factores forzantes y variables de estado

Dentro de los factores forzantes y en términos hidrológicos las dos campañas de terreno realizadas durante 2016 representan dos escenarios cercanos a las condiciones límite del sistema acuático del estuario. Debido a la variación en términos hidrológicos entre campañas de monitoreo, con un segundo semestre más lluvioso de lo normal lo que repercutió de forma directa en el balance hídrico de la cuenca.

Por una parte, durante invierno las condiciones de hidrológicas y de conexión del estuario con el mar potencialmente generaron, en primer lugar, un alto tiempo de residencia del agua y por consecuencia el desarrollo de mayores temperaturas y acumulación de nutrientes en el cuerpo de agua. Esta condición favoreció la producción primaria y el establecimiento de una alta densidad de macrófitas en la zona ribereña, compuesta por juncos elevados y especies arbustivas que constituyen el refugio propicio para el establecimiento de aves acuáticas. A su vez se observó una alta abundancia de Lisas (*Mugil cephalus*), especie abundante en la zona de desembocadura de ríos y que constituye un ítem alimenticio para las aves.

Por otra parte, durante primavera luego de los eventos de lluvia el caudal del río aumentó y la barrera de arena en el litoral cedió, exponiendo la interacción de las aguas marinas con las aguas continentales. Esta condición y generó un efecto físico de arrastre desde el caudal del río, modificando la vegetación y ejerciendo dos tipos de efectos: (i) remoción de cobertura y (ii) pérdida de posición erguida de las plantas, quedando a ras de piso o a una altura inferior (i.e. decumbentes). Esta condición afectó el establecimiento de las aves, especialmente aquellas que buscan refugió o utilizan la vegetación erguida como perchas. Además el aumento del caudal, disminuyó los cuerpos de agua semi-estancadas donde durante invierno se registró alta abundancia de aves acuáticas.

Folio017365

La Figura 5-50 esquematiza las interacciones entre los factores forzantes y las variables de estado presentes en el humedal del Río Huasco.

5.3.2 Actividad 2 Mediciones de los parámetros establecidos en el seguimiento mínimo para humedales costeros definidos en el documento "Conceptos y Criterios para la evaluación ambiental de Humedales"

5.3.2.1 Calidad de agua

Se realizaron mediciones en la columna de agua y sedimentos del Humedal costero estuario del Río Huasco, en cinco puntos de muestreo, utilizando como mínimo los parámetros estudiados en el informe de la CONAMA 2008, ya que este estudio presentaba los parámetros mínimos mencionados en el seguimiento ambiental. Al comparar los resultados con la campaña 20008, en la campaña de agosto se presentaron menores concentraciones de aluminio total, carbonato, sodio porcentual, materia orgánica, fósforo total, nitrato, ortofosfato, destacando que en estos últimos tres parámetros las diferencias son significativas. De manera opuesta los valores de alcalinidad, amonio, bicarbonato, calcio, conductividad eléctrica, hierro total, sólidos totales disueltos, sulfato, fueron superiores en la actual campaña respecto a la campaña de la CONAMA. En sedimentos, en el informe de la CONAMA, se presentan mayores porcentajes de sedimentos al alejarse de la costa y disminución de las partículas, respuesta que no observada en el monitoreo de otoño-invierno 2016. Respecto a los valores de la campaña de noviembre. Respecto a la campaña de noviembre, se presentaron menores concentraciones de carbonato, sodio porcentual, fósforo total, nitrato, ortofosfato, destacando que en estos últimos tres parámetros las diferencias son significativas. De manera opuesta los valores de alcalinidad, amonio, bicarbonato, hierro total, sulfato, fueron superiores en la campaña de noviembre respecto a la campaña de la CONAMA. En sedimentos, en el informe de la CONAMA, se presentan mayores porcentajes de materia orgánica al alejarse de la costa, al igual que las campañas 2016, referente a los sedimentos, estos variaron en ambas campañas 2016, por lo cual no se estableció una respuesta definida. Los resultados de la campaña agosto 2016 (CEA), noviembre 2016 (CEA) y diciembre 2008 (CONAMA) se muestran en la Tabla 14-10 en ANEXOS).

Es importante destacar que para la columna de agua en las campañas 2016, se monitorearon los metales disueltos (aluminio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cobalto, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno níquel, plata, plomo, selenio, vanadio y zinc), iones (calcio total, magnesio disuelto y sodio total) y clorofila "a"; los cuales no fueron monitoreados en la campaña diciembre 2008 (CONAMA). De igual manera en sedimentos los parámetros correspondieron a metales (arsénico, azufre, cromo, hierro, mercurio, níquel y vanadio) pH y potencial Redox.

5.3.2.2 Cobertura macrófitas

En el marco de lo establecido por la guía "Conceptos y criterios para la evaluación de humedales" (Contreras & De La Fuente 2006), la cobertura de macrófitas emergentes se considera por ser parte de uno de los pilares fundamentales en la estructura y función ecológica dentro de la formación de este tipo de ecosistemas. Dada la importancia de cada una de las especies asociadas al cuerpo de agua, se vuelve relevante considerar las macrófitas helófitas compuestas por formaciones de "totorales" de los géneros *Typha* spp.

Folio017366

y *Schoenoplectus* spp. (Figura 5-34) como elementos bioindicadores que evalúan el estado actual de un humedal.

De acuerdo a la Figura 5-35, la evaluación tanto a escala espacial como temporal de macrófitas emergentes muestran comportamientos similares entre las campañas de invierno y primavera de 2016. Por un lado, la variación en la superficie vegetacional de los "parches" de totora no muestra mayores diferencias (0,27 hectáreas) entre ambas campañas, siendo la campaña de primavera de 2016 la que posee mayor superficie de macrófitas emergentes (9,94 ha). Cabe mencionar, que este humedal estuarino estuvo marcado temporalmente por el evento en la apertura del banco de arena ocurrido entre ambas campañas y por lo tanto el efecto visual en el humedal estuvo marcado por el vertimiento de sus aguas hacia el medio marino, convirtiendo así el sistema con características del tipo lótico.



Figura 5-34 Macrófitas emergentes ubicadas en la sección final del humedal estuarino río Huasco.

Folio017367

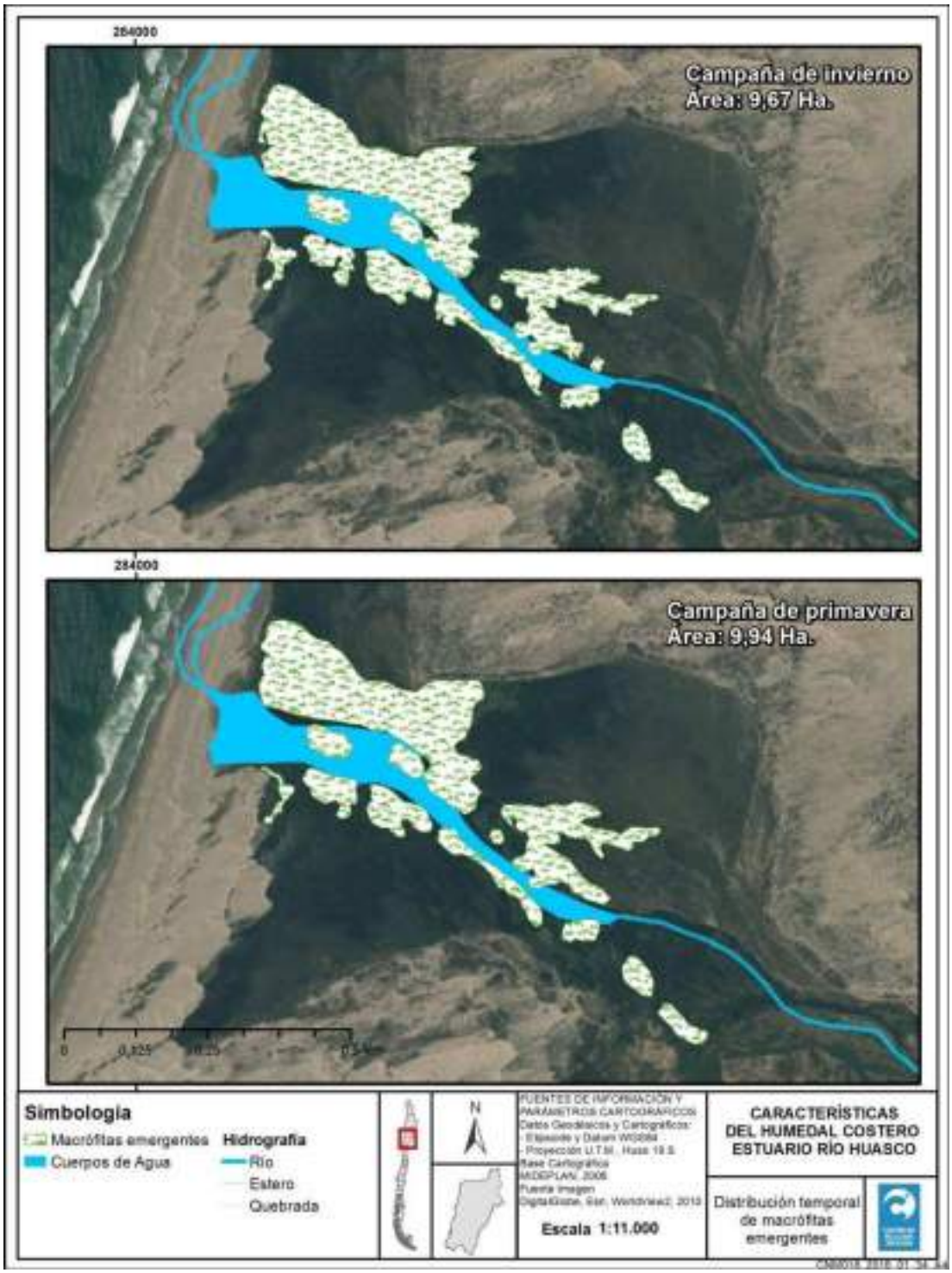


Figura 5-35 Evaluación de la distribución espacial y temporal de macrófitas emergentes (totorales) en el humedal estuarino Río Huasco.

Folio017368

5.3.3 Actividad 3 Calidad de agua del Humedal río Huasco.

5.3.3.1 Columna de agua

El resultado de los análisis físico-químicos de agua y sedimento obtenidos en las campañas agosto y noviembre 2016 en cinco puntos del Humedal, se presentan en detalle en el "Informe de Avance - Objetivo Específico 4.2". Sin embargo, en este capítulo, a modo resumen, los parámetros medidos se comparan con los valores definidos en la NCh1333 Of.78 para uso de riego, recreación con contacto directo y vida acuática, así como con el Anteproyecto de Norma Secundaria de la Cuenca del río Huasco. Mientras que para sedimentos lo parámetros se comparan con la Guía de sedimentos acuáticos de Ontario (Persaud *et al.,* 1993) y la Norma Canadiense para sedimentos (CCME, 2002).

En las Figura 5-36, Figura 5-37, Figura 5-38, Figura 5-39 y Figura 5-40 se observó que para todos los puntos de muestreo H1, H2, H3 y H4 , en ambas campañas los indicadores físico-químicos presentan un 75% de sus parámetros dentro de los valores establecidos en la NCh.1333 Of.78, mientras que sólo un 25% está fuera del límite referencial. La diferencia se registró en H5 al presentar un mayor porcentaje en la campaña de noviembre (37,5%) de parámetros fuera de la norma, respecto a la campaña de agosto (25%). Los parámetros indicadores microbiológicos, inorgánicos, y orgánicos y orgánicos plaguicidas, para todos los puntos de muestreo y campañas, presentaron un 100% de sus parámetros dentro lo establecido en la norma. Los metales, presentaron en la mayoría de los puntos, una disminución de los parámetros fuera a de la norma desde la campaña agosto hasta la campaña de noviembre, pasando de un 10% de incumplimiento, a un 5%, respectivamente. El punto H1 registró un comportamiento opuesto, aumentando su incumplimiento desde agosto (10%) a noviembre (15%). Finalmente, los iones mayoritarios, disminuyeron su porcentaje de incumplimiento de la normativa desde la campaña de agosto (100%) hasta la campaña de noviembre (95%), en los puntos H2, H3 y H4 y H5, no así el punto H1 el cual mantuvo en ambas campañas el 100% de sus iones mayoritarios sobre los valores máximos establecidos en la NCh.1333 Of.78 (Tabla 14-10 en ANEXOS).

Folio017369

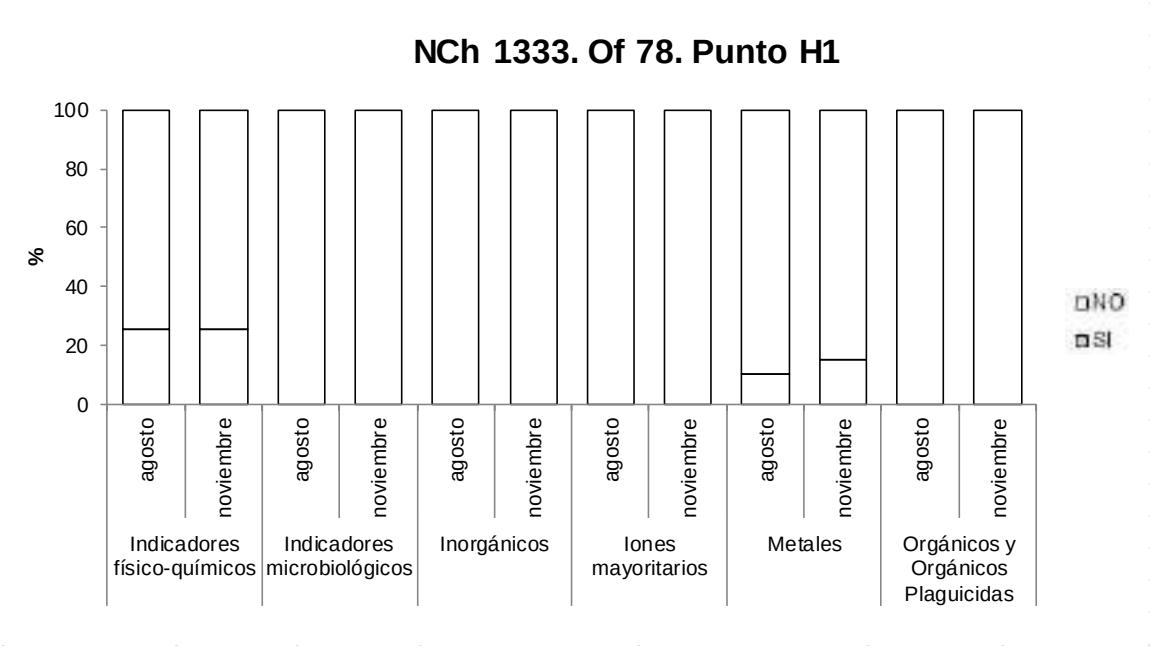


Figura 5-36 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H1.

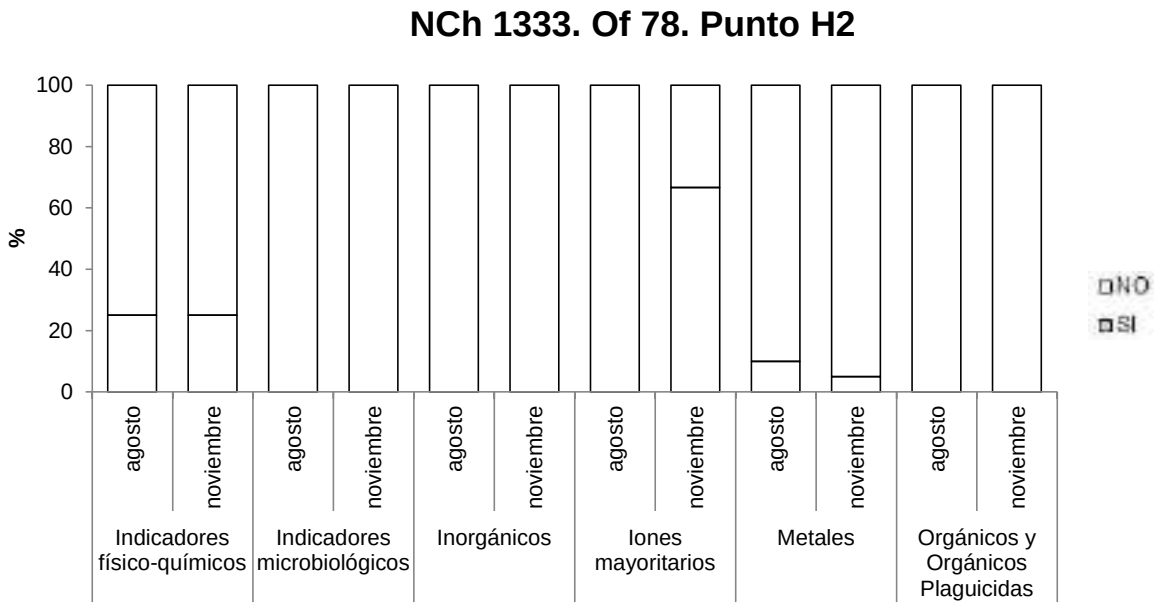


Figura 5-37 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H2.

Folio017370

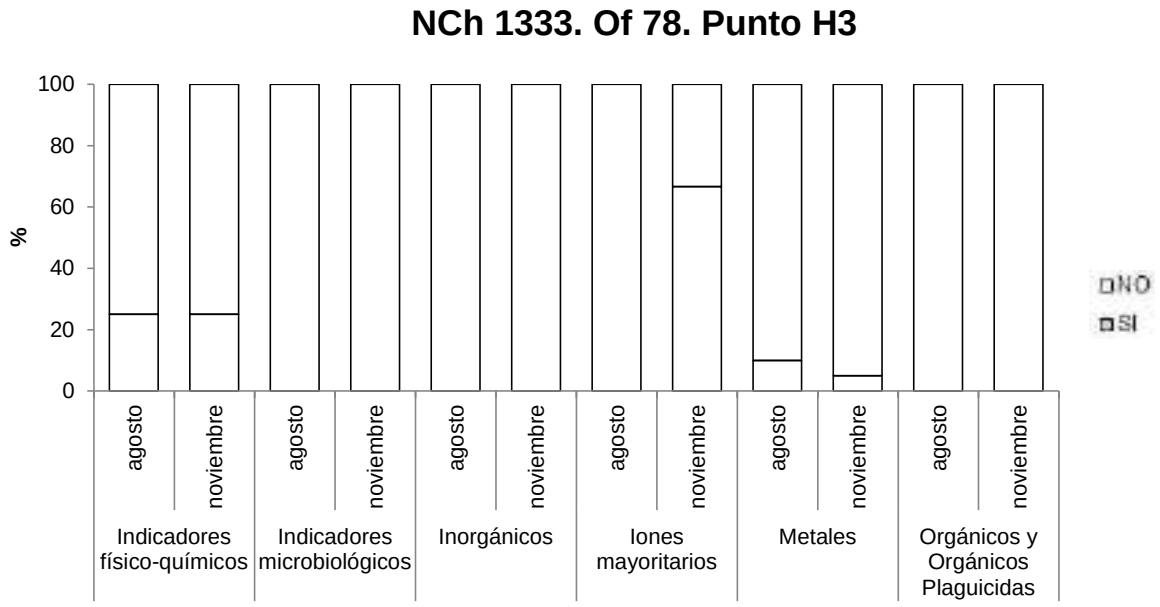


Figura 5-38 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H3.

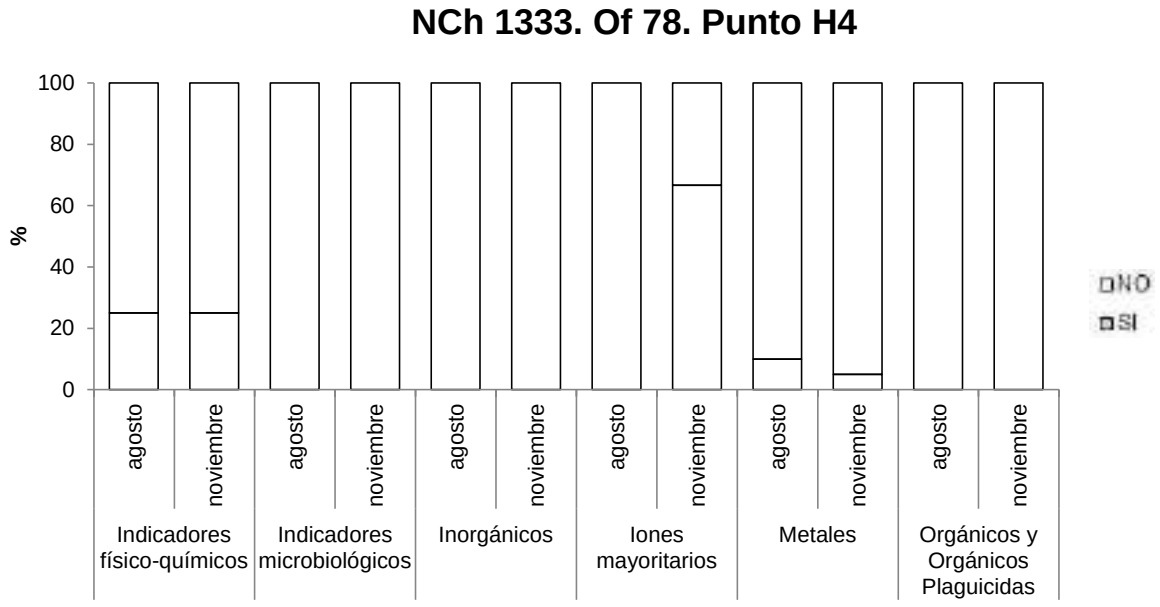


Figura 5-39 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H4.

Folio017371

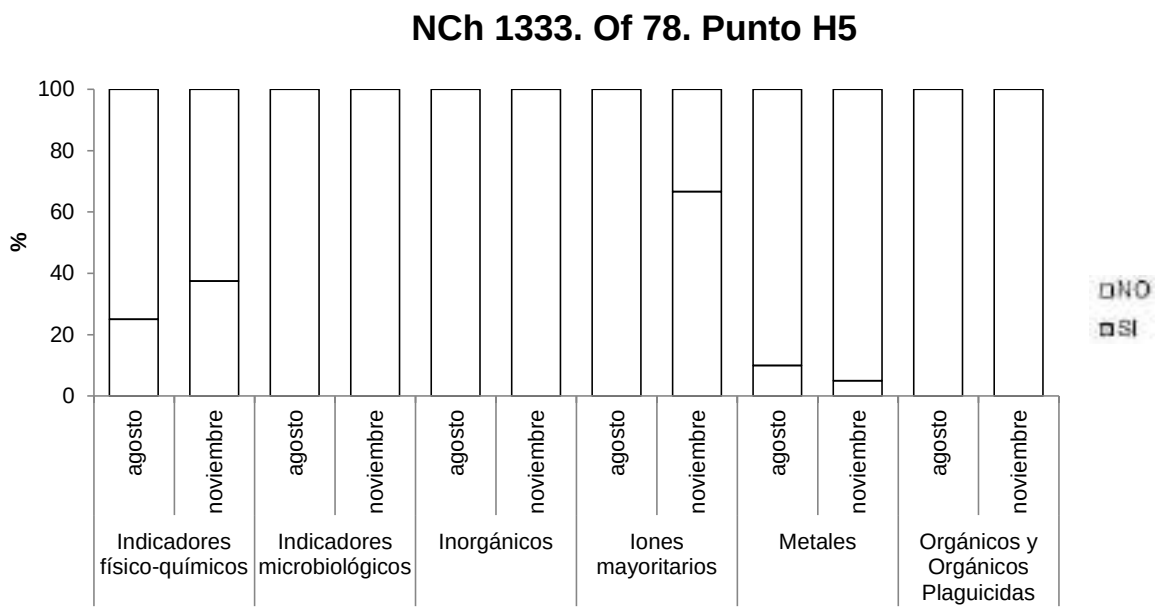


Figura 5-40 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H5.

Referente al cumplimento del Anteproyecto de la Norma Secundaria de calidad de aguas para la cuenca del rio Huasco. Para los indicadores microbiológicos, y los parámetros orgánicos y orgánicos plaguicidas, no se presentaron límites normados en el Anteproyecto.

En los indicadores físico-químicos la mayoría de los puntos registraron variaciones entre las campañas de agosto a noviembre la excepción la registró H5 el cual en ambas campañas registró un 50% de incumplimiento del Anteproyecto. El punto H1 el valor de incumplimiento aumentó desde un 50% en la campaña de agosto, hasta un 75 % en la campaña de noviembre. En los puntos H2 y H3 los valores de incumplimiento disminuyeron desde agosto (75%) a noviembre (25%). El punto H4 de igual modo presentó una disminución del incumplimiento del Anteproyecto desde agosto (75%) hasta noviembre (50%). Para los indicadores inorgánicos, en ambas campañas y todos los puntos, los parámetros cumplieron con el 100% del cumplimiento del Anteproyecto (Figura 5-41, Figura 5-42, Figura 5-43, Figura 5-44, Figura 5-45, Tabla 14-10 en Anexo).

Los iones mayoritarios, presentaron una disminución del incumplimiento del Anteproyecto desde agosto a noviembre en los puntos H2, H3, H4 y H5; registrando porcentajes de incumplimiento desde 66,7% en agosto a un 33,3% en noviembre. El punto H1 mostró un comportamiento opuesto, el cual registró un mayor valor en noviembre (100%) y un menos valor en agosto (66,7%) (Figura 5-41, Figura 5-42, Figura 5-43, Figura 5-44, Figura 5-45, Tabla 14-10 en Anexo).

Los metales, presentaron diferencias espaciales y temporales en todos los puntos y campañas. Los puntos H3, H4 y H5, presentaron una disminución de los parámetros que incumplieron el Anteproyecto desde agosto hasta noviembre. En los puntos H1 y H2 los

Folio017372

parámetros fuera de los máximos establecidos, aumentaron desde agosto a noviembre (Figura 5-41, Figura 5-42, Figura 5-43, Figura 5-44, Figura 5-45, Tabla 14-10 en Anexo).

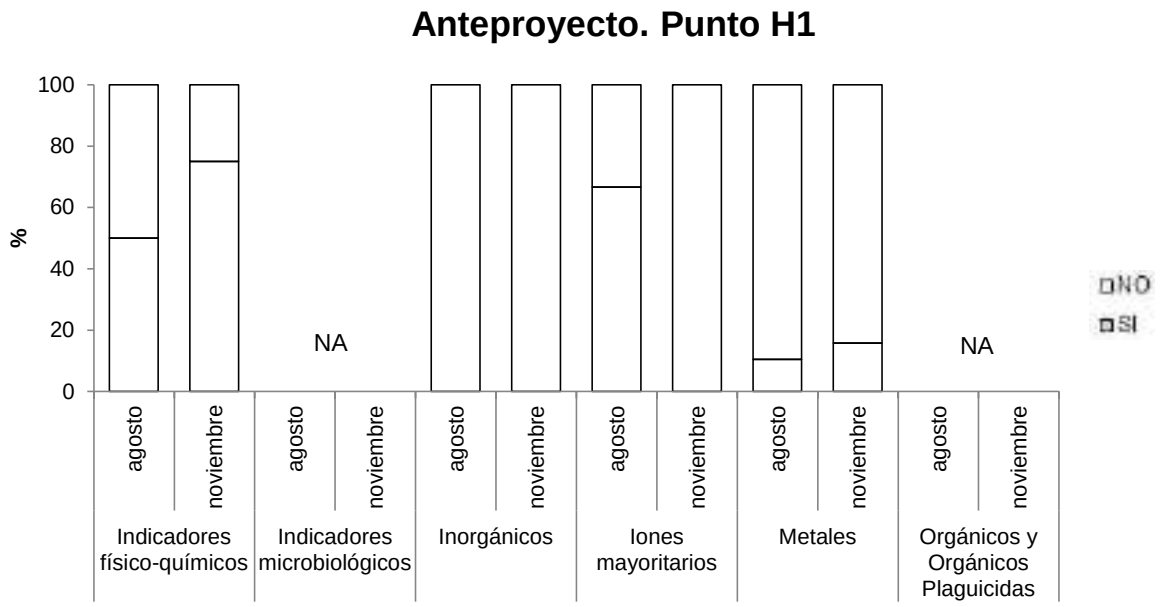


Figura 5-41 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H1. (NA): No aplica.

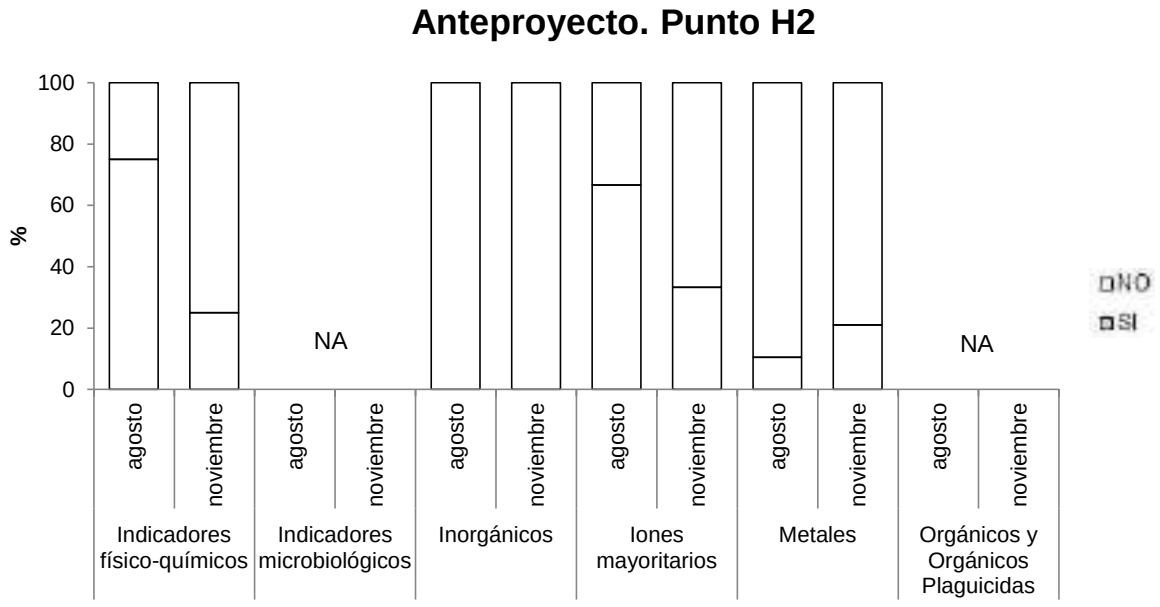


Figura 5-42 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H2. (NA): No aplica.

Folio017373

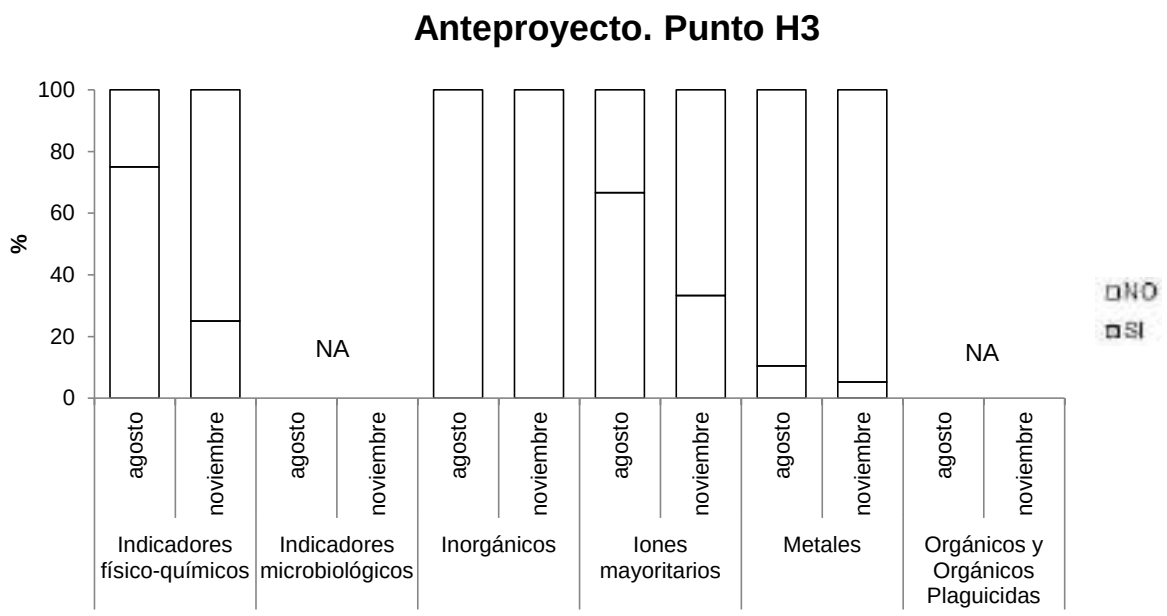


Figura 5-43 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H3. (NA): No aplica.

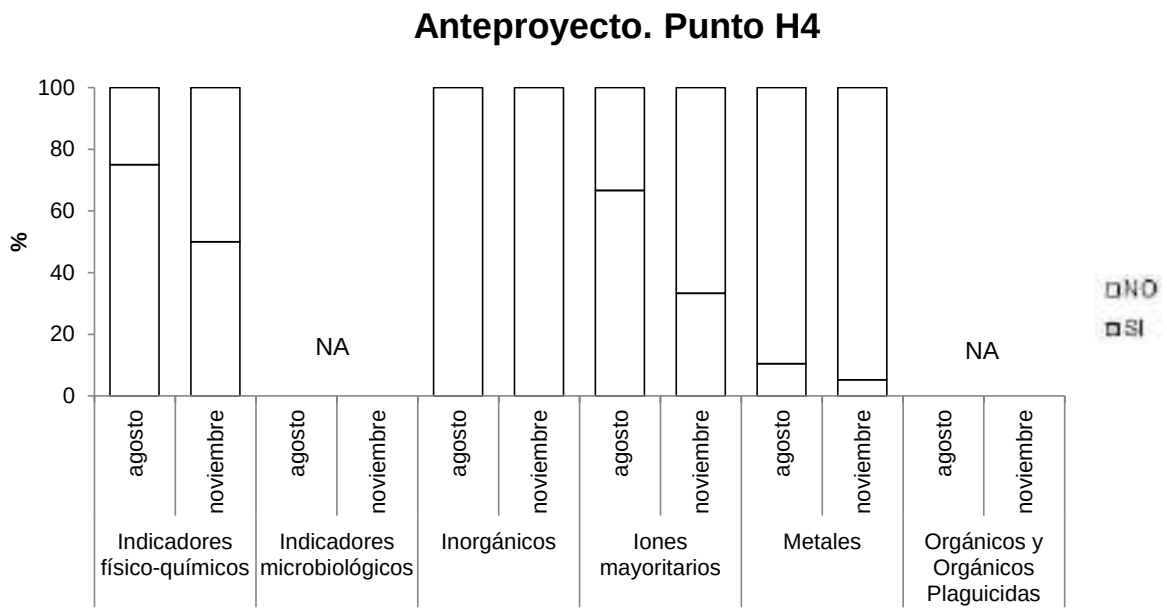


Figura 5-44 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H4. (NA): No aplica.

Folio017374

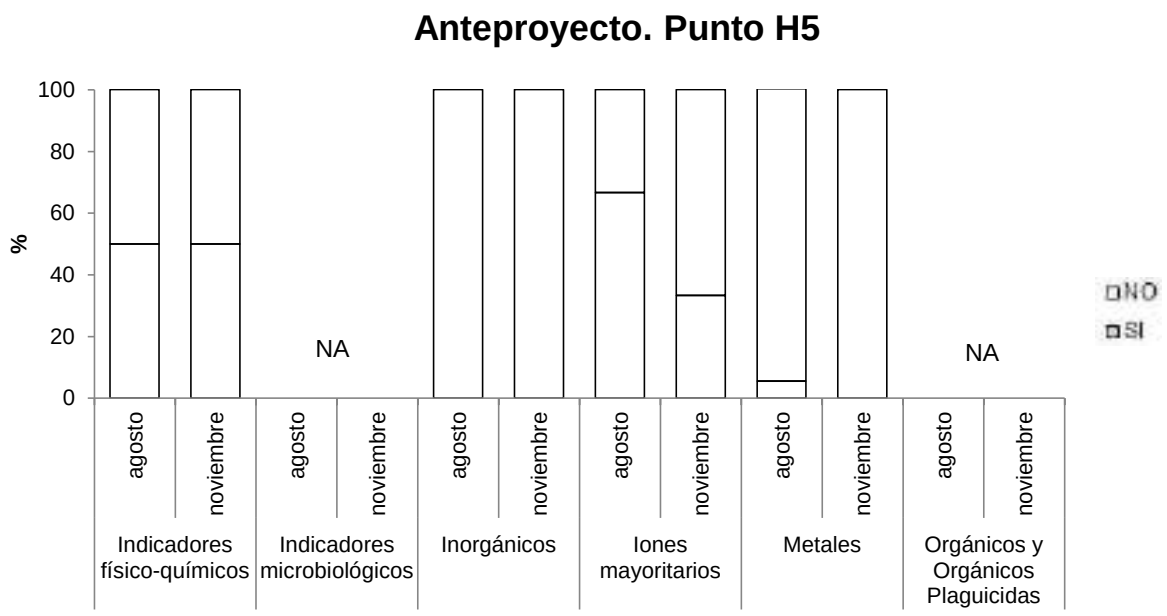


Figura 5-45 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H5. (NA): No aplica.

5.3.3.2 Sedimentos

En sedimentos, se muestrearon tres puntos en el humedal, solo los metales presentaron valores normados en la Guía de sedimentos acuáticos de Ontario (Persaud *et al.,* 1993) y la Norma Canadiense para sedimentos (CCME, 2002). En los puntos de muestreo H1 y H5 los sedimentos presentaron un 100% de las concentraciones de metales bajo los máximos establecidos. Este comportamiento varío en H3, al presentar en la campaña de noviembre valores que superaron los establecidos para CCME (2002), por lo cual el arsénico presentó un valor con un nivel en el que raramente provocaría efectos adversos en la biota; y para arsénico y hierro, según Persaud et al.,1993, estos valores correspondieron a concentraciones con posibles efectos adversos en algunos recursos bentónicos (Figura 5-46, Tabla 14-10 en Anexos).

Folio017375

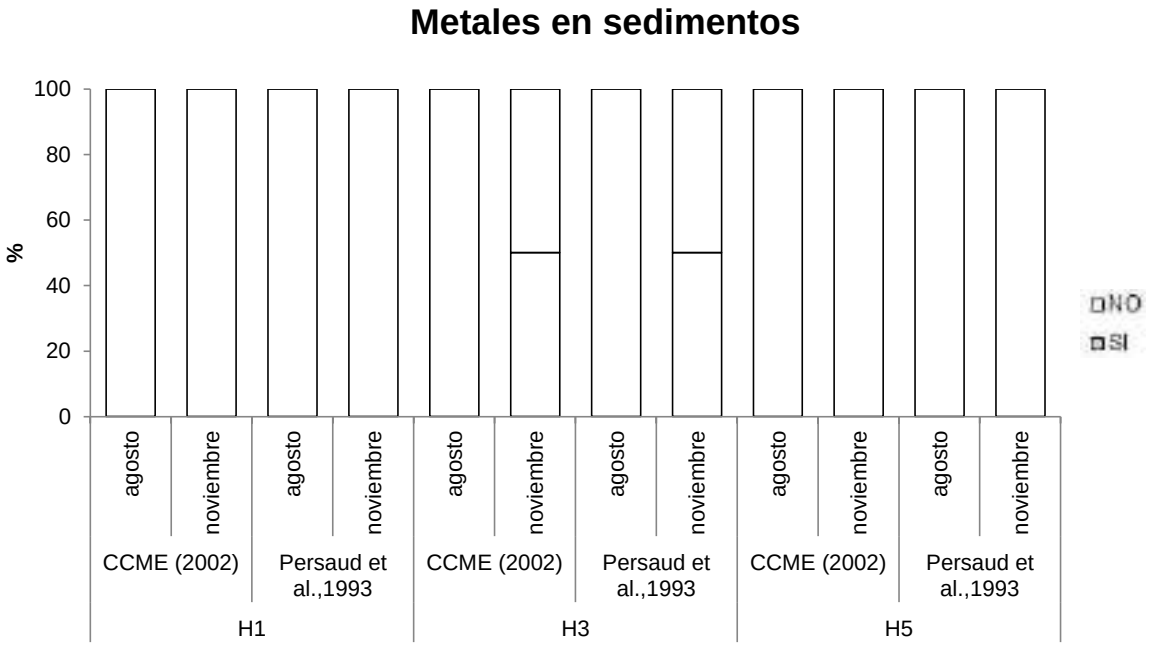


Figura 5-46 Porcentaje de parámetros cumplen con la normativa ambiental internacional aplicable para sedimentos

5.3.4 Actividad 4 Caracterización del área de influencia del estudio

5.3.4.1 Infraestructura de riego

En lo que respecta a la infraestructura de riego en la cuenca del río Huasco, hasta 2007 la tecnificación del riego no superaba el 20% de la superficie regada presentando una baja efectividad de los sistemas de distribución superficial con pérdidas incluso superiores al 50%. Estas pérdidas están relacionadas principalmente con el deterioro histórico del sistema de canales y su falta de mantenimiento (algunos construidos hace más de 100 años) lo que se ve reflejado en las perdidas en los canales de conducción, incapacidad de transporte de algunos canales, estructuras en mal estado o colapsadas y falta de unificación de cauces y bocatomas (CIREN, 2007).

La infraestructura de riego actual fue cartografiada en base a la información obtenida de la plataforma web IDE Chile, cuya base de datos fue obtenida de CNR (Comisión Nacional de Riego). En base a esto se presenta en Figura 5-47 la distribución espacial de los canales de regadío en la zona de estudio.

Folio017376

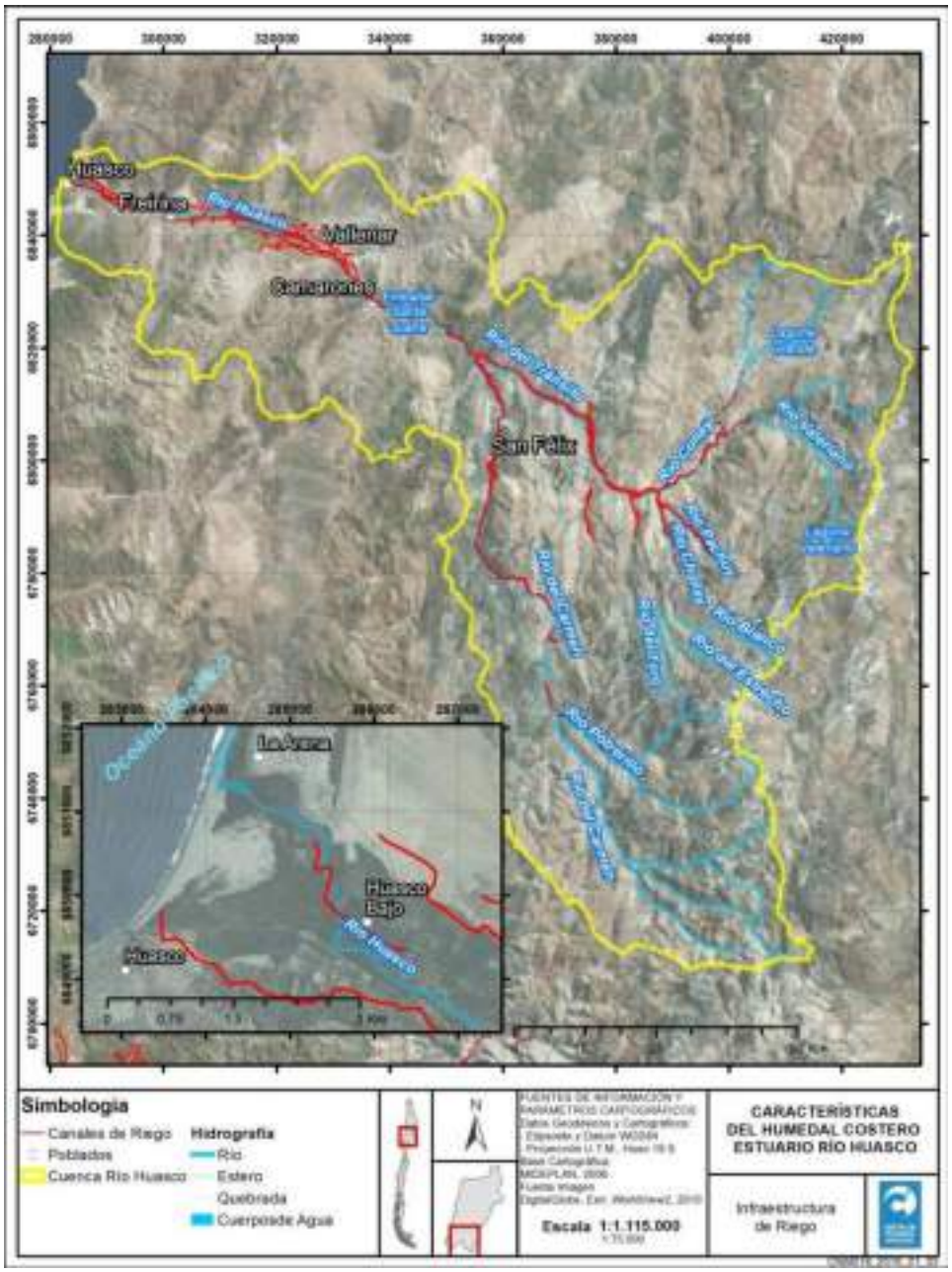


Figura 5-47 Infraestructura de riego en la cuenca del río Huasco y en detalle se presenta la zona del estuario.

Folio017377

Del estudio DGA-DICTUC (2007) se obtiene que el sistema de riego más difundido es el de riego por tendido, satisfaciendo la mayor parte de las necesidades de la zona, pero con un bajo nivel de eficiencia. En la zona de Huasco la eficiencia del riego por tendido es del 30%, la superficie regada son 588.2 ha y la demanda de agua asciende a 13.582.916 m3/año (Fuente: [GCF Ingenieros Consultores])

5.3.4.2 Derechos de aprovechamiento de aguas

Se recopilaron los datos de derechos de aguas superficiales en la cuenca del río Huasco y se detalló en la zona de estudio. Estos derechos fueron clasificados según su régimen de uso, de tipo eventual o permanente y continuo o discontinuo. Los derechos de agua superficial se muestran en la Figura 5-48 y Tabla 5-12.

Folio017378

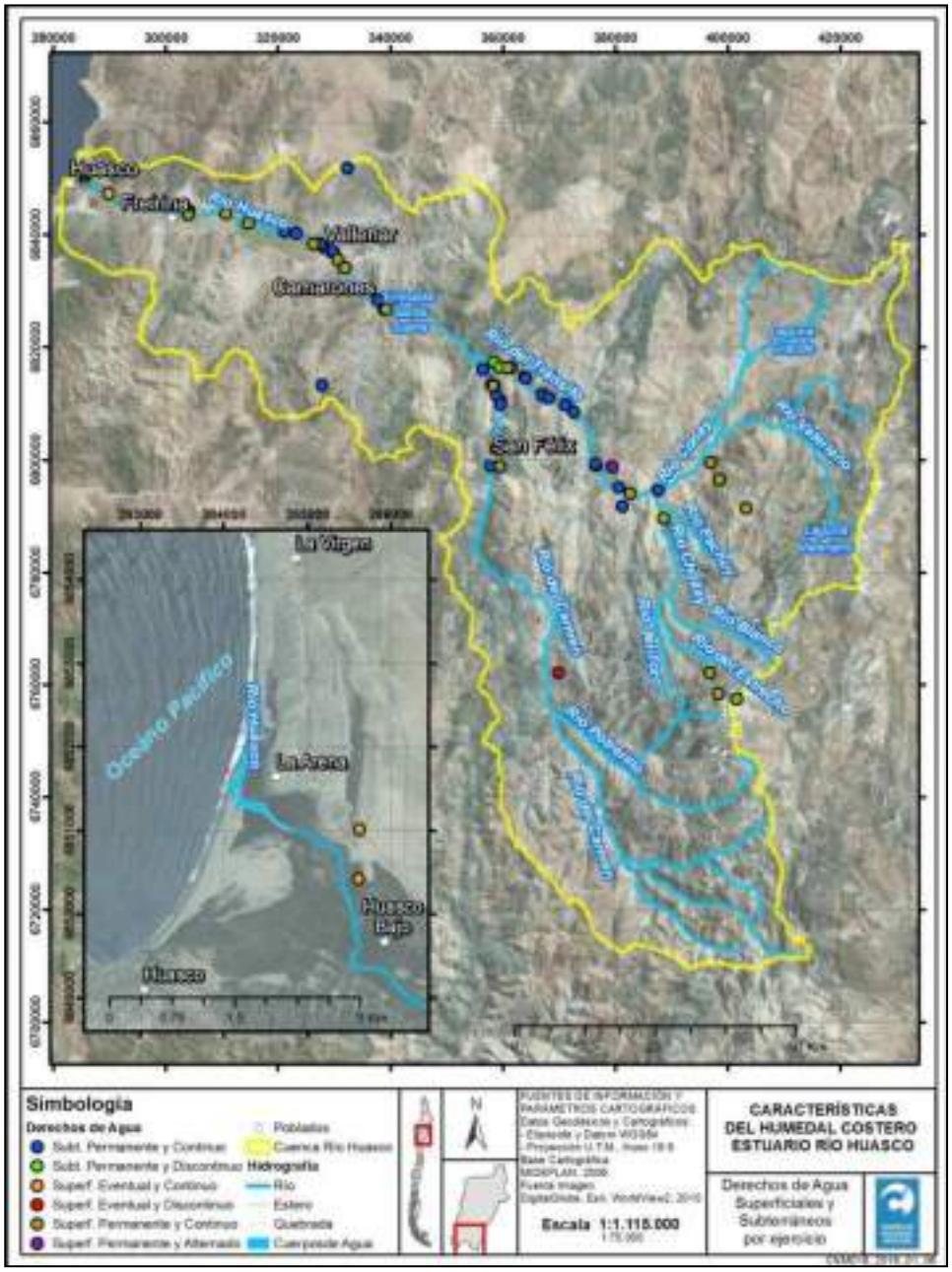


Figura 5-48 Distribución espacial de los derechos de aguas superficiales y subterráneas, detallado por régimen de extracción (eventual o permanente, continuo o discontinuo).

Folio017379

5.3.4.3 Extracción de aguas subterráneas y cálculos de caudales superficiales en diversos periodos de retorno (Estación Fluviométrica Nicolasa y Huasco Bajo).

Al igual que el acápite anterior se recopilaron los datos de derechos de aguas subterráneos en la cuenca del río Huasco detallado en la zona del estuario, los cuales se muestran en la figura a continuación, junto con los derechos superficiales (Tabla 5-13).

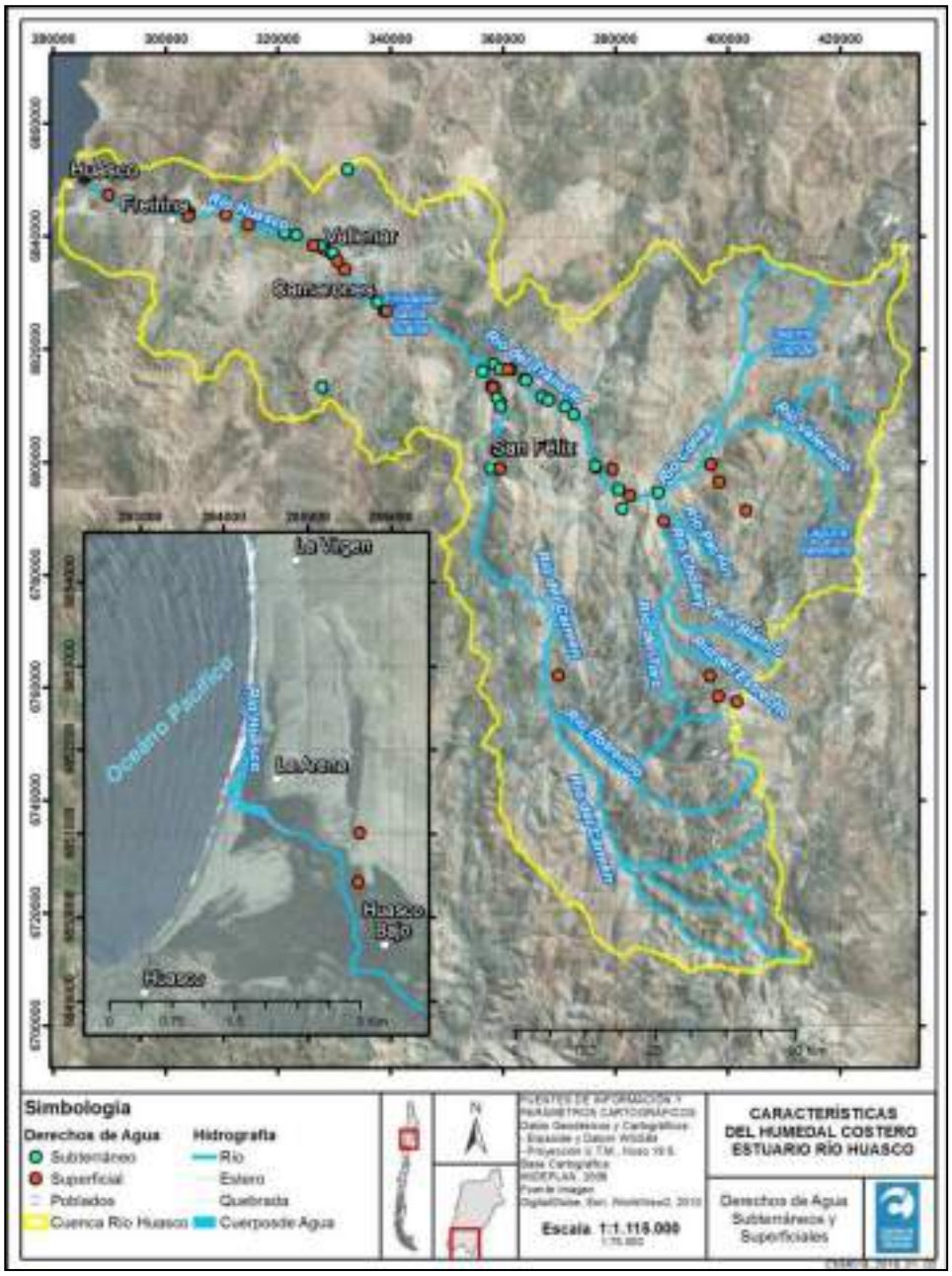


Figura 5-49 Distribución espacial de los derechos de aguas superficiales y subterráneas, existente en la cuenca en estudio. En la zona cercana a la desembocadura tan sólo existen 2 derechos superficiales.

Folio017380

En términos de la disponibilidad de recursos subterráneos en la zona baja de la cuenca del río Huasco, cabe considerar que la mayor parte del aporte al acuífero que subyace al río, está dado por el riego, que alcanza el 93% en el escenario razonable. La mayor parte de éste proviene de la comuna de Vallenar, provenientes de grandes planicies ocupadas por cultivos de alfalfa, praderas y trigo. En esta zona, las precipitaciones aportan una pequeña fracción de la recarga, debido a la baja magnitud de los valores medios anuales y la alta evapotranspiración potencial de la zona.

5.3.5 Actividad 5 Funcionamiento y balance hídrico del humedal, esquematizando las entradas y salidas de agua dulce y salobre del sistema.

En base al análisis de la información recabada para cada una de las variables de estado y de los factores forzantes, así como de la información levantada en terreno y la recopilada de los estudios anteriores se definió un esquema previo de las relaciones en el ecosistema que define el humedal emplazado en el estuario del río Huasco.

La Figura 5-50 representa de manera general las relaciones existentes entre las distintas componentes bióticas y abióticas dentro del humedal del río Huasco.

Para esta conceptualización y en base a los resultados previos, el humedal se delimito como un sistema semi-cerrado, donde el río Huasco es la principal fuente de ingreso de agua y nutrientes disueltos, siendo el mar la receptor final del agua.

Otro factor importante en el balance hídrico del humedal es la extracción de agua superficial y subterránea, la cual es utilizada para riego y consumo, afectando directamente el caudal del río Huasco e indirectamente el caudal que entra al humedal.

Con respecto a los nutrientes, existen dos fuentes de ingresos a la columna de agua del humedal, por una parte están los nutrientes que aporta el río Huasco y por otra parte existe la recarga interna de nutriente que posee el humedal propiamente tal. En este contexto, la disponibilidad de nutrientes en la columna de agua del humedal modula la producción primaria de este sistema, en términos de biomasa del fitoplancton y la abundancia de macrófitas, los que a su vez constituyen la fuente de alimentación de la ictiofauna y de la avifauna (herbívora y carnívora).

Por otra parte, la dinámica interna de nutrientes en la columna de agua del humedal es afectada por la condiciones de óxido-reducción de los sedimentos, influenciando su biodisponibilidad, la cual se ve reflejada en el aumento de la biomasa fitoplanctónica, desencadenando cambios en el nivel trófico del ecosistema, la cual repercute en la cadena trófica completa.

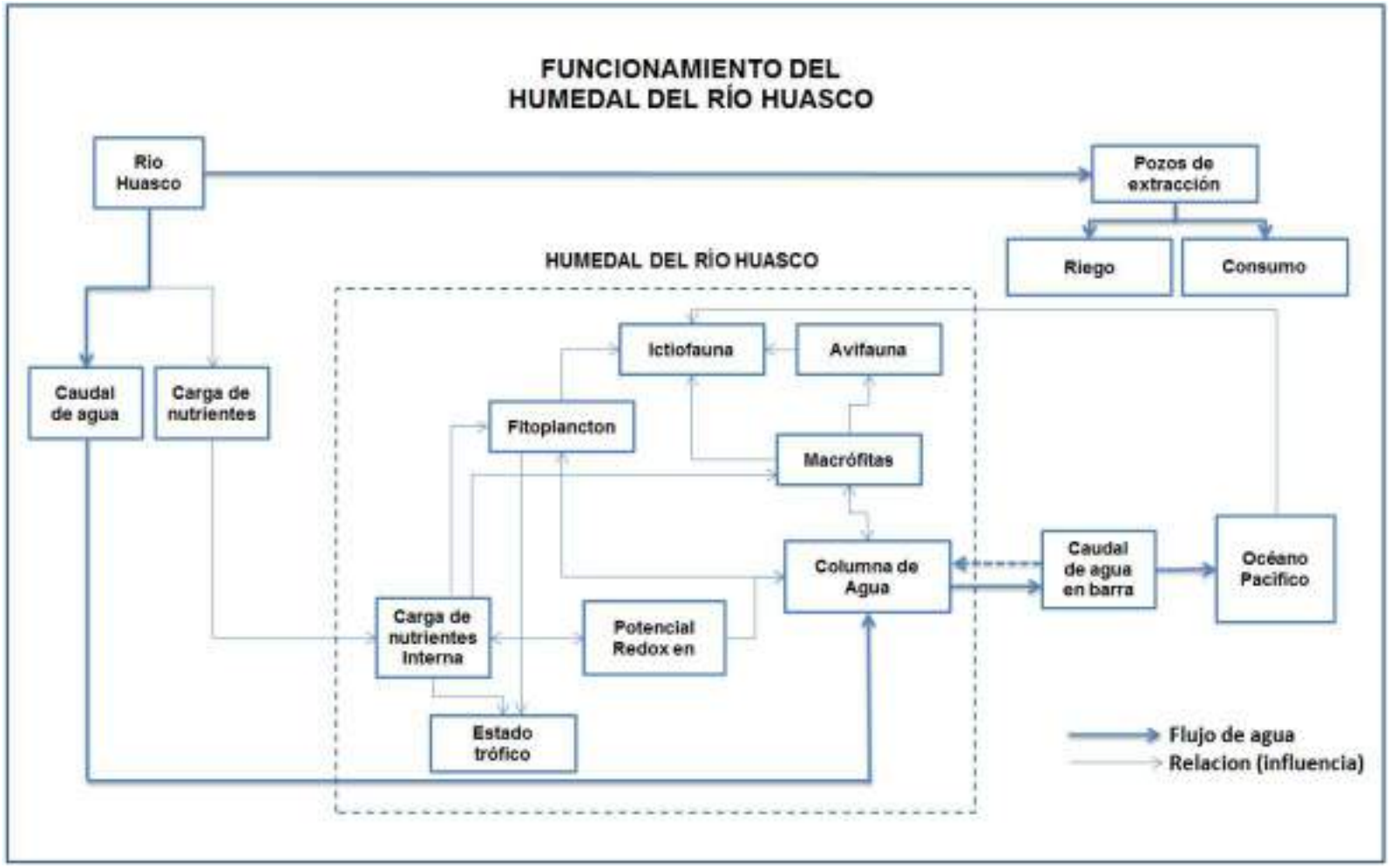


Figura 5-50 Esquema de funcionamiento teórico propuesto del humedal del río Huasco.

Folio017382

6 OBJETIVO ESPECÍFICO 4: ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LOS PROPIETARIOS RIBEREÑOS Y SUS LÍMITES CARTOGRÁFICOS SEGÚN SUS ROLES DE AVALÚO, EN EL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RÍO HUASCO.

6.1 Actividades

Para desarrollar este objetivo específico se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Corroborar la información contenida en el estudio de la SEREMI de Medio Ambiente del año 2010.

2. Establecer el listado actualizado de los propietarios y los límites georreferenciados de cada una de las propiedades (Google Earth y Argis, Datum wgs84, huso 18 S), según los roles de avalúo disponibles en el Conservador de Bienes Raíces correspondientes y/o en el Servicio de Impuestos Internos.

3. Determinar derechos de agua superficial o subterránea en caso de existir para cada propietario.

4. Cartografiar y generar metadatos de los polígonos de cada uno de los propietarios ribereños.

6.2 Materiales y Métodos

6.2.1 Actividad 1 Corroborar la información contenida en el estudio de la SEREMI de Medio Ambiente del año 2010.

Se revisó el Estudio de la SEREMI de Medio Ambiente 2010 para el Humedal Estuario del Río Huasco, los propietarios ribereños identificados y la cartografía asociada.

El estudio de la Seremi de Medio Ambiente del año 2010, enumera los propietarios de los inmuebles de ese año. Sin embargo, en el estudio no existen referencias de las inscripciones de dominio en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, ni de roles vigentes en el Servicio de Impuestos Internos. Estos antecedentes son necesarios para hacer el seguimiento de la información contenida en el estudio.

Por esta razón se procedió a revisar los registros de ambos servicios, además de otras instituciones y luego comparar con los resultados obtenidos el año 2010.

Folio017383

6.2.2 Actividad 2 Establecer el listado actualizado de los propietarios y los límites georreferenciados de cada una de las propiedades (Google Earth y Argis, Datum wgs84, huso 18 S), según los roles de avalúo disponibles en el Conservador de Bienes Raíces correspondientes y/o en el Servicio de Impuestos Internos.

La metodología incluyó la revisión de los registros de propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, visita a la sede del Servicio de Impuestos Internos de la ciudad de Vallenar, revisión de planos digitalizados por el Centro de Información de Recursos Naturales – CIREN, e información pública del Servicio de Impuestos Internos (Figura 6-1).

Para aquellos terrenos en los que se contaba con antecedentes de registros, fojas e inscripciones se recurrió al Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina identificando el actual propietario del terreno, su dimensión y ubicación.

Para aquellos terrenos en que no se contaba con antecedentes para su búsqueda en el Conservador de Bienes Raíces, se revisaron los roles vigentes en el Servicio de Impuestos Internos.



Figura 6-1 Metodología de Actualización Propietarios del Humedal Costero Estuario del río Huasco

6.2.3 Actividad 3 Determinar derechos de aguas superficiales o subterráneas en caso de existir para cada propietario

Para la identificación de los derechos de agua, superficiales y subterráneos, debido a que no existían antecedentes sobre los registros en el Conservador de Bienes Raíces, se revisaron los registros públicos que la Dirección General de Aguas mantiene publicados en su sitio web, en el cual llevan un control respecto de los derechos superficiales y subterráneos que han otorgado a la fecha. Cabe señalar que el procedimiento de inscripción de derechos que establece el Código de Aguas no sanciona la no inscripción de los derechos en el registro señalado por lo que podría estar eventualmente desactualizado o incompleto. Por ello, se ha solicitado por vía de Ley de Transparencia a

Folio017384

la DGA, en Solicitud Nº 66654, que nos informe sobre la totalidad de derechos que tenga registrados en el área comprendida entre los puntos indicados en la Tabla 6-1

Tabla 6-1 Coordenadas (UTM DATUM WGS 84 19S)

Vértice	ESTE	NORTE
1	287.022	6.848.333
2	283.049	6.848.333
3	283.049	6.854.971
4	287.022	6.854.971



Figura 6-2 Metodología de Identificación de Derechos de Agua.

6.2.4 Actividad 4 Cartografiar y generar metadatos de los polígonos de cada uno de los propietarios ribereños

Una vez definidos los propietarios del área ribereña se realizó la cartografía de los polígonos del área perteneciente a cada propietario.

Folio017385

6.3 Resultados

6.3.1 Actividad 1 Corroborar la información contenida en el estudio de la SEREMI de Medio Ambiente del año 2010.

Se comparó la información recopilada en el presente estudio con los propietarios del año 2010, y los resultados no siempre son coincidentes. En primer lugar, en el año 2010 se identificaron 23 propietarios y 23 propiedades, mientras que el 2016 se localizaron 49 propietarios y 67 propiedades, de acuerdo a las inscripciones conservatorias halladas y los nombres registrados en el Servicio de Impuestos Internos. Del total de propietarios, 12 están presentes en ambos informes.

Así por ejemplo, existe un lote inscrito en el lecho del río Huasco, el cual se pudo determinar según su inscripción conservatoria que pertenece a Catherinne Schasuss Stone y a los sucesores de Luis Leonel Heraclio Poblete, identificados como Ube Laura Rosas Enrique y Leonel Arturo Poblete Codutti, no obstante que en el informe de año 2010 corresponde a lecho del río Huasco.

También existen lotes que en el informe del año 2010 que son identificados como de propiedad de determinadas personas, respecto de los cuales si bien no fue posible identificar a sus propietarios inscritos en el conservador de Freirina, si fue posible identificar los propietarios registrados como tales en el Servicio de Impuestos Internos.

En cuanto a la distribución espacial de los propietarios, se observa una variación del tamaño y el nombre de los propietarios de los terrenos en el año 2016, con respecto al estudio de año 2010 como se observa en la Figura 6-3, se advierte una subdivisión de algunas propiedades, como el número 14 y 16 de la figura izquierda (año 2010) se ven subdivididos en la figura derecha (año 2016).

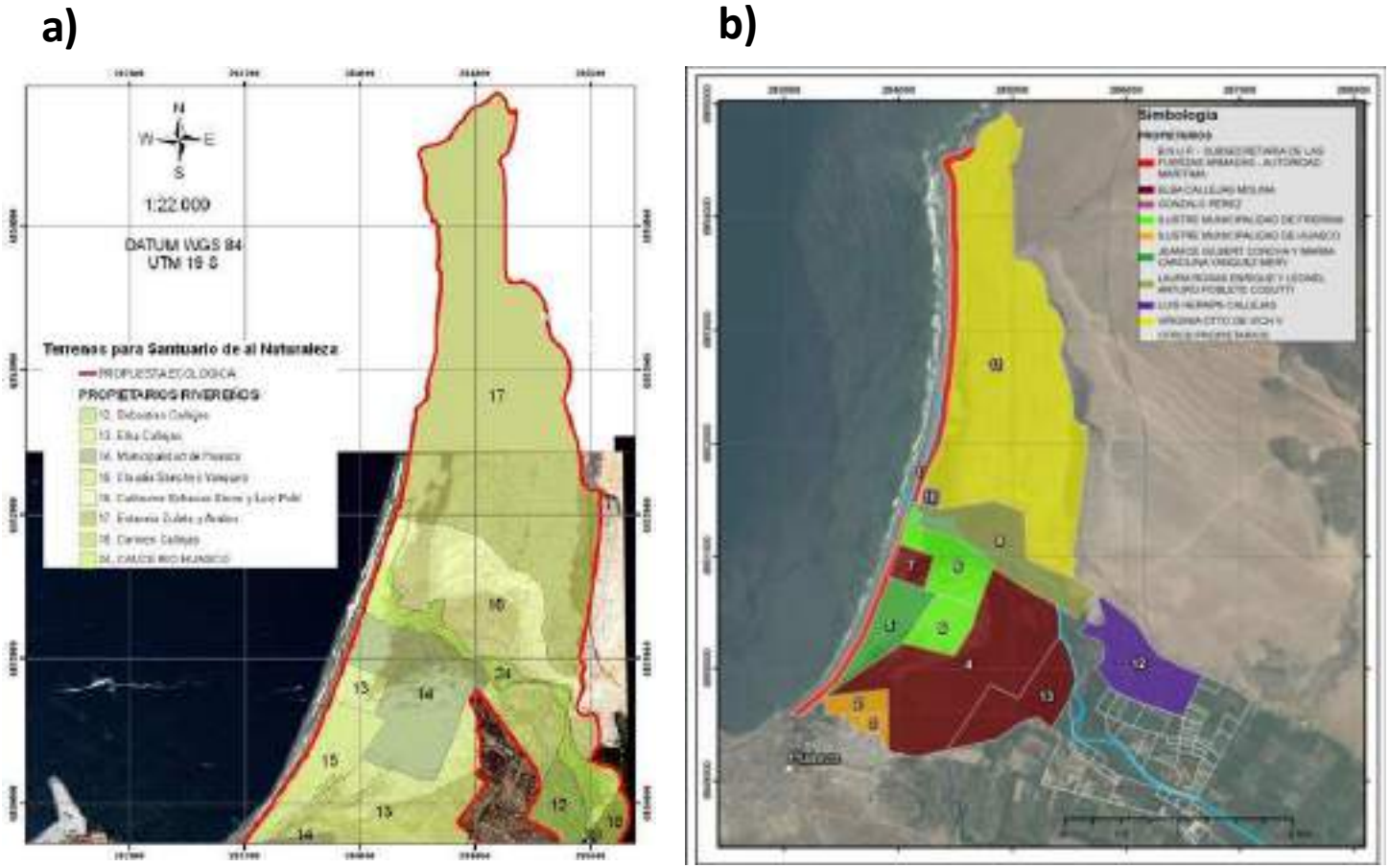


Figura 6-3. Comparación relativa a la ubicación y tamaño de propiedades del Humedal Costero Estuario del río Huasco. a) Mapa generado el año 2010 en el área de estudio y b) mapa actualizado de acuerdo a los resultados obtenidos el año 2016 por CEA.

Folio017387

6.3.2 Actividad 2 Establecer el listado actualizado de los propietarios y los límites georreferenciados de cada una de las propiedades (Google Earth y Argis, Datum wgs84, huso 18 S), según los roles de avalúo disponibles en el Conservador de Bienes Raíces correspondientes y/o en el Servicio de Impuestos Internos.

En cuanto a los nombres de los propietarios de los lotes situados en el área de estudio, fue posible obtener información de casi la totalidad de ellos, utilizando como fuente solo registros oficiales, como son el Servicio de Impuestos Internos y el Conservador de Bienes Raíces de Freirina.

De acuerdo a la revisión en el Conservador de Bienes Raíces de Freirina, en el Servicio de Impuestos Internos de Vallenar, y en las Oficinas de CIREN, los propietarios de los inmuebles rivereños y sus superficies.

Respecto a la campaña en terreno, se visitó el Conservador de Bienes Raíces de Freirina y la Oficina Provincial de SII Vallenar con fecha 13 y 14 de septiembre, y con fecha 3 y 4 de octubre, ambos del presente año.

Folio017388

Tabla 6-2 Actualización de propietarios ribereños presentes en el Humedal Costero Estuario del Río Huasco.

N°	ROL o N° Plano	PREDIO	PROPIETARIO	INSCRIPCIÓN CBR	OBSERVACIÓN	ÁREA (m)	ÁREA (Ha)
1	1	PLAYA DE MAR	BIEN NACIONAL DE USO PÚBLICO (ARTÍCULO 590 DEL CÓDIGO CIVIL). SEGUN DECRETO LEY N° 340 DE 1960, SU ADMINISTRACIÓN CORRESPONDE A LA AUTORIDAD MARÍTIMA, ÓRGANO DEPENDIENTE DE LA SUBSECRETARÍA DE LAS FUERZAS ARMADAS	Los BNUP no cuentan con inscripción conservatoria.	No consta del informe existente que se haya fijado la línea de playa o de más alta marea, lo cual es fundamental para distinguir el bien nacional de uso público de los inmuebles privados colindantes con la costa.	315992,9542	31,599295
2	2		ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	Inscrito a fojas 72 VTA Nº 65 del registro de propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1978		105275,4472	10,527545
3	3		ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	Inscrito a fojas 72 VTA Nº 65 del registro de propiedad del		61276,80622	6,127681

				Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1979		
4	4		ELBA CALLEJAS MOLINA	Inscrito a fojas 73 Nº 64 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1979.	1364436,578	136,443658
5	5	LOTE N°1	JEANICE GILBERT CONCHA Y MARÍA CAROLINA YANQUEZ MERY	Inscrito a fojas 218 Nº 191 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1992. A fojas 129 Nº 115 año 2004 existe transferencia de derechos entre los comuneros.	294179,9531	29,417995
6	6		ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE FREIRINA	Inscrito a fojas 72 VTA Nº 65 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1978.	209852,3568	20,985236

7	7	LOTE 2-A	ELBA CALLEJAS MOLINA	Inscrito a fojas 58 Nº 46 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 2001.		99067,5278	9,906753
8	8		ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE FREIRINA	Inscrito a fojas 72 VTA Nº 65 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1978.		326017,6943	32,601769
9	9		CATHERINNE SCHASUSS STONE. LUIS LEONEL HERACLIO POBLETE (FALLECIDO), LO SUCEDEN UBE LAURA ROSAS ENRIQUE Y LEONEL ARTURO POBLETE CODUTTI	Inscrito a fojas 56 n° 43 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 2009. Especial de herencia N° 417 n° 361 de 2014.	El título que dio origen al predio está inscrito a foja 146 Nº 132 del año 1996. Resolución Administrativa N° 343 de 10 de Septiembre de 1996. Rol de avalúo 141-1. Plano: III – 3 – 3--987 S.R Superficie: 81,70	567232,0613	56,723206
10	10		GONZALO PÉREZ APARECE REGISTRADO COMO PRESUNTO	Revisado índice de propietarios conservador de bienes	Según informe GAC 2007, dicho informe tendría origen por	23868,33441	2,386833

			DUEÑO DE ACUERDO A LO QUE SEÑALA INFORME DE PROPIETARIOS GAC 2007.	raíces de Freirina desde 1996, no se pudo identificar inscripción a nombre de Gonzalo Pérez.	proceso de regularización del Ministerio de Bienes Nacionales por DL 2695. Revisado no hay rol registrado en planos Servicio Impuestos Internos.		
11	11	ESTANCIA ZULETA AVALOS.	VIRGINIA OTTO DE VICH VÁSQUEZ Y SUCESIÓN GREZ ZULOAGA	El inmueble está inscrito a fojas 25vta. Nº 23 del registro de 1960.	Anotaciones marginales dan cuenta de enajenación de lotes en zona Punta de Lobos. Plano aerofoto métrico refleja la extensión de la propiedad, inscrito a fojas 52 del Registro de Planos del Conservador de Bienes Raíces de Freirina de 2009.	3094048,334	309,404833
12	12	FUNDO EL PORVENIR O LA CACHINA	LUIS HERNÁN CALLEJAS	Revisados registro de propietarios del CBR de Freirina desde 1996, no se encontró registrado el propietario don Luis Hernán		491761,6045	49,17616

				Callejas. Rol SII 141-2.		
13	13		ELBA CALLEJAS MOLINA	Inscrito a fojas 73, N° 64, del año 1979.	426983,6322	42,698363
14	148-21	PARCELA 1 BELLAVISTA	RENE DEL CARMEN ROJO ROJO		99840,72116	9,984072
15	SR		JULIO TAMBLAY ALVAREZ		10645,1708	1,064517
16	148-203	LOTE 2 -B DEL LOTE 2 FUNDO BELLAVISTA	GABRIEL DOMINGO ALVAREZ CERDA		17405,00898	1,740501
17	148-76	PARCELA 1 LOTES A 2 Y A 4 FUNDO BELLAVISTA	JOSE MACAYA SOTO		21765,80545	2,176581
18	148-51	PARCELA BELEN PARTE PARCELA 1 FUNDO BELLAVISTA	JORGE SAMUEL MAMANI CARRIZO		8866,669895	0,886667
19	148-2	HTO SAGUA	SUCESIÓN SAGUA MARTINA		2714,644177	0,271464
20	SR		JULIO TAMBLAY		12182,08896	1,218209

Folio017393

			ALVAREZ			
21	SR		JULIO TAMBLAY ALVAREZ		12921,73784	1,292174
22	148-22	BELLAVISTA	AURORA BERTA VON MAYEMBERG		208719,2038	20,87192
23	SR		JULIO TAMBLAY ALVAREZ		12546,69101	1,254669
24	148-8			SIN INFORMACIÓN EN SII	5960,794051	0,596079
25	148-3	QUINTA ROSARIO HUASCO BAJO BELLA VISTA	JUSTO PASTOR LOPEZ PONCE		7762,155514	0,776216
26	148-4	LOS OLIVOS	JULIO TAMBLAY ALVAREZ		22975,95928	2,297596
27	102-8		GERMAN VON MAYEMBERG		6470,897293	0,64709
28	148-5	LA MALAGUENA LOTE A B HUASCO BAJO	JULIO TAMBLAY ALVAREZ		20390,53465	2,039053
29	115-23	LOTE 1 102	SUCESIÓN LAURA		351,943794	0,035194

		HUASCO BAJO	GONZALEZ CISTERNAS			
30	115-24	LOTE 2 108 HUASCO BAJO	SUCESIÓN LAURA GONZALEZ CISTERNAS		718,388275	0,071839
31	115-25	LOTE 3 114 HUASCO BAJO	SUCESIÓN LAURA GONZALEZ CISTERNAS		737,758335	0,073776
32	114-1		BERTA BARRAZA GALLEGUILLOS Y OTROS		1076,533061	0,107653
33	114-2		FRESIA TAPIA SANTANDER		903,597737	0,09036
34	114-23	LOTE 1 III-3-5647 S.R.	MIREYA DELICIA GODOY SEGUA		741,862773	0,074186
35	114-24	LOTE 2 HUASCO BAJO	BLANCA ANTONIA GONZALEZ GODOY		768,708028	0,076871
36	114-21	LOS ALAMOS LOTE 2	HERNAN GUERRA TAPIA		191,079041	0,019108
37	114-25		PEDRO LAUTARO VEGA FLORES		344,486846	0,034449
38	147-7			SIN INFORMACIÓN EN SII	4157,925977	0,415793
39	148-18	LOTE 3 HDA.	ILUSTRE		71215,4861	7,121549

Folio017395

		BELLAVISTA	MUNICIPALIDAD DE HUASCO

N°	ROL	PREDIO	PROPIETARIO	INSCRIPCIÓN CBR	OBSERVACIÓN	ÁREA (m)	ÁREA (Ha)
40	141-10	EL SAUCE	GLADIS BARRAZA			31825,59508	3,18256
41	141-11	QUINTA MARZAL O ESPERANZA HUASCO BAJO	JULIO TAMBLAY ALVAREZ			49235,92611	4,923593
42	141-12	LA GLORIETA HUASCO BAJO	ELIZABETH ROJAS GONZALEZ			20186,16746	2,018617
43	141-3	QUINTA SAN MIGUEL -HUASCO BAJO	FISCO DE CHILE			22766,35814	2,276636
44	141-4	LOS PERALES HUASCO BAJO	NELSON ZAMORANO GONZALEZ			22516,73962	2,251674
45	141-5	QUINTA SAN FRANCISCO	YASNA PAOLA LUTZ CARVAJAL			33569,7255	3,356973
46	141-6	LOS GUINDOS SECTOR CACHINA	FRANCISCO JAVIER ROJAS GONZALEZ			55905,04903	5,590505
47	141-7	SAN JUAN HUASCO BAJO S/N	SORIA AVALOS GREGORIO			28828,39793	2,88284

Folio017396

			ENRIQUE Y OTROS		
48	141-8	EL ANGEL SECTOR LA CACHINA HUASCO BAJO	BELIA DEL TRÁNSITO VASQUEZ ALVAYAY	5723,271842	0,572327
49	141-9	QUINTA LA ROSA HUASCO BAJO	GLADYS BARRAZA GALLEGUILLOS	47309,07429	4,730907
50	142-17	LOS FALDOS HUASCO BAJO	MANUEL PORTILLA MENA Y OTROS	48978,87619	4,897888
51	142-24	LAS SOZAS	SANTIAGO ISRAEL ROJAS GONZALEZ	15758,59195	1,575859
52	142-26	LA FAJA	JUAN IRIARTE TAPIA	12124,94233	1,212494
53	142-25	PUENTE ESPERANZA	GUMERLINDA PORTILLO MENA	13208,41423	1,320841
54	142-27	VISTA VERDE LOS CALLEJONES HUASCO BAJO	JORGE DAVID IRIARTE PORTILLA Y OTROS	6652,390152	0,665239
55	142-18	EL TRANSITO SECTOR LA CACHINA HUASCO BAJO	BELIA DEL TRÁNSITO VASQUEZ ALVAYAY	7767,794075	0,776779
56	142-19	EL PERAL	ALEJANDRA DE LOURDES BARRAZA GUERRA	6903,112603	0,690311
57	142-28	SAN FRANCISCO	ANA ISOLINA IRIARTE ZUMARAN	7400,183528	0,740018

58	142-24	LAS SOZAS	SANTIAGO ISRAEL ROJAS GONZALEZ	145583,2975	14,55833
59	142-29	EL RINCO HUASCO BAJO	JAVIER MANUEL RIVERA CARRIZO Y OTROS	5047,016577	0,504702
60	142-30	ESPERANZA HUASCO BAJO	SARA DEL ROSARIO LEDESMA LEDESMA	24260,11987	2,426012
61	142-16	FINCA LEIVA	SUCESIÓN JUAN LEIVA LEIVA	20437,75697	2,043776
62	144-5	SANTA ZULEMA LOTE C	SOLEDAD BILLINGS ALARCON Y OTROS	18662,44324	1,866244
63	142-20	SAN GUILLERMO HUASCO BAJO	MARIA ANGELICA ELIZALDE ELIZALDE	5883,168569	0,588317
64	142-21	SAN JUAN	SUCESIÓN HILDA DORIS ROJAS GONZALEZ	8089,644509	0,808964
65	142-22	EL CONDOR HUASCO BAJO	SARA CISTERNA ROJO Y OTROS	5841,116968	0,584112
66	142-49	EL CONDOR LOTE 1 HUASCO BAJO	SARA CISTERNA ROJO Y OTROS	6100,541475	0,610054
67	142-23	EL VALERIO HUASCO BAJO	ERIKA MARISOL CRISTI SANHUEZA	17877,4809	1,787748

68	142-31	LOS CALLEJONES - SECTOR LA CACJO	REBECA DEL ROSARIO MOYANO IRIARTE	6344,408249	0,634441

Folio017399

6.3.3 Actividad 3 Determinar derechos de agua superficiales o subterráneas en caso de existir para cada propietario

Respecto a la identificación de derechos de agua superficial o subterráneos identificados en el área de estudio, se determinaron 28 derechos de agua en el río Huasco pertenecientes a siete propietarios, de los cuales uno es derecho de agua subterránea y 27 superficiales.

Revisados y contratados los archivos públicos en que la Dirección General de Aguas mantiene registrados los derechos de agua que ha otorgado, se identificaron los derechos que se individualizan en la Tabla 6-3 Derechos de Agua del Rio Huasco.

Solo tres de los registros de derechos de agua inscritos en el DGA cuentan con las coordenadas de ubicación geográfica del punto de captación del derecho. Los restantes solo poseen una breve descripción de la ubicación y referencias a puntos conocidos, indicados en la siguiente tabla.

Folio017400

Tabla 6-3 Derechos de Agua del Rio Huasco

Nombre	Fecha Resol.	Nro. Resol	Tipo Derecho	Ejercicio Derecho	Naturaleza Agua	Clasificación Fuente	Uso Agua	Referencia a Puntos Conocidos
COMPAÑIA DE ACERO DEL PACIFICO S.A.	08/07/1981P	194	Consuntivo	Permanente y Continuo	Subterránea	Acuífero	Uso Minero	Se capta mediante elevación mecánica desde 7 pozos profundos, ubicados en la ribera norte del rio Huasco, frente a la localidad de Huasco bajo, y se conducirá por una cañería de 6440mts. de longitud hasta un estanque de almacenamiento de 6000m3. de capacidad.
COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.	17/08/1987P	307	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial	Rio/Estero	Uso Minero	Las aguas se captaran mediante elevación mecánica, desde un punto ubicado en la ribera derecha del rio Huasco, a 0,56 kms. aguas abajo del puente Huasco bajo y frente a la planta de captación de agua "La Selentina".
AGROCOMERCIAL AS LIMITADA	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.

Folio017401

	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.
AGROCOMERCIAL AS LIMITADA	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/20	183	Consuntiv	Eventual y	Superficial y	Rio/Estero	Otros	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4

Folio017402

	11P		o	Continuo	Corriente		Usos	kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/20 11P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/20 11P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
AGROCOMERCIAL AS LIMITADA	05/09/20 11P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.
	05/09/20 11P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.
	05/09/20 11P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.
	05/09/20 11P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.
	05/09/20 11P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.
	05/09/20 11P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.

	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual y Continuo	Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.
AGROCOMERCIAL AS LIMITADA	P		Consuntivo	Permanente y Continuo	Superficial	Rio/Estero		Las aguas se captaran en el canal el olivar o del bajo, que proceden del rio Huasco, con bocatoma situada en la ribera izquierda de este cauce natural, en el predio rol 148-22 de la comuna de Huasco. Correspondiente al expediente administrativo nc-0303-287, comunidad de aguas canal el olivar o del bajo. Titulo perfeccionado por el 20º juzgado civil de Santiago, de fecha 27 de agosto de 2010, en causa rol c-22061-2009, en el sentido de establecer que los derechos son de carácter consuntivo, de ejercicio permanente y continuo, de aguas superficiales del rio Huasco correspondientes a 25,20 acciones que equivalen a 72,072 lts. /seg.
CANAL OLIVAR O DE ABAJO		1671	Consuntivo	Permanente y Continuo	Superficial y Corriente			

Folio017404

6.3.4 Actividad 4 Cartografiar y generar metadatos de los polígonos de cada uno de los propietarios ribereños

Respecto a la identificación de los propietarios, y de los deslindes según roles SII e inscripciones en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, se generó la siguiente cartografía identificando espacialmente a los propietarios.

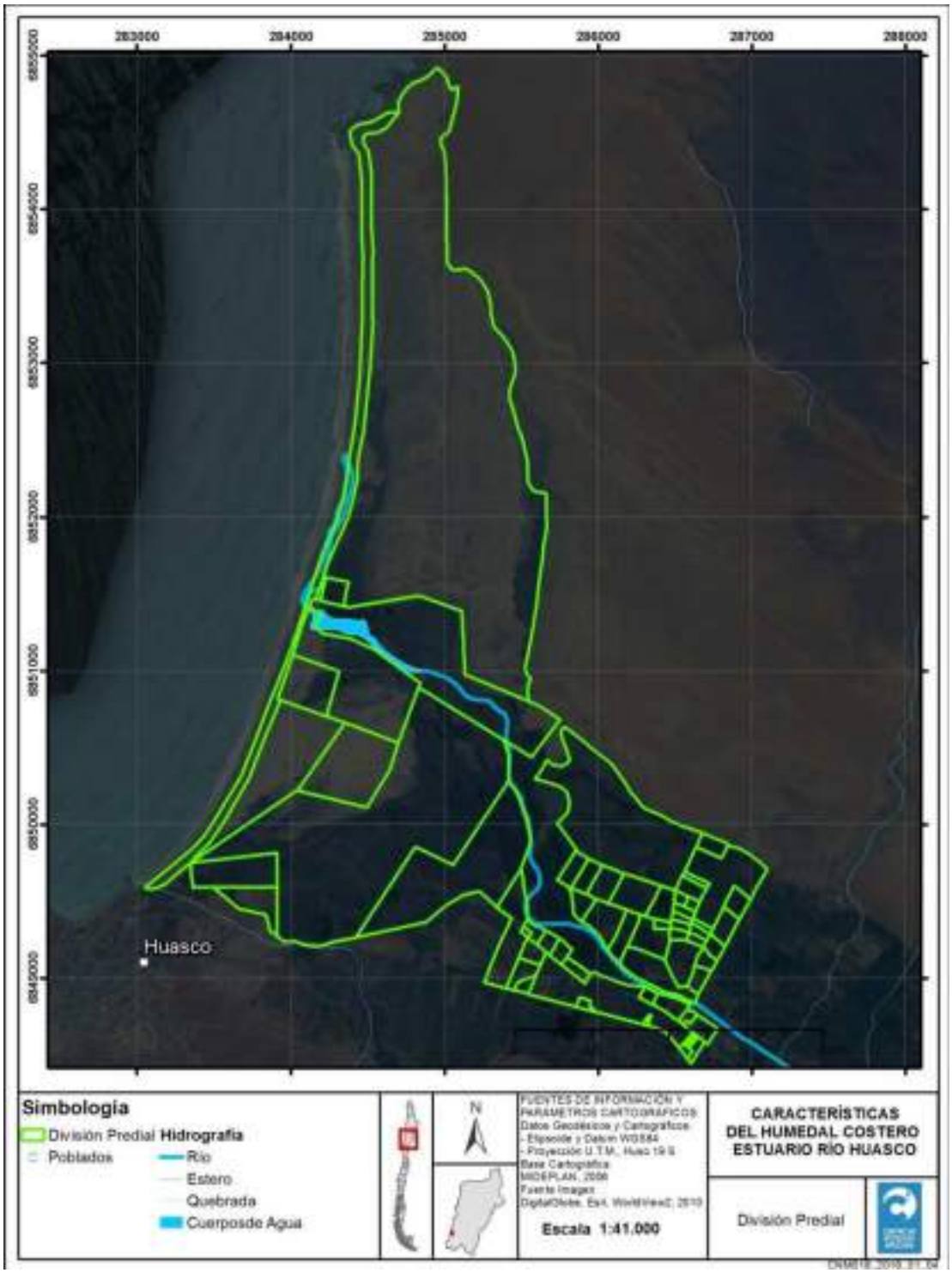


Figura 6-4 División predial del Humedal Costero Estuario del Río Huasco.

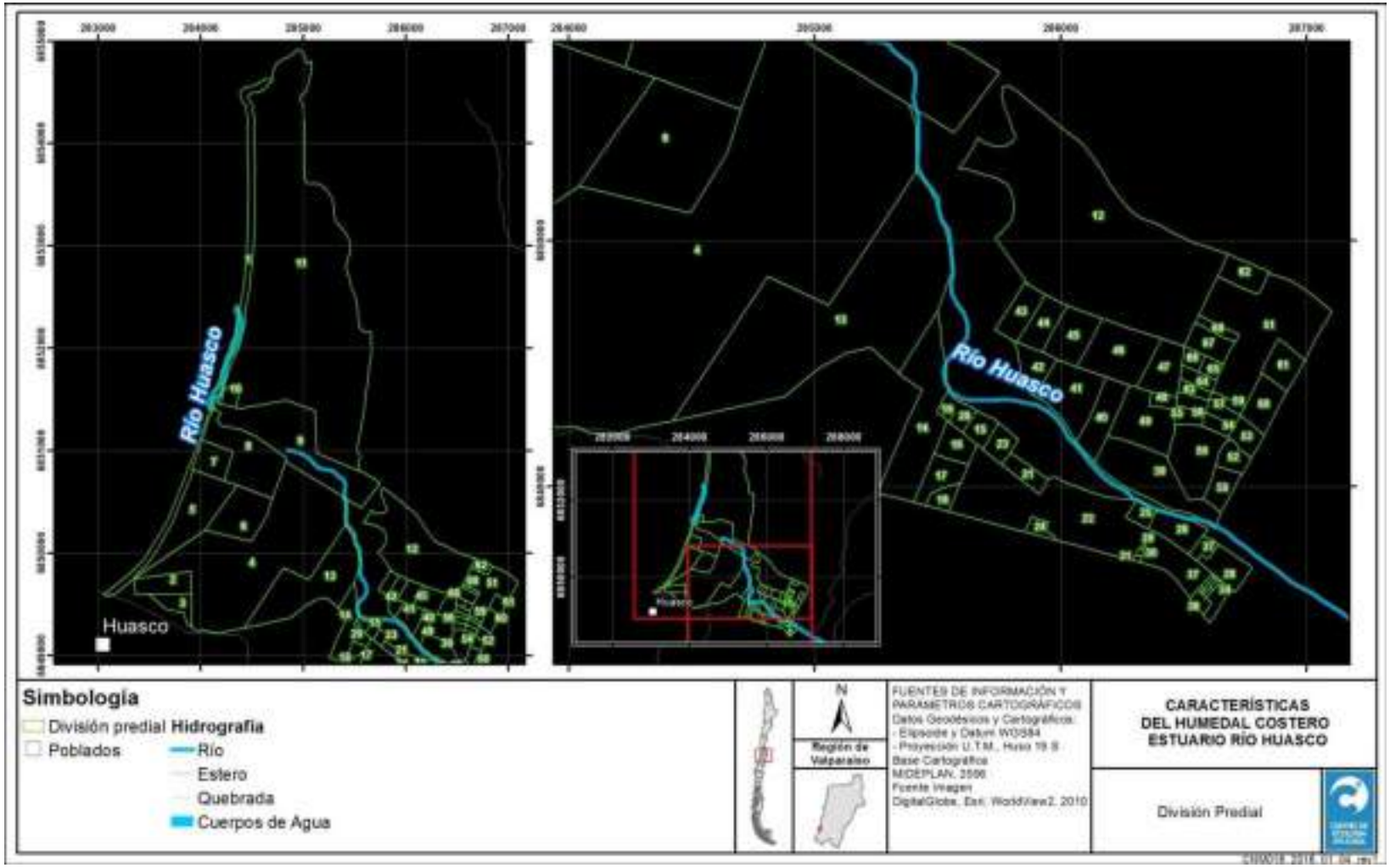


Figura 6-5 División predial del Humedal Costero Estuario del Río Huasco. Donde se observa el número de ROL de cada propiedad

Folio017406

7 OBJETIVO ESPECÍFICO 5: GESTIONAR EL APOYO FORMAL DE LOS PROPIETARIOS RIBEREÑOS DEL HUMEDAL COSTERO PARA FORMAR PARTE DE UNA PROPUESTA DE CREACIÓN DE SANTUARIO DE LA NATURALEZA.

7.1 Actividades

Para desarrollar este objetivo específico se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Realizar reuniones periódicas y/o talleres con los propietarios ribereños del humedal en la cuidad de Huasco

2. Realizar reuniones de trabajo con los propietarios utilizando los medios que para el caso estos requieran

3. Efectuar al menos dos talleres para presentación de información y difusión a la comunidad de Huasco (consejeros del CRAS, propietarios, municipio, servicios públicos, comunidades de agua, entre otros)

4. Efectuar al menos dos actividades en terreno que contemple un recorrido por el humedal con el objeto de concientizar a los propietarios, autoridades y servicios públicos respecto de la importancia del humedal.

5. Definir la persona natural o jurídica que asumirá en calidad de gestora o representante el proceso de postulación a Santuario de la Naturaleza del Humedal en cuestión

6. Obtener las cartas de apoyo formal de parte de los propietarios con el compromiso voluntario e informado de creas un santuario de la Naturaleza.

7.2 Materiales y Métodos

El programa contempla que luego de la primera fase de levantamiento de información socio-ambiental, se contacte a las personas clave de la comunidad y también a los propietarios ribereños con el propósito de informar sobre la declaratoria de Santuario y su significancia. Se propone la idea de determinar con la comunidad interesada, a través de un trabajo colaborativo, el polígono que se transformará en Santuario de la Naturaleza.

Para el logro de esta fase se realizaron las siguientes acciones:

7.2.1 Respecto de la identificación de actores

Se utilizaron las siguientes fuentes:

Información de fuentes primarias: antecedentes proporcionados por informantes claves de la comuna, gobierno local (Municipalidad), dirigentes o líderes locales, propietarios ribereños, entre otros.

Folio017407

7.2.2 Respecto del levantamiento de información. Técnicas utilizadas:

- Observación: es un método de trabajo que se basa en la interacción del investigador con los sujetos investigados en su propio escenario.

- Entrevista: es una técnica de interacción verbal entre el investigador y el entrevistado, lo que permite el acceso al mundo subjetivo del actor social, al que se accede por medio del "discurso" de quien habla.

-Visitas a terreno: es parte del método etnográfico en el cual se articulan distintos métodos de observación directa e indirecta a través de los cuales es posible indagar aspectos biográficos de los actores, registrar actividades y sitios de significación que puedan contribuir al conocimiento de una comunidad y territorio determinado.

-Talleres: a través de diferentes trayectorias y experiencias desde la educación popular, se ha generado, resignificado y recreado un rico acervo metodológico para el trabajo educativo y organizativo con comunidades. Metodologías y técnicas de diverso origen disciplinario y experiencial, eminentemente participativas, conforman un rico cuerpo instrumental para los procesos educativos del tipo taller. El sujeto que asiste al taller vive la experiencia en primera persona, se abre un espacio de diálogo y participación que lo enriquece.

-Encuestas: estudio para obtener un registro de datos pertinentes a la investigación, a través de una serie de preguntas dirigidas a una muestra representativa de la población en cuestión. Posteriormente, se realiza vaciado, análisis y procesamiento de la información obtenida.

Revisar Anexo de encuestas sociales, listas de participación de talleres.

7.2.3 Respecto a las Actividades Desarrolladas

En este marco, entre los meses de noviembre y diciembre de 2016, se levantó información en la comunidad a través de las siguientes acciones (Anexo de encuestas sociales, listas de participación de talleres).

:

- Planificación y gestión de talleres para la comunidad, funcionarios públicos, establecimientos educativos.
- Planificación y gestión de 2 salidas a terreno con la comunidad.
- Contacto con actores relevantes de la fase inicial, profesionales de la Municipalidad de Huasco, líderes ambientales, propietarios ribereños y de comunidades indígenas interesados en la protección del Humedal.

Folio017408

Tabla 7-1 Carta Gantt de actividades a partir del 29 de noviembre 2016 en la comuna de Huasco

Actividad	Fecha	Lugar
Taller con Organizaciones Sociales	Martes 29 de noviembre	Sede Junta de Vecinos Nueva Esperanza.
Taller con Directores de establecimientos educativos	Miércoles 30 de noviembre	Salón Municipal
Taller con Servicios Públicos	Jueves 01 de diciembre	Salón Municipal
Salida a Terreno 1: Visita al lugar de estudio (comunidad)	Sábado 03 de diciembre	Estuario Río Huasco.
Salida a Terreno 2: Visitar lugar de estudio (grupo scout)	Viernes 9 de diciembre	Estuario Río Huasco.
Campaña puerta a puerta informativa a los propietarios.	Entre el 29 de noviembre al 08 de diciembre	Propiedades aledañas al Estuario del Río Huasco.
Reunión CRAS de Comuna de Huasco	15 de diciembre	Rotary Club
Presentación del proyecto al Concejo Municipal de Huasco	Miércoles 18 de enero 2017	Municipalidad de Huasco.

7.3 Resultados

7.3.1 Actividad 1 Realizar reuniones periódicas y/o talleres con los propietarios ribereños del Humedal Costero Estuario del río Huasco en la cuidad de Huasco

Por medio de los talleres convocados a la población y a los funcionarios municipales, se levantó información acerca de los propietarios de la zona menos degradada del estuario (Anexo listas de participación de talleres). Se aplicó una encuesta de percepción sobre el estuario del río Huasco, cuyos resultados principales se grafican en la siguiente tabla.

Tabla 7-2 Encuesta social

Pregunta	Resultado	Análisis preliminar
Conocimiento sobre el humedal	4 responden alto conocimiento 16 responden medio	57.14% responden que su conocimiento es entre alto y medio
Última visita realizada	18 responden en los últimos	51,42% responden que han

Folio017409

	3 meses	visitado el estuario en los últimos 3 meses.
Actividades que realiza en el estuario	24 responden recreación 10 responden educación 2 pastoreo 2 agrícola	68,57% realiza actividades recreativas 28,57% realiza actividades vinculadas a la educación Sólo un 11,4% realiza pastoreo o agricultura en la zona
Uso que le daría al estuario	Recreativo: 5 Área Protegida: 30	85,71% le daría un uso de protección.
Animales presentes en el estuario	Se mencionan los siguientes animales: Aves Peces Anfibios y reptiles Mamíferos	La mayoría reconoce que el estuario alberga avifauna y peces.
Existe flora y fauna del estuario con valor de conservación	18 contesta afirmativamente y menciona a la aves	51,42% reconoce a las aves como especies con valor de conservación en el estuario.
Factores de deterioro	26 micro-basurales 15 quemas, fogatas o incendios 14 contaminación del agua 13 perturbación de la fauna (perros) 9 erosión o pérdida de suelo 8 caza y saturación por visitas 3 pérdida de cobertura vegetal	Mayoritariamente se reconoce que la zona se usa para botar basura. En segundo lugar, se menciona el incendio como un riesgo que va deteriorando el lugar. En tercer término aparece la perturbación de la fauna, se menciona a los perros vagos como principales perturbadores de fauna.
Apoyo a declaratoria de Santuario de la Naturaleza	35 contesta afirmativamente	100% está de acuerdo con la declaración de Santuario de la Naturaleza el estuario del río Huasco.

Fomento del turismo a través del área protegida	35 contesta afirmativamente	100% cree que el área protegida aumentará la actividad turística de la comuna

En el Anexo 14.9 se muestran las encuestas graficadas dónde podrá analizar mayores detalles de los resultados.

Resulta interesante constatar que los encuestados visitan regularmente el lugar, constituyéndose el humedal en un hito dentro del paisaje para el habitante de Huasco. Resulta destacable que los encuestados, en su mayoría, reconocen que se trata de un lugar especial en cuanto a la biodiversidad, especialmente por el rol que cumple el humedal frente a la avifauna. Asimismo, reconocen los riesgos que tiene el hecho de que no esté protegido, que perros vagos y algunas otras actividades sin control ocurran ahí.

El 100% de los encuestados asegura estar de acuerdo con la declaratoria de Santuario de la Naturaleza una parte del estuario del río Huasco y cree que ese hecho potenciará la actividad turística de la comuna.

En Figura 7-1 se aprecia una vista general del Humedal Costero cercano a la desembocadura en la primavera de 2016.



Figura 7-1 Vista general del Humedal Costero Río Huasco, Primavera 2016.



Figura 7-2 Camino al estuario, se encuentra basura.

Folio017412



Figura 7-3 Caballos aguas arriba, puente camino a Huasco Bajo.



Figura 7-4 Visita de perros al humedal, un riesgo.

Folio017413



Figura 7-5 Perro alimentándose dentro del Humedal Costero.

Folio017414

7.3.2 Actividad 2 Realizar reuniones de trabajo con los propietarios utilizando los medios que para el caso estos requieran

Se tomó contacto telefónico y por correo electrónico, datos entregados por Evelyn Reyes, cuidadora de propiedad de Adriana Carrasco heredera de sitio N°9 por ser viuda de Luis Poblete, con:

- Adriana Carrasco (29-nov-2016), propietaria por sucesión de Luis Poblete del sitio N°9 que se encuentra dentro del polígono trazado. Es proclive a la declaratoria siempre y cuando pueda participar y estar informada de las actividades que pueden realizarse y las que quedarían prohibidas una vez declarada Santuario.
- Catherine Schasuss Stone (29-nov-2016), ciudadana australiana que compró en sociedad con Luis Poblete, propietaria del sitio 9 en un 50%. Se negó a hablar con el equipo, avisó que pediría a su abogada que nos contactara, lo que no ha ocurrido.

Se realizaron reuniones presenciales con propietarios en diferentes oportunidades:

- Hernán y Elba Callejas (9-dic-2016): son propietarios debido a la sucesión de Hernán Callejas (padre) del sitio N°12 del mapa. Es una sucesión de 10 hermanos, dos viven en Huasco, los demás en Santiago y Valparaíso. Están proclives a la declaratoria de Santuario e incluso proponen un pedazo de su predio, parte que no se encuentra loteada, como parte del futuro Santuario (ver foto 6). Los hermanos debían ser contactados a través de Nancy Callejas, con quien se sostuvo una conversación telefónica pero no se concretó reunión presencial, por falta de quorum.



Figura 7-6 Reunión hermanos Callejas, casa de Hernán Callejas (9-12-16).



Figura 7-7 Plano de la propiedad loteada Hermanos Callejas

- Juan Carlos Tamblay (9-dic-2016): familia propietaria del sitio N°15 que es aledaño al polígono que se quiere declarar Santuario, sin embargo, él se manifiesta proclive a la declaratoria. Es vecino de Olivos Centenarios, sitio que se encuentra dentro del polígono propuesto.
- Robinson González (9-dic-2016): su familia (madre y hermano) es propietaria de sitio en el sector fuera del polígono. Se encuentran proclives a la declaratoria.

El contacto con los propietarios municipales, tanto municipalidad de Huasco (predio 2 y 3) como de Freirina (predio 6 y 8), se realizó en primer término de manera telefónica y luego presencial. En el caso de Freirina, la contraparte Mariana Farías, asistió al taller para servicios públicos, realizado el 1 de diciembre de 2016. Con la municipalidad de Huasco hay diferentes contrapartes, principalmente del Departamento de Medio Ambiente y de Turismo, quienes están muy interesados en la declaratoria.

En Anexo Contacto con propietarios, está el listado de propietarios y el estado de contacto.

Folio017416

7.3.3 Actividad 3 Efectuar al menos dos talleres para presentación de información y difusión a la comunidad de Huasco (consejeros del CRAS, propietarios, municipio, servicios públicos, comunidades de agua, entre otros)

Taller a la comunidad realizado el 29 de noviembre, en la Junta de Vecinos N°11 Villa Esperanza, propiciada por la contraparte municipal. Se trata de una Junta de Vecinos con trayectoria en el tema ambiental, interesada en la protección del medio ambiente. 15 personas participaron del taller, donde se dio a conocer el proyecto, los datos generales de flora y fauna obtenidos y la necesidad de darle un estatus de conservación que permita proteger y resguardar el patrimonio ambiental que alberga. Se aplicó encuesta social a los asistentes. En **Figura 7-8** se puede apreciar el taller en la sede vecinal.



Figura 7-8 Taller comunidad, en la imagen presentación de Manuel Contreras

Taller a los funcionarios del municipio de Huasco y Freirina, servicios públicos de la comuna, (1-dic-2016). Participaron 15 funcionarios públicos y municipales. Se destaca la participación de un concejal de Huasco, señor Victor Hugo Caballero. (Ver Anexo: lista de asistencia de talleres). En este taller se dio a conocer el proyecto, los hallazgos principales en cuanto a biodiversidad y la función del humedal, razón por la cual merece un estatus de protección legal. Se abre un espacio de debate y consultas, donde los funcionarios más vinculados al resguardo del humedal dieron a conocer su posición frente a la declaratoria. Se aplica encuesta social a los asistentes.

En las Figura 7-9 y Figura 7-10 se observa el taller realizado en el salón municipal de la Municipalidad de Huasco.



Figura 7-9 Taller Servicios Públicos



Figura 7-10 Taller Servicios Públicos

Folio017418

Taller a establecimientos educativos de la comuna, (30-nov-2016) en el cual se dio a conocer el proyecto, las posibilidades de uso pedagógico del lugar y la intención de declararlo Santuario. Asimismo, se vinculó con el sistema de certificación ambiental de establecimientos educativos SNCAE. Participaron representantes de 4 establecimientos educativos de la comuna (Ver Anexo lista de asistencia).

Por la baja asistencia a la reunión por parte de los establecimientos educativos, se visitó en terreno al resto de ellos, invitándolos a participar del primer terreno al estuario. Los establecimientos visitados corresponden al Liceo Japón; Escuela El Olivar, Escuela Mireya Zuleta; English College Huasco y Escuela Pablo Neruda de Carrizal.



Figura 7-11 Taller a representantes de establecimientos educativos

- Reuniones individuales con actores de la comunidad:

Luis Farías (2-dic-2016): miembro del CRAS, dirigente Scout de la comuna, estudioso de la historia de la comuna, guía turístico, proclive a la declaratoria de Santuario.

Hermann Von Mayenberger (9-dic-2016): miembro de la Asociación Gremial Agrícola de la Provincia del Huasco, tuvo tierras en el estuario. Actualmente es dueño del humedal de Carrizal Bajo y es proclive a la declaratoria de Santuario el estuario del Huasco incluyendo el humedal de Carrizal Bajo. Firma carta de apoyo (Ver Anexo Cartas de Apoyo).

Antonella Giglio (9-dic-2016): es representante de la comunidad indígena diaguita de Huasco. No es propietaria, ni tampoco la comunidad que representa, pero esta comunidad está muy interesada en la declaratoria de Santuario ya que por su cosmovisión el agua es un elemento que debe preservarse y cuidarse, los ríos enfermos también enferman las ciudades, por lo que desean que se mantenga sano el estuario. Firma carta de apoyo (Ver Anexos Cartas de Apoyo).

Se realizaron reuniones informativas acerca del proyecto en los establecimientos educativos de la comuna que no asistieron al Taller. Se entrevistó a los directivos de cada uno de los siguientes establecimientos:

Folio017419

- Liceo Japón (Firma carta de apoyo)
- Escuela El Olivar (Firma carta de apoyo)
- Escuela Mirella Zuleta (se deja carta de apoyo)
- English College Huasco (se deja carta de apoyo)
- Escuela Pablo Neruda de Carrizal Bajo (Firma carta de apoyo)



Figura 7-12: Escuela El Olivar

Folio017420



Figura 7-13 Escuela Pablo Neruda de Carrizal

7.3.4 Actividad 4 Efectuar al menos dos actividades en terreno que contemple un recorrido por el humedal con el objeto de concientizar a los propietarios, autoridades y servicios públicos respecto de la importancia del humedal.

El primer terreno al estuario se realizó el día sábado 3 de diciembre de 2016, partiendo por la entrada a la playa grande. Se convocó a todos los establecimientos educativos de la comuna, junta de vecinos N°11, Unión comunal de JJVV y Municipalidad.

Por parte del Centro de Ecología Aplicada participaron 5 profesionales, 4 biólogos y 1 geógrafo.

A los participantes se les entregó un díptico informativo-educativo sobre el estuario y el entorno, su biodiversidad y necesidad de cuidado y preservación. A continuación el contenido del díptico.

SALIDA A TERRENO

ESTUARIO RÍO HUASCO

19 de noviembre 2016

DÍPTICO

Esta salida a terreno tiene como objetivo conocer el estuario del río Huasco para proteger y conservar especies de flora y fauna que en ella habitan.



A través de este recorrido, queremos responder a las siguientes preguntas:

¿Qué es un estuario?

¿Qué es un humedal?

¿Qué es un Santuario de la Naturaleza?

¿Qué es una especie con valor de conservación?

¿Por qué conservar?

¿Cuál es la importancia de las dunas?

¿Qué especies del estuario río Huasco están en categoría de conservación?

Estuario: es la desembocadura, en el mar, de un río amplio y profundo, e intercambia con esta agua salada y agua dulce, debido a las mareas.

Humedal: es una zona de la superficie terrestre que está temporal o permanentemente inundada, regulada por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos que la habitan.

Santuario de la Naturaleza: aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas,

Folio017422

paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.

Especie con valor de conservación:

En el área se encuentras especies de plantas como la cola de caballo, tunilla y copao que se encuentran en estado de conservación definido como preocupación menor. Para animales las especies amenazadas, se encuentran tres especies En Peligro (EN): *Coscoroba coscoroba*, *Plegadis chihi* y *Theristicus melanopis.* Junto a dos especies Vulnerables (VU): *Gallinago paraguaiae* y *Larus modestus*.

Por qué conservar: los ecosistemas y la biodiversidad que albergan son el soporte vital de la Tierra. Los humedales filtran los contaminantes del agua; las plantas y árboles reducen el calentamiento global absorbiendo el carbono, los microorganismos descomponen la materia orgánica y fertilizan el suelo, para proveer los alimentos. La biodiversidad ayuda a polinizar las flores y cultivos y también provee comida y medicinas para nuestro bienestar. Sin ella no seríamos capaces de sobrevivir.

Especies que habitan en el estuario del río Huasco:

En el humedal de Huasco habitan principalmente especies de aves y peces principalmente, en estos últimos es posible encontrar lisa (especies nativa y gambusias (especie intruducida).

Responde tú:

Folio017423

A cada uno de los participantes se les entregó una colación de marcha, consistente en una fruta, una barrita de cereal y un jugo. En el estuario, se realizaron actividades de observación, de información acerca del estudio de flor a y fauna y de concientización respecto de la fragilidad del ecosistema. De regreso, se realizó una actividad de limpieza de la playa, acumulándose una considerable cantidad de residuos que se depositaron en un basurero de la entrada a la playa grande.

El segundo terreno se realizó el viernes 9 de diciembre de 2016 con el Grupo Scout Licanantay, dirigido por Luis Farías. También se les entregó una colación de marcha a los asistentes.

La participación a estas actividades fue de aproximadamente 40 personas en total, participando unas 30 en el primer terreno y unas 10 en el segundo.



Figura 7-14 Entrega de colaciones



Figura 7-15 Observando la fauna

Folio017424



Figura 7-16 Midiendo calidad del agua



Figura 7-17 Resolviendo preguntas y dudas



Figura 7-18 Observando el estuario



Figura 7-19 Perros en el estuario

Folio017426



Figura 7-20 Usando un instrumento de observación



Figura 7-21 Finalizando limpieza de la playa

7.3.5 Actividad 5 Definir la persona natural o jurídica que asumirá en calidad de gestora o representante el proceso de postulación a Santuario de la Naturaleza del Humedal en cuestión

Dada la existencia de varios propietarios se recomienda la constitución de una fundación la cual opere como gestora y/ o representante del proceso de postulación, esta fundación debería tener como cuerpo principal la Ilustre Municipalidad de Huasco y su Alcalde, los cuales deberían actuar como articulador y garante del buen desempeño de la fundación.

Folio017427

7.3.6 Actividad 6 Obtener las cartas de apoyo formal de parte de los propietarios con el compromiso voluntario e informado de crear un santuario de la Naturaleza.

Durante el proceso de ejecución del proyecto se buscó se generar un acercamiento con los propietarios, de esta manera obtener las cartas de compromisos, esta carta de compromiso buscaba dar un apoyo simple a la constitución del humedal de río Huasco como Santuario de la Naturaleza. Del total de propietarios consultados se obtuvieron 2 cartas, estas fueron de:

1. Hernán Callejas

2. Rodrigo Loyola (Alcalde de la Comuna de Huasco).

8 OBJETIVO ESPECÍFICO 6: DEFINIR EL POLÍGONO QUE SE PROPONDRÁ COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA

8.1 Actividades

Para desarrollar este objetivo específico se ejecutó la siguiente actividad:

1. Sobre la base del apoyo formal a través de cartas elaboradas por los propietarios, definió los límites del polígono que se postulará como Santuario de la Naturaleza. Dado que solo se recogieron dos cartas, la definición de polígono se estableció en función de criterios técnicos ecosistémicos.

8.2 Metodología

8.2.1 Área ecológica objeto de protección

Para establecer un polígono de conservación, en primer lugar es necesario reconocer el ecosistema a proteger, es decir, qué es para nosotros un Humedal. Posterior a ello, podemos conservar una zona acorde a esta definición.

Para realizar esta delimitación se realizó una reunión con diferentes profesionales, estos fueron:

Cristian Godoy (Ingeniero Hidráulico Phd (c) en Ingeniería), experto en modelación ambiental.

Gonzalo Benavides (Biólogo, Phd en Ecología y Evolución), experto en fauna.

Elizabeth Araya (Bióloga, Msc limnología), experta en limnología.

Esteban Abrigo (Biólogo), experto en ictiofauna.

Fernanda Díaz (Cartógrafa), experta en percepción remota.

D'angelo Duran (Biólogo), experto en humedales.

Tomás Rioseco (Biólogo), experto en ecosistemas terrestres

Folio017428

Cada uno de ellos participó en el desarrollo de los objetivos específicos del proyecto en cuestión, delimitaron dos área considerando los resultados presentados en el Informe de avance 2: Área humedal y Área de conservación, ambas bajo un criterio de delimitación preliminar.

Sobre una imagen satelital extraída de Google Earth cada uno de los 7 especialistas realizó las delimitaciones previamente descritas, luego de ello se sobrepusieron los polígonos y bajo la línea que delimitaba un área específica con 4 o más coincidencias se estableció el polígono presentado en este informe, es decir, el 57% de los participantes establece esta área como polígono preliminar.

Las consideraciones discutidas para la delimitación fueron:

- Cajón del río
- Área sin cultivo agrícola
- Área máxima del estuario
- Variación histórica de la barra
- Zona buffer del cauce del río
- Zona de mayor abundancia de especies con valor de conservación
- Presencia de vegetación
- Interacción con las dunas
- Área histórica del humedal



Figura 8-1 Imagen de reunión de especialistas para definir polígonos preliminares

Folio017429



Figura 8-2 Metodología empleada para delimitación de polígonos. Cada lámina representa lo que cada especialista consideró como delimitación

8.2.2 Área posible de proteger conforme al consentimiento formal de propietarios del humedal

A continuación se adjuntan las cartas de consentimiento formal de los propietarios del humedal.

CARTA DE CONFORMIDAD DE PROPIETARIO PARA QUE PREDIO SEA POSTULADO COMO PARTE DEL ÁREA DEL SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL RIO HUASCO

YO, **RODRIGO LOYOLA MORENILLA**, RUT **N° 10.256.445-6**, PROPIETARIO DEL PREDIO DE NOMBRE **LOTE 3 HDA. BELLAVISTA**, ROL PREDIAL **148-18** Y LA PROPIEDADES DE LA COMUNA DE HUASCO INSCRITAS A **FOJA 72 VTA N°65** DEL REGISTRO DE PROPIEDAD DEL CONSERVADOR DE BIENES RAÍCES DE FREIRINA AÑO 1978, MANIFIESTO MI PLENA CONFORMIDAD Y APOYO A LA INICIATIVA DE DECLARATORIA DE SANTUARIO DE LA NATURALEZA DEL HUMEDAL DE HUASCO, DEL CUAL ESTE PREDIO FORMA PARTE INTEGRANTE.

LO ANTERIOR, PARA SER UTILIZADO COMO PARTE DE LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA DECLARATORIA DEL ÁREA PROPUESTA.

RODRIGO LOYOLA MORENILLA
ALCALDE DE LA COMUNA DE HUASCO

CARTA DE COMPROMISO

YO Hernán P. Callejas Araya RUT: 6.123.156-6

EN MI CALIDAD DE PROPIETARIO DEL LOTE N°: 12/10 (subdivisión) UBICADO EN LA RIBERA DEL RÍO HUASCO; MANIFIESTO ESTAR INFORMADO Y DE ACUERDO SOBRE LA POSTULACIÓN DE DECLARAR SANTUARIO DE LA NATURALEZA AL ESTUARIO DEL RÍO HUASCO.



Folio017432

8.3 Resultados

A continuación se presenta el mapa (**Figura 8-3**) correspondiente a la **delimitación ecológica de conservación** del proyecto, el cual considera condición biológica, físico-química de calidad de agua y sedimentos además del comportamiento hidrológico histórico del humedal con énfasis en su zona estuarina (En la misma figura se observa el polígono de conservación posible de acuerdo a los 20 propietarios consultados de los cuales dos firmaron la carta de aprobación o consentimiento a la declaración de su propiedad como Santuario de la Naturaleza

Folio017433

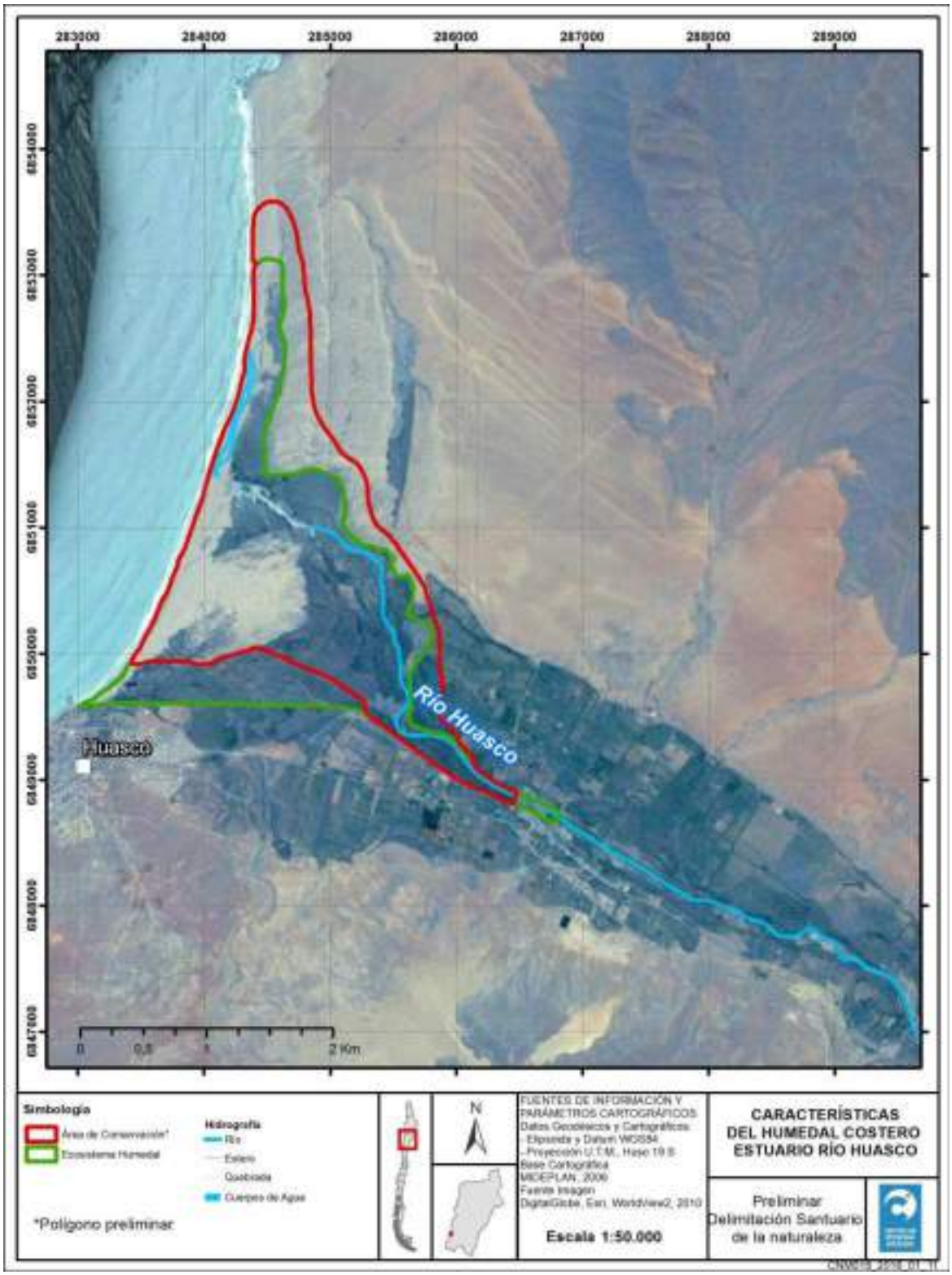


Figura 8-3 Delimitación preliminar del Humedal Costero y zona estimada de conservación.

Folio017434

9 OBJETIVO ESPECÍFICO 7: ELABORAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DEL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RIO HUASCO, SEGÚN ECOTIPO EN LOS LÍMITES QUE SE PROPONDRÁN COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA

9.1 Actividades

Para desarrollar este objetivo específico se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Identificación de registro en Sistemas de Información Geográfica de micro basurales al interior del área de estudio.

2. Realizar un diagnóstico de los actuales usos del humedal, sus probables usos a futuro, identificando la situación actual y proyectada de derechos de agua superficial y subterránea, en relación al abastecimiento hídrico del Humedal.

3. Identificar las presiones y amenazas directas e indirectas que se ejercen actualmente y en el futuro sobre el humedal costero y las estrategias para afrontarlas.

4. Establecer el monitoreo del humedal en función del ecotipo que mejor le representa, priorizando en orden jerárquico el resguardo de las variables físicas, químicas y biológicas.

5. Incluir propuesta de punto de monitoreo de caudal / flujo en aguas subterráneas y superficiales.

6. Realizar talleres y reuniones con servicios públicos competentes, municipio de Huasco, actores locales y propietarios ribereños para establecer el contenido consensuado de la propuesta de Plan de Manejo.

7. Incorporar la zonificación preliminar que establezca el uso a fin de cumplir los objetivos de conservación planteados para el área.

9.2 Metodologías

Para el desarrollo de este objetivo se realizaron una serie de metodologías, las cuales se explican a continuación.

9.2.1 Actividad 1 Identificación de registro en Sistemas de Información Geográfica de micro basurales al interior del área de estudio.

Para la identificación de los microbasurales existentes en el sector del humedal, durante la ejecución de campañas de terreno de fauna (invierno y primavera 2016) se realizó una actividad de recorrido libre del sector, en cada sitio recorrido se definieron puntos donde se registraron acopio de material de construcción, bolsas de basura y desechos domésticos y de construcción en general, de forma complementaria, se realizó una fotointerpretación de la imagen aérea obtenida mediante un dron en el área de estudio. Junto con ello se realizó una revisión específica en zonas indicadas por lugareños como

Folio017435

sitios donde normalmente la gente va a dejar sus desechos. Una vez recopilados los datos, se desarrolló un mapa cartográfico con los puntos de microbasurales (MB), información relevante para el desarrollo del plan de manejo.

9.2.2 Actividad 2 Realizar un diagnóstico de los actuales usos del humedal, sus probables usos a futuro, identificando la situación actual y proyectada de derechos de agua superficial y subterránea, en relación al abastecimiento hídrico del Humedal.

La información del uso actual estará definida principalmente por la Carta de Ocupación de tierras, la cual permitirá establecer aquellos polígonos donde existe vegetación nativa, cultivos agrícolas y otras actividades.

La identificación de derechos de agua actual y la proyectada se obtuvo mediante solicitud ley de transparencia a la Dirección General de Aguas, esto puede ser revisado en el **Capítulo 4 actividad 3**.

9.2.3 Actividad 3 Identificar las presiones y amenazas directas e indirectas que se ejercen actualmente y en el futuro sobre el humedal costero y las estrategias para afrontarlas.

Parte importante del plan de manejo a proponer se relaciona con la identificación de amenazas críticas y los mecanismos para enfrentarlas. En este proyecto, se abordó este tema mediante el enfoque de *Evaluación de Reducción de Amenazas* (ERA), el que se basa en la participación y el consenso entre actores relevantes del sitio en cuestión y es coherente con los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación. Bajo la perspectiva ERA, **el éxito de un proyecto de conservación se logrará en la medida que las presiones o amenazas a la biodiversidad sean reducidas** y funciona bajo tres supuestos (Margoluis y Salafsky 1998):

- Casi toda la destrucción de la biodiversidad es inducida por el ser humano.
- Todas las amenazas humanas contra la biodiversidad pueden ser identificadas a escala específica de sitio.
- La reducción actual de amenazas a la biodiversidad puede ser medida.

Por ello, en este proceso, se identifican tanto las **amenazas directas** (factores que afectan de manera inmediata la biodiversidad o causan su destrucción) como las **amenazas indirectas** (factores que influyen o causan las amenazas directas) que afectan la biodiversidad y su conservación en el área (Margoluis y Salafsky 1998).

Las amenazas identificadas y sus relaciones entre ellas y con los objetivos y metas del proyecto se sintetizan gráficamente a través de un modelo conceptual. Este esquema permite resumir los valores, impactos y acciones en torno al sitio de estudio, así como servir de guía para el posterior monitoreo del correspondiente plan de manejo.

Folio017436

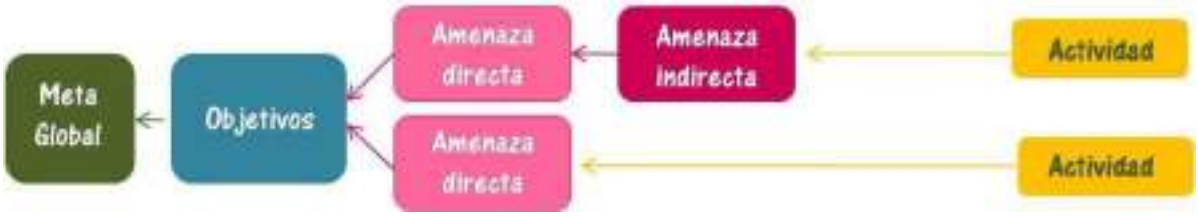


Figura 9-1. Modelo conceptual bajo la perspectiva de Evaluación de Reducción de Amenazas, simplificado de Margoluis & Salafsky (1998).

Cabe señalar que considerando que el objetivo principal de este proyecto es generar un diagnóstico sobre la biodiversidad de los sitios de estudio y, en función de ello, elaborar una propuesta de plan de manejo, **quienes implementen finalmente las medidas serán los propietarios de los predios o instituciones que queden a cargo de esta tarea**. En ese momento será necesario definir el equipo de trabajo, revisar y adaptar la propuesta de plan de manejo aquí presentada y desarrollar el **plan operativo** y las siguientes etapas de implementación, y análisis posterior en el tiempo.

En la elaboración de los planes de manejo en este proyecto, la identificación de los factores o amenazas que afectaban la biodiversidad en cada sitio se realizó mediante la observación en terreno, revisión de antecedentes bibliográficos, consulta a actores relevantes de la comunidad y expertos en talleres de participación, además de conversaciones con distintos actores a lo largo del desarrollo del proyecto.

Luego de identificar las amenazas que afectan la conservación de la biodiversidad en cada sitio, éstas son jerarquizadas, con el objetivo de identificar las amenazas críticas que serán abordadas de forma prioritaria. El proceso de jerarquización será participativo. En una primera instancia, las amenazas fueron jerarquizadas y comentadas por la comunidad. Se presentaron las amenazas previamente identificadas y se pidió que, según su criterio, se enumerarán del 1 al número máximo de factores identificados.

La jerarquización se basa en una caracterización cualitativa de cada amenaza, según los criterios de Área (superficie dentro del área de estudio en que se presenta la amenaza), Urgencia (inminencia de la amenaza), Intensidad (magnitud relativa de la amenaza) y Oportunidad (factibilidad de influir sobre la amenaza). Además, se incluye los resultados del ejercicio de jerarquización llevada a cabo por los miembros de la comunidad.

Luego de la jerarquización de las amenazas, se seleccionan aquellas amenazas con mayor puntuación para ser abordadas en una primera etapa de manejo de cada sitio. Se desarrollan objetivos específicos en relación a la reducción de cada amenaza y se diseñan actividades específicas para lograr dichos objetivos.

9.2.4 Actividad 4 Establecer el monitoreo del humedal en función del ecotipo que mejor le representa, priorizando en orden jerárquico el resguardo de las variables físicas, químicas y biológicas.

Diseñar un monitoreo ambiental tiene por objetivo la identificación de cambios en el medio ambiente y específicamente en los elementos de biodiversidad blanco de los planes de manejo (objetos de conservación). Este monitoreo ambiental es parte del plan de manejo y se debe implementar de manera complementaria y paralela a la realización

de actividades para reducir las amenazas. El desarrollo de un monitoreo y seguimiento ambiental permitirá "reconocer cambios en las condiciones ecológicas de un humedal durante un determinado período de tiempo, a través de un proceso de medición, predicción y evaluación" (Ahumada *et al*., 2011). Un programa de seguimiento ambiental es, por lo tanto, un componente integral de cualquier plan de manejo de humedales y debería permitir evaluar la amplitud y significancia de los cambios que sucedan en el ecosistema.

En base a experiencias de manejo existentes en distintas partes del mundo, se define que el plazo para la primera revisión de los planes de manejo propuestos será de no más de 5 años. Por ejemplo, en México, el reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas (LGEEPA) indica que el programa de manejo de un área protegida debe ser revisado cada cinco años. Por otro lado, el Proyecto "Conservación de la Biodiversidad en los Altos de Cantillana, Chile" también contemplaba una duración de cinco años entre el 2005 y el 2009 (Altos de Cantillana y CONAMA 2007). Los parámetros a monitorear dentro de un programa mínimo de seguimiento ambiental fueron seleccionados en base a los documentos *Conceptos y Criterios para la Evaluación Ambiental de Humedales*[7], y complementados para profundizar el monitoreo de los efectos de los cambios climáticos e hidrológicos a los que la Laguna está expuesta.

Adicionalmente, y bajo el enfoque del manejo adaptativo, se debe realizar un monitoreo para la evaluación del propio proyecto de Plan de Manejo implementado y sus actividades desarrolladas en el tiempo. Este monitoreo no es equivalente ni corresponde al monitoreo de variables ecológicas del sitio, sino que se basa en indicadores diseñados para identificar el avance y efectividad de las actividades propuestas en un plan de manejo. Los objetivos de este monitoreo son evaluar la efectividad del Plan, identificar componentes que contribuyen al éxito o fracaso, revisar los supuestos y aprender de las experiencias.

El plan de monitoreo ha sido organizada respondiendo a la jerarquización de los factores que modulan los sistemas de humedales: parámetros físicos, químicos y biológicos.

9.2.5 Actividad 5 Incluir propuesta de punto de monitoreo de caudal / flujo en aguas subterráneas y superficiales.

La revisión de antecedentes y procesamiento de datos generado en el Capítulo 3 del presente informe en relación a los Factores Forzantes del Humedal Costero Estuario del río Huasco (Actividad 1 inf. Obj. específico 3), permitió determinar la dinámica de caudal y flujos en el humedal con énfasis en el caudal superficial, ya que para determinar los flujos subterráneos en el área es necesario realizar un estudio complementario, con mayor alcance para su determinación. No obstante, el presente documento presenta dos puntos de importancia para el monitoreo de caudal superficial, estos son:

1: SAG-CEA. 2006. Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales. 81 pp.

Folio017438

1. Control_Caudal_1: Sección inicial del humedal (laguna), aguas abajo del lugar de convergencia del último canal de regadío. En este sitio se observa en los escenarios extremos una morfología de cauce relativamente estable.

   - Huso 19 J (Datum WGS84)
   - 285.252 m E
   - 6.850.838 m S
   - 9 m.s.n.m.

2. Control_Caudal_2: Punto aguas arriba del humedal, en la cercanía de Huasco Bajo (puente ruta C-470), la forma del cauce también se observa relativamente estable en ambos escenarios.

   - Huso 19 J (Datum WGS84)
   - 286.551 m E
   - 6.848.859 m S
   - 16 m.s.n.m.

9.2.6 Actividad 6 Realizar talleres y reuniones con servicios públicos competentes, municipio de Huasco, actores locales y propietarios ribereños para establecer el contenido consensuado de la propuesta de Plan de Manejo.

Se estableció talleres y reuniones con diferentes actores, estos son: Comunidad de Huasco, autoridades municipales, colegios, propietarios entre otros. Todo ello con el objeto de extraer información de aspectos relevantes para la comunidad y que deben ser incluidos como objetos de conservación. El detalle de estas actividades puede ser revisado en el Capítulo 5 (actividad 1- 4) del presente informe.

9.2.7 Actividad 7 Incorporar la zonificación preliminar que establezca el uso a fin de cumplir los objetivos de conservación planteados para el área.

La zonificación de un área protegida forma parte de su plan de manejo y ordena el territorio en función de objetivos de conservación (Massera, 2012). Implica la definición y delimitación territorial de sectores con distintos atributos y restricciones de uso, los que se diseñan con el objetivo de conservar los valores y objetos de conservación identificados. En este proyecto se adoptó el esquema de zonificación de las Reservas de la Biósfera de la UNESCO para la elaboración de los planes de manejo. Este enfoque considera tres unidades o zonas de manejo: la zona núcleo, la zona de amortiguación y la zona de transición (Meynard 2002; Schaaf 1999):

Zona núcleo: Esta zona debe estar bajo protección oficial y debe ser lo suficientemente grande para cumplir los objetivos de conservación. La influencia humana se restringe a actividades de investigación, monitoreo y recreación.

Zona de amortiguación: con sus límites bien definidos, ésta rodea la zona núcleo o se encuentra junto a ella. En esta zona sólo se pueden llevar a cabo actividades que sean

Folio017439

compatibles con los objetivos de conservación, como por ejemplo, manejo de la vegetación, reforestación, recuperación de suelos degradados, etc. También se permiten actividades de investigación y recreación.

Zona de transición: esta zona es menos estricta y rodea a las zonas núcleo y de amortiguación. En esta zona ocurre la cooperación y coordinación entre los administradores del área con la población local para desarrollar diversas actividades productivas gestionadas de manera sustentable. Se busca lograr sinergia entre actividades de conservación y las otras actividades tradicionalmente realizadas en la zona, potenciando el valor del lugar y el desarrollo regional. En esta zona también se potencian esfuerzos de difusión, concientización, educación y colaboración.

Definición de objetos de conservación

Los **objetos de conservación** consisten en sistemas ecológicos, comunidades naturales y especies focales representativas de la biodiversidad que queremos conservar en un área y que pueden ser monitoreadas. También pueden considerarse los bienes y servicios ambientales, o también llamados *servicios ecosistémicos*, que esta provee, tales como las producción forestal, la calidad de los suelos, las fuentes de agua o el valor escénico en el paisaje, además de valores culturales, afectivos o espirituales (objetos culturales), que también pueden tenerse en cuenta en la elaboración del plan de manejo (Granizo et al. 2006).

Dentro del proceso de elaboración de iniciativas de conservación, la selección y definición de **objetos de conservación** es uno de los aspectos más importantes, ya que debiesen **representar las entidades, valores y/o recursos biológicos que de cierta forma han justificado la creación de un modelo de protección para el sitio**. La finalidad es tener objetos de conservación adecuados sobre los cuales la sociedad pueda llevar a cabo acciones de conservación, razón por la cual el número de éstos debe ser, si bien representativo, limitado y reducido. Entre más detallada sea la selección de los objetos, permitirá un mejor desarrollo de la identificación de sus principales amenazas y los objetivos y actividades relacionadas con ellas.

En este proyecto, la **elección de los objetos de conservación** se basó en lo identificado en la información de **línea de base levantada y revisada en la literatura** y retroalimentada con lo señalado por actores relevantes de la comunidad u organismos asistentes a los **talleres de participación**. Se consideró una valoración de los aspectos identificados en base a los siguientes criterios:

- Especies clasificadas en categorías de conservación, consideradas de Amenaza.
- Especies legamente protegidas bajo otras normativas (monumentos naturales, ley de caza, ley de bosque nativo).
- Representatividad de las especies amenazadas en los sitios, respecto a su distribución total (límites de distribución, rangos de distribución restringidos, etc.).
- Elementos culturales o patrimoniales que destacan por su calidad en términos de ser representativos de los modos de vida pretéritos, su aptitud para la investigación científica, por su buen estado de conservación y su potencial turístico y didáctico actual.

Folio017440

9.3 Resultados

En función de lo recopilado con anterioridad y estableciendo los elementos que serán fundamentales para la conservación del humedal se estableció la meta global y específicas que deberían ser los pilares del desarrollo del plan de manejo actualmente definido.

La **meta global** del plan de manejo propuesto para el sector del Humedal Costero Estuarino del río Huasco, es:

"La mantención de las características ecológicas del humedal de Huasco, inspirando el desarrollo sustentable, la investigación y la educación ambiental“

Folio017441

Las **metas específicas** de este plan de manejo son:

- Establecer un ordenamiento territorial y la gobernanza del área. .
- Fomentar turismo y educación sustentable de la comuna de Huasco.
- Fomentar el conocimiento, la valorización y protección del área y su biodiversidad.

A continuación se detalla los puntos fundamentales para la elaboración del plan de manejo final.

9.3.1 Actividad 1 Identificación de registro en Sistemas de Información Geográfica de micro basurales al interior del área de estudio.

Durante las dos campañas de terreno realizada durante el 2016 se tomó información respecto a microbasurales existentes en el Humedal de Huasco. Mediante recorrido pedestre y antecedentes de los lugareños, quienes reconocen zonas donde continuamente son dejados desechos. De este modo, se registraron sectores con Microbasurales (MB), término que se utiliza en este documento para referirse a basura acumulada y basura dispersa (Figura 9-2)



Figura 9-2 Indica micro basurales (MB) registrados en los puntos MB1 (H3 limnológico) y MB6 (H5 limnológico).

Los resultados indican la existencia de varios puntos y/o lugares con presencia MB, las cuales tiene diversos orígenes, desde basura proveniente de visitantes, áreas donde son dejados desechos de construcción u otros como neumáticos y áreas de acopio de

Folio017442

diferentes desechos. En total se contabilizaron nueve sitios, los cuales difieren entre tamaño y tipo de basura (Figura 9-3).

La Figura 9-3 indica posición de MB, los cuales han sido corroborados mediante imágenes áreas tomadas mediante dron. Estos sitios fueron revisados durante la campaña de primavera y muchos de ellos se encontraban con menor cantidad de desechos, lo cual puede ser por dos motivos: i) a crecida del río arrastró parte de la basura hasta la desembocadura o ii) estas fueron extraídas en actividades de limpieza realizadas por algunos grupos ambientalistas de Huasco.

Folio017443



Figura 9-3. Posición de sitios donde fueron identificados microbasurales (MB) durante el 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.

Folio017444

Tabla 9-1. Descripción especifica de la ubicación de microbasurales

Punto	Observación	E	S
MB1	Micro Basural, borde de rio.	285021	6850774
MB2	Basura dispersa, camino interior.	284356	6849743
MB3	Basura dispersa	284224	6849793
MB4	Basura dispersa	285013	6851122
MB5	Basura dispersa	284831	6849657
MB6	Micro Basural, borde de rio.	285144	6850882
MB7	Presencia de basura en Matorral adyacente a la línea de costa. Posible arrastre por el viento. Presencia de guarenes	283531	6849830
MB8	Basura dispersa a lo largo de línea del tren, no en acopios.	285448	6849790
MB9	Basura a lo largo de matorral achaparrado. Presencia de ratón orejudo de Darwin	284974	6852048

Las coordenadas se encuentran disponibles en ANEXO digital de bases cartográficas.

9.3.2 Actividad 2 Realizar un diagnóstico de los actuales usos del humedal, sus probables usos a futuro, identificando la situación actual y proyectada de derechos de agua superficial y subterránea, en relación al abastecimiento hídrico del Humedal.

Según los levantamientos de información relevada en la Carta de Ocupación de Tierras, en el sector de la desembocadura del humedal de Huasco se definió un área de 752 ha (Figura 3.2-1), que es el área correspondiente al mapa de cobertura de la vegetación, en esta área de describieron sectores por criterio geomorfológico, tales como:

-Planicie ribereña, la cual está compuesta principalmente por plantas de especies macrófitas (acuáticas y palustres) vegetación típica de borde de río.

-Borde Costero, zona litoral con fuerte presencia de duna. Abunda vegetación hidrófita y algunas especies de ambientes salinos.

-Dunas intermedias, zona con presencia de dunas estabilizadas que se encentran contiguas al sector de borde costero. Estas dunas no tienen mayor influencia hídrica, por lo que la cobertura vegetacional en general es menor, y además la composición de especies varía respecto a los sectores de mayor humedad superficial.

Todas las áreas anteriormente descritas presentan coberturas principalmente determinadas por presencia de vegetación nativa y cuerpos de aguas. Solo en el sector

Folio017445

de planicie ribereña, es posible determinar presencia de usos de suelo relacionados con actividades antrópicas, tales como cultivos agrícolas, plantación forestal y caminos.

En total el área presenta 552,81 ha de vegetación nativa compuesta por herbazales, matorrales y bosques, además el sector de dunas intermedias tiene una cobertura de 75,03 ha, este sector se describe como una zona de vegetación escasa. Cabe señalar que en área de la planicie ribereña se identificaron presencia de zonas urbanas con 11, 73 ha y zonas agrícolas con79,3 ha. Además durante el periodo de trabajo el cuerpo de agua se constituyó con 34,12 ha. Todos estos usos actuales son los elementos que modelan el paisaje actual del humedal.

Folio017446

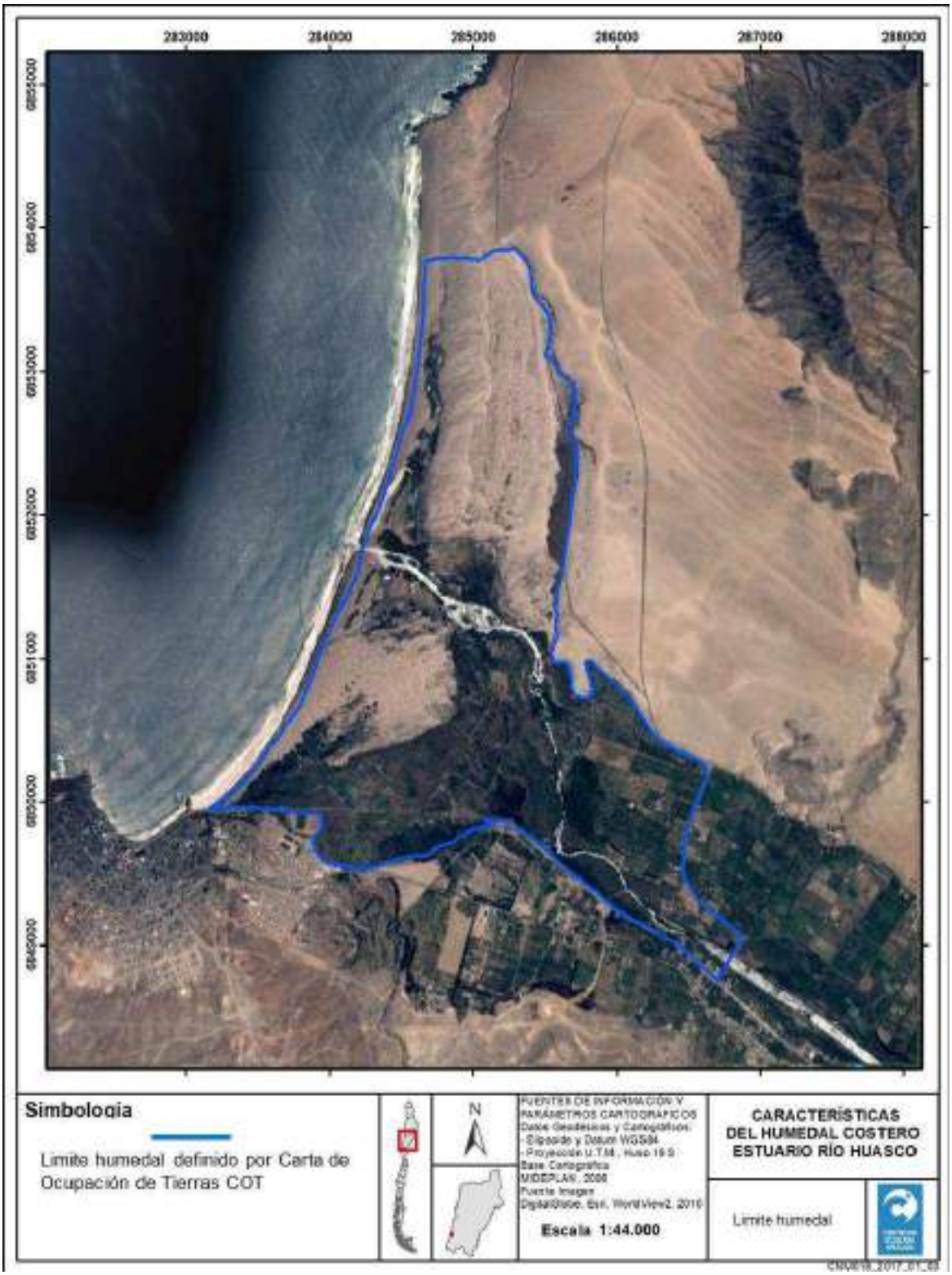


Figura 9-4 Límites del humedal definidos con criterios de formaciones vegetacionales.

Folio017447

Respecto a los usos hídricos, se identificaron derechos de agua superficial o subterráneos identificados en el área de estudio, se determinaron 28 derechos de agua en el río Huasco perteneciente a siete propietarios, de los cuales uno es derecho de agua subterránea y 27 superficiales, estos se utilizan para usos de riego y consumo humano. No existe evidencia actual de que las áreas de cultivo tiendan a aumentar, de hecho se pueden distinguir algunos sitios abandonados donde en el pasado se realizaron actividades agrícolas.

Fue posible identificar actividad ganadera, para lo cual se utilizaba modificación de cauce del rio para aumentar el área de pastoreo, esto fue relatado por personas de la comunidad en los procesos de talleres.

Además de manera esporádica se realizan actividades turísticas de canotaje dentro de la laguna y circuitos para la observación de aves.

A continuación se detalla el uso actual del humedal y se jerarquiza según su intensidad de uso actual y la proyección futura bajo la mantención de condiciones actuales, se indica + para aquellas actividades que deberían aumentar, 0 para aquellas que se mantienen y – para aquellas que disminuirán:

Ubicación	Usos territoriales / Actividades	Probable proyección futura
1	Agricultura (actividad productiva)	0
2	Urbano (actividad uso habitacional)	+
3	Cuerpo de agua (actividades recreacionales)	-
4	Microbasurales	+
5	Observación de aves	0
6	Senderismo	0
7	Pesca deportiva	-
8	Ganadería	+
9	Educación	+

Folio017448

A continuación se detalla cuadro explicativo de las proyecciones definidas cualitativamente bajo las condiciones actuales en el humedal.

Ubicación	Usos territoriales / Actividades	Probable proyección futura
1	Agricultura	Dado el uso territorial histórico, la disminución de recurso hídrico y los costos de la tecnificación, no se prevé aumento de la producción agrícola dentro del área establecida como humedal. Además existen evidencias de áreas agrícolas abandonadas.
2	Urbano	Según lo indicado en talleres, existirían proyectos inmobiliarios en áreas aledañas al humedal.
3	Cuerpo de agua	Bajo escenario de cambio climático y el aumento del uso del recurso hídrico se estima una disminución del cuerpo de agua.
4	Microbasurales	En el caso de no existir regulación de ingreso el humedal puede aumentar el área usada como microbasurales.
5 **6** **7**	Observación de aves Senderismo Pesca deportiva	De no existir un plan de manejo y protección del área no debiese existir de manera espontánea un aumento de las personas atraídas por actividades turísticas en el humedal.
8	Ganadería	Bajo la condición de desregulación del territorio podría aumentar las cabezas de ganado en el área.
9	Educación	Las áreas silvestres protegidas y no protegidas son un polo de desarrollo educacional, por lo tanto este humedal debería tener un aumento del uso para educación, tanto para reforzar aprendizaje positivo (ej. Conservación) como negativo (ej. Contaminación)

9.3.3 Actividad 3 Identificar las presiones y amenazas directas e indirectas que se ejercen actualmente y en el futuro sobre el humedal costero y las estrategias para afrontarlas.

.A continuación se detalla una jerarquización preliminar de las amenazas consideradas por el equipo de trabajo de CEA.

Las amenazas directas identificadas para las características ecológicas del humedal de Huasco y su jerarquización se muestran en la Tabla 9-2.

Folio017449

Tabla 9-2. Jerarquización de las amenazas directas identificadas para el Humedal de Huasco, Región de Atacama, Chile.

Amenaza	Jerarquía			
	Urgencia	**Intensidad**	**Oportunidad**	**Total**
Cambios en régimen hídrico	Alta	Alta	Media/ Alta	8.5
Presencia de perros	Media/Alta	Media	Media/ Alta	7
Contaminación	Media	Media	Baja	5
Microbasurales	Media	Media	Alta	7
Cambio del uso de la tierra	Media	Baja	Baja	4

Además, se identifican al menos dos amenazas indirectas, esto es, elementos de carácter más amplio que, dando pie a que surjan amenazas directas, afectarían el cumplimiento del Plan de Manejo. Estas amenazas indirectas están relacionadas con:

- La falta de valoración del humedal,
- Falta de un modelo de Gobernanza integrado para el sitio.
- Falta de enfoque de paisaje en el humedal, no existe ordenamiento del territorio.

Cabe señalar que las amenazas directas definidas como cambio del régimen hídrico, presencia de perros y microbasurales, son amenazas que tienen posibilidad de ser revertidas con oportunidad de mejoras.

La primera referida al cambio del régimen hídrico, si bien tiene implícito los efectos del cambio climático, también puede ser manejado en el ordenamiento de las actividades de extracción de agua, aguas arriba del humedal y aguas abajo del embalse existente en la zona.

Dada la importancia del régimen hidrológico sobre el humedal es pertinente indicar que se deben comprender las causas que están detrás de los cambios hidrológicos que ha experimentado el humedal, sus consecuencias en el mediano plazo, y las medidas que pueden tomarse para revertir esta situación es, por lo tanto, una prioridad para este Plan de Manejo. Es importante determinar las demandas futuras por agua potable y también para riego, lo cual podría tener efectos en el balance hídrico del humedal, esto sumado a los pronosticos de aumento de sequías podría generar cambios en el estado ecológico del sistema.

Tal comprensión debe tomar en cuenta al menos dos aspectos: por un lado las actividades antrópicas que se realizan en la cuenca del río Huasco, las cuales tienen potencial influencia sobre la calidad y cantidad del caudal de agua, así como la variabilidad climática, tanto aquella relacionada con fenómenos con gran influencia en la

Folio017450

zona (como es el caso de Niño), como con aquellos más recientes e inciertos, como es el caso del cambio climático global.

En cuanto a las actividades antrópicas en la cuenca Huasco, se deben tener claros antecedentes y cuantificados acerca de la diversidad y magnitud de actividades antrópicas que se desarrollan en la cuenca, aguas arriba del humedal, y como éstas podrían afectar tanto la magnitud del caudal superficial como su calidad. Se sabe que en esta cuenca se realizan actividades de agricultura, captación de agua potable y extracción de áridos.

Respecto a la presencia de perros vagos y microbasurales, la primera amenaza es fundamental para el desarrollo de las actividades reproductivas de las especies de fauna nativa, la ausencia de una regulación que permita el control de los perros en las áreas protegidas, y de una que apunte a la tenencia responsable de mascotas en las zonas pobladas, así como el desconocimiento sobre los efectos de los perros sobre el sistema y la fauna silvestre, son las amenazas directa. En tanto, la segunda amenaza (microbasurales) es un elemento que genera problemas en cuanto ser foco atracción de perros vagos y especies de roedores exóticos. Ambas amenazas fueron definidas con una oportunidad de reducción alta, ya que esto depende las medidas adoptadas en el plan de manejo referente al control de ingresos al área.

La contaminación y el cambio de uso de tierra, son actividades que tiene una baja probabilidad de ser reducidas, ya que las decisiones de modificar estas amenazas estarían relacionadas con procesos y decisiones en otro ámbito que no estarían relacionadas con la ejecución específica del plan de manejo.

Por último, la definición de amenazas indirectas detectadas, como la baja valoración del humedal y la falta de gobernanza, deben ser amenazas que deben ser abordadas de manera explícita en el plan de manejo, la primera con medidas orientadas a la educación ambiental y la segunda con un estatuto claro de la administración del área silvestre protegida.

9.3.4 Actividad 4 Establecer el monitoreo del humedal en función del ecotipo que mejor le representa, priorizando en orden jerárquico el resguardo de las variables físicas, químicas y biológicas.

Se indica a continuación, la propuesta de monitoreo mínimo que se deberá realizar para controlar los patrones y procesos ambientales que ocurren en humedal de Huasco. El presente plan de seguimiento permitirá conocer las dinámicas temporales y establecer criterios frente potenciales perturbaciones o cambios que ocurran en el ecosistema

El presente plan de seguimiento, permitirá la caracterización ecosistémica integrada y el diagnóstico del humedal, en el que se propone un programa de monitoreo, especificando los parámetros a monitorear, su frecuencia de muestreo, las metodologías y técnicas de medición. Estos parámetros a monitorear se explicitan en las Tabla 9-3,Tabla 9-4 y Tabla 9-7.

Folio017451

9.3.4.1 Parámetros ambientales físicos

La evaluación de los parámetros físicos dominantes es relevante para definir el origen de los posibles cambios de los parámetros biológicos y químicos, de esta manera se definen tres elementos para seguimiento: meteorología, hidrología y condición de borde de la Laguna. La integración de estos parámetros de manera temporal permitirá entender el funcionamiento de los elementos físicos que fuerzan el ecosistema.

Se establece la necesidad de contar con sistema de seguimiento continuo y en línea de condiciones meteorológicas, niveles freáticos y nivel del humedal. En tanto, los parámetros de estimación del espejo de agua y evolución de condiciones de borde ya se realizan en las estaciones de primavera y verano, con la lógica que al comienzo de primavera debería ser la expresión máxima del espejo de agua por las lluvias invernales, y finales del verano el área del espejo de agua se ve drásticamente reducida por disminución de aportes de agua por parte del rio Huasco.

Folio017452

Tabla 9-3 Propuesta de Parámetros Físicos del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo del Humedal costero estuario del río Huasco.

Tipo de monitoreo	Variable de seguimiento	Método de monitoreo/ seguimiento	Frecuencias del monitoreo/ Registro	Disponibilidad de la Información/ Método adquisición
Meteorología	Precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación solar, magnitud y dirección del viento.	Estación meteorológica de registro continuo y transmisión de datos	Registro continuo	Transmitida/Autónomo
Hidrología	Medición de nivel freático	Estación autónoma con sensor de nivel de registro continuo (al menos 4 estaciones que logren dar cuenta del gradiente de carga en la napa freática)	Registro continuo	Transmitida/Autónomo o Recuperación mensual de datos/Autónomo
	Medición de nivel de laguna	Estación autónoma con sensor de nivel de registro continuo	Registro continuo	Transmitida/Autónomo o Recuperación mensual de datos/Autónomo
	Batimetría/ Topografía	Escandallo, ecosonda o Estación Total, según definición de criterios técnicos	Primavera- Verano, cada dos años	Terreno
	Estimación del espejo de agua	Imágenes multi o hiperespectrales	Primavera - Verano	Inmediata/Terreno
Evolución de condiciones de borde	Determinación de la dinámica temporal de dunas y barra como condición de borde	Imágenes multi o hiperespectrales	Primavera - Verano	Inmediata/Terreno

Folio017453

9.3.4.2 Parámetros ambientales químicos

De acuerdo a los parámetros considerados basalmente en las cuencas hidrográficas en Chile, y en relación a los anteproyectos de normas secundarias de calidad de agua en cuencas asociadas a estuarios, se ha definido una tabla de parámetros que se ajustan a los requerimientos de monitoreo de un sistema altamente variable como un Humedal Costero.

Si bien en esta propuesta determinamos que los valores In situ (ver Tabla 9-4) son la primera medida a considerar (temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, entre otros), estas deben ir acompañadas de la medición de componentes que comúnmente se arrastran y acumulan en la zona terminal de los ríos. Si bien, el embalse Santa Juana, puede retener, en alguna medida, algunos de estos componentes en el fondo del embalse en periodos de menor caudal, los sólidos suspendidos que retienen metales y nutrientes finalmente llegan al estuario cuando el caudal sube y el embalse libera mayor cantidad de agua, por lo que es necesario establecer la condición en que los metales, materia orgánica, macro elementos entre otros, llegan al estuario y si estos pueden causar algún tipo de efecto negativo en la biota presente en el ecosistema.

Por otro lado, muchos componentes como metales pesados tienen efectos a largo plazo en los organismos, por efecto de bioacumulación, por lo que deben ser constantemente monitoreados, en la columna de agua y sedimentos. Junto con ello, y conforme a los resultados obtenidos en este estudio existe un grupo de parámetros que no cumplen con las Normas comparadas, ya sean nacionales o internacionales. Por ello también fueron incluidas en el grupo de parámetros a monitorear (ver Tabla 9-5)

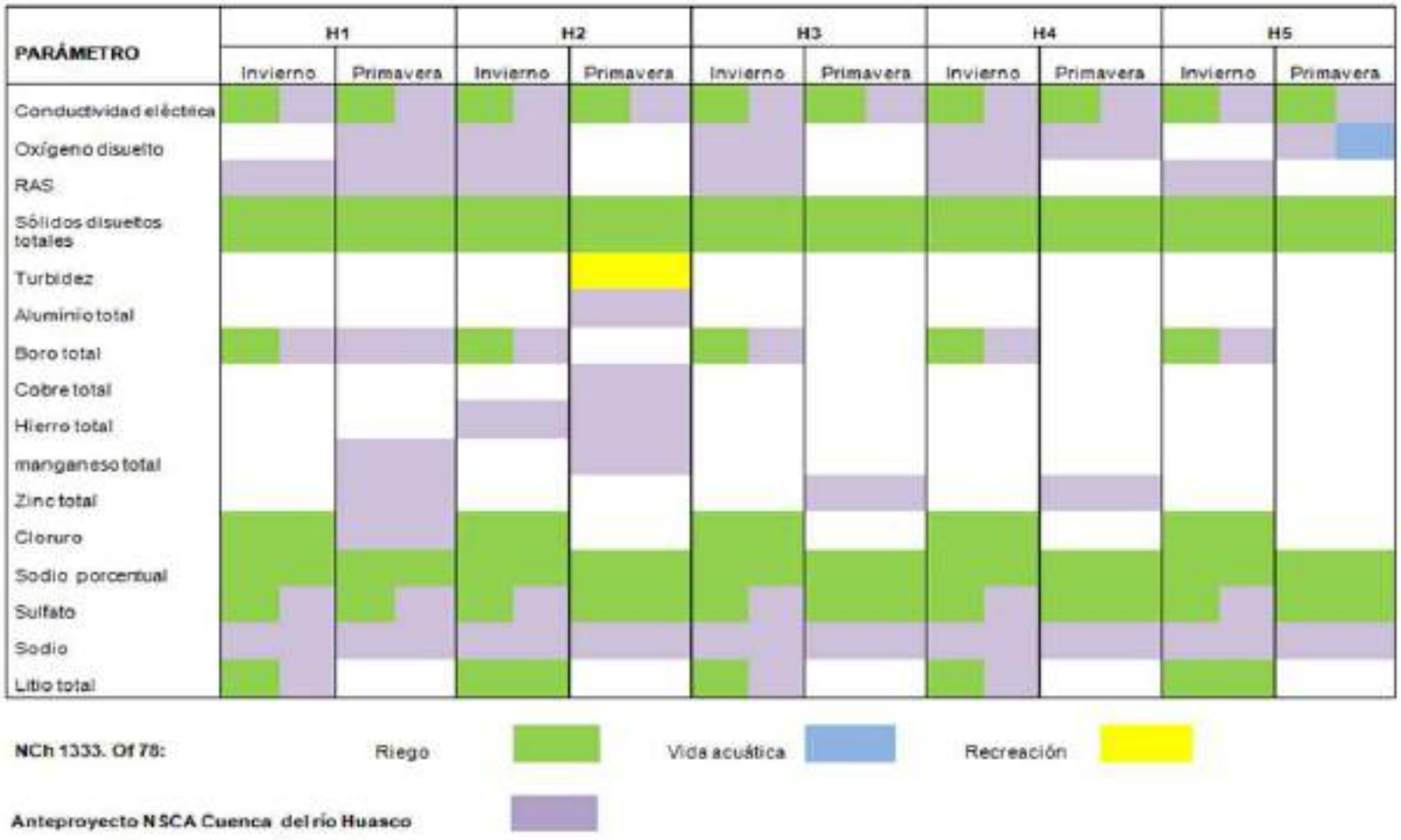
La medición de los parámetros aquí sugeridos (Tabla 9-6) permiten dar cuenta del estado trófico del humedal y la calidad de agua de la misma. Sin embargo, se estima necesario generar un sistema continuo de medición de variables idealmente en las cuatro estaciones del año, para establecer la relación entre el ingreso de componentes al sistema acuático y el efecto de la disminución de caudal en periodos de verano y lo contrario en épocas de deshielo y lluvia. De esta manera, se obtendrán valores que permitan generar datos históricos y establecer patrones de comportamiento del agua en este sistema altamente dinámico.

Folio017454

Tabla 9-4. Método de monitoreo para el seguimiento de parámetros In Situ Y Clorofila "a" del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo de Humedal de Huasco.

Componente	Tipo de monitoreo	Variable de seguimiento	Método de monitoreo/seguimiento	Frecuencias del monitoreo/ Registro	Disponibilidad de la Información/Método adquisición
Calidad del medio acuático	Calidad de Agua	Medición de variables generales: Temperatura y Conductividad	Estación autónoma con sensor de nivel de registro continuo (al menos 3 estaciones – 1 incluida en medición de nivel)	Registro continuo	Transmitida/ Autónomo o Recuperación mensual de datos/ Autónomo
		Medición puntual de indicadores de la calidad de agua en estaciones definidas al interior de la laguna (Temp., pH, O.D. y C.E. in-situ)	Medición puntual con maleta multiparamétrica en al menos 5 puntos al interior de la laguna (caracterización de diferentes zonas / dulce-salina)	Semestral	Inmediata/Terreno
		Medición puntual de clorofila A en estaciones definidas al interior de la laguna (*estado trófico y nivel de producción)*	Muestreo puntual con posterior análisis de laboratorio en al menos 5 puntos al interior de la laguna (muestreo en entorno de puntos definidos para calidad de agua)	Semestral	Análisis de laboratorio/Terreno o Inmediata/Terreno
	Calidad de Sedimentos	Medición de Potencial Redox, pH, C.E. en muestras de sedimentos	Muestreo puntual con posterior análisis de laboratorio en al menos 5 puntos al interior de la laguna (muestreo en entorno de puntos definidos para calidad de agua)	Semestral	Análisis de laboratorio/Terreno

Tabla 9-5 Lista de parámetros de Calidad de Agua que en algún momento del monitoreo de 2016 (invierno y/o primavera) sobrepasaron los límites sugeridos por las normas de referencias consideradas en este estudio (NCh1333. Of78: Norma chilena de Calidad de agua para diferentes usos y Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua para la Cuenca



Folio017456

Tabla 9-6 Parámetros físico químicos sugeridos para el monitoreo del Humedal Estuario del río Huasco.

In situ
- Conductividad eléctrica
- Salinidad
- pH
- Temperatura
- Oxígeno disuelto
- Turbidez
Físicos y Químicos
- Potencial redox
- Sólidos suspendidos totales
- Sólidos disueltos
- Sólidos flotantes
- DQO
Macroelemento
- Carbonatos*
- Sulfato
- Sodio y Sodio porcentual
- Calcio
- Cloruro
- Potasio
Orgánicos
- Aceites y grasas
Metales
- Aluminio total y disuelto
- Arsénico

Folio017457

- Cobre total y disuelto
- Cadmio disuelto
- Cromo
- Hierro total y disuelto
- Manganeso total y disuelto
- Molibdeno
- Zinc total y disuelto
- Boro total y disuelto
- Plomo disuelto

Nutrientes y Clorofila "a"

- Fósforo Total
- Ortofosfatos
- N-Amonio
- N-Nitrito
- N-Nitrato
- Nitrógeno Total
- Clorofila "a"

Microbiológicos

- Coliformes fecales
- DBO5

9.3.4.3 Parámetros ambientales biológicos

En el Humedal se definen cuatro elementos de mayor sensibilidad a los cambios ambientales por lo que es de interés considerar su seguimiento para detectar cambios en el ecosistema, estos son: la ictiofauna, avifauna, vegetación y macroinfauna o macroinvertebrados bentónicos. Los dos primeros se definen principalmente por su abundancia y riqueza, donde cualquier cambio sostenido en el tiempo estaría indicando posibles modificaciones en el medio físico y químico. Se sugiere mantener el actual monitoreo, el que está basado en un método observacional cuantitativo, donde la frecuencia de monitoreo para ictiofauna está definida por estacionalidad contrastante (invierno y verano) y la frecuencia de monitoreo para avifauna está definida de manera trimestral, ya que la llegada o salida de grupos migratorios es diferencial.

Folio017458

Dado que en el ecosistema del humedal uno de los elementos de mayor relevancia es la vegetación, en la actualidad, se realiza un plan de seguimiento definido por monitoreo de abundancia (porcentaje de cobertura) y riquezas de especies, conducido con frecuencia semestral. Adicionalmente, se desarrolla una evaluación con herramientas de percepción remota de la condición de la vegetación y su cobertura, dando énfasis en la presencia de unidades descritas por vegetación hidrófila.

Junto con lo anterior es necesario saber cómo se comportan aquellos organismos presentes en el medio acuático y que son alimento basal para especies de peces y aves. Cuando hablamos de especies bioindicadoras nos referimos precisamente a estos grupos de menor tamaño, macroinvertebrados, que permanecen por largos periodos en un área delimitada en el humedal, específicamente en los sedimentos. Esto permite que a través de su riqueza y abundancia podamos definir el estado de la columna de agua y establecer relaciones tróficas con los principales consumidores.

El monitoreo de estas variables nos permite tener una visión global del estado ambiental del ecosistema, ya que tendremos datos de especies en diferentes niveles tróficos y con preferencias de hábitat diferenciados: terrestres y semi-acuático (aves), acuático presentes en la columna de agua (peces) y en sedimentos (macroinvertebrados) (ver Tabla 9-7).

Folio017459

Tabla 9-7 Propuesta de Parámetros Biológicos del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo del Humedal de Huasco.

Componente	Tipo de monitoreo	Variable de seguimiento	Método de monitoreo/seguimiento	Frecuencias del monitoreo/Registro	Disponibilidad de la Información/Método adquisición
Biológico	Biota Acuática	Caracterización de ictiofauna	Estudio de terreno	Semestral	Inmediata/Terreno
		Macroinvertebrados	Estudio de terreno	Semestral	Laboratorio
	Fauna	Catastro de aves y análisis de cambio en riqueza y abundancia	Estudio de terreno y/o campañas de registro fotográfico autónomo diurno (análisis de *time- lapse* intensivo en sectores de alimentación y nidificación principales)	Trimestral	Inmediata/Terreno
	Vegetación	Identificación y segmentación de agrupaciones vegetacionales	Utilización de imágenes multi e hiperespectral	Primavera - Verano	Inmediata/Terreno
		Estimación y análisis del cambio de áreas vegetacionales hidrófilas	Utilización de imágenes multiespectral	Primavera - Verano	Inmediata/Terreno
		Determinación de zonas hábitat faunístico	Reconocimiento en terreno de agrupaciones vegetacionales o hábitat para fauna	Trimestral	Inmediata/Terreno

Folio017460

9.3.4.4 Actividad 5: Incluir propuesta de punto de monitoreo de caudal / flujo en aguas subterráneas y superficiales.

Según la información recopilada en el **Capítulo 3** del presente informe, se puede observar que existen datos históricos disponibles respecto al comportamiento de las aguas superficiales de la cuenca del río Huasco. No obstante, la zona con características estuarinas no ha sido considerada en los monitoreos de la cuenca, posiblemente porque el uso hasta hoy en día es mayoritariamente natural. En este sentido, y persiguiendo los objetivos del presente estudio, de caracterizar para proteger y conservar una zona de alta biodiversidad, es que se propone aumentar en dos puntos el monitoreo de caudal en áreas cercanas a la boca del estuario. Debido a la superficie del humedal, no es necesario un tercer punto de monitoreo de caudal. Es importante recalcar la necesidad de mantener la continuidad operacional de la estación de medición de caudal de la Dirección General de Aguas, la cual actualmente no se encuentra operativa.

La ubicación se propone en relación a la alta variabilidad física de la zona costera, la cual, en periodos puede comportarse como un sistema lagunar de agua dulce y en otros periodos como un río caudaloso que forma un estuario al desembocar en el mar (ver Figura 3-1 del Capítulo 2). Por ello, los puntos se sitúan en una zona intermedia en el humedal y una zona alta o aguas arriba respecto al área considerada estuario en este estudio. El primer sitio de monitoreo de caudal corresponde a un área cercana al punto limnológico H-3 y el un segundo sitio de monitoreo de caudal superficial se acerca al sitio de limnológico H-5 (ver Figura 9-5).

Folio017461



Figura 9-5 Puntos sugeridos para el establecimiento de equipamiento para el monitoreo de caudal superficial

Folio017462

9.3.5 Actividad 7 Incorporar la zonificación preliminar que establezca el uso a fin de cumplir los objetivos de conservación planteados para el área.

En el sector se definieron tres tipos de zonas basadas en los lineamientos de la zonificación del programa El Hombre y la Biósfera de la Unesco (Meynard 2002; Schaaf 1999). La distribución espacial de las zonas definidas se presenta en la Figura 9.3-9-6, a continuación se describen cada una de ellas:

Zona núcleo: La elección de esta zona se basó en la elección de lugares que concentran elementos de interés de acuerdo a los objetos de conservación definidos. Esto representa un total de 461,917 ha, las cuales contienen principalmente:

- Cuerpo de agua desde aguas debajo del puente hasta el área de rompimiento de la barra de arena, donde el rio evacua hacia el mar. Hábitat de especies de aves acuáticas y presencia de peces como lisa.
- Planicie ribereña con presencia de especies nativas, hábitat para aves y fauna, principalmente
- Campos dunares consolidados, condicione geomorfológica fundamental para el desarrollo del humedal y su dinámica hidrológica.

Zona de amortiguación: Esa relacionada con todos el territorio contigua al área de Zona Núcleo, en esta área de un total de 394,38 ha se encuentran campos dunares, predios agrícolas, áreas urbanas y sitios con vegetación escasa.

Zona de transición: Definida como un área de uso múltiple relacionada principalmente al desarrollo económico y humano de la zona, en la que se buscará promover el uso sostenible del área vinculándose con los objetivos de conservación del humedal. Corresponde a la zona con menos restricciones, se ubica rodeando a las zonas de núcleo y amortiguación. Para el sitio las zonas de transición están dadas por las áreas industriales y la cuenca terminal del río Huasco. Su condición es comunal por lo tanto no se definen específicamente los limites.

La figura 3.6-1 indica la zonificación propuesta, cabe mencionar que el área núcleo contiene todos los elementos constituyentes del ecosistema de humedal. El área núcleo según los registros presenta 20 propietarios los cuales tienen predios que participan en el área definida como óptima para su conservación y protección (Tabla 3-9).

Folio017463

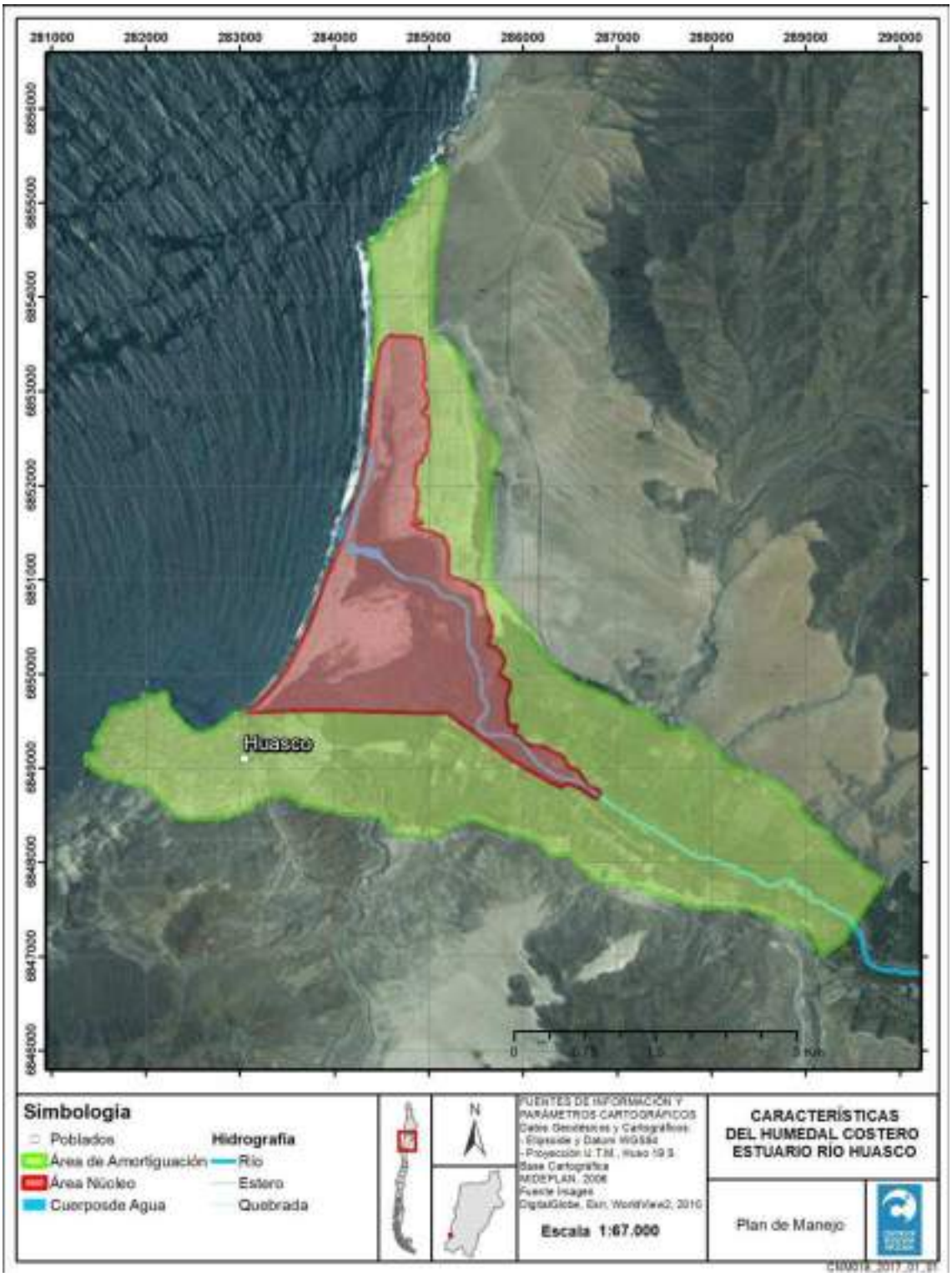


Figura 9.3-9-6 Definición de zonación preliminar.

Folio017464

Tabla 9-9 Propuesta de Parámetros Biológicos del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo del Humedal de Huasco.

PROPIETARIO	Hectáreas
AURORA BERTA VON MAYEMBERG	1,17
BIEN NACIONAL DE USO P BLICO	22,05
ELBA CALLEJAS MOLINA	9,91
ELBA CALLEJAS MOLINA	113,80
ELBA CALLEJAS MOLINA	30,17
ELIZABETH ROJAS GONZALEZ	0,72
FISCO DE CHILE	1,08
GERMAN VON MAYEMBERG	0,02
GLADIS BARRAZA	1,09
GLADYS BARRAZA GALLEGUILLOS	0,36
GONZALO PEREZ	2,39
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE FREIRINA	20,99
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE FREIRINA	32,60
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	9,85
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	7,06
JEANICE GILBERT CONCHA Y MAR6A CAROLINA YANQUEZ MERY	29,42
JULIO TAMBLAY ALVAREZ	0,43
JULIO TAMBLAY ALVAREZ	0,09
JULIO TAMBLAY ALVAREZ	1,33
JULIO TAMBLAY ALVAREZ	0,00
JULIO TAMBLAY ALVAREZ	0,59
JULIO TAMBLAY ALVAREZ	0,59

PROPIETARIO	Hectáreas
JULIO TAMBLAY ALVAREZ	0,62
JUSTO PASTOR LOPEZ PONCE	0,78
CATHERINNE SCHASUSS STONE. LUIS LEONEL HERACLIO POBLETE (FALLECIDO), LO SUCEDEN UBE LAURA ROSAS ENRIQUE Y LEONEL ARTURO POBLETE CODUTTI	54,91
LUIS HERNPN CALLEJAS	0,66
LUIS HERNPN CALLEJAS	0,45
MANUEL PORTILLA MENA Y OTROS	0,37
NELSON ZAMORANO GONZALEZ	0,02
RENE DEL CARMEN ROJO ROJO	3,48
SANTIAGO ISRAEL ROJAS GONZALEZ	0,05
VIRGINIA OTTO DE VICH V	114,87
TOTAL	**461,92**

Folio017466

10 OBJETIVO ESPECÍFICO 8: PREPARAR UN COMPLETO EXPEDIENTE CON INFORMACIÓN ESENCIAL PARA LA CREACIÓN DE UN SANTUARIO DE LA NATURALEZA DE ACUERDO A LOS REQUISITOS DE LA GUÍA DEFINIDO POR EL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, DOCUMENTO FINAL QUE ESTARÁ A DISPOSICIÓN DEL CONSEJO DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DE LA COMUNA DE HUASCO.

Este objetivo se desarrolló como un documento independiente:

Anexo: **Expediente_Humedal Huasco_v1**

Folio017467

11 DISCUSIÓN

11.1 Estado del arte del humedal

Los humedales corresponden a uno de los ecosistemas más productivos y cumplen además funciones ecológicas fundamentales para el hombre como la regulación hidrológica y provisiones o beneficios de los cuales dependen las comunidades locales vecinas a estos ambientes (Canevari *et al*. 1999, Landgrave & Moreno-Casasola, 2012).

En este contexto, el humedal costero del río Huasco se constituye como un sitio de gran importancia ecológica y el conocimiento de las dinámicas locales que ocurren en los diferentes aspectos que lo componen, se vuelve esencial a la hora de avanzar en la gestión y proceso de creación del Santuario de la Naturaleza.

La calidad del agua del humedal Huasco ha sido definida por diversos autores como de clase “De Excepción” según los valores de oxígeno disuelto, pH, zinc, níquel, selenio, arsénico, DBO_5, color, sólidos suspendidos, amonio, cianuro, fluoruro, nitrato y sulfato, como muy buena calidad (Clase 1) respecto a coliformes fecales y totales, aguas de buena calidad (Clase 2) según los valores de RAS, cobre, cromo, hierro, manganeso y molibdeno. La Clase 3 (aguas de calidad regular) se asignó según sulfato, aluminio y sólidos disueltos, las mayores concentraciones de sulfato que se encuentran en estas aguas pueden ser efecto de los depósitos de estériles en el río provenientes de la minería; el aluminio a su vez, se produce generalmente por el derretimiento de nieve ácida y los sólidos disueltos están asociados a la litología de la cuenca, la cual presenta naturalmente compuestos que fácilmente se disocian en iones con el agua. La Clase 4, corresponde al tipo de agua más preocupante ya que corresponden a aguas de mala calidad, los parámetros que la clasifican en este grupo son los valores registrados de conductividad eléctrica, concentraciones de cloruro y boro, las altas concentraciones y cloruro son consecuencia, al igual que los sólidos disueltos por la litología de la cuenca, la cual presenta naturalmente compuestos que fácilmente se disocian en iones con el agua, las concentraciones de boro se asocian a las co-precipitaciones de boratos que ocurren entre los estratos sedimentarios de la cuenca y a evaporizas o pequeños salares que concentran boro, permitiendo que este escurra especialmente durante el período estival en que ocurren los derretimientos nivales. (DGA, 2004). Las altas concentraciones de sulfatos presentes en el agua del estuario son corroboradas Ávalos *et al.,* (2009), quien menciona que existe un condicionamiento asociado a la influencia geográfica y a recargas cercanas a la costa.

Referente a los sedimentos del estuario del río Huasco, la CONAMA (2008) presentó un estudio sobre esta matriz donde se infirió una disminución del tamaño de las partículas sedimentarias, desde desembocadura hacia zonas más alejadas de ella, y mayor proporción de materia orgánica al acercarse a la desembocadura, proveniente de la descomposición de la abundante vegetación presente en el estuario. Es de suma importancia un estudio de los sedimentos de un ecosistema acuático, ya que estos reflejan la calidad de sus aguas (Azevedo *et al.,* 1988).

De acuerdo a la descripción bioclimática de Luebert y Pliscoff (2006) el área de estudio coincide parcialmente con tres pisos vegetacionales, ya que los límites no son absolutos: Matorral Desértico Mediterráneo Costero de *Oxalis gigantea* y *Eulychnia breviflora*,

Folio017468

Matorral Desértico Mediterráneo Costero de *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum* y Matorral Desértico Mediterráneo Interior de *Adesmia argentea* y *Bulnesia chilensis*

La vegetación presente en el norte de Perú y la IV Región de Chile presenta una anormal floración masiva producto del aumento inusual de las lluvias (Manrique *et al*., 2010), esto a causa del fenómeno denominado El Niño Oscilación Sur (ENOS) producto del debilitamiento de los vientos alisios del Ecuador y el aumento de las temperaturas superficiales de las aguas oceánicas, ocurrente entre cada 3 a 6 años (Juliá *et al*., 2008). En el caso específico de la Región de Atacama, debido a la aridez comentada previamente, el cambio entre un año normal y un año con ENOS, causa el fenómeno denominado “desierto florido” (Gutiérrez, 2008).

A pesar de que hay pocos estudios sobre el desierto florido en la Región de Atacama (Gutiérrez *et al*., 2000; Vidiella, 1999; Armesto y Vidiella, 1993; Armesto *et al*., 1993), se ha demostrado que se necesita sólo una lluvia de 15 mm para gatillar la floración del desierto florido, umbral que podría ser aún menor en los sectores costeros, donde la humedad relativa es mayor (Gutiérrez, 2008). Armesto y Vidiella (1993) señalan un aumento en un 90% de cobertura en especies anuales y geófitas en el desierto costero, lo cual en otros años viene a ser un porcentaje irrelevante.

Cabe destacar los datos obtenidos por Armesto *et al.* (1993), la cantidad de lluvia requerida para activar el desierto florido es mayor al necesitado por algunas especies introducidas (5 mm), las que sin embargo, no son capaces de colonizar este ecosistema debido a que cuando caen lluvias de un rango entre 5 y 15 mm, pueden germinar, pero no sobrevivir debido a la posterior sequía. En cambio, las especies nativas que presentan un umbral relativamente alto de germinación, aseguran que su emergencia sea en años ENOS, por lo que la disponibilidad de agua está asegurada.

Vidiella *et al.* (1999) determinaron que en Carrizal Bajo (costa de la Región de Atacama), a partir de una lluvia de 20 mm a inicios de Agosto de 1989, la estación de crecimiento se activó inmediatamente después de la lluvia, durando hasta 19 semanas. El máximo de floración se produjo a los dos meses (fines de Octubre), y luego de ésta, la cobertura vegetal fue disminuyendo.

En cuanto a la fauna, los estudios consultados señalan que el humedal destaca por la presencia de especies nativas de gran valor para la conservación. Los anfibios son escasos en la costa de la zona norte, concentrándose principalmente en vertientes, quebradas y ríos. Según Veloso (2006), en el área de estudio es probable encontrar dos especies, siendo el Sapo de Atacama (*Rhinella atacamensis*, antes conocida como *Bufo atacamensis)* el más frecuente. Esta especie puede soportar amplios períodos de sequía, por su condición de sapo de rulo (Cei, 1962). Ha sido registrada en sectores relativamente cercanos al área de estudio (Jorge Mella, com. pers). La otra especie potencial es el Sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), asociada a cuerpos de agua como pozos y esteros (Veloso, 2006).

Dentro del Humedal del Río Huasco la fauna de vertebrados está dominada por las aves, las cuales poseen una mayor riqueza y abundancia. Principalmente debido a la disponibilidad del recurso hídrico y de condiciones de hábitat adecuadas para el refugio y la nidificación de aves migratorias. Gran parte de la fauna identificada dentro del Humedal concuerda con la literatura de este grupo respecto a su distribución geográfica y los

Folio017469

hábitats que ocupan. La avifauna descrita para esta región corresponde a especies costeras más especialistas de hábitats concentradas en las playas y roqueríos costeros, tales como gaviotas, gaviotines, playeros, chorlos, cormoranes, pelícanos, pilpilenes, rayadores, zarapitos y piqueros, además de aves acuáticas como las garzas (Martínez y González, 2005; Jaramillo, 2005). Por otra parte, más al interior en las zonas de quebradas y matorrales se pueden encontrar rapaces diurnas como Aguilucho, Águila, Cernícalo y halcones (Muñoz-Pedreros et al., 2004; Martínez y González, 2005; Jaramillo, 2005), y rapaces nocturnas como Lechuza, Tucúquere, Pequén y Chuncho (Muñoz-Pedreros et al., 2004), además de otras especies, como Perdiz, Vari, Bailarín, Perdicita cojón, Perdicita, Tórtola, Picaflor gigante y Picaflor chico (Jaramillo, 2005). En zonas más bajas del valle, se pueden encontrar varias especies relativamente comunes y frecuentes de la zona central, como los paseriformes Diuca, Chercán, Diucón, Chincol, Cachudito, Rara, Zorzal, Tenca, Tordo, Trile, Mirlo, Loica, Gorrión, entre otros. Además de algunos no paseriformes, como Peuco, Queltehue, Bandurrias, Huairavo, Tortolita cuyana, Paloma de alas blancas, Gallina Ciega, Becacina, Tiuque, Codorniz, jotes y caranchos (Torres-Mura et al., 2011).

Los mamíferos de la zona norte son un grupo de baja riqueza. Los mamíferos de gran tamaño, como el Guanaco (*Lama guanicoe*), Zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), y Zorro chilla (*Pseudalopex griseus* son escasos y/o esporádicos en el sector, y utilizan grandes áreas abarcando todos los ambientes (Campos, 1996; Contreras, 2000). Por lo que es común encontrar dentro de los registros de la caracterización de este grupo escasos individuos o solo evidencia indirecta de su presencia (fecas, huellas).

Por otra parte, los micromamíferos corresponden en su gran mayoría a roedores, como el Lauchón orejudo (*Phyllotis darwini*), Ratoncito oliváceo (*Abrothrix olivaceus*), Ratón colilargo (*Oligoryzomys longicaudatus*), Degú (*Octodon degus*), Ratón chinchilla (*Abrocoma bennetti*) y el único marsupial presente en la zona, la Yaca (*Thylamys elegans*). Estos micromamíferos se concentran en sectores de quebradas, con matorrales y roqueríos (Iriarte, 2008; Muñoz-Pedreros y Yánez, 2009). Dentro de las especies que utilizan hábitats más específicos, el Cururo (*Spalacopus cyanus*), roedor fosorial endémico de Chile, muestra preferencia por ambientes arenosos (Iriarte, 2008, Torres-Mura *et al*., 2011) y posee una baja movilidad, además de ser una especie territorial. Este micromamífero es capaz de conectar vastas extensiones de terreno debido a su capacidad de construir galerías subterráneas. Los murciélagos son frecuentes en la zona, registrarse 8 de las 11 especies presentes en Chile de acuerdo a la literatura, estando representada tres de las cuatro familias a nivel mundial. Estas especies son *Desmodus rotundus, Myotis chiloensis, M. atacamensis, Histiotus macrotus, H. montanus, Lasiurus borealis, L. cinereus y Tadarida brasiliensis* (Galaz y Yánez, 2006). De estas, siete son consumidoras de insectos voladores y una se alimenta de sangre de animales silvestres y domésticos (Iriarte, 2008), por su preferencia insectívora estos estos integrantes son de gran importancia en el control de plagas. Estas especies son de hábitos nocturnos, teniendo bien determinados lugares y horarios de caza. La mayoría de las especies solo están activas unas pocas horas al día, ya sea en el atardecer, durante la noche o en el amanecer, pudiendo estar un 80% de su vida en reposo (Galaz y Yánez, 2006).

Los reptiles de áreas costeras de la zona norte son un grupo muy diversificado, encontrándose varias especies (15 en total), la mayoría de ellas lagartijas y lagartos del género *Liolaemus*, en sectores asociados a matorrales y roqueríos (Vidal y Labra, 2008).

Las especies de *Liolaemus* potencialmente presentes en el sector de estudio son: *L. atacamensis, L. platei, L. silvai, L. nitidus, L. lemniscatus. L. fuscus, L. tenuis, L. nigromaculatus, L. josephorum y L. chiliensis* (Nuñez *et al*., 2001; Torres-Mura et al., 2011; Troncoso y Marambio, 2011; Valladares, 2011; Marambio-Alfaro e Hiriart-Lamas, 2013). Actualmente *L. bisignatus* y *L. nigromaculatus* son la misma especie según Troncoso y Garin (2013).

Las culebras son otro grupo de reptiles presente, de las cuales se registran dos especies: la culebra de cola corta (*Tachymenis chilensis*) y la culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis)*, asociadas a matorrales, roqueríos y cuerpos de agua (Donoso-Barros, 1966; Greene y Jaksic, 1992; Mella, 2005; Marambio-Alfaro e Hiriart-Lamas, 2013). Dentro de los lagartos de la zona, está la Iguana chilena (*Callopistes Maculatus)* y el Lagarto Corredor de Atacama (*Microlophus atacamensis)*. La Iguana chilena es el lagarto más grande de nuestro país, asociado a matorrales y sectores rocosos (Mella, 2005), mientras que el Lagarto Corredor se restringe a roqueríos costeros (Donoso-Barros, 1966 y Ortiz, 1980). Casi todas las especies de reptiles indicadas son endémicas de Chile, la mayoría amenazadas. Varias de ellas presentes sólo en sectores costeros de la zona central y norte, y todas tienen baja movilidad (Donoso-Barros, 1966; Veloso & Navarro, 1988; Mella, 2005; Pincheira-Donoso & Núñez, 2005; Vidal & Labra, 2008; Torres-Mura *et al*., 2011; SAG, 2012).

En cuanto a la biota acuática, la documentación reflejó una dominancia de algas pardas (Phaeophyceae), verdes (Chlorophyta) y rojas (Rodophyta) en el área marina circundante al Estuario Humedal Huasco, específicamente en las zonas inter y submareal rocoso. Según Vásquez y Vega (2004), los ambientes intermareales y submareales someros de fondos duros, presentan amplias coberturas de algas pardas de los órdenes Laminariales, Fucales y Durvilleales, las cuales cumplen un rol fundamental tanto por ser la base de las cadenas tróficas, como por su propiedad ingenieril, puesto que al aumentar la complejidad del hábitat se crean zonas de refugio para invertebrados y peces (Vásquez y Santelices; 1984; Vásquez, 1992, Vásquez et al. 2001; Vásquez y Vega, 2004; Vega y Vásquez, 2005; Tala, 2004).

En tanto, la fauna bentónica marina se vio representada principalmente por moluscos, artrópodos y poliquetos adheridos al sustrato. Los moluscos, son el grupo más diverso presente en la costa de Chile, el cual presenta su mayor diversidad en el norte del país (Lancellotti & Vásquez, 1999). De igual manera el orden de los Decápodos (Crustacea) han tendido a presentar gradientes latitudinales ascendentes hacia la zona norte de Chile (González, 1990; Menzies, 1962).

En cuanto a la ictiofauna, se describieron cinco especies nativas en categoría de conservación: Bagre chico (*Trichomycterus areolatus*) en categoría “Vulnerable” según DS 51/2008 MINSEGPRES, Puye (*Galaxias maculatus*), “Vulnerable” según DS 19/2012 MMA, Pocha (*Cheirodon pisciculus*) “Vulnerable” según DS 19/2012 MMA, Lisa (*Mugil cephalus*) en “Preocupación Menor” según DS 52/2014 MMA y Pejerrey del norte (*Basilichthys microlepidotus*) “Vulnerable” según DS 51/2008 MINSEGPRES, además de la introducida Gambusia (*Gambusia holbroki*) sin categoría de conservación en Chile. El bagre chico tiende a encontrarse río arriba, en la zona ritrónica, refugiándose bajo bolones en fuertes corrientes (Campos et al 1993); la pocha en la zona superficial de los cursos de agua, referentemente remansos de orilla (Eigenmann, 1909); mientras que el pejerrey del norte vive refugiado entre la vegetación acuática (Vila *et al*., 2006). Por otro lado, el puye

Folio017471

presenta poblaciones diadrómicas, las cuales migran a las zonas estuarinas durante el desoven primavera, para posteriormente nadar río arriba en estado juvenil (Campos, 1979; Arratia, 1981; Campos *et al*., 1993). La Lisa, es considerada una especie marina, pero que suele penetra en las zonas de estuario y agua dulce (Oliver, 1943; Mann, 1954). En cuanto a la gambusia, ésta ha sido considerada por la IUCN como una de las 100 especies invasoras más peligrosas a nivel global, debido a su alta capacidad adaptativa y de dispersión en aguas dulces, salobres y salinas (Fishbase, 2004).

Cabe destacar además, la escasa presencia del camarón de río (*Cryphiops caementarius*), en categoría "Vulnerable" (según DS 52/2014, MMA). Estos organismos migran hacia la desembocadura de los ríos, lugar donde se reproducen y liberan las larvas en las zonas estuarinas y potamón (GESAM, 1999; Jara, 1994; Castro, 1966). Según lo descrito en la literatura (GESAM, 1999), la construcción de embalses en las regiones del norte chico habrían significado la desaparición del camarón aguas arriba de las presas, puesto que éstas impide el regreso de ejemplares aguas arriba del río luego del periodo reproductivo (Retama, 1981; Bahamonde *et al* 1998; Castro, 1966).

11.2 Condición biodiversidad actual

Los resultados descritos para las campañas de línea de base han reflejado una predominancia de artrópodos y moluscos en el área de estudio del Humedal Huasco. La riqueza y abundancia de artrópodos en los humedales depende de factores naturales como las características del espejo de agua, el tipo de vegetación y las características del agua (Amat & Blanco, 2003), además de factores antrópicos, como lo son los depósitos y acumulación de basura y aguas residuales (Amar & Quitiaquez, 1998). En los humedales, la proliferación de artrópodos, se ve reflejada en la avifauna, anfibios y micromamíferos que basen su dieta en éstos. Entre estos organismos se destacó la especie *Leydigia leydigi* (Cladocera). Los cladóceros son crustáceos de pequeño tamaño que han evolucionado principalmente en agua dulce, aunque se han encontrado también en zonas de influencia marina (Elías-Gutiérrez, et al. 2008). Por otro lado, los moluscos, son el grupo más diverso presente en la costa de Chile, el cual presenta su mayor diversidad en el norte del país (Lancellotti & Vásquez, 2000). En específico, los gastrópodos del género Heleobia (*Heleobia* sp.) son asignados al gremio de los detritívoros (Pereira et al., 2011), por lo cual no es de extrañar su alta abundancia en zonas de alta vegetación acuática. Esta dominancia se ha mantenido desde el 2005.

De manera contraria, la ictiofauna registrada durante la campaña de otoño-invierno 2016, describió sólo una especie correspondiente a la Lisa (*Mugyl cephalus*), en contraste a las 6 especies registradas a nivel histórico. Esta disminución de ictiofauna presente en el humedal, sumado a la ausencia del camarón de río, podría deberse tanto a cambios en la calidad del agua, como a una disminución en el recurso alimenticio.

Referido a la vegetación, en terreno se identificaron 30 unidades vegetacionales, son pocas las especies que dominan en el Área de Estudio: *Adesmia littoralis*, *Tessaria absinthioides*, *Typha angustifolia*, *Distichlis spicata*, las cuales se asocian entre sí para formar los distintos tipos vegetacionales alternando dominancia y manteniendo el continuo vegetal. Adicionalmente, de acuerdo a Gajardo (1994) estas comunidades salobres dominadas por las especies mencionadas, históricamente han sufrido alteraciones por parte de la influencia humana.

Folio017472

Las características de la vegetación estudiada está determinado en gran parte por la influencia del cuerpo de agua y/o laguna presente en el área de estudio, ya que este acuífero representa condiciones vegetales exclusivas y particulares propias de sistemas estuarinos, los cuales representan sistemas frágiles y complejos donde se produce una interacción dinámica entre variables físicas, químicas y biológicas (Kennish & Paerl, 2010).

De acuerdo a la composición florística existente está representada principalmente por elementos macrófitos de hábito herbáceo típicos de estos ambientes lénticos, los que en su conjunto forman asociaciones extensas del tipo totoral-juncal (Ramírez & San Martín, 2006). A su vez, estos autores hacen mención de la importancia de este tipo de elementos florísticos como la utilización de estas plantas acuáticas como indicadoras de calidad ecológica.

Adicionalmente, se observa que las formaciones vegetacionales en general son pobres en diversidad debido a la relación con el parámetro de salinidad que presenta los humedales de sistemas semiáridos (Figueroa et al., 2009), siendo características las formaciones de especies del género *Sarcocornia* y *Distichlis* como especies dominantes en los sectores más salinos.

La familias más representada fue la familia Asteraceae lo que coincide con lo reportado por Marticorena (1990), la cual indica la tendencia de este grupo como el más importante a nivel nacional.

Con respecto al estado de conservación de las especies, se identificó solo una especie en alguna categoría de conservación vigente, según los decretos supremos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). La especie *Eulychnia acida* var. *procumbens* posee características de ambientes semiáridos y/o asociada principalmente a formaciones vegetacionales de carácter xerofítico. Esta interacción entre comunidades vegetacionales ocurre por el acercamiento transitorios de elementos florísticos del norte con muchos elementos provenientes del sur (Gajardo, 1994).

A diferencia de otros componentes biológicos (avifauna p.e), los trabajos realizados en la desembocadura del río Huasco son escasos, particularmente en la descripción de los elementos florísticos que habitan los ecosistemas estuarinos de la zona. Esto conlleva a que los análisis históricos no existen y por lo tanto se da la necesidad de crear bases de datos lo cual podría ayudar a comprender los distintos cambios en el tiempo de la diversidad biológica en el Área de Estudio.

Dada la existencia de una serie de taxa y componentes biológicos, no es posible determinar un componente en especifico que dé cuenta del valor del humedal, es más bien su complejidad y su biodiversidad lo que permite la importancia de conservar el sistema. El estuario del río Huasco constituye, junto a la desembocadura del río Copiapo, ubicado a 130 km, el límite norte de este tipo de humedales costeros. Producto de la conexión al mar de las ultimas cuencas exorreicas hacia el norte, estos humedales son únicos en la parte meridional de la zona Hiperárida Desértica, distantes aproximadamente a 800 km de la siguiente desembocadura, el río Loa, por el norte, y a unos 160 km del río Elqui, por el sur. Es parada de aves migratorias y refugio para fauna silvestre litoral.

Folio017473

11.3 Funcionamiento del humedal

Del punto de vista de los factores forzantes que operan en el sistema es posible determinar el humedal como ecosistema o sistema acuático no es una estructura separada de su entorno, como sistema hidrológico es, en gran parte, consecuencia de su morfometría y del tiempo de permanencia del agua en el mismo.

En este contexto el efecto de los factores forzantes definidos en el presente estudio fueron los principales agentes moduladores sobre las variables de estado, estos dieron cuenta del estado ecológico del ecosistema en las distintas campañas. En particular, durante el presente estudio pudieron observarse dos escenarios hidrológicos opuestos los que, a la luz de los resultados, influyeron de forma directa en cada componente del ecosistema, siendo el factor forzante principal el caudal tributario que alteró de manera significativa la morfometría y el tiempo de permanencia del agua dentro del humedal.

A continuación se discuten los resultados obtenidos en el presente estudio con énfasis en las diferencias observadas entre las campañas de monitoreo en cada variable de estado, factor forzante y su interrelación. Además, cuando aplica, se compara el estado actual en relación al estudio de CONAMA-Geonova en 2008.

11.4 Variables de estado

11.4.1 Producción primaria en la columna de agua

La producción primaria del ecosistema acuático del humedal del estuario del rio Huasco en el presente estudio fue analizada considerando los distintos escenarios observados en las campañas de terreno. Tal como, en la mayor parte de los análisis realizados, el comportamiento hidrológico generó dos estados del sistema, por lo cual la evaluación de la condición trófica fue adaptada a estos dos estados. Para los casos analizados se registraron niveles de trofía medios a altos, sin embargo la correlación entre nivel de nutrientes y productividad primaria no fue necesariamente directa debido a las diferencias en la geomorfología del humedal, cambiando desde un ecosistema léntico a otro lótico.

Este cambio, genera que en el primer caso la producción primaria del ecosistema acuático este limitada principalmente por la disponibilidad de los nutrientes (Vollenweider 1969; Dillon & Rigler 1975), en un ambiente con menor turbidez y mayor tiempo de residencia del agua. Sin embargo, en el escenario opuesto, la productividad pasa a depender en mayor manera de estos últimos parámetros, aunque la concentración de nutrientes sea incluso mayor por efecto el arrastre y el lavado de los suelos (Movellan, 2003). Este proceso ya es conocido pues el ecotono que da al forma estuario, se incorporan otras variables que definen el estado trófico, tales como el régimen de mareas y la variación del caudal de agua continental (Bricker et al. 2003).

11.4.2 Cobertura de macrófitas emergentes

De acuerdo a Ramirez & San Martín (2006), las características que posee el humedal estuarino rio Huasco son parte de ecosistemas azonales del Norte Chico, en zona exorreica y que no permiten la sobrevivencia de especies acuáticas. Sin embargo, río abajo y en las cercanías del mar la corriente se aquieta y permite la formación de lagunas salobres donde abundan especies macrófitas (acuáticas y palustres). En el área de

Folio017474

estudio, la diversidad de elementos florísticos (24 especies) observados en el humedal proporciona una composición variada, refugio como hábitats para algunas especies ícticas y una oferta de alimento para la fauna y otros organismos (San Martín *et al*. 2011), sin embargo, es importante destacar que como variable de estado el parámetro de cobertura vegetal total es más relevante del humedal. (Contreras & De La Fuente 2006).

Esta cobertura vegetal, promedia por sobre el 60% en los puntos de muestreo observados tanto de macrófitas acuáticas como de macrófitas palustres, y normalmente estas plantas vasculares forman grandes poblaciones debido al predominio de su reproducción clonal o vegetativa (Grace 1993) la cual es característico del humedal en estudio con especies tales como *Typha angustifolia* o *Schoenoplectus americanus*. Estas últimas macrófitas son importantes bioindicadores en el funcionamiento y dinámica de un humedal (San Martín *et al*. 2003), por lo que determinan el estado sanitario ante cualquier impacto de origen natural o antrópico.

A pesar de la escasa variación espacial de la cobertura de macrófitas (totora) evaluada entre ambas campañas pre y post modificación de la barra dunar, cabe mencionar que las variaciones de otros parámetros tales como cambios en la concentración de salinidad, nutrientes (nitrógeno, fosforo, etc.), modificación del sustrato, periodos hidrológicos extremos (estiaje y crecidas de caudal), entre otros, podrían también estar influyendo en posibles efectos de estrés que afecta a las plantas por un tiempo determinado (Lambers *et al*. 2008) y por ende en la dinámica de las coberturas vegetales.

11.4.3 Composición y abundancia de peces marinos

La ictiofauna en el área de desembocadura se caracteriza por presentar peces tolerantes a salinidades mayores y fluctuantes y que con frecuencia migran hacia o desde el mar, lo que ocurre en diferentes estadios de su desarrollo dependiendo de la especie (Vila et al., 2006). En este contexto, la composición de peces encontradas en el humedal del estuario del río Huasco se caracterizó por una baja riqueza, compuesta solo del pez nativo de aguas marinas, Lisa y por la especie introducida, pez mosquito. Esta comunidad de peces experimentó un cambio estacional importante en su abundancia, probablemente asociado a la época de reproducción por condiciones ambientales más favorables, pese al cambio de escenario hidrológico. Este evento repercutió principalmente en la disminución casi completa de población de Lisa, probablemente por la dificultad de atravesar la zona de la desembocadura con un caudal del efluente mucho mayor.

11.4.4 Composición y abundancia de la avifauna

A diferencia de los ecosistemas terrestres los humedales presentan variabilidad temporal y espacial. Esto repercute sobre la diversidad biológica que habita estos ecosistemas, ya que deben adaptarse a estas condiciones, incluso a cambios extremos, como ciclos hidrológicos anuales con períodos de sequía e inundación.

En términos de diversidad faunística, los humedales ofrecen a las aves acuáticas refugio y recurso alimenticio y proporcionar lugares para su nidificación, además de ser importantes sitios de concentración durante los periodos de migración de estas especies. A su vez, la avifauna acuática es un buen indicador del estado de conservación y del correcto funcionamiento de los humedales (Morrison 1986, Kushlan 1993). Como se observó durante las campañas realizadas durante 2016, la mayor riqueza de especies estuvo

Folio017475

asociada a los cuerpos de agua presentes en el estuario y en zonas de densa vegetación, lo que indica una alta heterogeneidad espacial desde la perspectiva de la avifauna. Las cuales habitualmente no se distribuyen de forma uniforme dentro de los humedales; por el contrario, su riqueza y abundancia están asociadas a características ambientales locales y a requerimientos particulares de cada especie (Weller 1999).

Temporalmente, la composición de especies sufrió modificaciones en primavera respecto a lo registrado durante invierno, observándose que la riqueza total de avifauna tuvo una reducción del 25% durante primavera, evento potencialmente asociado a la ruptura de la barrera del estuario y disminución de los cuerpos de agua de bajo flujo que suelen estar asociados a zonas de refugio y de búsqueda de alimento para las aves. Sin embargo, en términos generales, en ambas campañas hubo dominio de las aves acuáticas y terrestres, evidenciándose un incremento de la riqueza de aves marinas durante la campaña de primavera, que coincide con un periodo cálido y de potencial reproducción de especies migratorias.

Los cambios en la riqueza y abundancia de la avifauna contribuye en el entendimiento de como cambios en el hábitat y factores físicos se traducen en variaciones de estas especies indicadoras del funcionamiento de estos ecosistemas (Blanco & Canevari 1993).

11.5 Factores forzantes

Tal como su definición lo menciona los factores forzantes estudiados ejercieron gran regulación en el funcionamiento del ecosistema, en particular sobre su dinámica temporal. Sin embargo y pese a no estar incluido de forma directa dentro de los elementos estudiados, el fenómeno climático de El Niño (Oscilación del Sur, ENOS) fue probablemente el principal agente modulador de la variabilidad observada en el humedal del estuario del río Huasco.

El Niño, Oscilación del Sur (ENOS), corresponde a un evento climático natural que se desarrolla en el océano Pacífico ecuatorial central, la fase cálida de ENOS conocida como El Niño se manifiesta, principalmente, por un aumento de la temperatura superficial del mar y una disminución de los vientos alisios en el lado este del océano Pacífico. Estas condiciones anómalas generan fuertes precipitaciones y cambios notables en el clima, tanto en los países ribereños del Pacífico sudoriental, como en otras partes del mundo (Maturana y col., 2004). De todas formas es importante señalar, que la relación entre el ENOS y la precipitación, sólo explica una parte (50%-60%) de la variabilidad estacional, por lo que no se debe considerar como una regla (DMC, 2017).

11.5.1 Caudal de aguas marinas

Los estuarios como sistemas dinámicos, presentan una condición físico-química variable, dominada fundamentalmente por el caudal del río afluente, el nivel de marea, el oleaje y la morfología del cauce (Fischer y col., 1979). De acuerdo a Dalrymple y col., (1992), una laguna costera como el estuario observado durante agosto 2016, corresponde a un estuario blindado, diferenciándose de la mayoría de los estuarios por el alto tiempo de retención de sus aguas, debido al cierre estacional o permanente de su desembocadura, lo que a su vez las hace más frágiles ambientalmente hablando (Sandoval, 2009).

Folio017476

Los estuarios como el humedal del río Huasco, que se encuentran cerrados al océano en forma estacional reciben la denominación “ICOLLs” (Intermittently Closed and Open Lakes and Lagoons). Normalmente existen en ambientes costeros con bajos niveles de marea, donde las corrientes son dominadas por el oleaje y en los cuales el clima y los caudales de aguas continentales presentan importante estacionalidad. El cierre de la “boca” se da por la generación de una barra debido al transporte de sedimentos del mar por parte de las corrientes longitudinales y normales a la costa, dependiendo del tipo de oleaje. El cierre puede mantenerse por largos períodos de tiempo, dependiendo éste de la intensidad y tiempo de duración de tormentas que puedan incrementar el oleaje, o la magnitud de los caudales de agua dulce que fluyen en dirección al océano los que eventualmente podrían lograr el rompimiento de la barra (Ranasinghe y col., 1999), tal como lo observado durante la campaña de noviembre.

Considerando su hidrodinámica, los estuarios pueden clasificarse a partir de su grado de estratificación en diferentes tipos, de acuerdo a su respuesta frente a la intrusión salina. Aunque tiene cierta correspondencia con la clasificación geomorfológica, esta no es absoluta. Es importante destacar que los estuarios son sistemas dinámicos, por lo que su grado de estratificación puede variar en el tiempo con una frecuencia normalmente asociada a la estacionalidad de sus afluentes de agua dulce y una variabilidad mensual y horaria asociada al nivel de marea. En el caso de barras, los períodos de cierre y apertura también afectan el grado de estratificación. Además, los estuarios pueden clasificarse según el grado de influencia que tienen las mareas sobre su dinámica. Se puede diferenciar entre estuarios micromareales, mesomareales y macromareales o megamareales. En el caso de lo observado en el humedal del estuario del río Huasco, permite clasificarse como micromareal pues posee un rango mareal inferior a 2 m, y está generalmente dominado por oleaje y corrientes fluviales (Cienfuegos et al, 2012).

Durante las campañas de estudio no pudieron observarse las 3 zonas que definen un estuario típico según DGA (2009).

Folio017477

11.5.2 Caudal ríos tributarios y flujos subterráneos

Al considerar que la cuenca del río Huasco se encuentra inmersa en la parte meridional de la zona Hiperárida Desértica (Santibáñez y col., 2008) se espera observar un régimen mixto (pluvial y nival), con caudales máximos durante la época estival dependiendo de la cantidad de nieve acumulada en la cabecera de las cuencas. Los caudales mínimos, por otro lado, se presentan en otoño, los que aumentan en el invierno en función de la cantidad de agua precipitada (Fuster y Llambías, 2010). El río Huasco es un representante de estos ecosistemas fluviales, los que pueden registrar una alta variabilidad en su caudal, observándose amplias fluctuaciones hidrológicas entre años y también estacionalmente (Vila et al., 2006). El régimen hidrológico de este sistema es muy variable, con características francamente nivales en algunos años con crecidas de noviembre a enero. En años más secos las crecidas provienen de precipitaciones directas en los meses de invierno (DGA, 2007). En términos de las probabilidades de excedencia de los caudales medios mensuales, en probabilidades mayores al 35%, el río posee régimen pluvial y para probabilidades menores a 35% posee carácter mixto con mayor tendencia nival (DGA-DICTUC, 2007).

La disponibilidad de los recursos de la cuenca está fuertemente influenciada por la operación del Embalse Santa Juana, tanto aguas arriba como aguas abajo de la cuenca. En particular aguas abajo, donde la disponibilidad es consecuencia directa del efecto regulador del embalse sobre el río Huasco y el funcionamiento de los canales de riego (DGA, 2007).

En este contexto y en términos hidrológicos, las dos campañas de terreno realizadas durante el presente proyecto representan dos escenarios cercanos a las condiciones límite del sistema acuático del estuario, pudiendo observarse los periodos de “estiaje” y de “avenida”. Esto debido a que durante 2016 se registró un evento climático “Niño” (ENSO), con un segundo semestre más lluvioso de lo normal lo que repercutió de forma directa en el balance hídrico de la cuenca. Esto se reflejó en el volumen de agua embalsado en el embalse Santa Juana, ubicado en la zona media de la cuenca del río Huasco, el cual aumento desde 80 a 101% de su capacidad de embalsamiento entre agosto y diciembre de 2016 y asimismo aumento su caudal de entrega al afluente del río desde 2.3 a 23.0 m^3/s.

Folio017478

Tabla 11-1 Comportamiento Embalse Santa Juana durante 2016. Se muestran datos del volumen embalsado y del caudal de salida, con datos cada 7 días. Fuente: http://www.riohuasco.cl/minutas-2016/

Fecha		Cota	Volumen Embalsado	Capacidad de embalse	Entrega Afluente
		msnm	Mill. M³	%	m³ s⁻¹
Agosto	01-ago	637,700	135031	79,49%	2,30
	07-ago	638,250	137044	80,67%	1,64
	14-ago	638,960	139681	82,22%	2,17
	21-ago	639,590	142046	83,62%	2,35
	28-ago	640,220	144435	85,02%	1,96
Septiembre	01-sep	640,640	146030	85,96%	1,95
	07-sep	641,200	148179	87,23%	1,50
	14-sep	641,760	150376	88,52%	2,95
	21-sep	642,370	152749	89,92%	3,19
	28-sep	643,370	156734	92,26%	3,45
Octubre	01-oct	643,820	158551	93,33%	5,58
	13-oct	645,450	165192	97,41%	6,00
	18-oct	646,090	167876	98,99%	6,50
Noviembre	10-nov	646,760	170694	100,65%	18,15
	16-nov	646,755	170757	100,69%	19,39
	22-nov	646,770	170736	100,68%	19,16
	29-nov	646,741	170614	100,60%	17,90
Diciembre	01-dic	646,743	170622	100,61%	18,03
	08-dic	646,775	170757	100,69%	19,92
	14-dic	646,788	170812	100,72%	21,76
	21-dic	646,818	170939	100,80%	23,03
	28-dic	646,804	170880	100,76%	22,74

Folio017479

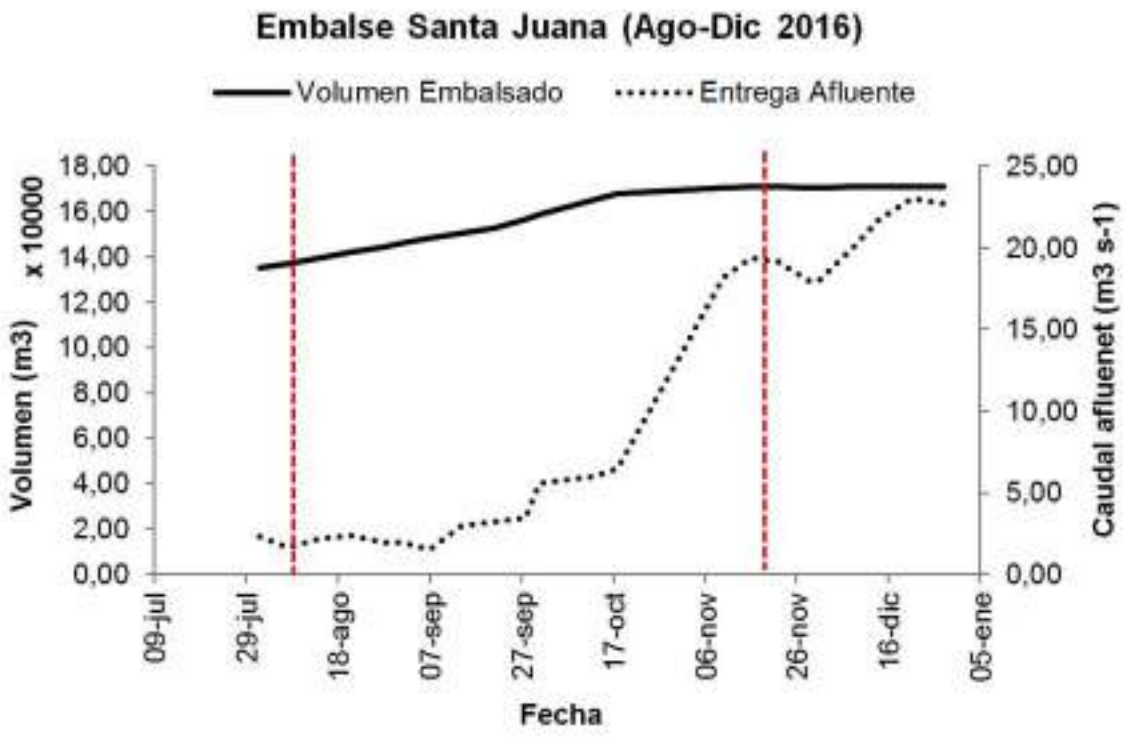


Figura 11-1. Comportamiento del embalse Santa Juana en el periodo entre agosto y diciembre de 2016. En línea roja punteada se muestra la fecha de las campañas de monitoreo. Fuente: http://www.riohuasco.cl/minutas-2016/.

En este contexto, durante la campaña de invierno (agosto 2016) se observó el periodo de estiaje del estuario (menor nivel de agua producto de la sequía o mínimo caudal afluente) con un sistema de agua dulce sin intrusión salina, ausencia de gradientes de salinidad (ver acápite a), bajo caudal del afluente (observación cualitativa) y escasa conexión superficial con el mar debido al desarrollo de la barra de arena en el litoral (sólo flujo desde humedal hacia el mar). Estas condiciones probablemente generaron, en primer lugar, un tiempo de residencia del agua alto (en términos comparativos) y por consecuencia condiciones favorables para la acumulación de nutrientes y alta producción primaria, entre otros.

En cambio, durante la campaña de primavera (noviembre 2016) se observó un periodo de avenida (evento de crecida por altos niveles del afluente), con el gran aumento de caudal del río Huasco producto de lo cual la barrera litoral se deshizo y el río se conectó con el mar directamente desde su entrada a la zona del humedal. De esta forma, se generó una zona predominantemente fluvial, con agua dulce, mezclada, turbia y con alta concentración de nutrientes y otros elementos arrastrados desde cuenca arriba. También se generó una desconexión de la zona de desembocadura en estiaje, transformándose en una pequeña laguna de agua hipersalina.

Folio017480

A.



B.



Figura 11-2. Imagen satelital del sector de la desembocadura del río Huasco. En detalle se muestran los puntos de monitoreo del presente estudio. A) Imagen octubre 2013 y B) imagen noviembre 2016. Fuente: Google Earth, 2016.

Folio017481

A.



B.



Figura 11-3. Imagen satelital del sector del embalse Santa Juana en la zona media de la cuenca del río Huasco. A) Imagen agosto 2016 y B) imagen noviembre 2016. Fuente: Google Earth, 2016.

Folio017482

A modo de resumir el comportamiento hidrológico y la variación geomorfológica que presentó el estuario del rio Huasco durante el presente estudio se elaboró un esquema simplificado de forma de comprender los fenómenos observados. En la Figura 11-4 se presentan tres estados teóricos posibles de encontrar, el primero (1) corresponde a la temporada de estiaje, representada en la campaña agosto de 2016 con caudales de entrada menor (Qe1), presencia de barra y un caudal teóricamente bidireccional de conexión con el mar (Qs1), y por ende un tiempo de retención alto (Tr1); el sistema se comporta como una laguna. Luego, en la medida que el caudal de entrada aumenta (Qe2) la barra se abre por lo que el caudal de salida aumenta (Qs2) y el tiempo de retención (Tr2) disminuye; el sistema está en una fase intermedia entre un laguna y un rio. Finalmente, en la temporada de avenida, representada por lo observado durante noviembre de 2016, el caudal de entrada es máximo (Qe3), la barra ya ha desaparecido completamente lo que permite que el caudal de salida sea máximo también (Qs3) y de esta forma el tiempo de retención (Tr3) llega a su mínimo.

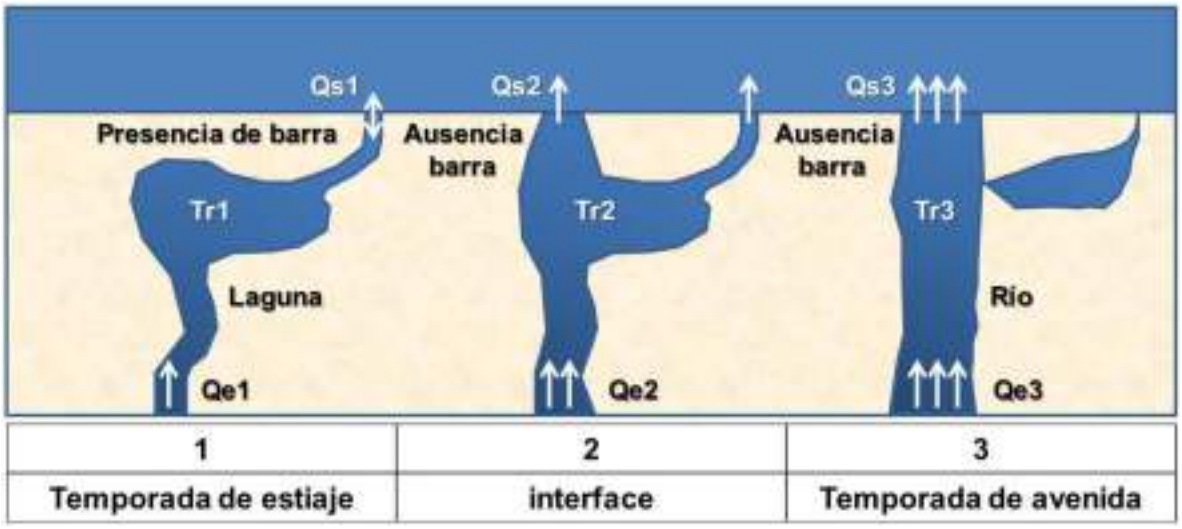


Figura 11-4. Esquema simplificado de la geomorfología del estuario del río Huasco en términos de su variacion temporal entre campañas. Elaboración propia.

Es esperable que el sistema acuático que conforma el estuario del río Huasco se comporte de forma dinámica, variando entre estos estadios geomorfológicos en directa dependencia con el escenario hidrológico en el que se encuentre la cuenca. De esta misma manera, el ecosistema que sustenta el humedal será influenciado fuertemente y de forma diferenciada en cada uno de sus componentes por el cambio de escenario, pudiendo generarse alteraciones en la condición trófica, estructuras comunitarias planctónicas, de avifauna e ictiofauna, entre otras. Estas eventualmente tendrán de nuevo las condiciones de su estado inicial, ante lo cual podrán reestablecerse y reestructurarse en un nuevo ensamble, que durará el tiempo que tarde el ciclo hidrológico en repetirse.

11.5.3 Calidad del agua

Un hecho importante que se visualiza es la tendencia natural de salinización de las aguas (en el sentido del flujo) como resultado de interacción con el medio, tendencia evidenciada por la composición iónica, y en particular por las sales de Cloruro y Sulfato (CNR-GCF

Folio017483

Ingenieros, 2006). De acuerdo con lo anterior, se observa una tendencia de salinización natural también en las aguas subterráneas debido a su flujo en un ambiente desértico, y al uso y reuso de las mismas (CNR-GCF Ingenieros, 2006).

En un estudio publicado por la DGA (DGA-Cade Idepe, 2004) sobre la calidad objetivo en cursos y cuerpos de agua superficial, se concluye que la calidad natural del río Huasco fue clasificada como buena, en donde exceden respecto a un agua pura algunos metales como el cromo, hierro, boro, manganeso, molibdeno, aluminio, sulfatos y la conductividad eléctrica. Dicho estudio también concluye que la litología influye en la presencia de muchos iones en solución, principalmente metálicos. De igual forma a lo observado en términos generales en el presente estudio.

11.5.4 Potencial redox

El potencial de redox como resultante de los procesos de degradación de la materia orgánica por las bacterias varía entre valores positivos en aquellos sitios donde se encuentran metabólicamente activos los microorganismos aerobios estrictos (que utilizan oxigeno) en casi la totalidad de las estaciones, para ambas campañas, lo que infiere el consumo de nutrientes por oxidación de compuestos. Mientras que los anaerobios estrictos (que metabolizan en ausencia de oxigeno) solo demuestran actividad metabólica en potenciales redox negativos, como se observó solo en H1 durante la campaña de agosto, en este caso esta condición se relaciona con la solubilización de compuestos desde los sedimentos hacia la columna de agua, tal como nutrientes o metales en sus formas reducidas, con los consecuentes efectos sobre la productividad (Fenchel & Rield, 1970; Gauthier, 1973; Lynch y Poole, 1979).

11.5.5 Propietarios del humedal

Debido a la situación de indefinición del cauce del río, se propone que la autoridad ambiental propicie ante los órganos públicos que correspondan, a establecer en el área de estudio, medidas de protección ambiental a través de los instrumentos de planificación vigentes. Si existiese una definición legal del espacio que corresponde cauce natural del río en esa zona, la tarea sería mucho más expedita al tratarse en ese caso de un Bien Nacional de Uso público.

En virtud de lo anterior, se recomienda explorar otras herramientas legales de protección que podrían lograr el mismo objetivo, como pueden ser los instrumentos de planificación territorial. En dicha línea, entendemos que se está discutiendo en sede administrativa el Plano Regulador de la Comuna de Huasco. Nuestra opinión, es que la autoridad ambiental participe en el proceso de discusión del IPT señalado, y se proponga una zona de protección ambiental en el área de interés, tal como lo hacen otros instrumentos.

Solo a modo de ejemplo, la regulación del Plano Regulador Metropolitano de Santiago (PMRS) dispone para las Áreas de Valor Natural y/o Interés Silvoagropecuario, ciertas regulaciones y protección.

De acuerdo a la regulación que hemos expuesto de ejemplo, el área que el PRMS ha denominado Áreas de Preservación Ecológica, serán mantenidas en estado natural, para asegurar y contribuir al equilibrio y calidad del medio ambiente, como asimismo preservar el patrimonio paisajístico; solo se podrán desarrollar actividades que aseguren la

Folio017484

permanencia de los valores naturales, restringiéndose su uso a los fines: científico, cultural, educativo, recreacional, deportivo y turístico, con las instalaciones y/o edificaciones mínimas e indispensables para su habilitación.

Respecto al último párrafo referido al ingreso de los proyectos al SEA, hay jurisprudencia contradictoria, debiendo ser la autoridad ambiental quién debe estudiar su aplicación u otra que pueda ofrecer el máximo de protección al área de estudio.

En consecuencia lo expuesto en el PRMS ofrece un nivel o categoría de protección con objetivos de protección muy similares a la categoría Santuario de la Naturaleza, por lo que puede ser una alternativa a estudiar por parte de las autoridades para mejorar la situación ambiental del área de estudio.

11.6 Área de protección y amenazas

En función de criterios ecológicos se determinó un área de protección llamada zona núcleo (es el área definida como Santuario de la Naturaleza), la cual debe estar bajo protección oficial y debe ser lo suficientemente grande para cumplir los objetivos de conservación. La influencia humana se restringe a actividades de investigación, monitoreo y recreación. En este sentido esta área cuanta con una superficie de 461,91 ha, las cuales representan la totalidad del espejo de agua desde aguas abajo del puente hasta la desembocadura, esta área presenta 20 propietarios. Además esta área cuenta con vegetación ribereña y sistemas dunares que aseguran la dinámica hidrológica del humedal. La protección de esta área y la complementariedad de las zonas de amortiguación y de transición ayudaran a cumplir la meta global del área que se define como:

"La mantención de las características ecológicas del humedal de Huasco, inspirando el desarrollo sustentable, la investigación y la educación ambiental“.

El área presenta amenazas de tipo directa dentro de las cuales la de mayor riesgo es aquella relacionada con el camino de los patrones hidrológicos del humedal, esto fomentado por cambio de régimen de lluvias (cambio climático) y el uso de no regulado de agua, además se presentaron amenazas derivadas de la falta de regulación y ordenamiento territorial, como son microbasurales y presencia de perros vagos.

Folio017485

12 CONCLUSIONES

12.1 Estado del Arte

Las siguientes conclusiones resultan de una exhaustiva revisión bibliográfica realizada para diferentes componentes (biológicos, físico-químicos, hidrológicos etc.) en documentos de origen científico, técnico, legislativo entre otros, lo que permite concluir de manera general el estado del sistema.

Se recopilaron y analizaron un total 14 informes de carácter científico técnico de la región de Atacama, 8 estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), 11 Declaraciones de Impacto Ambiental y 14 publicaciones científicas en el área de estudio.

El área de estudio presenta tres pisos vegetacionales: Matorral Desértico Mediterráneo Costero de *Oxalis gigantea* y *Eulychnia breviflora*, Matorral Desértico Mediterráneo Costero de *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum* y Matorral Desertico Mediterraneo Interior de *Adesmia argentea* y *Bulnesia chilensis*

Se encontraron un total de 281 especies de flora, de las cuales se presenciaron cinco clases de flora vascular: Equisetopsida, Filicopsida, Filicopsida, Liliopsida y Magnoliopsida. Del total 181 son endémicas, 68 especies de origen nativo y 32 adventicias. Respecto a la forma de vida se identificaron 144 especies de hábitos herbáceos, 86 especies arbóreas, 27 y 24 sufrútice.

Se registraron 37 especies de flora clasificada en alguna categoría según las normativas vigentes. 9 especies se encuentran amenazadas, 17 se encuentran catalogadas en no amenazadas y 244 especies no se encuentran clasificadas.

En general, la calidad natural del estuario Huasco descrita en los documentos corresponde a agua de buena calidad, donde exceden la clase de sulfato, aluminio, sólidos disueltos, conductividad eléctrica, concentraciones de cloruro y boro.

La litología de la cuenca la caracteriza por poseer en sus aguas muchos iones en solución, principalmente metálicos.

La gran actividad minera existente en la cuenca, ha influido en la calidad de agua de esta, viéndose afectada en las concentraciones de metales en solución.

Los sedimentos del estuario se encuentran condicionados espacialmente, con características de arenas y mayor materia orgánica en zonas más cercanas a la desembocadura.

Dentro de la fauna registrada para el Humedal del Río Huasco fueron registrados los grupos taxonómicos de aves, mamíferos, reptiles y anfibios. Las aves fueron las de mayor riqueza y abundancia, superando el 50% en los estudios recopilados.

En general, más del 60% de la fauna es de origen nativo. Sin embargo también se registra alto grado de endemismo, el que asciende al 8,5% de la riqueza histórica registrada. Posicionado al humedal como un ecosistema con diversidad única.

Folio017486

En el Humedal del Río Huasco también hay presencia de especies introducidas, las que alcanzan el 2,4% de la riqueza y todas corresponden a micromamíferos. Siendo los roedores los más frecuentes.

En todos los estudios recopilados, desde 1995 a 2006 se registraron especies en categoría de conservación de amenaza: En Peligro o Vulnerables. Como también especies en categoría fuera de amenaza con la categoría de Preocupación Menor como las frecuente.

En este Humedal hay riqueza de reptiles endémicos y nativos y gran parte de ellos están con problemas de conservación. Por lo que además de ser un ecosistema rico en diversidad, también es un ecosistema frágil debido a que estas especies son de baja movilidad.

Respecto a la fauna del Humedal del Río Huasco existe escasa información que dé cuenta de sus potenciales cambios temporales, especialmente respecto a la avifauna acuática y marítima. Ya que estas últimas son de gran importancia para determinar el estado de este tipo de ecosistemas debido a que lo utilizan como sitios de refugio, alimentación y nidificación.

La biota acuática presente en el Humedal Estuario Huasco y sus alrededores se describe la presencia de algas pardas (Phaeophyceae), verdes (Chlorophyta) y rojas (Rhodophyta).

La fauna bentónica marina fue dominada principalmente por organismos del filo Mollusca, Arthropoda y Polichaeta.

Se encontraron cinco especies de peces nativos (*Trychomycterus areolatus, Galaxias maculatus, Basilichthys microlepidotus, Mugil cephalus, Cheirodon pisciculus*) y una especie introducida (*Gambusia holbroki*).

Se registra la presencia del camarón de río *Cryphiops caementarius.* Sin embargo su densidad es baja.

12.1.1 Biodiversidad actual

Históricamente, la fauna planctónica y bentónica del humedal Huasco ha sido mayoritariamente representada por organismos artrópodos (cladóceros y ostrácodos indeterminados), y por moluscos (principalmente gastrópodos). Situación que se ha mantenido en la primera campaña de otoño-invierno del 2016. Pese a haber sido descrito a nivel histórico, en la presente campaña no hubo registro del camarón de río (*Cryphiops caementarius*).

La riqueza de ictiofauna nativa ha disminuido a nivel histórico. Habiéndose registrado una única especie (*Mugil cephalus*) en la presente campaña, en los puntos H-5 y H-6 y se encuentra en categoría de conservación como Insuficientemente conocida en el área de estudio (DS 52/2014 MMA).

El grupo de los anfibios, que corresponden a especies de escasa movilidad y dependientes estrechamente del recurso hídrico, solo han sido registrados durante 2005 con dos especies.

Folio017487

La vegetación presente el Área de Estudio se define por las condiciones particulares del sector.

En las zonas costeras inundadas con plantas acuáticas aparecen especies típicas de pajonales y juncales como *Thypha angustifolia*, *Juncus effusus*, *Cortaderia sp*. A continuación, en sectores costeros aledaños a los cuerpos de agua, y todavía influenciados por la intrusión marina, las especies existentes más representativas son *Sarcocornia fruticosa*, *Tessaria absinthioides*, y *Distichlis spicata*, las que suelen ocupar este tipo de hábitats.

Finalmente, en las dunas de altura, aparecen especies que se desarrollan en ambientes más secos pero con influencia costera, *Adesmia litoralis*, *Tiquilia litoralis* y *Nolana salsoloides*.

La cobertura varía en consideración a la cercanía a los cuerpos de agua, llegando a cubrimientos densos de vegetación en el estuario mismo y en la planicie fluvial, y a coberturas escasas en las distintas dunas del Área de Estudio.

Con respecto al listado de especies de la flora vascular presente en el área de estudio, ésta se compone de 25 especies, las cuales se distribuyen en 4 clases, 19 familias y 24 géneros. La mayor representatividad estuvo dada por la clase Magnoliopsida con 19 especies, mientras que la familia Asteraceae dominó con 3 especies.

En relación al origen fitogeográfico, del total de especies registradas un 44% corresponde a especies nativas no endémicas seguido de un 32% de especies endémicas.

Las formas de vidas dominadas por hierbas perennes estuvieron representadas por 8 especies (32%), seguido de la forma arbustiva con 6 especies (24%). La forma de vida menor representada fue suculenta con solo 1 especie (4%).

De acuerdo a la revisión de las especies en categoría de conservación, se identificó una especie que corresponde a *Eulychnia acida* var*. procumbens* (Preocupación menor) de acuerdo al D.S 41/2011 del MMA.

Dada la importancia en la georreferenciación, cartografía y metadatos de los elementos florísticos y vegetacionales, esta comprende el almacenamiento completo de la información para todas las campañas realizadas en el presente estudio del humedal estuarino del río Huasco.

La información bibliográfica disponible para analizar cambios de diversidad biológica que comprende entre los años 2005-2016, no son lo suficientemente representativos como tampoco datos obtenidos directamente en el área de estudio.

En las campañas de terreno efectuadas en el humedal de Huasco en el invierno del 2016, en fauna se detectaron un total de 64 especies, la mayor parte de las cuales correspondieron a aves (94%).

A partir de la legislación vigente, se estableció que de este conjunto de 64 especies de vertebrados, seis de ellas se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación, ya sea derivado de alguno de los doce decretos que han oficializado los listados de especies según lo delineado en el Reglamento para la Clasificación de

Folio017488

Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE), o de lo señalado en el Reglamento de la Ley de Caza vigente.

De estas seis especies, tres están clasificadas como En Peligro (EN), dos en categoría de Vulnerables (VU), una en categoría de Insuficientemente Conocida (IC) y una en preocupación Menor (LC). Estas especies se encuentran preferentemente en las áreas más cercanas al mar.

En el humedal de Huasco, los resultados obtenidos en terreno a la fecha, indican que el grupo mayoritario de vertebrados terrestres presente corresponde a las aves, dentro de las cuales, las asociadas a los cuerpos de agua son muy relevantes. Debe tenerse presente eso sí, que estos resultados corresponden a campañas desarrollados en invierno, faltando aquellas que serán ejecutadas en épocas más favorables (primavera y/o verano).

De las especies detectadas, todas aquellas clasificadas en alguna categoría de conservación que indique un grado de riesgo, correspondieron a especies asociadas a los cuerpos de agua, siendo ya sea ribereñas (*Theristicus melanopis* y *Gallinago paraguaiae*), acuáticas (*Coscoroba coscoroba*, *Anas platalea*, *Ardea cocoi* y *Plegadis chihi*) o marinas (*Larus modestus*). Estas especies se encuentran preferentemente en las áreas más cercanas al mar.

En razón de los resultados obtenidos a la fecha, aparece como un objeto de conservación importante del humedal, aquellos habitas y especies de avifauna asociadas al cuerpo de agua presente en el sector, preferentemente aquellos cercanos al mar, ya que este grupo de aves es muy diverso y abundante, y además, contiene todas las especies clasificadas en categoría de conservación detectadas a la fecha.

12.1.2 Funcionamiento ecosistémico

El humedal costero formado por el estuario del río Huasco se puede definir como un sistema semi-cerrado, donde el río Huasco es su principal fuente de agua y nutrientes y el mar el receptor final, con el cual interactúa parcialmente por el fenómeno de propagación de la onda de marea aguas arriba de la desembocadura.

En periodo de estiaje (menor nivel de agua del sistema) la desembocadura es ocluida por una barrera formada por arena proveniente del litoral, por lo cual el intercambio de agua a través del efluente (mínimo en dicho periodo) ocurre en una zona más al norte donde probablemente el nivel del terreno permite el escurrimiento del agua hacia el mar.

En lo que respecta a los caudales de aguas marinas, el análisis del espectro de frecuencias al que fue sometida la oscilación del nivel del agua durante la campaña de invierno, permitió identificar la existencia de influencia de la marea. Pese a esto, el rango de variación de la conductividad presentó una baja variación, manteniéndose en el rango de aguas Oligohalinas (0.5 – 5.0 g/L). Además, la columna de agua no presentó estratificación térmica ni salina (cuña) y la composición de las aguas fue sulfatada-sódica con aportes secundarios de cloruro y calcio, lo cual evidencia que las aguas no fueron de origen marino. En este escenario la oclusión del humedal debido a la presencia de la barra ejerció una barrera al paso del caudal de aguas marinas hacia el interior del humedal. Además esto generó un tiempo de retención del agua tal que la transparencia,

Folio017489

la asimilación de nutrientes exógenos y la recarga interna de nutrientes desde los sedimentos (a lo menos en la zona terminal de la laguna) son suficientes para el desarrollo de macrófitas (Juncos y plantas flotantes que cubren aproximadamente el 60% del espejo de agua) y comunidades planctónicas (con nivel trófico desde meso a hipereutrófico), estas constituyen la principal fuente de carbono del sistema, sustentando la fauna de invertebrados donde se entrelazan herbívoros (aves y peces) y consumidores secundarios (aves y peces).

Por otra parte, durante primavera (noviembre) se presentó un periodo de avenida en el río Huasco provocado principalmente por un segundo semestre más lluvioso de lo normal (ciclo evento Niño). Ante esto el humedal experimentó un cambio geomorfológico por el incremento en el caudal de entrada del río desde 2 m^3/s en agosto a 19 m^3/s en noviembre, convirtiéndose en un sistema acuático con características más lóticas (río) que lenticas (laguna). Producto de esto la barra de arena litoral se dispersó completamente y el río se conectó con el mar en forma directa desde su entrada a la zona del humedal, dejando aislada la antigua zona de desembocadura que se transformó en un pequeño espejo de agua Euhalino (≈30 g/L, composición clorurada sódica), además generó el arrastre de gran cantidad de material y sedimentos provenientes no solo del humedal sino también desde aguas arriba. Este cambio también se reflejó en la composición de las aguas, que tuvieron un carácter iónico sulfatado cálcico, sin variación de la conductividad ni cuña, manteniéndose en el rango de agua dulce (<0.5 g/L), evidencia de la inexistencia de la zona mezcla. En este escenario la reducción de las zonas de agua de bajo flujo y la disminución de la altura de la columna de agua del humedal causó la disminución de las zonas de refugio y de búsqueda de alimento para las aves y probablemente también para los peces. En términos del nivel de trofía el bajo tiempo de residencia del agua en la zona del humedal generó un sistema fluvial con sedimentos oxigenados y poca productividad pese a la alta concentración de nutrientes que contenía el agua, probablemente producto de la escorrentía superficial que aportó la cuenca.

De los resultados reportados en ese informe respecto la calidad fisicoquímica del agua, y en comparación con el informe de la CONAMA y Geonova (2008), se establece que las aguas cumplen con los parámetros mínimos establecidos para calidad de agua en humedales costeros.

12.1.3 Propietarios del humedal

Existen diferencias entre los propietarios identificados en el Estudio de la SEREMI de Medio Ambiente del año 2010 y los identificados en el presente informe. Dicha diferencia se explica, ya que este el primero incluye ocupantes de hecho.

Se identificaron 26 propietarios y 44 propiedades adicionales a las identificadas el año 2010, en la misma área de estudio. Se identificó una mayor subdivisión de los terrenos en el presente además de un terreno inscrito en el lecho del río Huasco.

Del estudio del área, es importante señalar que no se ha declarado la línea de más alta marea, la cual tiene por objeto distinguir entre el bien nacional de uso público “playa” o “terrenos de playa”, dependiendo de cada caso, de los deslindes de la propiedad particular inscrita en los respectivos registros conservatorios (DFL 340 de 1960).

Folio017490

Respecto al cauce del río y sus deslindes con las propiedades privadas, estos no han sido fijado de acuerdo al procedimiento establecido en el Decreto Ley N° 609 del año 1978 del Ministerio de Bienes Nacionales, y a las normas contenidas en el Código de Aguas y el Código Civil.

Dada la inexistencia en la demarcación del deslinde del río, así como de la línea de la más alta marea y teniendo en cuenta la legislación aplicable a la materia, dicho proceso podría tomar un muy largo tiempo, lo cual podría eventualmente entrampar el objetivo de proteger ambientalmente el área de estudio. Dicho entrampamiento se produce en la práctica legal al superponerse las normas que tienen por objeto la delimitación del cauce del río, con el modo de adquirir de la accesión de inmueble a inmueble que contempla los artículos 649 y siguientes del Código Civil.

12.1.4 Apoyo propietarios y ciudadanía

Un elemento central que guía la metodología de este trabajo, parte de la base de una experiencia anterior, en la cual se trató de establecer un Santuario en esta zona, la cual no tuvo éxito, haciendo necesario un reconocimiento mayor y profundo respecto de la zona de estudio para propiciar que en esta ocasión el involucramiento con los propietarios sí tenga el resultado deseado.

Espacio propicio para hacer partícipe a toda la comunidad en la definición del polígono que será Santuario de la Naturaleza.

Comunidad participativa en temas socio-ambientales, conformando un Comité Ambiental Comunal, que se encuentra operativo en el SCAM y también a causa del PRAS, existe un comité de representantes de la sociedad civil a nivel comunal conocido como CRAS.

Autoridades locales propietarias de sectores del humedal, dispuestas a la Recuperación, Conservación y Protección del Estuario del Río Huasco.

Existe por parte de la educación formal, trabajo de educación al aire libre.

Existe un grupo scout activo que visita normalmente el estuario del río y sus alrededores.

Hay interés del propietario privado del Humedal de Carrizal Bajo de declararlo Santuario. Si existen conexiones de especies entre el estuario del Huasco y este humedal, es una buena oportunidad de incorporar ese espacio a este proceso.

En general, la comunidad está proclive a la declaratoria de Santuario, incluyendo a los propietarios contactados hasta la fecha.

Las personas estiman que la protección del estuario del Huasco redundará en un mejoramiento de la actividad turística de la comuna.

Se concretaron dos cartas de apoyo uno obtenida por parte de la municipalidad de Huasco y la otra de Don Luis Hernán Callejas. Dada la dificultad de trabajo con los propietarios esta actividad continuará incluso una vez concluida la consultoría.

Folio017491

12.2 Área de protección

El sector del próximo Santuario de la Naturaleza, es el área donde se encuentra el humedal, la cual considera 461,91 ha, donde se representan todos los ambientes característicos del ecosistema del humedal Estuarino Costero del Río Huasco.

Folio017492

13 REFERENCIAS

AHUMADA, M., AGUIRRE, F., CONTRERAS, M., & FIGUEROA, A. (2011). Guía para la conservación y seguimiento ambiental de humedales andinos.

AHUMADA, M. & L. FAÚNDEZ (2009). Guía descriptiva de los sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres de la ecorregión Altiplánica (SVAHT). Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Santiago. Chile. 118 pp.

AHUMADA, R (1992) Patrones de distribución espacial de Cr, Ni, Cu, Zn, Cd y Pb, en sedimentos superficiales de Bahía San Vicente, Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso. 27 (2): 256 - 282.

AMAT, G. & E. BLANCO (2003) Artropofauna de los humedales de la Sabana de Bogotá. Págs. 90-106 en: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) y Conservación internacional – Colombia (eds.). Los Humedales de Bogotá y la Sabana. Tomo I, Bogotá.

AMAT, G. & G. QUITIAQUEZ (1998) Un estudio de la entomofauna de humedales: El Humedal Juan Amarillo en Bogotá. Págs. 107 – 123 en: E. Guerrero (ed.). Una aproximación a los humedales en Colombia. Fondo FEN Colombia- Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), Bogotá.

ARRATIA G (1981) Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Publicación ocasional nº 34 , Museo Nacional de Historia Natural. 34:3-108.

ARRATIA, G. 1981. Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Publicación ocasional nº 34. Museo Nacional de Historia Natural. (34): 34:3-108.

ÁVALOS, P., FERNÁNDEZ, H., RETAMAL, R., HERRERA, C., BEMBOW, M., TRONCOSO, R. & CUSTODIO, E. 2009. Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Río Huasco. Región de Atacama, Chile. XII Congreso Geológico Chileno Santiago. 22-26.

ÁVALOS, P., H. FERNÁNDEZ, R. RETAMAL, C. HERRERA, M. BEMBOW, R. TRONCOSO & CUSTODIO, E. 2009. Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile. XII Congreso Geológico Chileno Santiago. 22-26.

AZEVEDO, H.; H. MONKEN, V. MELO (1988) Study of Heavy Metal Pollution in the Tributary Rivers of the Jacarepagua Lagoon, Rio de Janeiro State, Brazil, Through Sediment Analysis. En: U. Seeliger, L. De Lacerda, S. Patchineelam (Eds) Metals in Coastal Environments of Latin America. Srynger – Verlag. 21 – 29.

AZEVEDO, H.; MONKEN, H.; MELO, V.1988. Study of Heavy Metal Pollution in the Tributary Rivers of the Jacarepagua Lagoon, Rio de Janeiro State, Brazil, Through Sediment Analysis. En: U. Seeliger, L. De Lacerda, S. Patchineelam (Eds) Metals in Coastal Environments of Latin America. Srynger – Verlag. 21 – 29.

BAHAMONDE N., A. CARVACHO, C. JARA, M. LÓPEZ, F. PONCE, M. RETAMAL, E. RUDOLPH (1998) Categorías de conservación de decapados nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 47:91-100.

BAHAMONDE, N, A. CARVACHO, C. JARA, M. LÓPEZ, F. PONCE, M. RETAMAL, E. RUDOLPH.1998. Categorías de conservación de decapados nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 47:91-100.

BELMONTE, E., L. FAÚNDEZ, J. FLORES, A. HOFFMANN, M. MUÑOZ & S. TEILLIER (1998). Categorías de Conservación de Cactáceas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 69 - 89.

BENOIT, I. (Ed.) (1989). Libro Rojo de la Flora Terrestre en Chile (Primera Parte). CONAF, Santiago, Chile. 157 pp.

Folio017493

BILDSTEIN, K.L., G.T. BANCROFT, D.H. DUGAN, R.M GORDON, R.M. EDWIN, E. NOEL, L.X. PAYNE & S.E. SENNER (1991) Approaches to the conservation of coastal wetlands in the Western Hemisphere. Wilson Bulletin. 103(2): 218-254.

BLANCO, D. E. & P. CANEVARI (1993) Censo Neotropical de Aves Acuáticas 1992. Humedales para las Américas, Buenos Aires.

BLANCO, D. E. & P. Canevari (1993) Censo Neotropical de Aves Acuáticas 1992. Humedales para las Américas, Buenos Aires.

BOLUND, P. & S. HUNHAMMAR.1999. Ecosystem services in urban areas. Ecological Economics. 29: 293-301.

BRAUN-BLANQUET J. (1979). Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones. España. 820 pp.

BRICKER, S.B., C.G. CLEMENT, D.E. PIHALLA, S.P. ORLANO AND D.R.G. FARROW. 1999. National Estuarine Eutrophication Assessment: Effects of Nutrient Enrichment in the Nation's Estuaries. NOAA, NOS, Special Projects Office and the National Centers for Coastal Ocean Science, Silver Spring, MD: 71 pp.

CAMPOS, H. 1979. Avances en el estudio sistemático de la familia Galaxiidae (Osteichthys: Salmoniformes). Arch. Biología Med. Exper. 12:107-118.

CAMPOS, H. 1996. Mamíferos terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones, Corporación Nacional Forestal, Santiago.

CAMPOS, H., V. RUIZ; J. F. GAVILÁN; F. ALAY. 1993. Pesci del fiume Biobío. Pubblicazione di divulgazione. (5):7-100.

CANEVARI, P., D. E. BLANCO & E. H. BUCHER.1999. Los Beneficios de los Humedales de la Argentina. Amenazas y propuestas de soluciones. Wetlands International. Buenos Aires.

CASTRO, C.1966. El camarón del Norte Cryphiops caementarius (Molina). Est. Oceanol.Chile. 2:11-19.

CEI J.M.(1962) Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.

CEI, J.M.1962. Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIOAMBIENTE (CONAMA) y GEONOVA. 2008. Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad de la región de Atacama.

CONAMA. 2008. Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad de la región de Atacama. Informe elaborado por GEONOVA.

CONSERVATION MEASURES PARTNERSHIP (CMP) (2007) URL:// http://www.conservationmeasures.org/

CONTRERAS LC., 2000. Biogeografía de Mamíferos Terrestres de Chile, en: Muñoz-Pedreros & Yáñez (eds.) Mamiferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia: 241-249.

CONTRERAS M. Y A. DE LA FUENTE. 2006. Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales. SAG. Santiago. Chile. 81 pp

CONTRERAS, L.C. 2000. Biogeografía de Mamíferos Terrestres de Chile, en: Muñoz-Pedreros & Yáñez (eds.) Mamiferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia. 241-249.

DECRETO FUERZA DE LEY N° 640 de 1960 de Concesiones Marítimas.

Folio017494

DECRETO SUPREMO 19. 2012. MMA. Octavo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Decreto Supremo Nº 19 (26 de junio de 2012). Publicado en el Diario Oficial de la República de Chile el Lunes 11 de Febrero de 2013.

DECRETO SUPREMO 51. 2008. MINSEGPRES. Tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Decreto Supremo Nº 51 (24 abril 2008). Publicado en el Diario Oficial de la República de Chile el Lunes 30 de Junio de 2008.

DECRETO SUPREMO 52. 2014. MMA. Decimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Decreto Supremo Nº 52 (26 marzo 2014). Publicado en el Diario Oficial de la República de Chile el Viernes 29 de Agosto de 2014.

Decreto Supremo N° 13/2013. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 25 de julio de 2013).

Decreto supremo N° 151/2007. Oficializa la primera clasificación de especies silvestres según estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 24 de marzo de 2007).

Decreto Supremo N° 16/2016. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, undécimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (30 de septiembre de 2016).

Decreto Supremo N° 19/2012. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, octavo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 11 de febrero de 2013).

Decreto Supremo N° 23/2009. Aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies silvestres según estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). 2009. Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 7 de mayo de 2009).

Decreto Supremo N° 33/2012. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, quinto proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 27 de febrero de 2012).

Decreto Supremo N° 38/2015. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, undécimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (4 de diciembre de 2015).

Decreto Supremo N° 41/2011. CHILE. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, sexto proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 11 de abril de 2012).

Decreto Supremo N° 42/2011. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, séptimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 11 de abril de 2012).

Decreto Supremo N° 50/2008. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 30 de junio de 2008).

Decreto Supremo N° 51/2008. Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 30 de junio de 2008).

Folio017495

Decreto Supremo N° 52/2014. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (29 de agosto de 2014).

DECRETO SUPREMO N° 609 del Ministerio de Bienes Nacionales de 1977.

DGA. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivo de calidad. Cuenca del río Huasco. Informe elaborado por CADE-IDEPE.

DGA., 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivo de calidad. Cuenca del río Huasco. Informe elaborado por CADE-IDEPE.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA) y CADE IDEPE. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad – Cuenca del Río Huasco. Estudio desarrollado por Cade-Idepe Consultores.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA) y DSS AMBIENTE. 2009. Análisis de impacto económico y social del Anteproyecto de Normas secundaria de calidad ambiental - Cuenca del río Huasco.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA) y UNIVERSIDAD DE CHILE. (2009). Análisis metodológico para determinar caudales de dilución en zonas estuarinas.

DONOSO-BARROS, R.1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.

EIGENMANN, C. 1909. The freshwater fishes of patagonia and examination of the archiplata-archhelonis theory. Pricenton expeditions patagonia III 2 zoology. 225-374.

ELÍAS-GUTIÉRREZ, M., E. SUÁREZ, M. GUTIÉRREZ, M. SILVA, J. GRANADOS Y T. GARFIA (2008) Cladócera y Copépoda de las aguas continentales de México. UNAM, México D.F. 323 pp.

ETIENNE, M. & C. PRADO (1982). Descripción de la vegetación mediante la Cartografía de Ocupación de Tierras (COT). Conceptos y Manual de uso práctico. Publicaciones Misceláneas N° 10. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 117 pp.

FAIRBRIDGE, R. W. (1980). The estuary: its definition and geodynamic cycle. In: Chemistry and Biochemistry of Estuaries, eds. E. Olausson and I. Cato, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 1-16.

FAULKNER, S. P., W. H. PATRICK, JR., AND R. P. GAMBRELL (1989) Field techniques for measuring wetland soil parameters. Soil Sci. Soc. Am. J. 53(3): 883-890.

FIGUEROA, R., M.L. SUAREZ, A. ANDREU, V. RUIZ & M.R. VIDAL-ABARCA (2009). Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile central. Gayana (Concepción), 73(1), 76-94.

GAJARDO, R. (1994). La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. 165 pp.

GALAZ, J.L. & J. YÁNEZ. 2006. Los Murciélagos de Chile: guía para su reconocimiento. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada. Santiago, Chile. 80 pp.

GARCÍA, N. & C. ORMAZABAL. (2008). Árboles Nativos de Chile. Enersis S.A. Santiago, Chile. 196 pp.

GAUTHIER, G., J.F. OISGIROUX, A. REED, A. BE'CHET & L. LANGER (2005) Interactions between land use, habitat use, and population increase in greater snow geese: what are the consequences for natural wetlands? Global Change Biology. 11(6):856-868.

GESAM CONSULTORES, FIP. 1999. Caracterización de laActividad de Recolección de Camarón de Río del Norte en la III y IV Regiones. 198 pp.

Folio017496

GMA (Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores) (2006). Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, en el Sitio prioritario de conservación de biodiversidad estuario del río Huasco, Región de Atacama. 106 pp.

GRACE, J. B. (1993). The adaptive significance of clonal reproduction in angiosperms: an aquatic perspective. Aquatic Botany, 44(2-3), 159-180.

GRANIZO, T., MOLINA, M. E., SECAIRA, E., HERRERA, B., BENÍTEZ, S., MALDONADO, O. & CASTRO, M. (2006). Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. Quito: TNC y USAID, 203.

GREENE, H.W. & F.M. JAKSIC.1992. The feeding behavior and natural history of two Chilean snakes, Philodryas chamissonis and Tachymenis chilensis (Colubridae). Revista Chilena de Historia Natural 65: 485-493.

HECKY, R.E., KILHAM, P. 1988. Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: a review of recent evidence on the effects of enrichment. Limnology and Oceanography, 33: 796-822.

HOWARTH, R.W., 1988. Nutrient limitation of net primary production in marine ecosystems. Annual Review of Ecology and Systematics, 19: 898-910.

http://www.dga.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx.

INSTITUTO DE NORMALIZACIÓN INN-CHILE. (1987). Norma Chilena Oficial 1333. Of 78. Requisitos de calidad del agua para diferentes usos.

IRIARTE, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Ediciones, Barcelona, España. 420 pp.

JAKSIC F.M (1996) Ecología de los Vertebrados de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 262 pp.

JARA, C.1994. Camarones dulceacuícolas en Chile Informe técnico-científico. Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile. 15 pp.

JARAMILLO A (2005) Aves de Chile. Lynx Ediciones, Barcelona, 240 pp.

JARAMILLO, A. 2005. Aves de Chile. Lynx Ediciones, Barcelona, 240 pp.

KADLEC, R. H., AND R. L. KNIGHT (1996) Treatment Wetlands. Boca Raton, Fla.: Lewis Publishers.

KENNISH, M.J. & H.W. PAERL (2010). Coastal lagoons critical habitats of environmental change. 1-16 pp. in: Coastal lagoons: critical habitats of environmental change. M. J. Kennish and H. W. Paerl (eds.). USA: Marine science series, CRC Press.

LAMBERS, H., CHAPIN S. & PONS T. (2008). Plant physiological ecology. Springer. New York. 604 pp.

LANCELLOTTI D.A & J.A VASQUEZ (1999) Biogeographycal patterns of benthic macroinvertebrates in the Southeastern Pacific littoral. Journal of Biogeography. 26:1001-1006.

LANCELLOTTI, D.A. & J.A. VASQUEZ. 1999. Biogeographycal patterns of benthic macroinvertebrates in the Southeastern Pacific littoral. Journal of Biogeography 26:1001-1006.

LANDGRAVE R. & P. MORENO – CASASOLA. 2012. Evaluación cuantitativa de la pérdida de Humedales en México. Investigación Ambiental. 4(1):19-35.

LEY N° 19.300 de 1994, Bases Generales del Medio Ambiente.

LYNCH, J. & POOLE, N. (1979) Microbial Ecology, A Conceptual Approach. New York: John Wiley & Sons.

Folio017497

MANN G. 1954. La vida de los peces en aguas chilenas. Instituto de Investigaciones Veterinarias y Universidad de Chile, Santiago. 343 pp.

MARAMBIO-ALFARO, Y. & D. HIRIART-LAMAS. 2013. Reptiles de la Región de Atacama. 115 pp.

MARGOLUIS, R., & SALAFSKY, N. (1998). Medidas de éxito: Diseño, manejo y monitoreo de proyectos de conservación y desarrollo. Island, Washington, DC, USA.

MARTICORENA, C. & QUEZADA, M (1985) Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica 42: 5-157.

MARTICORENA, C. (1990). Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. Gayana Bot. 47 (3-4): 85-14.

MARTÍNEZ D & G GONZÁLEZ (2005) Las aves de Chile. Nueva Guía de campo. Ediciones del Naturalista, Santiago. 620. pp.

MARTÍNEZ, D. & G. GONZÁLEZ. 2005. Las aves de Chile. Nueva Guía de campo. Ediciones del Naturalista, Santiago. 620. pp.

MASSERA, C. (2012). Zonificación en el Área Protegida Marino Costera de la Provincia de Chubut empleando Sistemas de Información Geográfica para Intervenir en Conflictos de Uso. Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG), Lujan, 4(4), 239-264.

MELLA J (2005) Guía de campo de reptiles de Chile: Zona Central. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada, Santiago, 165 pp.

MELLA, J. 2005. Guía de campo de reptiles de Chile: Zona Central. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada, Santiago, 165 pp.

MORRISON, M. L. (1986) Bird populations as indicators of environmental change. Pp. 429-451. In: Johnston R. J. (Ed.). Current Ornithology, Vol. 3. Plenum Publ. Corporation.

MUELLER-DUMBOIS, D. & H ELLENBERG (1974). Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons Inc, New York.

MUÑOZ-PEDREROS A & J YAÑEZ (EDS) (2009) Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia. Segunda edición. 571 pp.

MUÑOZ-PEDREROS, A & J YAÑEZ (EDS). 2009. Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia. Segunda edición. 571 pp.

NORDSTROM & WILD F.D (2005). Reduction Oxidation Potential - Electrode Method: U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, book 9, chap. A6, sec. 6.5, September 2005. http://water.usgs.gov/owq/FieldManual/Chapter6/6.5_v_1.2.pdf.

NÚÑEZ H, J. SCHULTE Y C. GARÍN., 2001. Liolaemus josephorum, nueva especie de lagartija para el norte de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. (50): 91-107.

NÜRENBERG, G.K. 1996. Trophic state of clear and colored, soft- and hard-water lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and ®sh. Lakes and Reservoir Management, 12:432-447.

OLIVARES, M. (2000). Estudio analítico-numérico y experimental de la cuña salina en estuarios. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad de Chile.

OLIVER, S. C.1943. Catálogo de los Peces Marinos del Litoral de Concepción y Arauco. Boletín Sociedad de Biología de Concepción. 17: 75-126.

ORTIZ, J.C.1980. Revisión taxonómica del género Tropidurus en Chile. Reunión Iberoam. Zool. Vertebr. 1: 355- 377pp.

Folio017498

PATRICK, W. H., JR., D. S. MIKKELSEN, AND B. R. WELLS (1985) Plant nutrient behavior in flooded soil. In Fertilizer Technology and Use, 3rd ed., 197-228. Madison, Wis.: SSSA.

PEREIRA, D., J. OLIVEIRA ARRUDA, R. MENEGAT, M.L. PORTO, A. SCHWARZBOLD Y S.M. HARTZ (2011) Guildas tróficas, composição e distribuição de espécies de moluscos límnicos no gradiente fluvial de um riacho subtropical brasileiro. Biotemas. 24(1): 21–36.

PINCHEIRA-DONOSO, D. & H. NÚÑEZ. 2005. Las especies chilenas del género Liolaemus Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae). Taxconomía, Sistemática y Evolución. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. (59): 7-486.

Plano Regulador Metropolitano de Santiago - http://zonificacionipt.minvu.cl/.

PRITCHARD, D. W. (1967). What is an estuary: physical viewpoint, in: Lauff, G.H. (Ed.) Estuaries. American Association for the Advancement of Science Publication, 83: pág: 3-5.

RAMÍREZ, C. & C. SAN MARTÍN (2006). Diversidad de Macrófitos chilenos. En: Vila, I., Veloso, A., Schlatter, R., Ramírez, C. Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria. 21-60 pp.

RAMÍREZ, C. & C. SAN MARTÍN. (2006). Flora acuática. En: Saball, P., M Arroyo, J.C. Castilla, C. Estades, J.M. Ladrón de Guevara, S. Larraín, C. Moreno, F. Rivas, J. Rovira, A. Sánchez & L. Sierralta (eds.). Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. pp. 364-369 Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago.

RAMSAR. 1999. Programa de Promoción 1999-2002. Propuesta N° 9, Proyecto de Resolución. Ramsar COP7 DOC.15.9.

Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina. http://www.cnr.gob.cl/Paginas/Home.aspx.

“Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres" (RCE).

SAN MARTÍN, C, PÉREZ, Y, MONTENEGRO, D, & ÁLVAREZ, M. (2011). Diversidad, hábito y hábitat de Macrófitos acuáticos en la Patagonia occidental (Región de Aisén, Chile). Anales del Instituto de la Patagonia, 39(1), 23-41.

SAN MARTIN, C., C. RAMIREZ & M. ALVAREZ. (2003). Macrófitos como bioindicadores: Una propuesta metodológica para caracterizar ambientes dulceacuícolas. Revista Geográfica de Valparaíso 34: 243-253.

SEREMI Medio Ambiente (2005). Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza “Humedal Estuario del Río Huasco”. Región de Atacama. 49 pp.

SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG) y CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA (CEA) (2006) Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales. 81 pp

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO. 2012. La Ley de caza y su reglamento, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. 96 pp.

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO., 2012. La Ley de caza y su reglamento, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. 96 pp.

SMITH, V.H. 1998. Cultural eutrophication of inland, estuarine, and coastal waters. In: Pace, M.L, Gro€ man, P.M. (Eds.), Successes, Limitations and Frontiers in Ecosystem Science. Springer, New York, pp. 7-49.

STEINBERG, S.L., AND S.H. COONROD (1994) Oxidation of the root zone by aquatic plants growing in gravelnutrient solution culture. J. Environ. Qual. 23:907-913.

STUARDO, J. Y VALDOVINOS, C. (1989). Estuarios y lagunas costeras: ecosistemas importantes del Chile central. Ambiente y Desarrollo, V:107–115 pp.

TALA F, M EDDING & J VÁSQUEZ. 2004. Aspect of the reproductive phenology of Lessonia trabeculata (Laminariales: Phaeophyceae) from three populations in northern Chile. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. 38: 255-266.

TESAM S.A. (1998). Estudio de impacto Ambiental del proyecto Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento. Capítulo 5 Línea de Base. EIA preparado para Cementos de Chile.

TESAM, S.A. 1998. Estudio de impacto Ambiental del proyecto Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento. Capítulo 5 Línea de Base. EIA preparado para Cementos de Chile.

The Plant List (2013). http://www.theplantlist.org/ Real Jardín Botánico y Jardín Botánico de Missouri.

TORRES-MURA, J.C., G.E. GONZÁLEZ & D.E. MARTÍNEZ.2011. Fauna de Chile: vertebrados de la zona mediterránea. Ediciones del Naturalista, Santiago, Chile. 186 pp.

TRONCOSO, J. & C. GARIN. 2013. On the identity of Liolaemus nigromaculatus Wiegmann, 1834 (Iguania, Liolaemidae) and correction of its type locality. ZooKeys. 294: 37–56.

TRONCOSO, J. & Y. MARAMBIO.2011. Lista comentada de los Reptiles de Atacama. Boletín del Museo Regional de Atacama. Año 2 (Chile). 2: 60-71pp.

UICN, S. (2001). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de la Supervivencia de Especies de la UICN.

VALLADARES, P. 2011. Análisis, síntesis y evaluación de la literatura de lagartos de la Región de Atacama, Chile. Gayana 75: 81-98pp.

VÁSQUEZ, J.A. & B. SANTELICES. 1984. Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de Lessonia nigrescens Bory (Phaeophyta) en Chile central. Revista Chilena de Historia Natural. 57: 131-154.

VÁSQUEZ, J.A. & J.M.A. VEGA. 2004. El Niño 1997-1998 en el norte de Chile: efectos en la estructura y en la organización de comunidades submareales dominadas por algas pardas: 119-135. In: Avaria S, J Carrasco, J Rutland & E Yáñez (eds) El Niño-La Niña 1997-2000 sus efectos en Chile. CONA, Valparaíso, Chile.

VÁSQUEZ, J.A., E. FONCK & J.M.A VEGA. 2001a). Diversidad, abundancia y variabilidad temporal de ensambles de macroalgas del submareal rocoso del norte de Chile. En: K Alveal & T Antezana (eds) Sustentabilidad de la Biodiversidad. Un problema actual, bases científico técnicas, teorizaciones y perspectivas. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción (CHILE). 351-366.

VÁSQUEZ, J.A.1992. Lessonia trabeculata, a subtidal bottom kelp in northern Chile: a case study for a structural and geographical comparisons. In: U Seeliger (ed), Coastal Plants of Latin America. Academics Press, San Diego. 77-89.

VEGA, J.M, J.A. VÁSQUEZ & A.H. BUSCHMANN.2005. Biología poblacional de huirales submareales de Macrocystis integrifolia y Lessonia trabeculata (Laminariales, Phaeophyceae) en un ecosistema de surgencia del norte de Chile: variabilidad interanual y El Niño 1997-1998. Revista Chilena de Historia Natural 78: 33-50.

VELOSO, A. 2006. Batracios de las cuencas hidrográficas de Chile: origen, diversidad y estado de conservación. En: Vila, I., A. Veloso & C. Ramírez (eds.). Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago. 103-140.

VIDAL M & A LABRA., 2008. Herpetología de Chile. Science Verlag. 593 pp.

VIDAL, M. & A. LABRA. 2008. Herpetología de Chile. Science Verlag. 593 pp.

VILA, I., VELOSO, A., SCHLATTER, R. & RAMIREZ, C. (EDS.). 2006. Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile.

VILA, I.; A.VELOSO, R. SCHLATTER. 2006. Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Coleccion: Biodiversidad. Santiago de Chile: Editorial Universitaria; Universidad de Chile; Programa Interdisciplinario de Estudios en Biodiversidad (PIEB): 186p.

VOLLENWEIDER, R.A. 1969. Moglichkeiten und grenzen elementarer modelle der stoffbilanz von seen. Archiv für Hydrobiologie, 66:1-36.

WELLER, M. W. (1999) Wetlands birds: habitat resources and conservation implications. Cambridge University Press, Cambridge.

ZULOAGA, F., O MORRONE, M BELGRANO (Eds.) (2009). Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107, 1–3348.

Zuloaga, F.O., Morrone O. & Belgrano, M.J. (eds.) (2008c) Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Volumen 3. Dicotyledonae: Fabaceae - Zygophyllaceae. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107: 2287-3348.

ZULOAGA, F.O., MORRONE, O. & BELGRANO, M.J. (eds.) (2008) Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Volumen 1. Pteridophyta, Gymnospermae y Monocotyledonae. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107: 1-983.

ZULOAGA, F.O., MORRONE, O. & BELGRANO, M.J. (eds.) (2008b) Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Volumen 2. Dicotyledonae: Acanthaceae - Fabaceae. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107: 985-2286.

ZULOAGA, F.O., O. MORRONE & M. J. BELGRANO (2008) Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Missouri Botanical Garden Press. Saint Louis. [Documento en línea]. http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp, (consulta: septiembre de 2016).

14 ANEXOS

14.1 Permiso de pesca

MINISTERIO DE ECONOMÍA
FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

AUTORIZA A CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA LTDA. PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

VALPARAÍSO, 28 DIC. 2015

R.EX.Nº 3529

VISTO: Lo solicitado por Centro de Ecología Aplicada Ltda., mediante carta, Cl. SUBPESCA Nº 13.664, de fecha 18 de noviembre de 2015; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría en Informe Técnico Nº 244/2015, contenido en Memorándum Técnico (P.INV.) Nº 244/2015, de fecha 2 de diciembre de 2015; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto **"Solicitud de Pesca de Investigación para Flora y Fauna Acuática en Cuerpos y Cursos de Aguas Continentales e Insulares del Territorio Nacional"**, elaborados por el peticionario y aprobados por esta Subsecretaría; lo dispuesto en la Ley Nº 19.880; lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, lo dispuesto en el D.F.L. Nº 5 de 1983 y el D.S. Nº 461 de 1995 y el Decreto Exento Nº 878 de 2011, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y la Resolución Exenta Nº 332 de 2011, del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

CONSIDERANDO:

Que Centro de Ecología Aplicada Ltda., ingresó mediante carta citada en Visto, una solicitud para desarrollar la pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Solicitud de Pesca de Investigación para Flora y Fauna Acuática en Cuerpos y Cursos de Aguas Continentales e Insulares del Territorio Nacional"**.

Que mediante Memorándum Técnico (P.INV.) Nº 244/2015, la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, informa que las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación de acuerdo a lo definido en el artículo 2º número 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, por cuanto es una actividad extractiva sin fines de lucro, cuya finalidad es obtener datos e información para generar conocimiento científico, para proteger la biodiversidad y el patrimonio sanitario el país.

Que el interés del estado, son todas las especies de peces de agua dulce (nativas e introducidas), Fitobentos, Zoobentos, Zooplancton y Fitoplancton, presentes en los cuerpos de aguas continentales e insulares del territorio nacional; en particular, en aquellas zonas donde se requiera ejecutar estudios de líneas base o seguimientos ambientales.

Que las evidencias científicas apuntan a que los problemas de conservación de las especies ícticas de aguas continentales chilenas van en aumento; lo que se asocia a múltiples factores, siendo el más relevante el deterioro y fragmentación de su hábitat.

Que por lo anterior, es de especial interés para la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura contar con el mayor número de antecedentes que permitan diseñar medidas de administración que promuevan objetivos de conservación para este grupo de especies de peces nativos y asilvestrados de importancia para la pesca recreativa.

Que el uso controlado de las artes de pesca descritos en el informe técnico citado en Visto, permite disminuir la mortalidad no deseada y por tanto no resulta en un incremento de los riesgos de conservación de las especies señaladas.

Que dicha solicitud cumple con las exigencias dispuestas en el D.S. N° 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que establece los requisitos que deben cumplir las solicitudes de pesca de investigación.

Que de acuerdo a lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

RESUELVO:

1.- Autorízase a Ecología Aplicada Ltda., R.U.T. N° 78.294.470-3, con domicilio en Avenida Príncipe de Gales 6465, La Reina, Región Metropolitana, para efectuar una pesca de investigación, de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto **"Solicitud de Pesca de Investigación para Flora y Fauna Acuática en Cuerpos y Cursos de Aguas Continentales e Insulares del Territorio Nacional"**, elaborados por el peticionario y aprobados por esta Subsecretaría, y el informe técnico citado en Visto, los que se consideran parte integrante de la presente resolución.

2.- El objetivo consiste en el estudio de flora y fauna acuática en cursos y cuerpos de agua de las principales cuencas del país, enmarcados dentro de estudios de línea de base de ecosistemas acuáticos continentales de Chile.

3.- La pesca de investigación, que por la presente resolución se autoriza, se efectuará por el término de 12 meses contados desde la fecha de la presente resolución, en los cursos y cuerpos de agua continentales e insulares del territorio nacional.

4.- En cumplimiento de los objetivos de la presente pesca de investigación exploratoria, el peticionario podrá realizar el muestreo no letal de las siguientes especies ícticas, según se indica:

Especies nativas	Nombre común
Geotria australis	Lamprea de bolsa
Mordacia lapicida	Lamprea de agua dulce
Cheirodon galusdae	Pocha de los Lagos
Cheirodon pisciculatus	Pocha
Cheirodon australe	Pocha del sur
Cheirodon killiani	Pocha
Diplomystes nahuelbutaensis	Bagre /Tollo
Diplomystes chilensis	Bagre /Tollo
Diplomystes camposensis	Bagre /Tollo
Hatcheria macraei	Bagre
Trichomycterus areolatus	Bagrecito
Trichomycterus chiltoni	Bagrecito
Trichomycterus rivolatus	Bagrecito
Trichomycterus chungaraensis	Bagrecito
Trichomycterus laucaensis	Bagrecito
Bullockia maldonadoi	Bagrecito
Nematogenys inermis	Bagre grande
Galaxias maculatus	Puye/Truchita/Coltrao
Galaxias platei	Puye
Galaxias globiceps	Puye
Brachygalaxias gothei	Puye
Brachygalaxias bullocki	Puye
Aplochiton marinus	Peladilla
Aplochiton taeniatus	Farionela / Peladilla
Aplochiton zebra	Farionela listada
Orestias agassizi	Karachi/corvinilla
Orestias chungarensis	Karachi/corvinilla
Orestias laucaensis	Karachi/corvinilla
Orestias ascotanensis	Karachi/corvinilla
Orestias parinacotensis	Karachi/corvinilla
Odontesthes mauleanum	Cauque /pejerrey
Odontesthes debueni	Pirihuelo
Odontesthes wiebrichi	Cauque de valdivia
Odontesthes brevianalis	Cauque del norte
Odontesthes molinae	Cauque de molina
Odontesthes itatanum	Cauque de itata
Odontesthes hatcheri	Cauque patagonico
Basilichthys australis	Pejerrey chileno
Basilichthys microlepidotus	Pejerrey del norte
Basilichthys semotilus	Pejerrey
Percichthys trucha	Perca trucha o trucha criolla
Percichthys melanops	Trucha negra o trucha criolla
Percilia gillissi	Carmelita o coloradita
Percilia irwini	Carmelita de Concepción
Especies introducidas	**Nombre común**
Basilichthys bonaerensis	Pejerrey argentino
Cyprinus carpio	Carpa
Gambusia affinis	Gambusia
Gambusia holbrooki	Gambusia
Carassius carassius	dorado
Cnesterodon decemmaculatus	10 manchas

Ameiurus nebulosus	Cat fish
Oncorhynchus kisutch	Salmón coho o plateado
Oncorhynchus masou	Salmón cereza
Oncorhynchus mykiss	Trucha arcoiris
Oncorhynchus tshawytscha	Salmón Rey o Chinook
Salmo salar	Salmón del Atlántico
Salmo trutta	Trucha fario
Salvelinus fontinalis	Trucha de arroyo
Carassius sp	Dorado

Matriz Biológica	Arte de Pesca, Equipos o elementos	Características
Ictiofauna	Equipo de pesca eléctrica	Marca COFFELT Modelo EX 350. Número Serie ECC-1176435. Voltaje 240V 50 Hz, Potencia max. 350 VA
	Espinetes	Equipados con anzuelos N° 6.
	Redes agalleras	Las redes están constituidas por hilos de monofilamento. Las mallas varían de ½" a 4" de distancia entre nudos como máximo. Los paños son de 25 m de longitud. Estos paños de 25 m pueden agregarse longitudinalmente hasta alcanzar una longitud máxima de 125 m.
	Redes Nasa	Red Nasa de 3 m de longitud y 50cm de diámetro.
Zoobentos	Red Surber	Red Surber de 0,09 (m^2) y con una apertura de malla de 250 µm.
Zoobentos	Corer	Corer de 0,0037 (m^2).
Fitobentos	Perifitómetro	De acuerdo a Davies y Gee (1993).
	Core	Jeringa-core de 10 ml.
Fitoplancton	Red de fitoplancton	Red de arrastre de 60 µm de apertura de malla y 30 cm de diámetro de boca.
	Botella oceanográfica	Botella Van Dorn
	Red de salar	Red de plancton de 60 µm de trama de malla, con una apertura de boca de 10x15 cm.
Zooplancton	Red zooplancton	Red de arrastre de 110 µm de apertura de malla y 30 cm de diámetro de boca.
	Red de salar	Red con malla N 10 (110 µm) y 6 cm de diámetro.
Macrófitas	Cuadrante	Cuadrante de 1(m^2) Reticulado 100 retículas de 4 (cm^2).
Didymo	Mismos elementos utilizados para muestreo de fitoplancton y fitobentos	

Las especies de *Australoheros facetum* ("chanchito"), *Gambusia spp* ("gambusia"), *Carassius carassius* ("doradito"), *Cnesterodon decemmaculatus* ("10 manchas"), *Ameiurus nebulosus* ("pez gato"), *Jenynsia multidentata* (overito o morraja) y *Cheirodon interruptus* (pocha o morrajita) *Ctenopharyngodon idella* (carpa china) y *Cyprinus carpio* (carpa), podrán ser sacrificados en su totalidad, en consideración a su potencial invasividad y riesgo para la conservación de las especies nativas amenazadas.

Para la captura de peces se podrá utilizar un equipo de pesca eléctrica especializada para dichos fines, el uso de chinguillos auxiliares y redes de cerco orilleras. De la misma manera y para zonas de mayor profundidad, podrá utilizar trampas de peces, espineles y redes. Respecto del uso de espineles, estos no deberán superar un número máximo de 10 anzuelos, todos sin "rebarba". Los que deberán ser operados con tiempos de reposo inferiores a 12 horas. Las redes utilizadas no deben superar los 25 metros de longitud y nunca cubrir todo el curso de agua. En lagos, las redes podrán alcanzar un máximo de 125 metros de longitud y no más de tres unidades por cuerpo de agua. El tamaño de malla deberá corresponder al adecuado a cada especie objetivo del estudio, evitando la captura incidental de otras especies. El periodo de captura de la red no debe superar las 12 horas continuas. Durante este periodo, se deberá revisar regularmente la red a objeto de evitar la sobre captura, la captura de especies no objetivo, la mortalidad de los organismos atrapados.

Las especies nativas deberán ser devueltas una vez clasificadas a su medio en el mismo sitio de su captura, y en buenas condiciones para su sobrevivencia. Sin perjuicio de lo anterior, el consultor podrá reservar una muestra, o ejemplares de las especies ícticas que presenten signos de enfermedades o daños evidentes, para su posterior análisis patológico.

5.- El peticionario deberá informar a la oficina del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura correspondiente, con a lo menos 2 días hábiles de anticipación, las fechas y lugares específicos en que se realizarán las jornadas de muestro, para su control y fiscalización.

6.- Para efectos de la pesca de investigación que se autoriza por la presente resolución, se exceptúa del cumplimiento de las normas de administración establecidas mediante Decreto Exento N° 878 de 2011, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

7.- Para efectos de dar cumplimiento a las medidas establecidas en el programa de vigilancia, detección y control establecido por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura para la plaga *Didymosphenia geminata* (Didymo), el peticionario deberá:

a) Desinfectar los equipos, artes, implementos, aparejos de pesca y demás fómites que entren en contacto directo con el agua; tanto al comienzo y término de cada muestreo, debiendo utilizar los protocolos descritos en la Resolución Exenta 332 de 2011 del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y el Manual para el Monitoreo e Identificación de la microalga bentónica *Didymosphenia geminata* de la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura.

b) Dar aviso a más tardar dentro de las primeras 24 horas, una vez terminadas las campañas de muestreo en terreno, a la Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura correspondiente, en caso que durante la ejecución de las actividades en terreno se sospeche de la aparición de dicha plaga en el área de estudio. De la misma forma, en caso de encontrar células de la plaga en los análisis posteriores, se deberá dar aviso al Servicio dentro del mismo tiempo indicado en el párrafo precedente.

8.- El solicitante deberá elaborar un informe resumido de las actividades realizadas, que contenga a lo menos información de la obtención de muestras, de los materiales y métodos ocupados. Asimismo, se deberá entregar una base de datos, en formato EXCEL, conteniendo: Localización de la red o estaciones de muestreo, número de muestras, número de ejemplares capturados por especie cuando proceda o una cuantificación de la captura y características de los individuos muestreados en el contexto de la autorización.

Lo anterior deberá ser entregado dentro del plazo de 30 días corridos, contados desde la fecha de término del período de pesca autorizado, el cual deberá entregarse impreso por medio de una carta conductora a la cual se le deberá adjuntar un dispositivo de respaldo digital que contenga una copia del informe más la base de datos solicitada.

El incumplimiento de la obligación antes señalada se considerará como causal suficiente para denegar cualquier nueva solicitud de pesca de investigación.

9.- Designase a la Jefa de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, como funcionaria encargada de velar por el oportuno y debido cumplimiento de la obligación establecida en el numeral anterior.

10.- En los estudios asociados a programas de monitoreo medioambiental o planes de vigilancia ambientales, las metodologías utilizadas deberán ser aquellas señaladas en las respectivas Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA).

11.- El peticionario designa como persona responsable de esta pesca de investigación, a su representante legal don Manuel Contreras Leiva, R.U.T. Nº 8.990.546-K, con el mismo domicilio.

12.- El peticionario deberá dar cumplimiento a las obligaciones que se establecen en la presente resolución, y a las establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. Nº 461 de 1995, citado en Visto. El incumplimiento hará incurrir a la titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo, y sin perjuicio de las sanciones que correspondan de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura, ya citada.

13.- La presente resolución es sin perjuicio de las que correspondan conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

14.- El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura deberá adoptar las medidas y efectuar los controles que sean necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución.

15.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley Nº 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

16.- Transcríbase copia de esta resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y a la División Jurídica de esta Subsecretaría.

ANÓTESE, NOTIFÍQUESE POR CARTA CERTIFICADA Y PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DEL INTERESADO Y A TEXTO ÍNTEGRO EN EL SITIO DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO SUBSECRETARIO DE PESCA Y ACUICULTURA SUBROGANTE CHILE

PAOLO TREJO CARMONA
Subsecretario de Pesca y Acuicultura (S)

NLJ/css

Lo que transcribo a Ud., para su conocimiento.

Saluda atentamente a Ud.

MINISTERIO DE ECONOMÍA - SUBS. DE PESCA Y ACUICULTURA DIVISION JURIDICA

MINISTERIO DE ECONOMÍA - SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA JEFE DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO

ROBINSON QUIERO ZARATE
Jefe Departamento Administrativo S

REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
CASILLA 100 - V
VALPARAÍSO

AUTORIZA A CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA LTDA. PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACION QUE INDICA.

(EXTRACTO)

Por Resolución Exenta Nº 3529 de esta Subsecretaría, autorízase a Centro de Ecología Aplicada Ltda., para efectuar una pesca de investigación de conformidad Términos Técnicos de Referencia del proyecto **"Solicitud de Pesca de Investigación para Flora y Fauna Acuática en Cuerpos y Cursos de Aguas Continentales e Insulares del Territorio Nacional"**.

La pesca de investigación, que por la presente resolución se autoriza, se efectuará por el término de 12 meses contados desde la fecha de publicación de la presente resolución en el Diario Oficial, en los cursos y cuerpos de agua continentales e insulares del territorio nacional, en los términos establecidos en la resolución extractada.

El texto íntegro de la presente resolución se publicará en el sitio de dominio electrónico de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

PABLO TERRAZAS CARMONA
Subsecretario de Pesca y Acuicultura (S)

VALPARAÍSO, 28 DIC. 2015

Folio017509

14.2 Coordenadas de todos los puntos de muestreo

Tabla 14-1. Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de Fauna del Humedal Río Huasco durante invierno y primavera de 2016.

Estación	N	E	m.s.n.m.
FAUNA 1	6851541	284258	6
FAUNA 2	6851227	284712	6
FAUNA 3	6850627	284057	12
FAUNA 4	6849884	283525	5
FAUNA 5	6850903	285125	6
FAUNA 6	6850406	286072	13
FAUNA 7	6849879	285588	7
FAUNA 8	6848720	286915	14
FAUNA7DUNA	6852048	284971	10

Folio017510

14.3 Biota acuática

Tabla 14-2. Riqueza, abundancia e índices de diversidad (H') y equidad (J') de zooplancton expresado en Ind/L, en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.

Datos obtenidos durante la campaña de invierno-primavera 2016. Donde Inv= Invertebrata, Vert= Vertebrata, Artr= Arthropoda, Arac= Arachnida, Ostr= Ostracoda, Malac= Malacostraca, Branch= Branchiopoda, Maxil= Maxilopoda, Hydr= Hydrozoa, Ling= Lingulata, Gast= Gasteropoda, Bry= Bryozoa, Mon= Monogonta, For= Foraminifera, Entog= Entognata, Eurot= Eurotatoria, Clit= Clitellata.

Campaña	Invierno						Primavera					
Taxa / Punto de muestreo	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6
CHORDATA												
Huevo indet. (Invert.)	0,017	0,068	0,029	0,038	0,355	0,042	0	0	0	0	0	0
Larva pez indet. (Vert.)	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA												
Protozoea indet. (Artr.)	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0
Trombidiformes												
Halacaridae indet. (Arac.)	0,043	0,017	0,028	0,030	0,056	0,110	0	0	0	0	0	0
Ostracoda												
Ostracoda indet. (Ostr.)	0,820	0,021	0,237	0,130	0,218	0,145	0	0	0,374	0,133	0,214	0,819
Amphipoda												
Gammaridae indet. (Malac.)	0	0	0,003	0	0	0,003	0	0	0	0	0	0
Decapoda												
Zoea Bellidae indet. (Malac.)	0	0	0,013	0	0,038	0	0	0	0	0	0	0
Zoea Pinnotheridae indet. (Malac.)	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0
Zoea Majidae indet. (Malac.)	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0

Campaña	Invierno						Primavera					
Taxa / Punto de muestreo	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**
Zoea indet. (Malac.)	0	0	0	0	0,000	0	0,653	0	0	0	0	0
Cladocera												
Neobosmina chilensis (Branch.)	1,560	0,034	0,074	0,097	0,021	0,011	0	0	0	0	0	0
Diplostraca												
Chydorus sphaericus (Branch.)	0,009	0,021	0,154	0,410	0,026	0,003	0	0,585	1,621	0,916	1,452	4,548
Leydigia leydigi (Branch.)	2,024	0,030	0	0,009	0,013	0	0	0	0	0	0	0
Alona sp. (Branch.)	0,158	0,004	0,013	0		0	0	0	0,109	0,042	0,220	1,029
Diptera												
Chironomidae indet. (Insect.)	0	0	0	0	0	0	0,382	0,374	0,805	0,265	1,212	2,943
Trichoptera indet. (Insect.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,055	0	0	0,410
Ephemeroptera												
Ephemeroptera indet. (Insect.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,046	0	0,210
Copepoda												
Nauplii copepoda (Maxil.)	0,099	0,026	0,004	0,043	0,060	0,313	3,031	0,179	0,938	0,491	0,788	2,324
Metanauplii copepoda (Maxil.)	0	0,004	0	0,017	0,017	0,005	0	0	0	0	0	0
Cirripedia												
Nauplii cirripedia (Maxil.)	0	0	0	0	0,021	0	0,200	0	0	0	0	0
Metanauplii cirripedia (Maxil.)	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0
Calanoida												
Acartia tonsa (Maxil.)	0	0	0,004	0	0,043	0	0	0	0	0	0	0

Folio017512

Campaña	Invierno						Primavera					
Taxa / Punto de muestreo	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**
Calanus sp. (Maxil.)	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0
Calanoida indet. (Maxil.)	0	0	0	0	0	0	0,471	0	0	0	0	0
Pleuromamma gracilis (Maxil.)	0	0	0,004	0	0,009	0	0	0	0	0	0	0
Clausocalanus sp. (Maxil.)	0	0	0,009	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0
Lucicutia sp. (Maxil.)	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0
Paracanalus indicus (Maxil.)	0	0,013	0	0	0,043	0	0	0	0	0	0	0
Cyclopoida												
Cyclopoida indet. (Maxil.)	0,915	0,060	0,013	0,051	0,103	0,114	0	0	0,480	0,221	0,675	1,467
Harpacticoida												
Harpacticoida indet. (Maxil.)	0,615	0,055	0,017	0,021	0,064	0,051	0,300	0	0	0	0	0
Canthocamptidae indet. (Maxil.)	0	0	0	0	0	0	0,089	0	0,219	0,044	0,223	0,414
Acari												
Acari indet. (Arach.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,106	0,086	0,116	0,424
Collembola												
Collembola indet. (Entog.)	0	0	0	0	0	0	0,742	0	0	0	0	0
CNIDARIA												
Anthoathecatae												
Hydromedusae indet. (Hydr.)	0	0	0	0	0,004	0	0,376	0	0	0	0	0
Pólipo Hydromedusae indet. (Hydr.)	0	0	0,004	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0
Anthomedusae												

Campaña	Invierno						Primavera					
Taxa / Punto de muestreo	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**
Hydra sp. (Hydr.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,106	0,090	0,220	1,033
BRACHIOPODA												
Lingulida												
Larva lingula indet. (Ling.)	0	0,017	0	0	0,026	0	0	0	0	0	0	0
MOLLUSCA												
Gasteropoda												
Gasteropoda indet. (Gast.)	0,078	0,013	0,014	0,055	0,017	0,053	0	0	0	0	0	0
Larva Gasteropoda indet. (Gast.)	0,017	0,004	0,017	0,013	0,021	0,033	0	0	0	0	0	0
Physidae indet. (Gast.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,210
BRYOZOA												
Larva cifonauta indet. (Bry.)	0	0	0	0	0,009	0	0	0	0	0	0	0
ROTIFERA												
Ploima												
Lepadella ovalis (Mon.)	0	0,017	0	0,009	0,004	0	0	0	0	0	0	0
Keratella sp. (Mon.)	0	0	0	0	0,004	0,011	0	0	0	0	0	0
Platyias quadricornis (Mon.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,429
Euchlanis dilatata (Mon.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,103	0,566	0,441	0,814
Lecane luna (Mon.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,055	0	0	0
Flosculariaceae												
Testudinella sp. (Eurot.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,055	0	0	0

Folio017514

Campaña	Invierno						Primavera					
Taxa / Punto de muestreo	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**
FORAMINIFERA												
Foraminifera indet. (For.)	0,064	0	0,004	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0
NEMATODA												
Nematoda indet.	0	0	0	0	0	0	0,100	0,179	0,056	0	0	0,619
ANNELIDA												
Oligochaeta												
Oligochaeta indet. (Clit.)	0	0	0	0	0	0	0,658	0,179	0,480	0,133	1,020	0,819
Polychaeta												
Polychaeta indet.	0	0	0	0	0	0	2,136	0	0	0	0	0
TARDIGRADES												
Tardigrada indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,116	0
Riqueza	**13**	**16**	**18**	**14**	**30**	**13**	**11**	**4**	**14**	**11**	**11**	**15**
Abundancia	**6**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**6**	**1**	**5**	**3**	**6**	**17**
Diversidad (H')	**2,6**	**3,6**	**2,9**	**2,8**	**3,8**	**2,8**	**2,9**	**2,1**	**3,1**	**2,9**	**3,1**	**3,5**
Equidad (J')	**0,70**	**0,90**	**0,69**	**0,73**	**0,76**	**0,76**	**0,80**	**0,92**	**0,80**	**0,82**	**0,88**	**0,86**

Tabla 14-3 Riqueza y Abundancia de macroinvertebrados bentónicos (>500 µm) expresadas en ind/m2, en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Donde Ins = Insecta, Ost= Ostracoda, Gast = Gastrópoda, Tur= Turbellaria, Nemat= Nematoda, Hiru=Hirudinea, Oligo=Oligochaeta.

Campaña	Invierno						Primavera					
Taxa / Punto de muestreo	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**
Decapoda												
Cryphiops caementarius	0	0	0	0	0	0	0	84,18	0	0	0	0
Coleoptera												
Hydrophilidae indet. (Ins.)	39,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haliplidae indet. (Ins)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,18	0	0
Diptera												
Chironomidae indet. (Ins.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	1346,80	252,53
Ceratopogonidae indet.(Ins.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168,35
Odonata												
Libellulidae indet. (Ins.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
Aeshnidae indet.(Ins.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,18
Coenagrionidae indet. (Ins.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,18	0	0
Trichoptera												
Oxyethira sp. (Ins.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
Basommatophora												
Physa sp. (Gast.)	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomphalaria sp. (Gast.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0

Folio017516

Campaña	Invierno						Primavera					
Taxa / Punto de muestreo	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**
Littorinimorpha												
Heleobia sp. (Gast.)	1.725,49	196,08	39,22	39,22	274,51	509,80	0	0	0	0	0	0
Hirudinea												
Hirudinea indet. (Hiru.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
Nematoda												
Nematoda indet. (Nemat.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
Haplotaxida												
Naididae indet. (Oligo.)	0	0	0	0	0	980,39	0	0	0	0	0	0
Nais sp. (Oligo.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda												
Ostracoda indet. (Ostr.)	0	0	0	0	0	6.823,53	0	0	0	0	0	0
Seriata												
Dugesia sp. (Platy.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
Riqueza	**2**	**1**	**2**	**1**	**9**	**3**	**0**	**1**	**0**	**2**	**1**	**3**
Abundancia	**1.765**	**196**	**78**	**39**	**588**	**8.314**	**0**	**84**	**0**	**168**	**1.347**	**505**
Diversidad (H')	**0,2**	**0,0**	**1,0**	**0,0**	**2,6**	**0,8**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**1,0**	**0,0**	**1,5**
Equidad (J')	**0,15**	*******	**1,00**	*******	**0,82**	**0,53**	*******	********	*******	**1,00**	*******	**0,92**

Folio017517

Tabla 14-4 Abundancia de especies de ictiofauna registradas en el área de estudio durante la campaña de invierno-primavera 2016.

Campaña	Punto de muestreo	Especie	Abundancia
Invierno	H-1	-	0
	H-2	-	0
	H-3	-	0
	H-4	-	0
	H-5	*Mugil cephalus*	10
	H-6	*Mugil cephalus*	8
Primavera	H-1	*Gambusia affinis*	1
	H-2	*Mugil cephalus*	1
	H-3	*Gambusia affinis*	3
	H-4	*Gambusia affinis*	11
	H-5	*Gambusia affinis*	20
	H-6	*Gambusia affinis*	8

Tabla 14-5. Factor de condición de ejemplares de Lisa capturados en puntos de muestreo.

Punto de Muestreo	Especie	L.T (cm)	P.T (g)	K
H1	*Gambusia affinis*	-	-	-
H2	*Mugil cephalus*	12,5	21,3	10,9
H3	*Gambusia affinis*	2,9	0,2	8,2
H3	*Gambusia affinis*	3,1	0,3	10,1
H3	*Gambusia affinis*	3,5	0,2	4,7
H4	*Gambusia affinis*	3,5	0,4	9,3
H4	*Gambusia affinis*	4,7	1	9,6
H4	*Gambusia affinis*	4,3	0,4	5,0
H4	*Gambusia affinis*	4,6	0,8	8,2
H4	*Gambusia affinis*	3,5	0,3	7,0
H4	*Gambusia affinis*	3,5	0,2	4,7
H4	*Gambusia affinis*	3,5	0,4	9,3
H4	*Gambusia affinis*	3,6	0,7	15,0
H4	*Gambusia affinis*	3,6	0,7	15,0
H4	*Gambusia affinis*	4,4	1	11,7
H4	*Gambusia affinis*	3	0,4	14,8
H5	*Gambusia affinis*	4,7	0,9	8,7

Folio017519

Punto de Muestreo	Especie	L.T (cm)	P.T (g)	K
H5	*Gambusia affinis*	4,5	0,7	7,7
H5	*Gambusia affinis*	4,3	0,5	8,8
H5	*Gambusia affinis*	3,5	0,4	11,7
H5	*Gambusia affinis*	5	1,2	3,2
H5	*Gambusia affinis*	4	0,6	18,8
H5	*Gambusia affinis*	4,1	0,6	8,7
H5	*Gambusia affinis*	4,4	0,7	7,0
H5	*Gambusia affinis*	4,1	0,7	10,2
H5	*Gambusia affinis*	3,6	0,2	15,0
H5	*Gambusia affinis*	4,6	0,9	2,1
H5	*Gambusia affinis*	4,2	0,5	12,1
H5	*Gambusia affinis*	4,5	0,7	5,5
H5	*Gambusia affinis*	4,4	0,8	8,2
H5	*Gambusia affinis*	5	1,4	6,4
H5	*Gambusia affinis*	4	0,6	21,9
H5	*Gambusia affinis*	4	0,5	9,4
H5	*Gambusia affinis*	3,5	0,1	11,7
H5	*Gambusia affinis*	4,3	0,7	1,3

Punto de Muestreo	Especie	L.T (cm)	P.T (g)	K
H5	*Gambusia affinis*	4,7	1,2	6,7
H5	*Gambusia affinis*	4,3	0,7	15,1
H6	*Gambusia affinis*	2,9	0,1	28,7
H6	*Gambusia affinis*	3,6	0,5	2,1
H6	*Gambusia affinis*	3,8	0,3	9,1
H6	*Gambusia affinis*	3,3	0,4	8,3
H6	*Gambusia affinis*	3,5	0,7	9,3
H6	*Gambusia affinis*	3,9	0,5	11,8
H6	*Gambusia affinis*	4,7	1	4,8
H6	*Gambusia affinis*	5	0,7	8,0

14.4 Fichas de especies de aves en categoría de conservacion



Figura 14-1 Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Coscoroba coscoroba*.



Figura 14-2. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave Plegadis chihi.



Figura 14-3. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave Larus modestus.



Figura 14-4. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Theristicus melanopis*.



Figura 14-5. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Gallinago paraguaiae*.



Figura 14-6. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Ardea cocoi*.



Figura 14-7. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Anas bahamensis*.



Figura 14-8. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Anas platalea*.

Folio017529

14.5 Calidad de agua

14.5.1 Columna de agua

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante las campañas agosto 2016 y noviembre 2016, se comparan con valores del Anteproyecto de norma secundaria de calidad de agua (Ávalo *et al,* 2009).

Folio017530

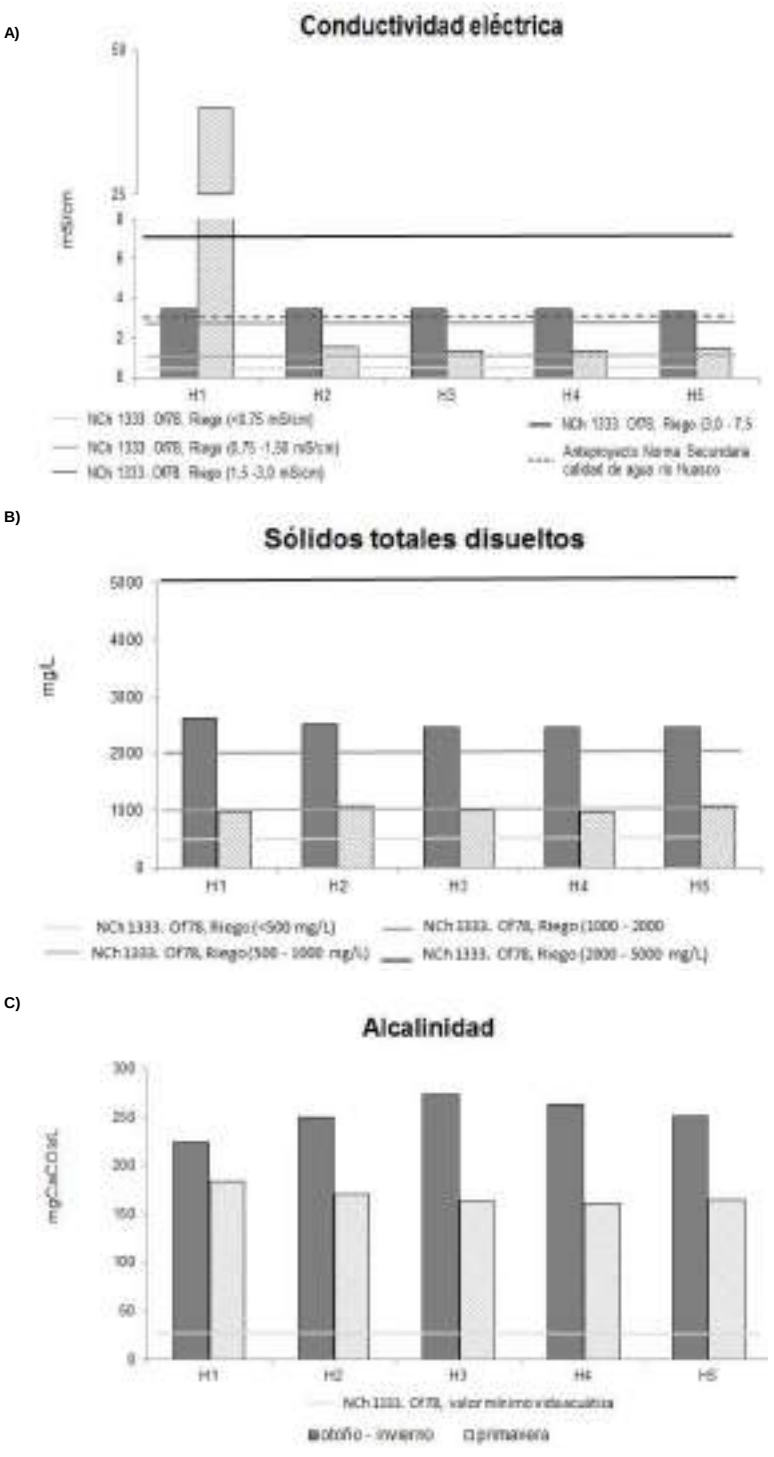
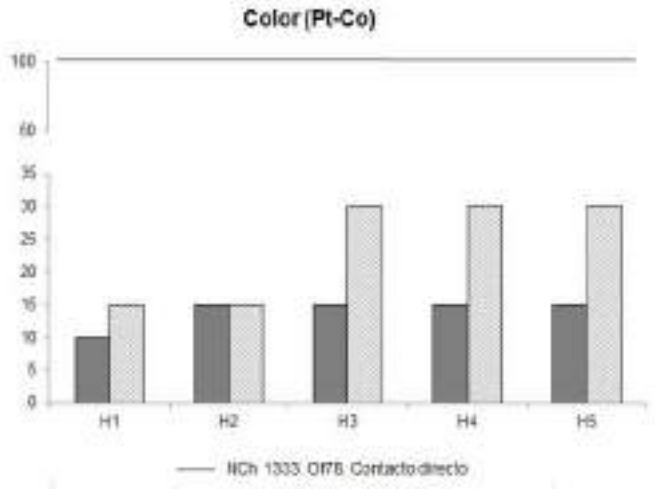


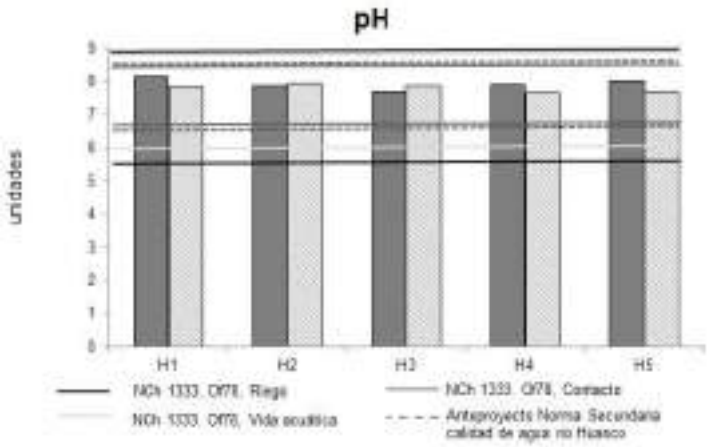
Figura 14-9. Valores de parámetros físico-químicos A) conductividad eléctrica, B) sólidos totales disueltos, y C) alcalinidad, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparado con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.

Folio017531

D)



E)



F)

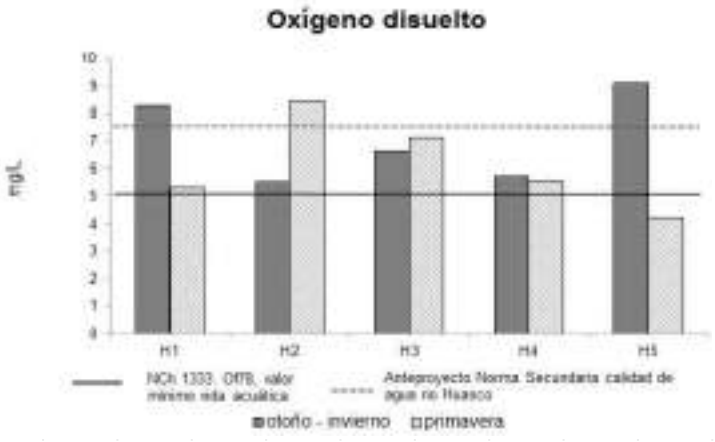
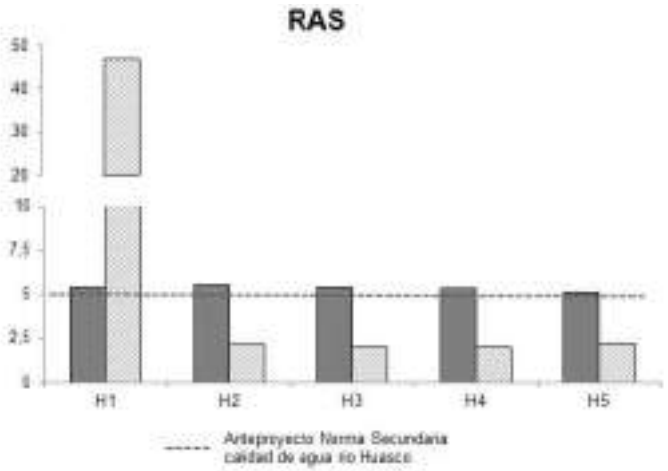


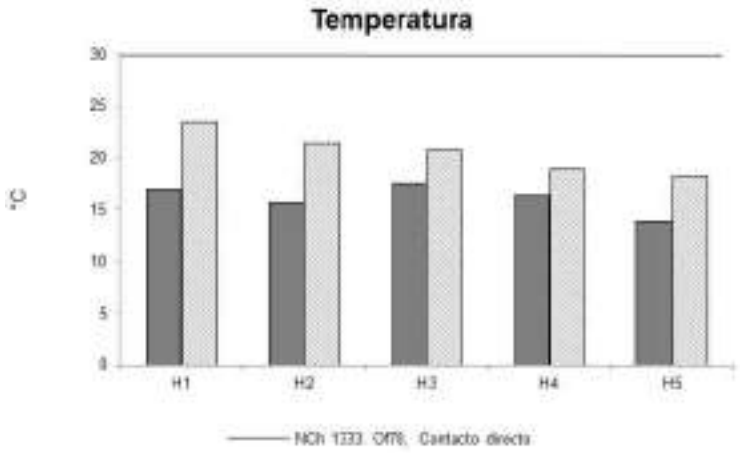
Figura 14-10. Continuación. Valores de parámetros físico-químicos D) color, E) pH, y F) oxígeno disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.

Folio017532

G)



H)



I)

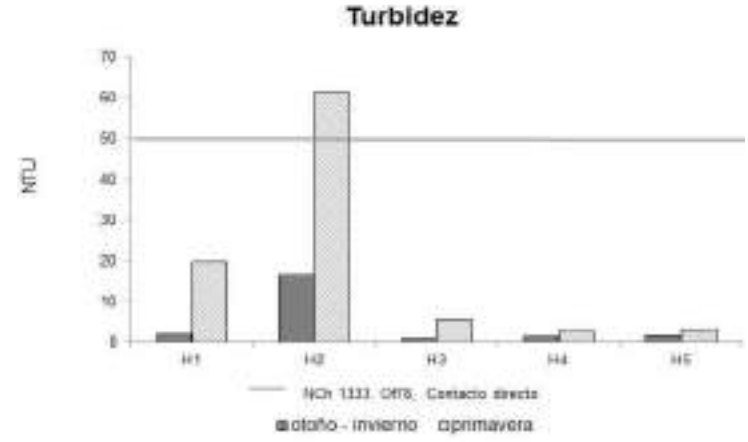
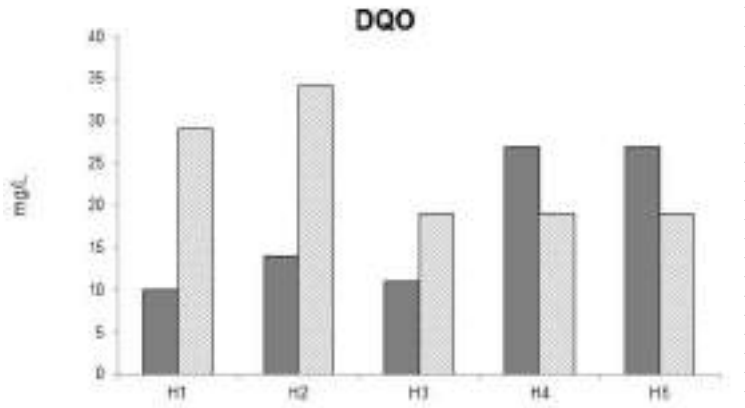


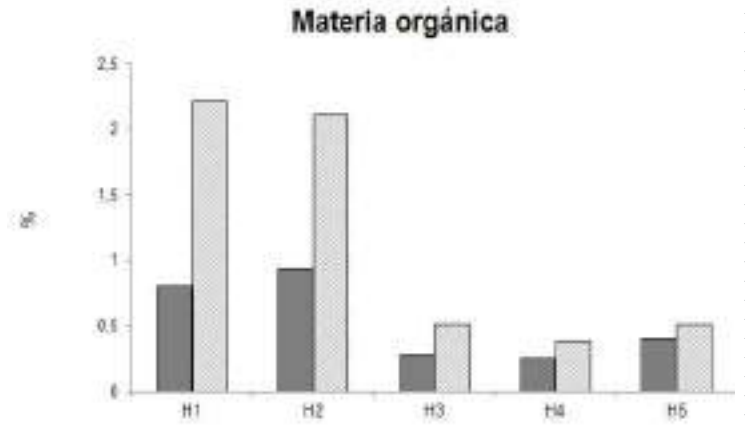
Figura 14-11. Continuación. Valores de parámetros físico-químicos Valores de G) RAS H) temperatura, y I) turbidez, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.

Folio017533

J)



K)



L)

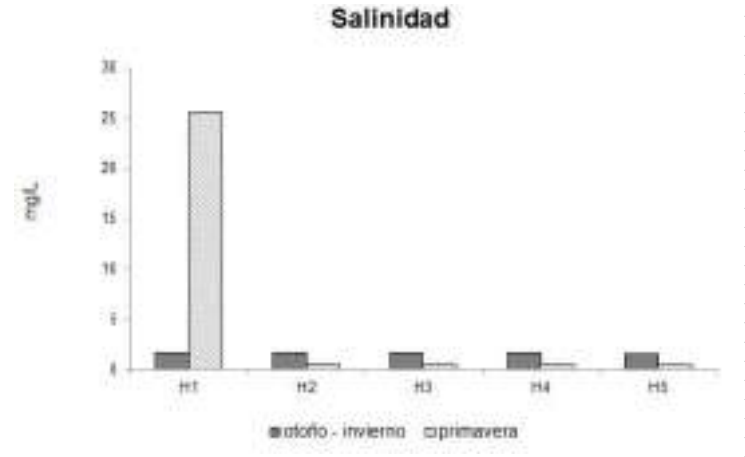


Figura 14-12. Continuación. Valores de parámetros físico-químicos J) DQO, y K) materia orgánica, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016.

Folio017534

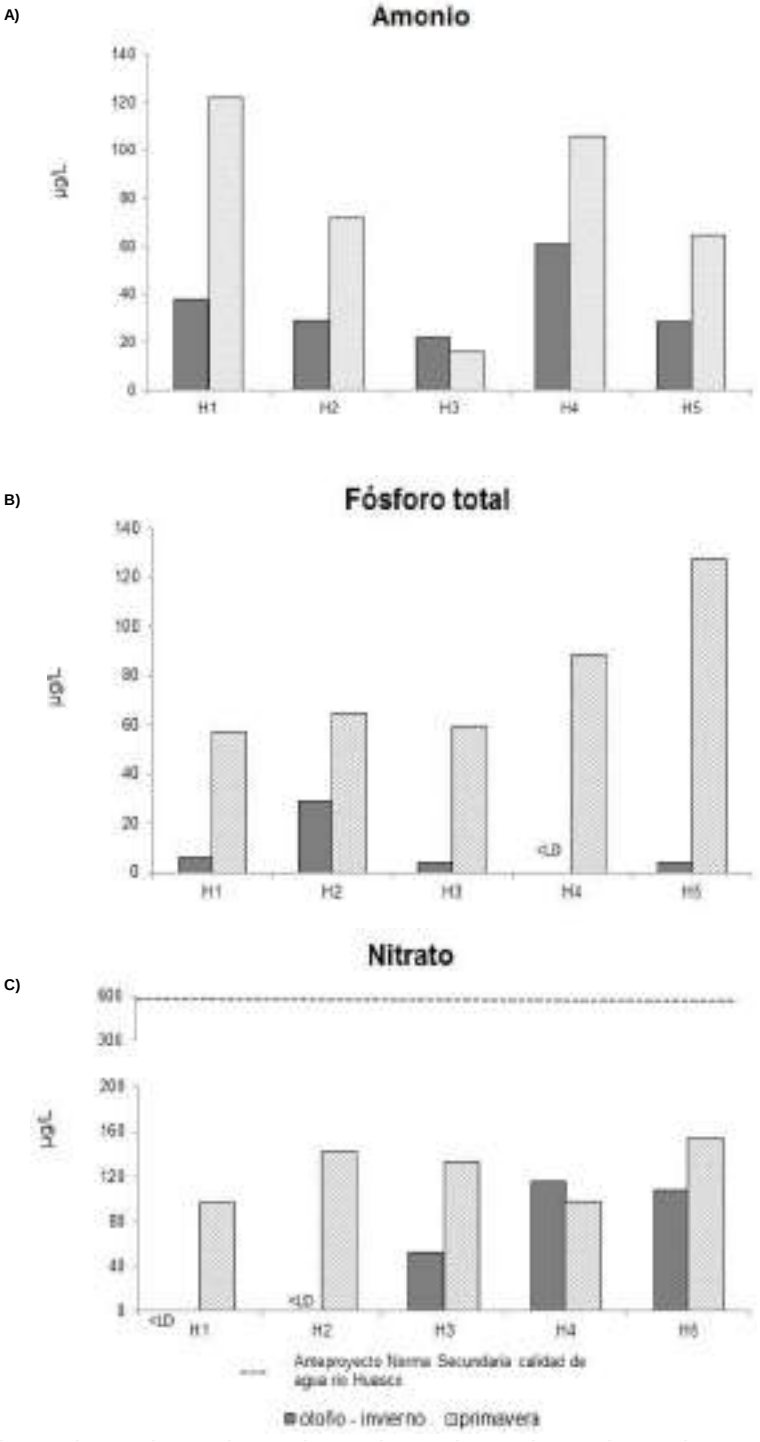


Figura 14-13. Valores de parámetros inorgánicos A) amonio, B) fósforo total, y C) nitrato, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009.

Folio017535

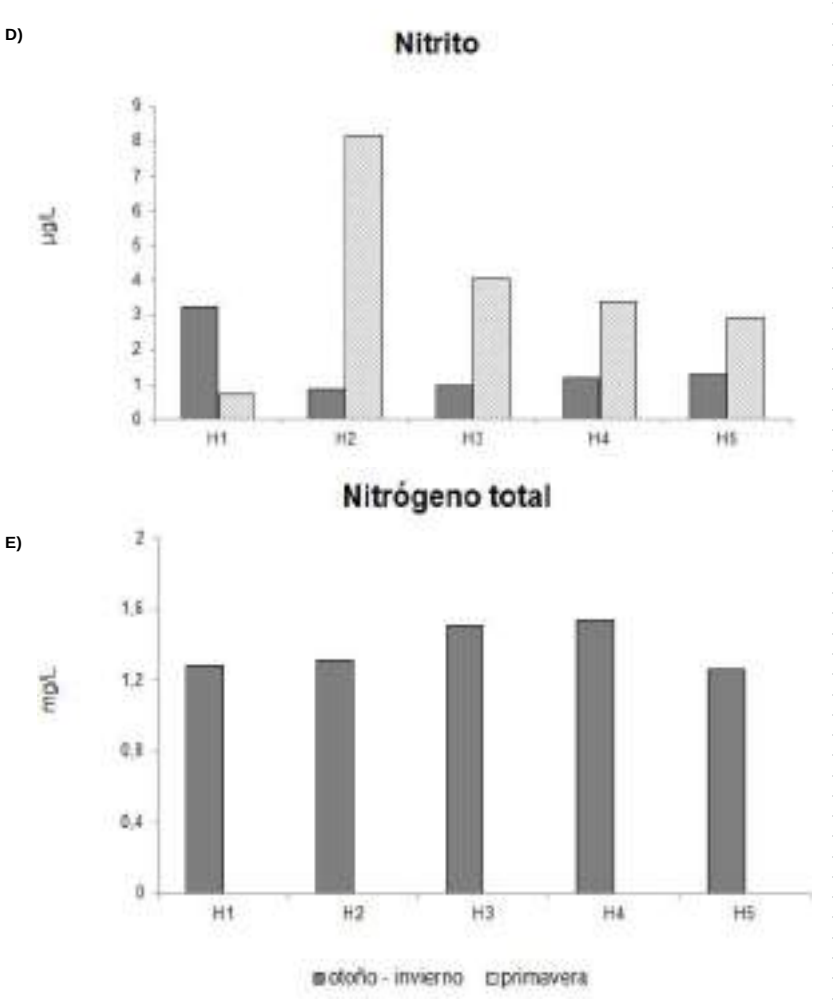


Figura 14-14. Continuación. Valores de parámetros inorgánicos A) nitrito, y B) nitrógeno total, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016.

Folio017536

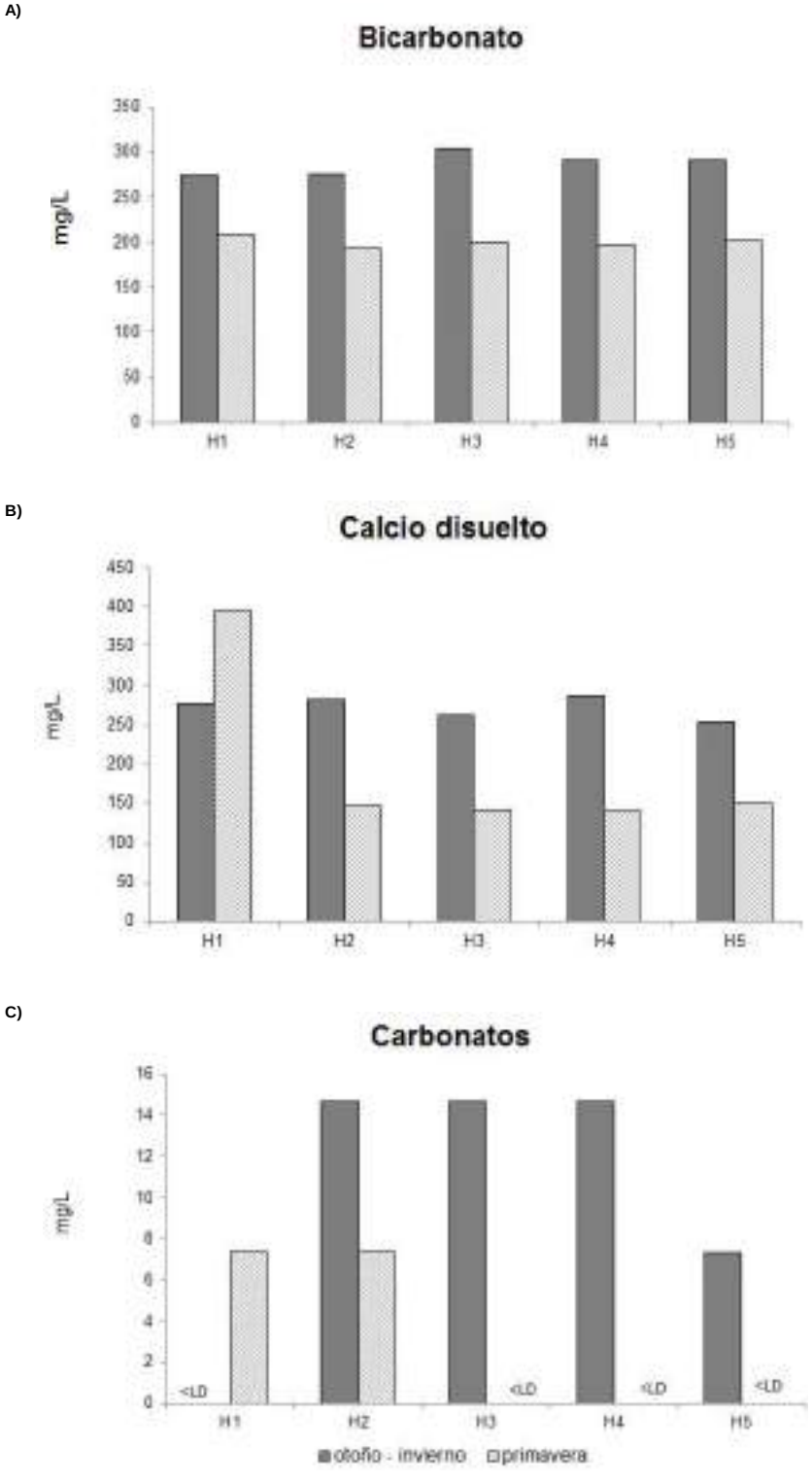


Figura 14-15. Valores de iones mayoritarios A) bicarbonato, B) calcio disuelto, y C) carbonato, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016.

Folio017537

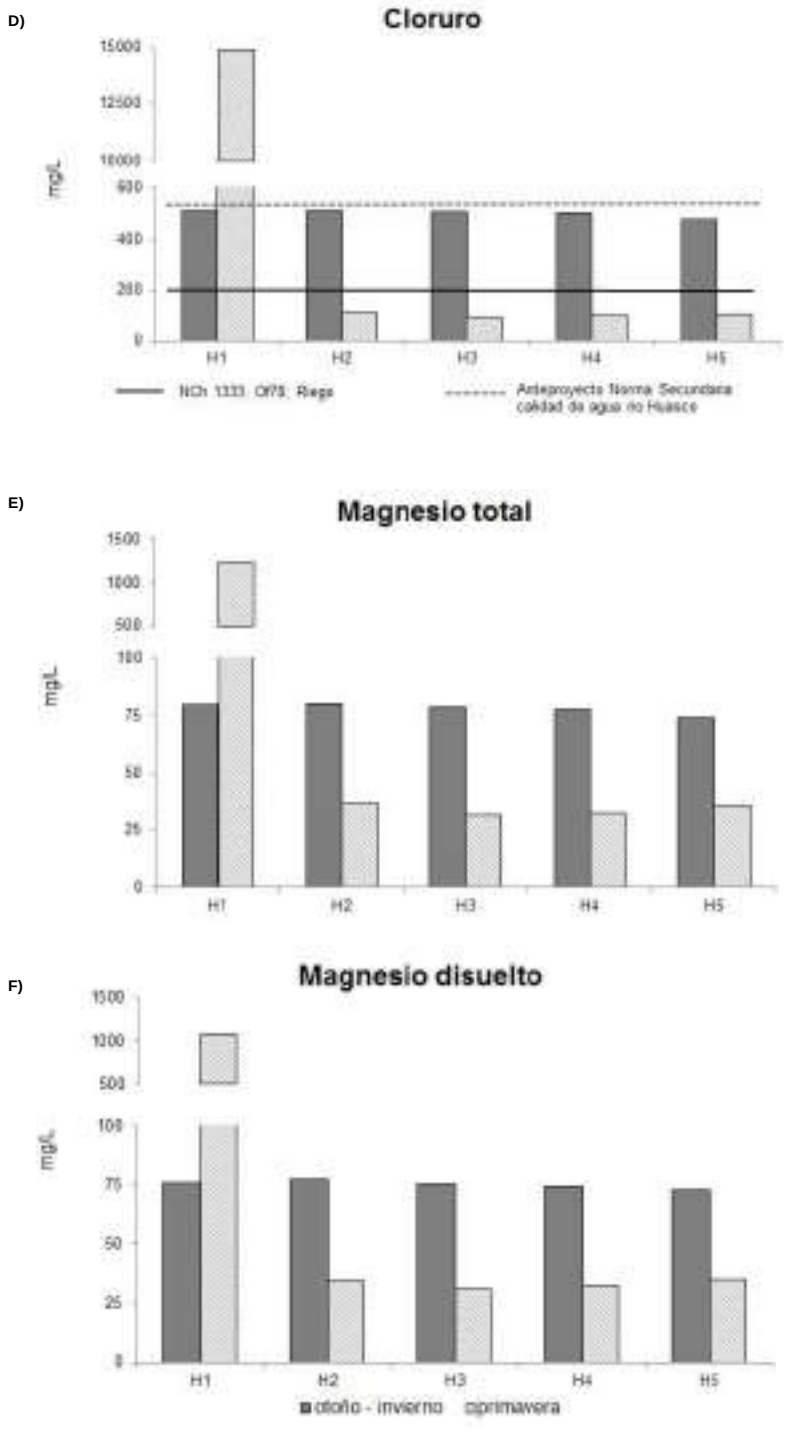
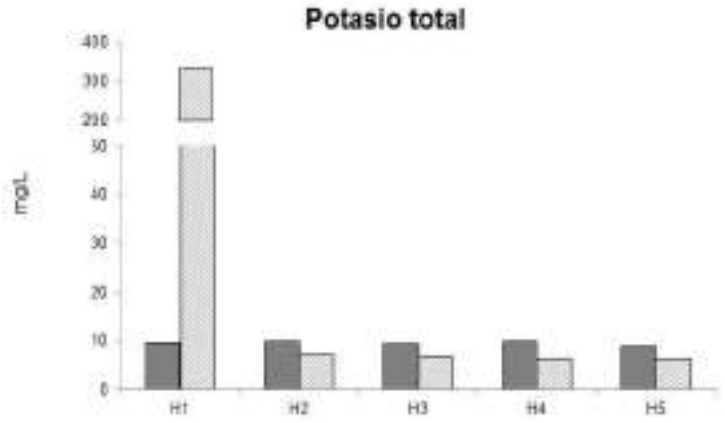


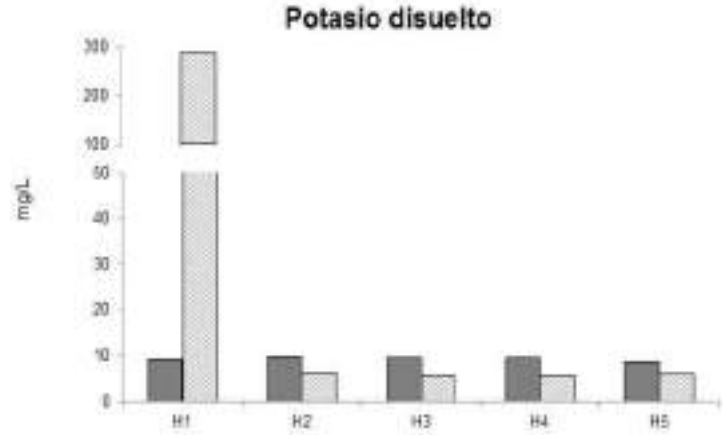
Figura 14-16. Continuación. Valores de iones mayoritarios D) cloruro, E) manganeso total, y C) manganeso disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.

Folio017538

G)



H)



I)

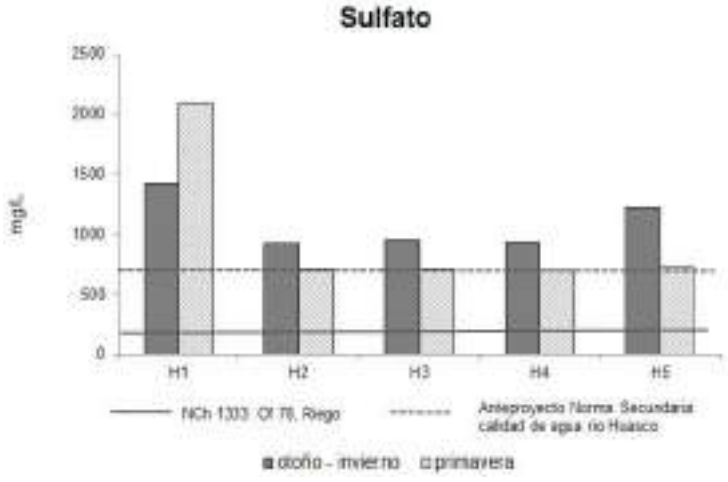


Figura 14-17. Continuación. Valores de iones mayoritarios G) potasio total, H) potasio disuelto, y I) sulfato, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009.

Folio017539

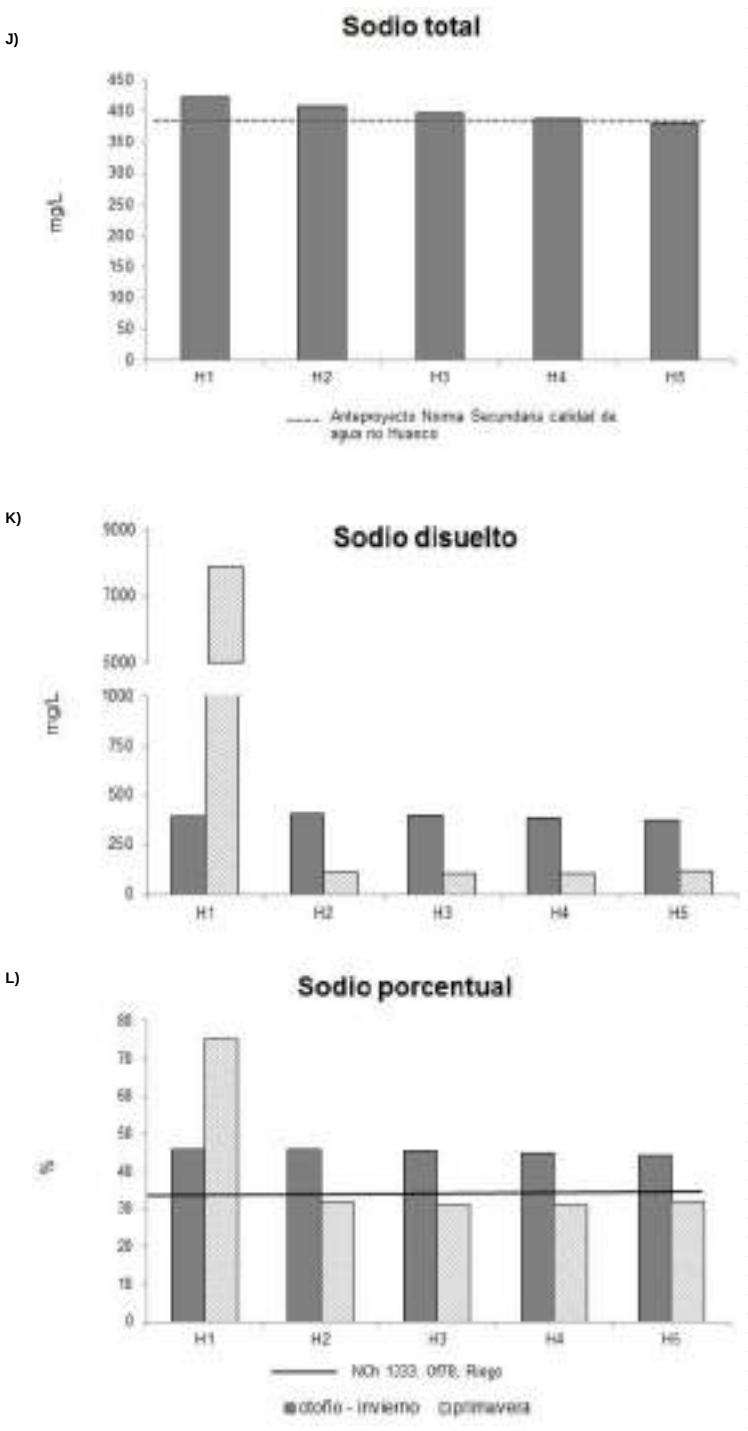


Figura 14-18. Continuación. Valores de iones mayoritarios J) sodio total, K) sodio disuelto, y L) sodio porcentual, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009.

Folio017540

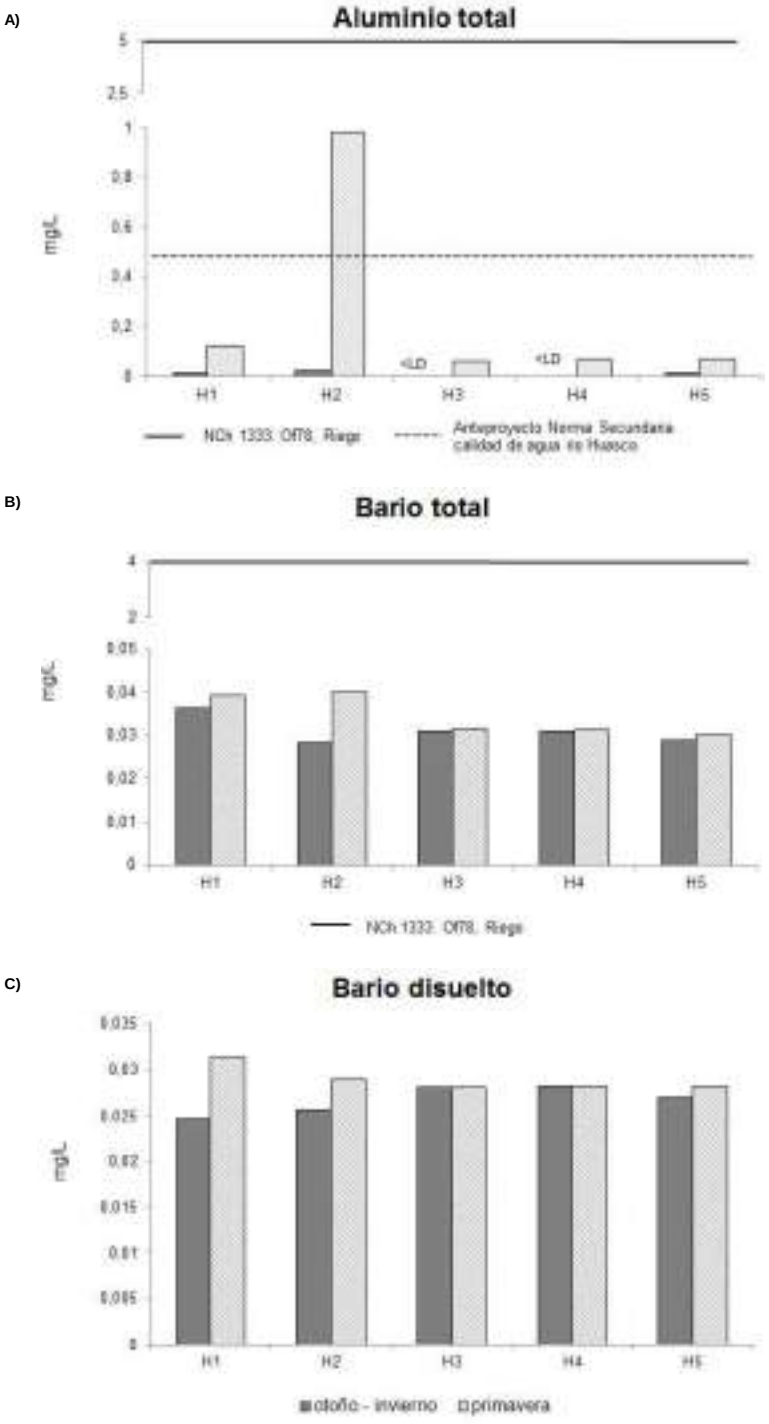


Figura 14-19. Valores de metales esenciales y no esenciales A) aluminio total, B) bario total, y C) bario disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.

Folio017541

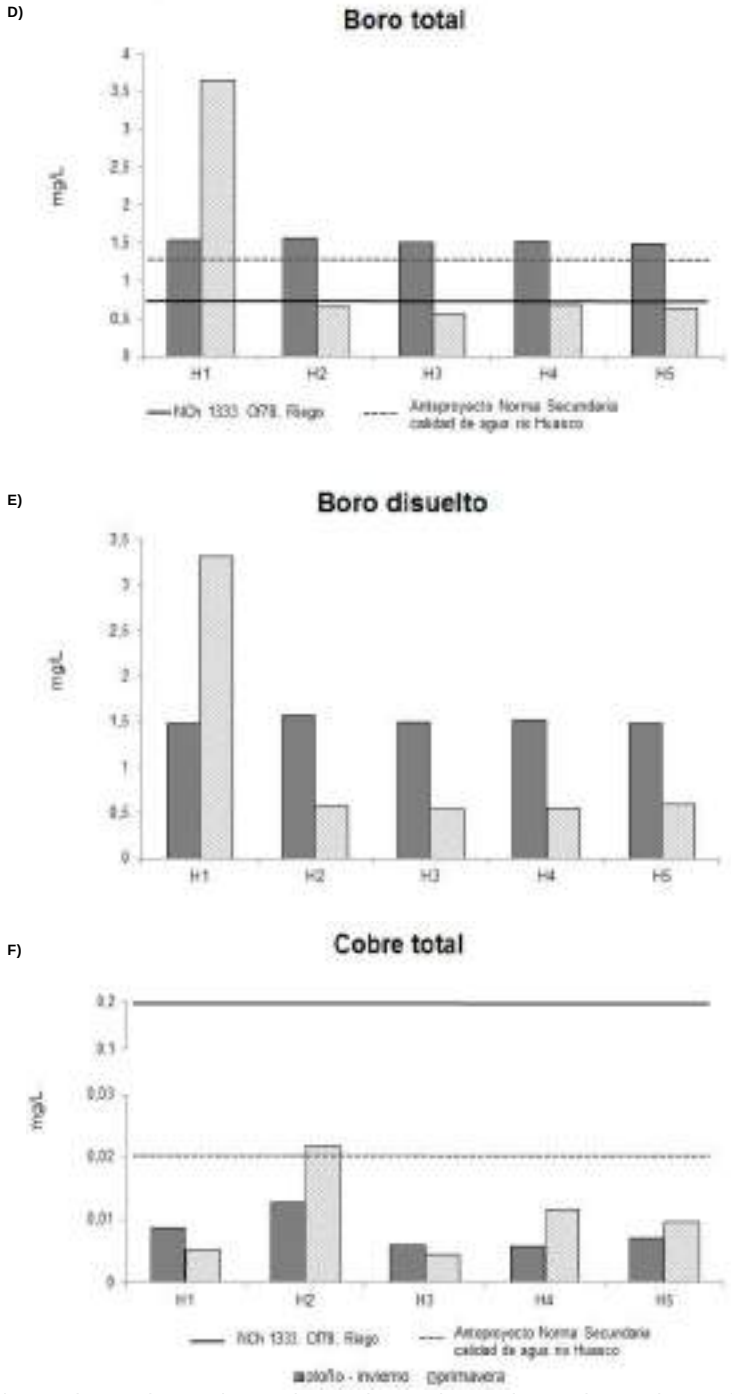


Figura 14-20. Continuación. Valores de metales esenciales y no esenciales D) boro total, B) boro disuelto, y C) cobre total, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.

Folio017542

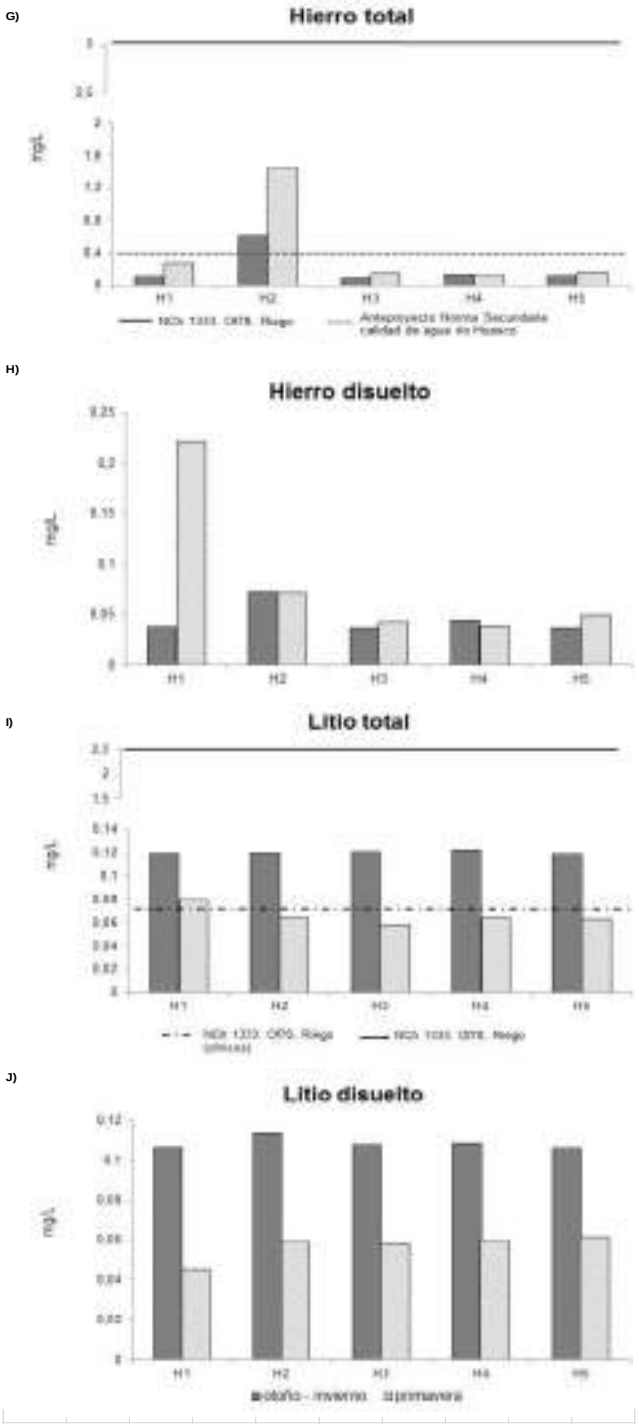


Figura 14-21. Continuación. Valores de metales esenciales y no esenciales G) hierro total, H) hierro disuelto, I) litio total, y J) litio disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.

Folio017543

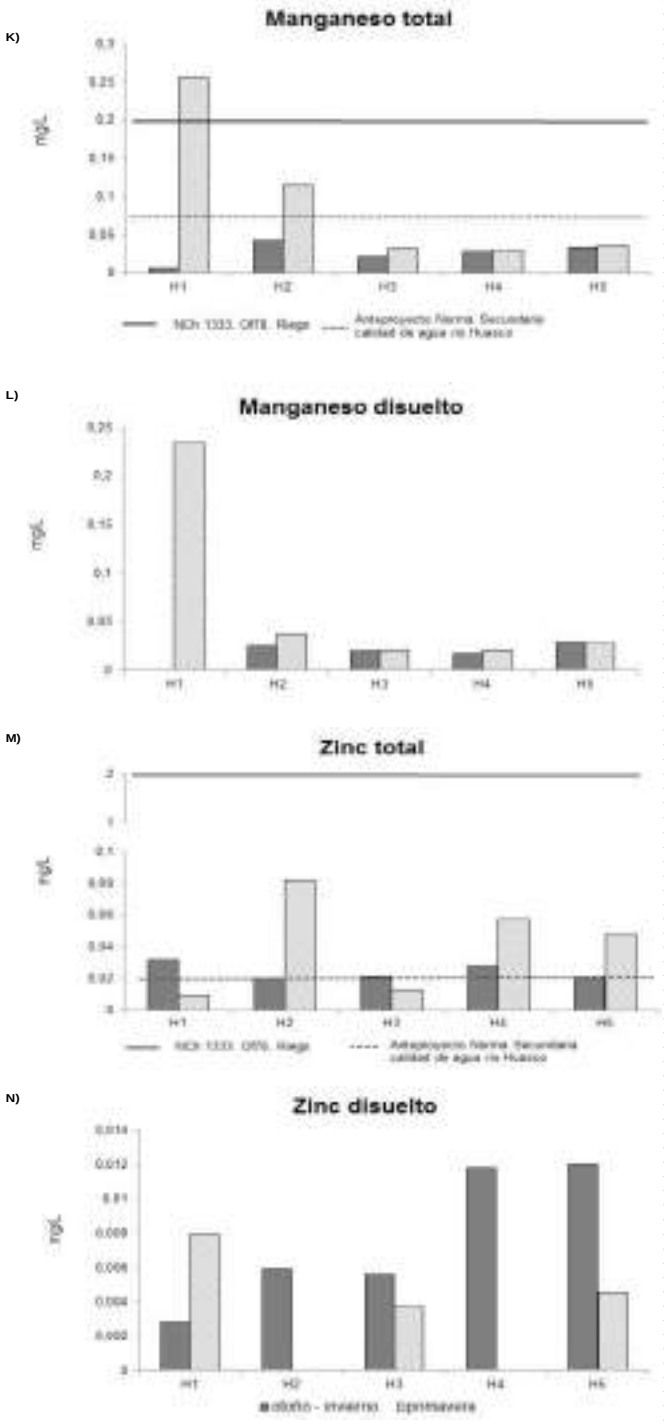


Figura 14-22. Continuación. Valores de metales esenciales y no esenciales K) hierro total, L) hierro disuelto, M) litio total, y N) litio disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.

Folio017544

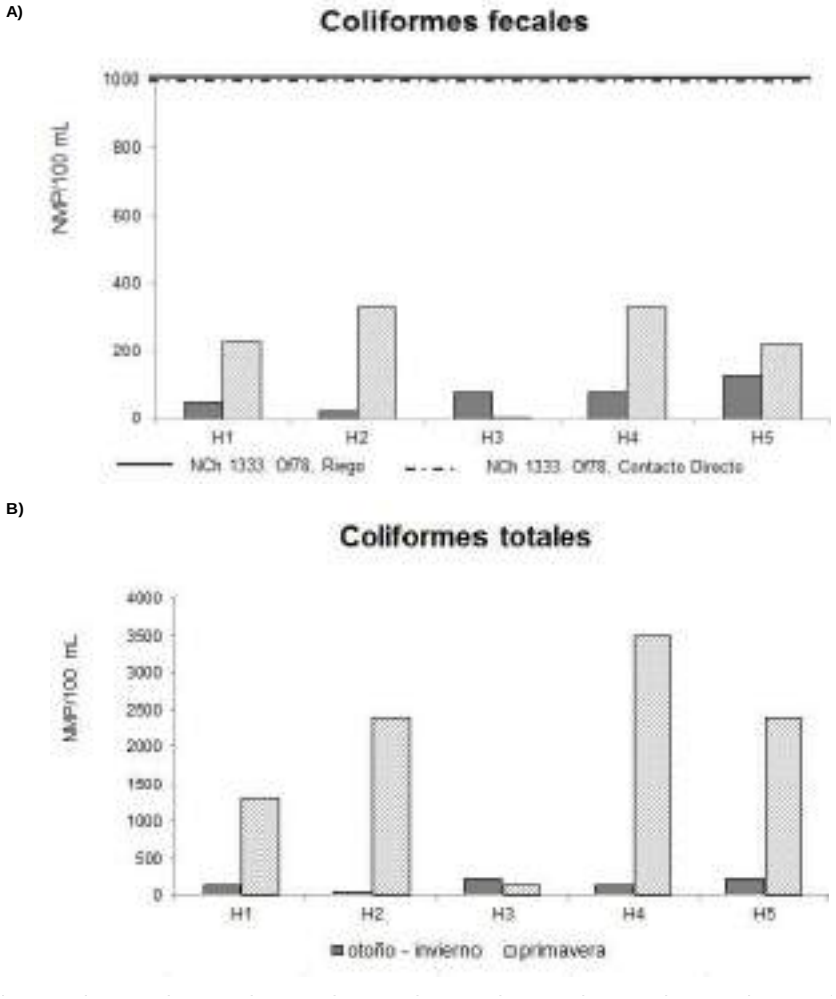


Figura 14-23. Valores de indicadores microbiológicos A) coliformes fecales, y B) coliformes totales, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con normativas chilenas de calidad de agua.

Folio017545

14.5.2 Sedimentos

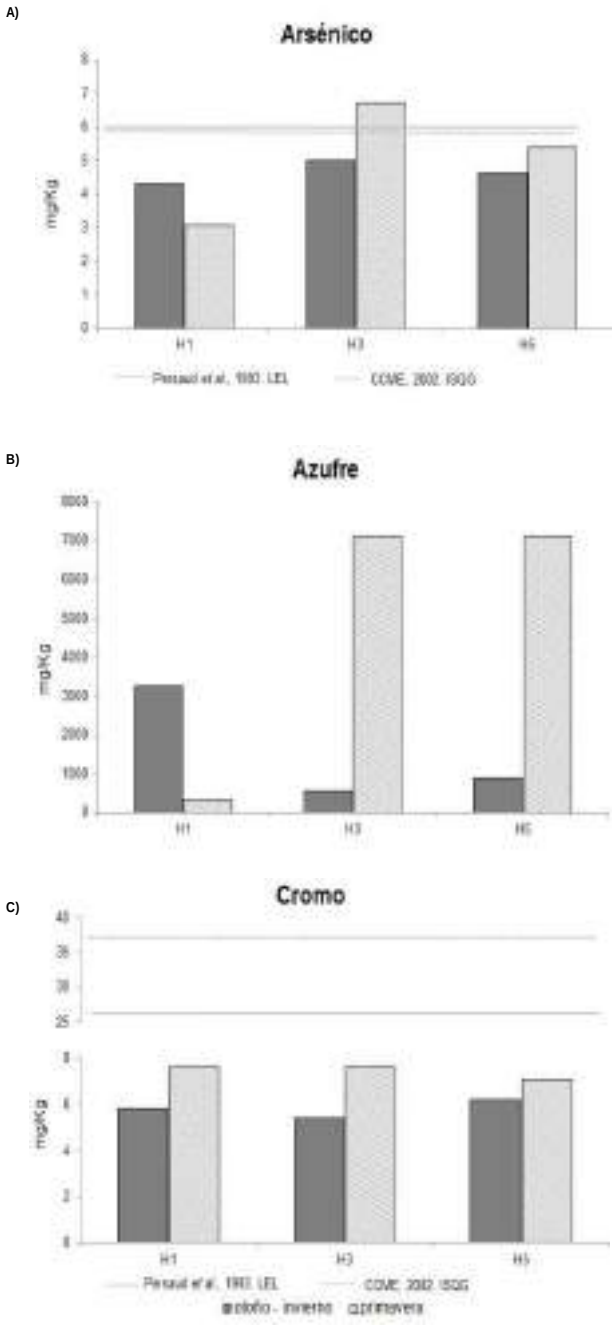
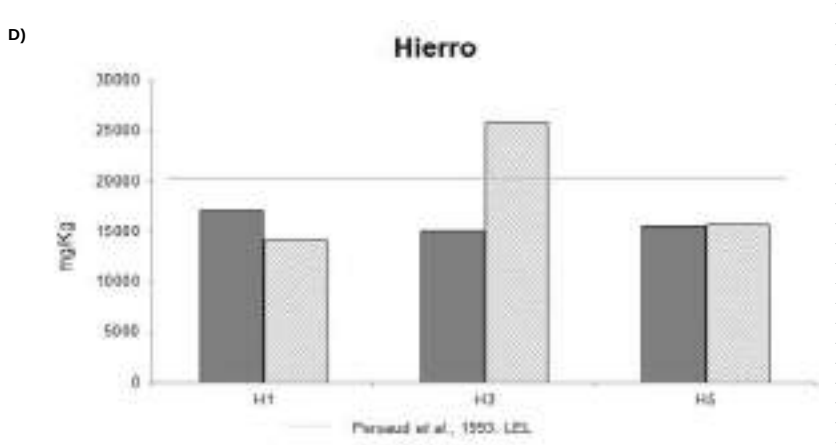


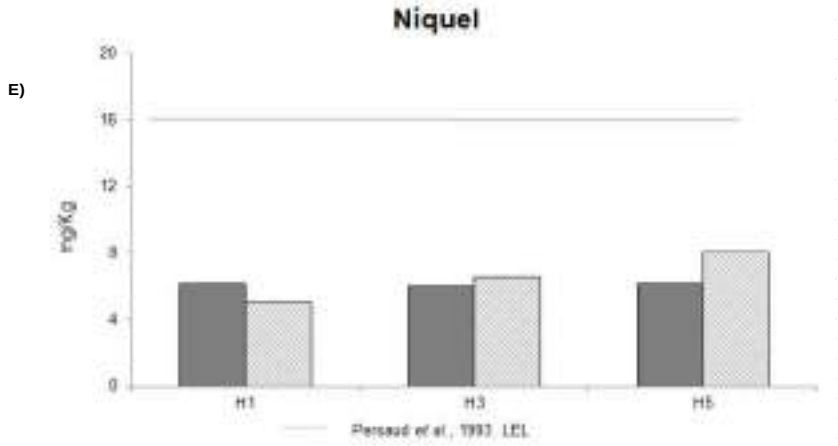
Figura 14-24. Metales en sedimentos A) aluminio, B) arsénico, y C) cromo, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016.

Folio017546

D)



E)



F)

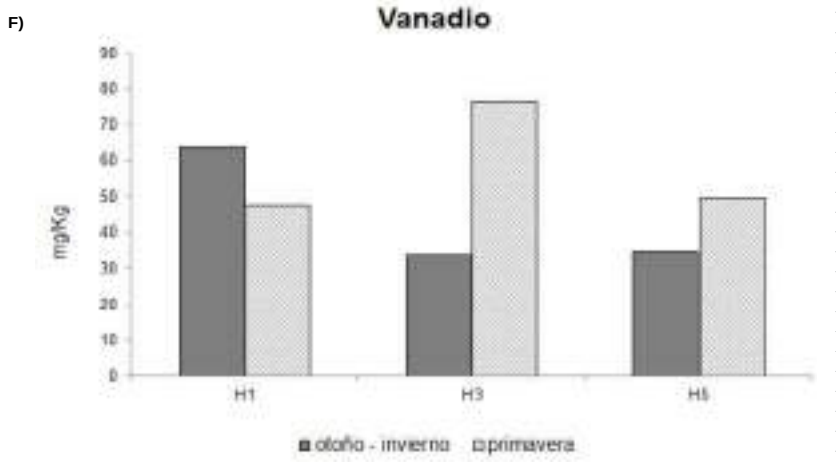


Figura 14-25. Continuación. Metales en sedimentos D) hierro, E) níquel, y F) vanadio, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016.

Folio017547

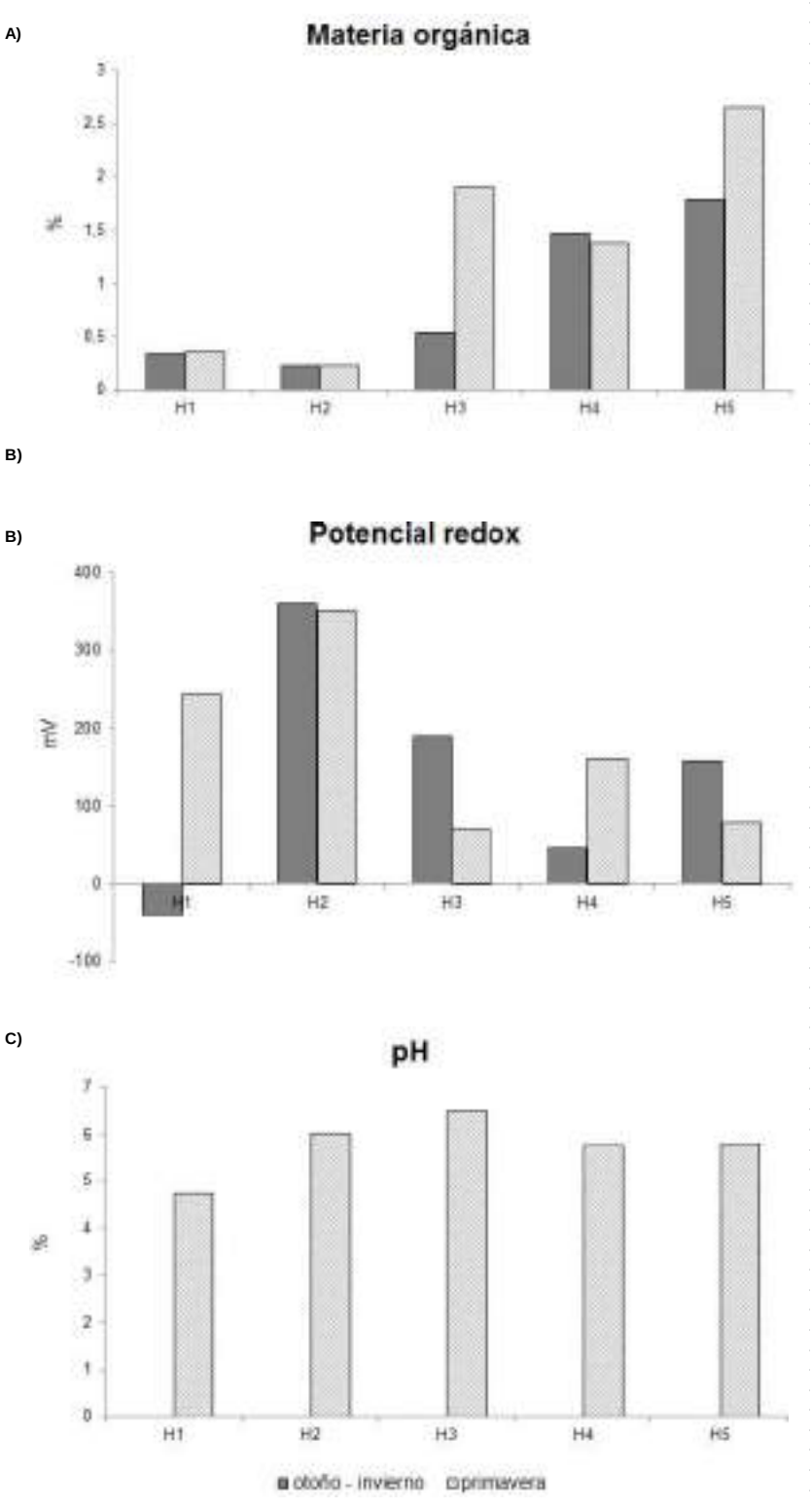


Figura 14-26. A) Materia orgánica, y B) potencial redox, en sedimentos del humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016.

Folio017548

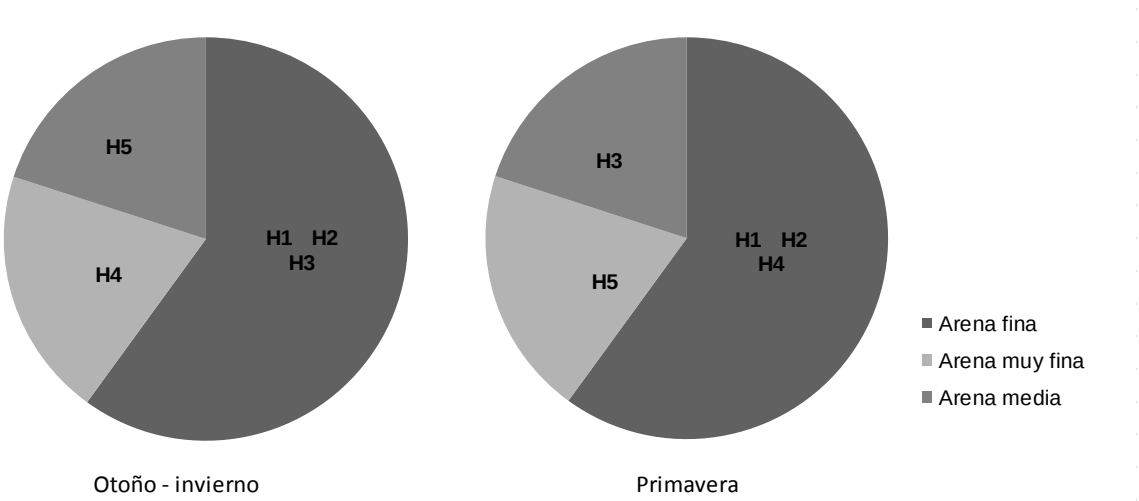


Figura 14-27. Clasificación granulométrica en sedimentos del humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016.

Folio017549

Tabla 14-6 Valores de parámetros de la columna de agua campaña agosto 2016, Humedal Huasco.

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	-
2,4-D	µg/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-	-	-
Aceites y grasas	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-	10	-
Alcalinidad total	mgCaCO3/L	2,7	224,5	250,0	273,5	263,3	251,0	-	>20	-	-
Aluminio disuelto	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	-	-
Aluminio total	mg/L	<0,010	0,016	0,025	<0,010	<0,010	0,012	5	-	-	0,5
Amonio	µg/L	10	38	29	22	61	29	-	-	-	-
Arsénico disuelto	mg/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	-
Arsénico total	mg/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,1	-	-	0,007
Bario disuelto	mg/L	0,001	0,025	0,026	0,028	0,028	0,027	-	-	-	-
Bario total	mg/L	0,001	0,036	0,028	0,031	0,031	0,029	4	-	-	-
Berilio disuelto	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	-	-	-	-

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	-
Berilio total	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,1	-	-	-
Bicarbonato	mg/L	5	274	275	304	291	291	-	-	-	-
Boro disuelto	mg/L	0,007	1,48	1,571	1,502	1,524	1,490	-	-	-	-
Boro total	mg/L	0,007	**1,53**	**1,571**	**1,502**	**1,524**	**1,490**	0,75	-	-	1,25
Cadmio disuelto	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-
Cadmio total	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	-	-	0,02
Calcio disuelto	mg/L	0,001	277	283	263	287	254	-	-	-	-
Calcio total	mg/L	0,013	293	285	283	287	273				
Carbonato	mg/L	5	<5	15	15	15	7	-	-	-	-
Cianuro total	mg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,2	-	-	-
Clorofila	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-
Cloruro	mg/L	1	**512**	**513**	**507**	**503**	**477**	200	-	-	540
Cobalto disuelto	mg/L	0,001	<0,00	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-

Folio017551

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	-
			1								
Cobalto total	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	-	-	-
Cobre disuelto	mg/L	0,003	0,003	0,004	<0,003	<0,003	<0,003	-	-	-	-
Cobre total	mg/L	0,003	0,009	0,013	0,006	0,006	0,007	0,2	-	-	0,02
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1,8	49	23	79	79	130	1000	-	1000	-
Coliformes totales	NMP/100 ml	1,8	130	49	240	130	240	-	-	-	-
Color	Pt-Co	-	10	15	15	15	15	-	-	100	-
Conductividad eléctrica	mS/cm	-	**3,45**	**3,46**	**3,44**	**3,44**	**3,33**	<0,75 (1)	-	-	3,38
								0,75 - 1,5 (2)	-	-	
								1,5 - 3,0 (3)	-	-	
								3,0 - 7,5 (4)	-	-	
Cromo disuelto	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	-	-

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	-
Cromo total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,1	-	-	0,02
DBO5	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	-	-	-	-
DDT+DDD+DDE	µg/L	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	-	-	-	-
Detergentes	mg SAAM/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	-	-	-	-
Disco secci	m	-	N/M	N/M	N/M	N/M	N/M	-	-	1,2	
DQO	mg/L	2	10	14	11	27	27	-	-	-	-
Fluoruro	mg/L	-	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	-	-	-
Fósforo total	µg/L	3	6	29	4	<3	4	-	-	-	-
Hidrocarburos totales	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-	-	-
Hierro disuelto	mg/L	0,002	0,037	0,071	0,036	0,044	0,036	-	-	-	-
Hierro total	mg/L	0,002	0,104	**0,611**	0,079	0,130	0,112	5	-	-	0,4
Lindano	µg/L		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-
Litio disuelto	mg/L	0,004	0,107	0,113	0,108	0,109	0,106	-	-	-	-
Litio total	mg/L	0,004	0,119	0,121	0,121	0,122	0,119	0,075 (5)	-	-	-

Folio017553

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	-
								2,5	-	-	
Magnesio disuelto	mg/L	0,004	76	77	75	74	73	-	-	-	-
Magnesio total	mg/L	0,004	80	80	79	78	74	-	-	-	-
Manganeso disuelto	mg/L	0,004	<0,004	0,025	0,021	0,018	0,029	-	-	-	-
Manganeso total	mg/L	0,004	0,006	0,043	0,022	0,028	0,033	0,2			0,07
Materia orgánica	mg/L	-	0,81	0,94	0,28	0,25	0,41	-	-	-	-
Mercurio disuelto	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-
Mercurio total	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001			0,002
Metoxicloro	µg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	-	-	-
Molibdeno disuelto	mg/L	0,003	0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003	-	-	-	-
Molibdeno total	mg/L	0,003	0,004	<0,003	<0,003	0,005	<0,003	0,01	-	-	0,02
Níquel disuelto	mg/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-	-	

Folio017554

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	-
Níquel total	mg/L	0,003	<0,003	0,004	<0,003	<0,003	<0,003	0,2	-	-	0,02
Nitrato	µg/L	46	<46	<46	52	116	108	-	-	-	600
Nitrito	µg/L	0,2	3,2	0,9	1,0	1,2	1,3	-	-	-	-
Nitrógeno total	mg/L		1,28	1,31	1,51	1,54	1,26	-	-	-	-
Ortofosfato	µg/L	10	<10	<10	<10	<10	<10	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L	-	8,30	**5,54**	**6,66**	**5,70**	9,14	-	>5,0	-	>7,5
Pentaclorofenol	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	-	-
pH	-	-	8,16	7,90	7,71	7,92	8,02	5,5 - 9,0	6,0 - 9,0	6,8 - 8,3	6,5 - 8,5
Plata total	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,2	-	-	-
Plata disuelto	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	-	-
Plomo disuelto	mg/L	0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	-	-	-	-
Plomo total	mg/L	0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	5	-	-	0,02

Folio017555

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	-
Potasio disuelto	mg/L	0,093	9	10	9	10	9	-	-	-	-
Potasio total	mg/L	0,093	10	10	9	10	9	-	-	-	-
RAS	-	-	**5,4**	**5,5**	**5,4**	**5,3**	**5,1**	-	-	-	4,9
Salinidad	g/L	-	1,70	1,70	1,70	1,70	1,60	-	-	-	-
Selenio disuelto	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	-
Selenio total	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,02	-	-	0,002
Sodio disuelto	mg/L	0,04	394	404	396	388	374	-	-	-	-
Sodio porcentual	%	-	**46**	**46**	**45**	**45**	**44**	35	-	-	-
Sodio total	mg/L	0,04	**421,88**	**408,39**	**396,50**	**387,99**	**381,11**	-	-	-	380
Sólidos disueltos totales	mg/L	3	2625	2530	2455	2455	2455	<500 (1) 500 -1000 (2) 1000 - 2000 (3)	-	-	-

Folio017556

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	-
								2000 - 5000 (4)	-	-	
Sólidos flotantes	-	-	**presente**	ausente	ausente	ausente	ausente	-	ausente	ausente	-
Sólidos sedimentables	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	-
Sulfato	mg/L	5	**1426**	**918**	**948**	**926**	**1219**	**250**	-	-	790
Temperatura	° C	-	17,00	15,70	17,60	16,40	13,90	-	-	30	-
Transparencia	-	-	N/M	N/M	N/M	N/M	N/M	-	-		-
Turbiedad	NTU	0,02	2,00	16,42	0,86	1,35	1,65	-	VN+30	50	-
Vanadio disuelto	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	-	-	-	-
Vanadio total	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,1	-	-	-
Zinc disuelto	mg/L	0,002	0,003	0,006	0,006	0,012	0,012	-	-	-	-
Zinc total	mg/L	0,002	**0,032**	0,020	**0,021**	**0,028**	0,020	2	-	-	0,02

(1) Agua con la general no se observarán efectos perjudiciales

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	-
[2] Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles											
[3] Agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos											
[4] Agua que puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos											
[5] Cítricos											

N/M: No muestreado. N/A: No Analizado.

Folio017558

Tabla 14-7 Valores de parámetros de la columna de agua campaña noviembre 2016, Humedal Huasco.

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
2,4-D	**µg/L**	**<2,0**	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-	-	-
Aceites y grasas	**mg/L**	**<5,0**	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-	10	-
Alcalinidad total	**mg$CaCO^3$/L**	**2,7**	183,7	170,2	163,8	161,2	165,3	-	>20	-	-
Aluminio disuelto	**mg/L**	**<0,010**	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	-	-
Aluminio total	**mg/L**	**<0,010**	0,121	**0,979**	0,057	0,067	0,069	5	-	-	0,5
Amonio	**µg/L**	**10**	122	72	16	106	65	-	-	-	-
Arsénico disuelto	**mg/L**	**0,005**	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	-
Arsénico total	**mg/L**	**0,005**	0,006	0,006	0,005	<0,005	0,006	0,1	-	-	0,007
Bario disuelto	**mg/L**	**0,001**	0,031	0,029	0,028	0,028	0,028	-	-	-	-
Bario total	**mg/L**	**0,001**	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	4	-	-	-
Berilio disuelto	**mg/L**	**<0,0005**	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	-	-	-	-
Berilio total	**mg/L**	**<0,0005**	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,1	-	-	-

Folio017559

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Bicarbonato	**mg/L**	**5**	209,1	192,6	199,7	196,6	201,6	-	-	-	-
Boro disuelto	**mg/L**	**0,007**	3,32	0,57	0,54	0,56	0,59	-	-	-	-
Boro total	**mg/L**	**0,007**	**3,65**	0,64	0,56	0,68	0,62	0,75	-	-	1,25
Cadmio disuelto	**mg/L**	**0,001**	0,00006	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-
Cadmio total	**mg/L**	**0,001**	0,00028	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	-	-	0,02
Calcio disuelto	**mg/L**	**0,001**	393,8	145,9	141,7	139,2	150,0	-	-	-	-
Calcio total	**mg/L**	**0,013**	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	-	-	-	-
Carbonato	**mg/L**	**5**	7,3	7,3	<5	<5	<5	-	-	-	-
Cianuro total	**mg/L**	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,2	-	-	-
Clorofila	**mg/L**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-
Cloruro	**mg/L**	**1**	**14854**	113,5	93,8	101,0	108,3	200	-	-	540
Cobalto disuelto	**mg/L**	**0,001**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-
Cobalto total	**mg/L**	**0,001**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	-	-	-
Cobre disuelto	**mg/L**	**0,003**	0,0044	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-	-	-

Folio017560

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Cobre total	**mg/L**	**0,003**	0,0051	**0,022**	0,004	0,012	0,010	0,2	-	-	0,02
Coliformes fecales	**NMP/100 ml**	**1,8**	230	330	7,8	330	220	1000	-	1000	-
Coliformes totales	**NMP/100 ml**	**1,8**	1300	2400	130	3500	2400	-	-	-	-
Color	**Pt-Co**	**-**	15	15	30	30	30	-	-	100	-
Conductividad eléctrica	**mS/cm**	**-**	**40,10**	**1,53**	**1,35**	**1,37**	**1,48**	<0,75 (1)	-	-	3,38
								0,75 - 1,5 (2)	-	-	
								1,5 - 3,0 (3)	-	-	
								3,0 - 7,5 (4)	-	-	
								>7,5 (5)	-	-	
Cromo disuelto	**mg/L**	**0,002**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	-	-
Cromo total	**mg/L**	**0,002**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,1	-	-	0,02
DBO5	**mg/L**	**<2**	2	2	4	2	<2	-	-	-	-
DDT+DDD+DDE	**µg/L**	**<0,08**	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	-	-	-	-

Folio017561

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Detergentes	**mg SAAM/L**	**<0,10**	0,15	0,19	0,13	0,18	0,13	-	-	-	-
DQO	**mg/L**	**2**	29	34	19	19	19	-	-	-	-
Fluoruro	**mg/L**	**-**	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6	1	-	-	-
Fósforo total	**µg/L**	**3**	57	65	60	89	128	-	-	-	-
Hidrocarburos totales	**mg/L**	**<5,0**	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-	-	-
Hierro disuelto	**mg/L**	**0,002**	0,2208	0,070	0,041	0,037	0,048	-	-	-	-
Hierro total	**mg/L**	**0,002**	0,2734	**1,443**	0,138	0,125	0,158	5	-	-	0,4
Lindano	**µg/L**	**0,02**	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-
Litio disuelto	**mg/L**	**0,004**	0,046	0,059	0,058	0,060	0,062	-	-	-	-
Litio total	**mg/L**	**0,004**	**0,079**	0,063	0,059	0,063	0,063	0,075 (6) 2,5	- -	- -	-
Magnesio disuelto	**mg/L**	**0,004**	1078,8	34,6	30,9	32,5	35,3	-	-	-	-
Magnesio total	**mg/L**	**0,004**	1236,7	36,5	31,3	32,7	35,3	-	-	-	-

Folio017562

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Manganeso disuelto	**mg/L**	**0,004**	0,235	0,037	0,022	0,021	0,028	-	-	-	-
Manganeso total	**mg/L**	**0,004**	**0,257**	**0,115**	0,034	0,030	0,036	0,2			0,07
Materia orgánica	**mg/L**	**-**	2,21	2,11	0,51	0,38	0,51	-	-	-	-
Mercurio disuelto	**mg/L**	**<0,001**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-
Mercurio total	**mg/L**	**<0,001**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001			0,002
Metoxicloro	**µg/L**	**<0,20**	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	-	-	-
Molibdeno disuelto	**mg/L**	**0,003**	0,008	0,005	0,005	0,005	0,006	-	-	-	-
Molibdeno total	**mg/L**	**0,003**	0,010	0,006	0,006	0,006	0,007	0,01	-	-	0,02
Níquel disuelto	**mg/L**	**0,003**	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-	-	
Níquel total	**mg/L**	**0,003**	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003	0,2	-	-	0,02
Nitrato	**µg/L**	**46**	96	142	133	98	155	-	-	-	600
Nitrito	**µg/L**	**0,2**	0,7	8,2	4,0	3,4	2,9	-	-	-	-
Nitrógeno total	**mg/L**	**-**	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	-	-	-	-

Folio017563

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Ortofosfato	**µg/L**	**10**	27	45	36	35	33	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	**mg/L**	**-**	**5,32**	8,47	7,12	**5,55**	**4,23**	-	>5,0	-	>7,5
Pentaclorofenol	**µg/L**	**<1,0**	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	-	-
pH	**-**	**-**	7,85	7,97	7,88	7,67	7,73	5,5 - 9,0	6,0 - 9,0	6,8 - 8,3	6,5 - 8,5
Plata total	**mg/L**	**<0,002**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,2	-	-	-
Plata disuelta	**mg/L**	**<0,002**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	-	-
Plomo disuelto	**mg/L**	**0,008**	0,0008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	-	-	-	-
Plomo total	**mg/L**	**0,008**	0,0010	0,011	<0,008	<0,008	<0,008	5	-	-	0,02
Potasio disuelto	**mg/L**	**0,093**	286,2	6,1	5,5	5,6	6,0	-	-	-	-
Potasio total	**mg/L**	**0,093**	330,4	7,1	6,9	6,2	6,4	-	-	-	-
RAS	**-**	**-**	**46,7**	2,2	2,0	2,0	2,2	-	-	-	4,9
Salinidad	**g/L**	**-**	25,6	0,6	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-
Selenio disuelto	**mg/L**	**<0,005**	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	-
Selenio total	**mg/L**	**<0,005**	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,02	-	-	0,002

Folio017564

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Sodio disuelto	**mg/L**	**0,04**	7904,7	111,7	101,1	101,3	113,9	-	-	-	-
Sodio porcentual	**%**	**-**	75	32	31	31	32	35	-	-	-
Sólidos disueltos totales	**mg/L**	**3**	988	1092	1010	988	1086	<500 (1)	-	-	-
								500 -1000 (2)	-	-	
								1000 - 2000 (3)	-	-	
								2000 - 5000 (4)	-	-	
Sólidos flotantes	-	**-**	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	-	ausente	ausente	-
Sólidos sedimentables	**mg/L**	**<0,1**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	-
Sulfato	**mg/L**	**5**	**2081,4**	**707,2**	**711,3**	**696,6**	**721,5**	250	-	-	790
Temperatura	**° C**	**-**	23,4	21,40	20,70	18,90	18,20	-	-	30	-
Transparencia	**-**	**-**						-	-		-
Turbiedad	**NTU**	**0,02**	19,92	**61,56**	5,78	3,06	3,31	-	VN+30	50	-
Vanadio disuelto	**mg/L**	**<0,008**	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	-	-	-	-

Folio017565

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Vanadio total	**mg/L**	**<0,008**	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,1	-	-	-
Zinc disuelto	**mg/L**	**0,002**	0,0079	<0,002	0,004	<0,002	0,005	-	-	-	-
Zinc total	**mg/L**	**0,002**	0,0090	**0,082**	0,012	**0,057**	**0,048**	2	-	-	0,02

(1) Agua con la general no se observarán efectos perjudiciales

(2) Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles

(3) Agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos

(4) Agua que puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos

(5) Fuera de la clasificación

(6) Cítricos

S/D: Sin dato

Tabla 14-8 Valores de parámetros de sedimento campaña agosto 2016, Humedal Huasco.

Parámetro	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	Persaud *et al.*, 1993		CCME, 2002	
							LEL	SEL	ISQG	PEL
Arsénico	mg/kg	4,3	-	5	-	4,64	6	33	5,9	17
Azufre	mg/kg	3266	-	563,4	-	901,2	-	-	-	-
Cromo	mg/kg	5,8	-	5,4	-	6,2	26	110	37,3	90
Hierro	mg/kg	17097	-	15020	-	15567	20000	40000	-	-
Mercurio	mg/kg	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	0,2	2	0,17	0,49
Níquel	mg/kg	6,1	-	6	-	6,1	16	75	-	-
Vanadio	mg/kg	64,2	-	33,6		34,6	-	-	-	-
Materia orgánica	%	0,34	0,23	0,53	1,47	1,78	-	-	-	-
pH	-	N/M	N/M	N/M	N/M	N/M	-	-	-	-
Potencial Redox (Eh)	mV	-39,6	360	189,4	46	157,4	-	-	-	-
Granulometría										
Grava	%	2,3	0	13,07	4,23	24,23	-	-	-	-
Arena muy gruesa	%	0,26	0,01	2,42	0,38	2,6	-	-	-	-
arena gruesa	%	1,92	1,77	5,28	1,86	4,24	-	-	-	-
arena media	%	33,61	27,93	21,11	9,49	13,83	-	-	-	-
arena fina	%	54,45	69,02	48,16	47,49	41,28	-	-	-	-

Folio017567

arena muy fina	%	6,55	1,24	9,11	33,47	12,79	-	-	-	-
fango	%	0,92	0,04	0,83	3,07	1,03	-	-	-	-
Clasificación granulometría		Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena muy fina	Arena media	-	-	-	-

N/M: No muestreado

Folio017568

Tabla 14-9 Valores de parámetros de sedimento campaña noviembre 2016, Humedal Huasco.

Parámetro	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	Persaud *et al.*, 1993		CCME, 2002	
							LEL	SEL	ISQG	PEL
Arsénico	mg/kg	3,08	-	**6,73**	-	5,39	6	33	5,9	17
Azufre	mg/kg	336	-	7121	-	7105	-	-	-	-
Cromo	mg/kg	7,6	-	7,6	-	7,1	26	110	37,3	90
Hierro	mg/kg	14225	-	**25798**	-	15694	20000	40000	-	-
Mercurio	mg/kg	<0,01	-	0,03	-	0,05	0,2	2	0,17	0,49
Níquel	mg/kg	5	-	6,6	-	8	16	75	-	-
Vanadio	mg/kg	47,6	-	76,3	-	49,6	-	-	-	-
Materia orgánica	%	0,36	0,23	1,9	1,38	2,66	-	-	-	-
pH	-	4,74	6,02	6,5	5,76	5,8	-	-	-	-
Potencial Redox (Eh)	mV	243	350	69	161	79	-	-	-	-
Granulometría										
Grava	%	0,01	0,00	37,21	1,95	2,11	-	-	-	-
Arena muy gruesa	%	0,01	0,00	3,58	0,6	0,72	-	-	-	-
arena gruesa	%	0,24	0,18	4,29	2,62	1,62	-	-	-	-
arena media	%	24,36	29,05	12,06	15,76	8,87	-	-	-	-
arena fina	%	71,63	68,13	32,71	59,56	51,51	-	-	-	-

Folio017569

arena muy fina	%	3,65	2,61	9,13	17,16	31,68	-	-	-	-
fango	%	0,09	0,03	1,02	2,35	3,49	-	-	-	-
Clasificación granulometría	-	Arena fina	Arena fina	Arena media	Arena fina	Arena muy fina	-	-	-	-

Tabla 14-10 Coordenadas de puntos de muestreo limnológico. Campaña CEA, 2016 y CONAMA, 2008.

Punto (CEA)	Norte	Este
H1	284376	6851867
H2	284181	6851268
H3	284871	6850996
H4	285159	6850865
H5	285440	6850607
Punto (CONAMA)	**Sur**	**Este**
M1	6 851008	19 284822
M2	6 851243	19 284269
M3	6 851328	19 284502
M4	6 851409	19 284232
M5	6 851919	19 284332

Folio017571

Tabla 14-11. Ubicación geográfica (WGS 84, Zona 19S) de las estaciones de monitoreo del Humedal Río Huasco durante invierno y primavera de 2016.

Estación	N	E	m.s.n.m.
FAUNA 1	6851541	284258	6
FAUNA 2	6851227	284712	6
FAUNA 3	6850627	284057	12
FAUNA 4	6849884	283525	5
FAUNA 5	6850903	285125	6
FAUNA 6	6850406	286072	13
FAUNA 7	6849879	285588	7
FAUNA 8	6848720	286915	14
FAUNA7DUNA	6852048	284971	10

Folio017572

Tabla 14-12 Resumen de concentración de nutrientes en las distintas campañas realizadas en el humedal costero del estuario del río Huasco. Se presenta además el resultado del nivel trófico estimado para cada campaña según las escalas que aplican.

Monitoreo			Fósforo total				Nitrógeno total			
Autor	**Año**	**Estación**	**[µg × L⁻¹]**	**Promedio**	**DS**	**Nivel trófico**	**[µg × L⁻¹]**	**Promedio**	**DS**	**Nivel trófico**
CONAMA - Geonova	2008	Primavera	1,0 1,8 2,7 1,5 1,8	**1,8**	0,6	Oligotrófico (Nüremberg, 1998)	2700 3600 8900 2700 5000	**4580**	2592	Hipereutrófico (Nüremberg, 1998)
CEA	2016	Invierno	6,0 29,0 4,0 3,0 4,0	**9,2**	11,1	Mesotrófico (Nüremberg, 1998)	1280 1310 1510 1540 1260	**1380**	134	Hipereutrófico (Nüremberg, 1998)
		Primavera	57,0 65,0 60,0 89,0 128,0	**79,8**	29,7	Medio - Alto (Bricker y col., 1999)	- - - - -	**-**	-	-

Folio017573

Tabla 14-13 Listado de riqueza y abundancia para las especies registradas en las estaciones de monitoreo del Humedal del Río Huasco durante invierno y primavera de 2016.

Nombre científico	FAUNA 1		FAUNA 2		FAUNA 3		FAUNA 4		FAUNA 5		FAUNA 6	FAUNA 7	FAUNA 8		FAUNA7DUNA
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	P	I	I	P	I
Aves acuáticas															
Anas bahamensis				1											
Anas cyanoptera	32		38	3					4	4					
Anas georgica	22		32	12					6				9	2	
Anas platalea	6														
Anas sibilatrix	54			4					16	48			3	8	
Ardea alba		6	1	1					2				4		
Ardea cocoi	1	1	2										1		
Charadrius alexandrinus	2	15													
Charadrius modestus	2														
Cinclodes nigrofumosus			1									1			
Coscoroba coscoroba	17		15	8						4					
Egretta caerulea	1												1		
Egretta thula	1		1						7				2		
Fulica armillata	22	16	149	39					4	45					

Folio017574

Nombre científico	FAUNA 1		FAUNA 2		FAUNA 3		FAUNA 4		FAUNA 5		FAUNA 6	FAUNA 7	FAUNA 8		FAUNA7DUNA
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	P	I	I	P	I
Fulica leucoptera	12	22	8	12						105					
Fulica rufifrons	24		32	6						12	2				
Gallinula galatea	1														
Gallinula melanops	2														
Plegadis chihi	2			1											
Podiceps major	1		2							3					
Podilymbus podiceps	1		2	2											
Rollandia rolland			2												
Aves marinas															
Haematopus ater	3														
Haematopus palliatus	24	17	28	3	13	13									
Larus dominicanus	43	24			17					2					
Larus modestus	67	24			28										
Larus pipixcan		2		7						5					
Pelecanus thagus	12	16	3												
Phalacrocorax brasilianus	7	8	15	6									1		
Rynchops niger				14											

Folio017575

Nombre científico	FAUNA 1		FAUNA 2		FAUNA 3		FAUNA 4		FAUNA 5		FAUNA 6	FAUNA 7	FAUNA 8		FAUNA7DUNA
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	P	I	I	P	I
Aves ribereñas															
Agelaius thilius	2		6				2		3	1	4		4		
Calidris alba	9														
Gallinago paraguaiae							1						1		
Himantopus melanurus	6	1	2	4											
Hymenops perspicillata				3				1			2				
Limosa haemastica	1														
Numenius phaeopus	70	15	36	8											
Nycticorax nycticorax			1							1					
Phleocryptes melanops	1		2				2				2		1		
Tachuris rubrigastra	2			3			3						1		
Theristicus melanopis													5		
Tringa flavipes				16						9					
Tringa melanoleuca				4						26					
Aves terrestres															
Anairetes parulus												2			
Anthus correndera				1											

Folio017576

Nombre científico	FAUNA 1		FAUNA 2		FAUNA 3		FAUNA 4		FAUNA 5		FAUNA 6	FAUNA 7	FAUNA 8		FAUNA7DUNA
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	P	I	I	P	I
Buteo polyosoma															1
Carduelis barbatus													5		
Cathartes aura		14		4						6					
Circus cinereus		1		1				1							
Cistothorus platensis											1				
Colorhamphus parvirostris												1			
Coragyps atratus			3												
Curaeus curaeus											3		6		
Diuca diuca												2	1		
Geositta cunicularia													7		
Leptasthenura aegithaloides											1		3		
Lessonia rufa	1		4	2			2	2					1		
Milvago chimango									1						
Muscisaxicola maclovianus							1								
Parabuteo unicinctus												2			
Patagona gigas				1											
Phrygilus fruticeti													1		

Folio017577

Nombre científico	FAUNA 1		FAUNA 2		FAUNA 3		FAUNA 4		FAUNA 5		FAUNA 6	FAUNA 7	FAUNA 8		FAUNA7DUNA
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	P	I	I	P	I
Pygochelidon cyanoleuca	3		4												
Rhodopis vesper											1			2	
Scytalopus fuscus													2		
Sephanoides sephaniodes											2	2			
Sicalis luteola													32		
Sturnella loyca													2		
Tachycineta meyeni	100		16	11					5				16	4	
Troglodytes musculus							1				2	2	3		
Vanellus chilensis	7			1				3		8			18		
Xolmis pyrope													3		
Zenaida auriculata											4				
Zenaida meloda							4		3		5		27		
Zonotrichia capensis											5	2	8		2

Folio017578

Tabla 14-14 Caudal medio mensual registrado en la estación DGA "río Huasco bajo". Los datos se presentan en m^3/s. Prom., se refiere al promedio y DS a desviación estándar. Se agrega información de la presencia del ciclo Niño-Niña y se presentan valores promedios

Periodo climático	AÑO	Meses												Caudal Medio Anual	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom.	DS
Niño++	1987	-	-	-	-	-	-	-	17,8	11,9	20,1	60,5	127,9	**47,6**	48,8
	1988	-	-	-	-	-	-	11,8	10,4	4,5	2,1	1,8	0,3	**5,2**	4,8
Niña++	1989	0,3	0,5	1,1	1,5	3,1	3,4	4,6	4,8	1,9	0,8	0,4	0,1	**1,9**	1,7
	1990	0,3	0,2	1,0	1,3	2,0	1,8	2,3	1,4	0,6	0,4	0,1	0,1	**1,0**	0,8
Neutro	1991	0,1	0,3	1,3	4,9	0,8	8,1	3,9	0,6	0,5	0,5	0,4	0,7	**1,8**	2,5
Niño+	1992	0,4	0,4	3,0	8,3	5,1	9,2	2,6	3,8	3,2	2,5	4,9	14,6	**4,8**	4,1
	1993	18,7	14,3	7,4	8,7	6,0	5,7	4,8	4,1	2,3	0,8	0,4	0,3	**6,1**	5,6
Neutro	1994	0,3	0,2	0,2	0,5	0,8	1,1	1,3	1,5	1,4	1,0	0,3	0,3	**0,7**	0,5
	1995	0,2	0,0	0,0	0,1	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,3	0,0	0,0	**0,3**	0,3
Niña+	1996	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	-	-	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	**0,1**	0,0
Niño+++	1997	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	3,2	0,4	6,8	-	-	-	-	**1,4**	2,4
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**-**
Neutro	1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**-**
	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	4,7	-	-	-	**4,7**	**-**
Caudal Medio Mensual	**Prom.**	**2,3**	**1,8**	**1,6**	**2,9**	**2,1**	**4,1**	**3,6**	**4,7**	**2,9**	**2,9**	**6,9**	**14,4**		

Folio017579

Periodo climático	AÑO	Meses												Caudal Medio Anual	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom.	DS
	DS	6,2	4,7	2,4	3,5	2,2	3,2	3,5	5,3	3,4	6,1	18,9	40,1		
Caudal Medio Mensual (sin 1987)	**Prom.**	**2,3**	**1,8**	**1,6**	**2,9**	**2,1**	**4,1**	**3,6**	**3,4**	**2,0**	**0,9**	**0,9**	**1,8**		
	DS	6,2	4,7	2,4	3,5	2,2	3,2	3,5	3,3	1,7	0,8	1,6	4,8		

Tabla 14-15 Resultados parámetros en la columna de agua, campañas agosto 2016, noviembre 2016 y la campaña diciembre 2008 (CONAMA-Geonova).

Parámetro	Campaña Agosto 2016 (CEA)						Campaña Noviembre (CEA)					Campaña Diciembre 2008 (CONAMA)				
	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5	M1	M2	M3	M4	M5
2,4-D	**µg/L**	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
Aceites y grasas	**mg/L**	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Alcalinidad total	**mgCaCO3/L**	224,5	250	273,5	263,3	251	183,7	170,2	163,8	161,2	165,3	57	60	68	62	52
Aluminio disuelto	**mg/L**	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	-	-	-
Aluminio total	**mg/L**	0,016	0,025	<0,010	<0,010	0,012	0,121	0,979	0,057	0,067	0,069	0,02	0,08	0,25	0,12	0,08
Amonio	**µg/L**	38	29	22	61	29	122	72	16	106	65	<10	<10	<10	<10	<10
Arsénico disuelto	**mg/L**	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	-	-
Arsénico total	**mg/L**	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,006	0,005	<0,005	0,006	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Folio017580

Parámetro		Campaña Agosto 2016 (CEA)					Campaña Noviembre (CEA)					Campaña Diciembre 2008 (CONAMA)				
	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5	M1	M2	M3	M4	M5
Bario disuelto	**mg/L**	0,025	0,026	0,028	0,028	0,027	0,031	0,029	0,028	0,028	0,028	-	-	-	-	-
Bario total	**mg/L**	0,036	0,028	0,031	0,031	0,029	0,039	0,04	0,031	0,031	0,03	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Berilio disuelto	**mg/L**	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	-	-	-	-	-
Berilio total	**mg/L**	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Bicarbonato	**mg/L**	274	275	304	291	291	209,1	192,6	199,7	196,6	201,6	58,6	57,2	62,4	71,2	0,2
Boro disuelto	**mg/L**	1,48	1,571	1,502	1,524	1,49	3,32	0,57	0,54	0,56	0,59	-	-	-	-	-
Boro total	**mg/L**	1,53	1,571	1,502	1,524	1,49	3,65	0,64	0,56	0,68	0,62	0,6	0,2	0,32	0,61	0,8
Cadmio disuelto	**mg/L**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,00006	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-	-
Cadmio total	**mg/L**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,00028	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Calcio disuelto	**mg/L**	277	283	263	287	254	393,8	145,9	141,7	139,2	150	196	201	188	209	194
Calcio total	**mg/L**	293	285	283	287	273	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbonato	**mg/L**	<5	15	15	15	7	7,3	7,3	<5	<5	<5	28,8	27,8	31,2	33,8	37
Cianuro total	**mg/L**	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Clorofila	**µg/L**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Cloruro	**mg/L**	512	513	507	503	477	14854	113,5	93,8	101	108,3	347,4	391	438	408	474
Cobalto disuelto	**mg/L**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-	-
Cobalto total	**mg/L**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Cobre disuelto	**mg/L**	0,003	0,004	<0,003	<0,003	<0,003	0,0044	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-	-	-	-
Cobre total	**mg/L**	0,009	0,013	0,006	0,006	0,007	0,0051	0,022	0,004	0,012	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Folio017581

Parámetro		Campaña Agosto 2016 (CEA)					Campaña Noviembre (CEA)					Campaña Diciembre 2008 (CONAMA)				
	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5	M1	M2	M3	M4	M5
Coliformes fecales	**NMP/100 ml**	49	23	79	79	130	230	330	7,8	330	220	36	22	48	32	21
Coliformes totales	**NMP/100 ml**	130	49	240	130	240	1300	2400	130	3500	2400	120	160	180	120	160
Color	**Pt-Co**	10	15	15	15	15	15	15	30	30	30	5	5	7	5	7
Conductividad eléctrica	**mS/cm**	3,45	3,46	3,44	3,44	3,33	40,1	1,53	1,35	1,37	1,48	2,306	2,42	2,527	2,232	2,199
Cromo disuelto	**mg/L**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	-	-	-
Cromo total	**mg/L**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
DBO5	**mg/L**	<2	<2	<2	<2	<2	2	2	4	2	<2	<1,0	2	2,5	1,5	1,5
DDT+DDD+DDE	**µg/L**	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Detergentes	**mg SAAM/L**	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	0,15	0,19	0,13	0,18	0,13	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
DQO	**mg/L**	10	14	11	27	27	29	34	19	19	19	12	10	15	10	14
Fluoruro	**mg/L**	SD	SD	SD	SD	SD	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Fósforo total	**µg/L**	6	29	4	<3	4	57	65	60	89	128	1000	1800	2700	1500	1800
Hidrocarburos totales	**mg/L**	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hierro disuelto	**mg/L**	0,037	0,071	0,036	0,044	0,036	0,2208	0,07	0,041	0,037	0,048	-	-	-	-	-
Hierro total	**mg/L**	0,104	0,611	0,079	0,13	0,112	0,2734	1,443	0,138	0,125	0,158	0,02	0,01	0,02	<0,01	<0,01
Lindano	**µg/L**	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Litio disuelto	**mg/L**	0,107	0,113	0,108	0,109	0,106	0,046	0,059	0,058	0,06	0,062	-	-	-	-	-

Folio017582

Parámetro		Campaña Agosto 2016 (CEA)					Campaña Noviembre (CEA)					Campaña Diciembre 2008 (CONAMA)				
	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5	M1	M2	M3	M4	M5
Litio total	**mg/L**	0,119	0,121	0,121	0,122	0,119	0,079	0,063	0,059	0,063	0,063	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Magnesio disuelto	**mg/L**	76	77	75	74	73	1078,8	34,6	30,9	32,5	35,3	-	-	-	-	-
Magnesio total	**mg/L**	80	80	79	78	74	1236,7	36,5	31,3	32,7	35,3	60	62	68	71	65
Manganeso disuelto	**mg/L**	<0,004	0,025	0,021	0,018	0,029	0,235	0,037	0,022	0,021	0,028	-	-	-	-	-
Manganeso total	**mg/L**	0,006	0,043	0,022	0,028	0,033	0,257	0,115	0,034	0,03	0,036	0,02	0,02	0,08	0,02	0,02
Materia orgánica	**mg/L**	0,81	0,94	0,28	0,25	0,41	2,21	2,11	0,51	0,38	0,51	1,5	1,2	3	1,8	2
Mercurio disuelto	**mg/L**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-	-
Mercurio total	**mg/L**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Metoxicloro	**µg/L**	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Molibdeno disuelto	**mg/L**	0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003	0,008	0,005	0,005	0,005	0,006	-	-	-	-	-
Molibdeno total	**mg/L**	0,004	<0,003	<0,003	0,005	<0,003	0,01	0,006	0,006	0,006	0,007	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Níquel disuelto	**mg/L**	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01
Níquel total	**mg/L**	<0,003	0,004	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003	-	-	-	-	-
Nitrato	**µg/L**	<46	<46	52	116	108	96	142	133	98	155	1100	1800	3000	2200	3700
Nitrito	**µg/L**	3,2	0,9	1	1,2	1,3	0,7	8,2	4	3,4	2,9	6	10	10	10	10
Nitrógeno total	**mg/L**	1,28	1,31	1,51	1,54	1,26	SD	SD	SD	SD	SD	2,7	3,6	8,9	2,7	5
Ortofosfato	**µg/L**	<10	<10	<10	<10	<10	27	45	36	35	33	400	600	1300	800	2300

Folio017583

Parámetro		Campaña Agosto 2016 (CEA)					Campaña Noviembre (CEA)					Campaña Diciembre 2008 (CONAMA)				
	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5	M1	M2	M3	M4	M5
Oxígeno disuelto	**mg/L**	8,3	5,54	6,66	5,7	9,14	5,32	8,47	7,12	5,55	4,23	9,4	8,8	7,5	8,2	8,5
Pentaclorofenol	**µg/L**	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
pH	**-**	8,16	7,9	7,71	7,92	8,02	7,85	7,97	7,88	7,67	7,73	7,96	8,05	8,1	8,02	8,1
Plata total	**mg/L**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Plata disuelto	**mg/L**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	-	-	-
Plomo disuelto	**mg/L**	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,0008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	-	-	-	-	-
Plomo total	**mg/L**	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,001	0,011	<0,008	<0,008	<0,008	0,02	<0,02	0,02	0,02	<0,02
Potasio disuelto	**mg/L**	9	10	9	10	9	286,2	6,1	5,5	5,6	6	-	-	-	-	-
Potasio total	**mg/L**	10	10	9	10	9	330,4	7,1	6,9	6,2	6,4	8	8	8,7	9,2	10,5
RAS	**-**	5,4	5,5	5,4	5,3	5,1	46,7	2,2	2	2	2,2	4,19	4,16	4,26	4,09	4,61
Salinidad	**g/L**	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	25,6	0,6	0,5	0,5	0,5	<10	<10	<10	<10	<10
Selenio disuelto	**mg/L**	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	-	-
Selenio total	**mg/L**	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Sodio disuelto	**mg/L**	394	404	396	388	374	7904,7	111,7	101,1	101,3	113,9	354	362	367	383	399
Sodio porcentual	**%**	46	46	45	45	44	75	32	31	31	32	79,87	79,8	80,08	79,45	81,15
Sodio total	**mg/L**	421,88	408,39	396,5	387,99	381,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos disueltos totales	**mg/L**	2625	2530	2455	2455	2455	988	1092	1010	988	1086	840	901	872	936	985
Sólidos flotantes	-	presente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente

Folio017584

Parámetro		Campaña Agosto 2016 (CEA)					Campaña Noviembre (CEA)					Campaña Diciembre 2008 (CONAMA)				
	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5	M1	M2	M3	M4	M5
Sólidos sedimentables	**mg/L**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sulfato	**mg/L**	1426	918	948	926	1219	2081,4	707,2	711,3	696,6	721,5	458	486	504	430	456
Temperatura	**° C**	17	15,7	17,6	16,4	13,9	23,4	21,4	20,7	18,9	18,2	18,5	19	19,2	19,8	20,5
Transparencia	**-**	N/M	N/M	N/M	N/M	N/M						0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
Turbiedad	**NTU**	2	16,42	0,86	1,35	1,65	19,92	61,56	5,78	3,06	3,31	0,02	0,72	1,3	0,9	2
Vanadio disuelto	**mg/L**	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	-	-	-	-	-
Vanadio total	**mg/L**	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Zinc disuelto	**mg/L**	0,003	0,006	0,006	0,012	0,012	0,0079	<0,002	0,004	<0,002	0,005	-	-	-	-	-
Zinc total	**mg/L**	0,032	0,02	0,021	0,028	0,02	0,009	0,082	0,012	0,057	0,048	0,07	0,06	0,12	0,2	0,13

NM: No muestreado; SD: Sin dato

Folio017585

Tabla 14-16 Resultados parámetros sedimentos, en la actual campaña agosto 2016, noviembre 2008 y la campaña diciembre 2008 (CONAMA-Geonova).

Parámetro	Unidad	Campaña Agosto 2016 (CEA)					Campaña noviembre 2016 (CEA)									
		H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5	M1	M2	M3	M4	M5
Arsénico	**mg/kg**	4,3	-	5	-	4,64	3,08		6,73		5,39	-	-	-	-	-
Azufre	**mg/kg**	3266	-	563,4	-	901,2	336		7121		7105	-	-	-	-	-
Cromo	**mg/kg**	5,8	-	5,4	-	6,2	7,6		7,6		7,1	-	-	-	-	-
Hierro	**mg/kg**	17097	-	15020	-	15567	14225		25798		15694	-	-	-	-	-
Materia orgánica	**%**	0,34	0,23	0,53	1,47	1,78	0,36	0,23	1,9	1,38	2,66	0,33	3,29	17,8	10,54	12,55
Mercurio	**mg/kg**	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	<0,01		0,03		0,05	-	-	-	-	-
Níquel	**mg/kg**	6,1	-	6	-	6,1	5		6,6		8	-	-	-	-	-
pH	**-**	NM	NM	NM	NM	-	4,74	6,02	6,5	5,76	5,8	-	-	-	-	-
Potencial Redox (Eh)	**mV**	-39,6	360	189,4	46	157,4	243	350	69	161	79	-	-	-	-	-
Vanadio	**mg/kg**	64,2		33,6	-	34,6	47,6		76,3		49,6	-	-	-	-	-
Clasificación granulométrica	**-**	Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena muy fina	Arena media	Arena fina	Arena fina	Arena media	Arena fina	Arena muy fina	Arena	Arenoso franco	franco arenoso	franco arenoso	franco arenoso

Folio017586

Tabla 14-17 Cumplimiento de la normativa ambiental nacional para parámetros en la columna de agua del humedal Huasco. Campaña Agosto 2016.

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
Indicadores físico-químico	Alcalinidad total	NCh1333. Of78	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Color	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Conductividad eléctrica	NCh1333. Of78	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**
		Anteproyecto norma secundaria	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
	Oxígeno disuelto	NCh1333. Of78	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)

Folio017587

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
	pH	Anteproyecto norma secundaria	SI	**NO**	**NO**	**NO**	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)
	RAS	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		Nch1333. Of78	NA	NA	NA	NA	NA
	Sólidos disueltos totales	Anteproyecto norma secundaria	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
		NCh1333. Of78	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA

Folio017588

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
	Temperatura	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Turbidez	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
Indicadores Microbiológicos	Coliformes fecales	NCh1333. Of78	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
Inorgánico	Cianuro total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Nitrato	NCh1333. Of78	NA	NA	NA	NA	NA

Folio017589

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
Metales	Aluminio total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Arsénico total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Bario total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Berilio total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Boro total	NCh1333. Of78	**NO (riego)**	**NO (riego)**	**NO (riego)**	**NO (riego)**	**NO (riego)**

Folio017590

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
		Anteproyecto norma secundaria	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
	Cadmio total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Cobalto total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Cobre total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Cromo total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Mercurio total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)

Folio017591

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Níquel total	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Plata total	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Selenio total	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Vanadio total	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Hierro total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)

Folio017592

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
	Litio total	Anteproyecto norma secundaria	SI	**NO**	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	**NO (riego, cítricos)**	**NO (riego, cítricos)**	**NO (riego, cítricos)**	**NO (riego, cítricos)**	**NO (riego, cítricos)**
	Manganeso total	Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Molibdeno total	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Plomo total	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Zinc total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)

Folio017593

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
		Anteproyecto norma secundaria	**NO**	SI	**NO**	**NO**	SI
Orgánicos y Orgánicos Plaguicida	Aceites y grasas	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
Iones mayoritarios	Cloruro	NCh1333. Of78	**NO (riego)**	**NO (riego)**	**NO (riego)**	**NO (riego)**	**NO (riego)**
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Sodio porcentual	NCh1333. Of78	**NO (riego)**	**NO (riego)**	**NO (riego)**	**NO (riego)**	**NO (riego)**
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Sodio	NCh1333. Of78	NA	NA	NA	NA	NA
		Anteproyecto norma secundaria	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
	Sulfato	NCh1333. Of78	**NO (riego)**	**NO (riego)**	**NO (riego)**	**NO (riego)**	**NO (riego)**
		Anteproyecto norma secundaria	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**

NA: No aplica

Folio017595

Tabla 14-18 Cumplimiento de la normativa ambiental nacional para parámetros en la columna de agua del humedal Huasco. Campaña Noviembre 2016.

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
Indicadores físico-químico	Alcalinidad total	NCh1333. Of78	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Color	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Conductividad eléctrica	NCh1333. Of78	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**
		Anteproyecto norma secundaria	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
	Oxígeno disuelto	NCh1333. Of78	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	No (vida acuática)
		Anteproyecto norma secundaria	**NO**	SI	SI	**NO**	**NO**

Folio017596

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
	pH	NCh1333. Of78	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	RAS	Nch1333. Of78	NA	NA	NA	NA	NA
		Anteproyecto norma secundaria	**NO**	SI	SI	SI	SI
	Sólidos disueltos totales	NCh1333. Of78	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**	**No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)**
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Temperatura	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA

Folio017597

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
Indicadores Microbiológicos	Coliformes fecales	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	**NO (recreación con contacto directo)**	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
		NCh1333. Of78	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
Inórganico	Cianuro total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Nitrato	NCh1333. Of78	NA	NA	NA	NA	NA
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
Metales	Aluminio total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	**NO**	SI	SI	SI
	Arsénico total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI

Folio017598

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
	Bario total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Berilio total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Boro total	NCh1333. Of78	NO (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	**NO**	SI	SI	SI	SI
	Cadmio total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Cobalto total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Cobre total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	**NO**	SI	SI	SI
	Cromo total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Mercurio total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)

Folio017599

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
	Níquel total	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Plata total	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Selenio total	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Vanadio total	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Hierro total	Anteproyecto norma secundaria	SI	**NO**	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	NO (riego, cítricos)	NO (riego, cítricos)	NO (riego, cítricos)	NO (riego, cítricos)	NO (riego, cítricos)
	litio total	Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	manganeso total	NCh1333. Of78	No (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)

Folio017600

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
	molibdeno total	Anteproyecto norma secundaria	**NO**	**NO**	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	plomo total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Zinc total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	**NO**	SI	**NO**	**NO**	SI
Orgánicos y Orgánicos Plaguicida	Aceites y grasas	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
Iones mayoritarios	Cloruro	NCh1333. Of78	NO (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	**NO**	SI	SI	SI	SI
	Sodio porcentual	NCh1333. Of78	NO (riego)	NO (riego)	NO (riego)	NO (riego)	NO (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
	Sodio	NCh1333. Of78	NA	NA	NA	NA	NA
		Anteproyecto norma secundaria	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
	Sulfato	NCh1333. Of78	NO (riego)	NO (riego)	NO (riego)	NO (riego)	NO (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	**NO**	SI	SI	SI	SI

NA: No aplica

Tabla 14-19 Cumplimiento de la normativa ambiental internacional para parámetros en sedimentos del humedal Huasco. Campaña agosto 2016.

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H3	H5
Metales	Arsénico	Persaud *et al.,*1993	SI	SI	SI
		CCME (2002)	SI	SI	SI
	Azufre	Persaud *et al.,*1993	NA	NA	NA
		CCME (2002)	NA	NA	NA

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H3	H5
	Cromo	Persaud *et al.*,1993	SI	SI	SI
		CCME (2002)	SI	SI	SI
	Hierro	Persaud *et al.*,1993	SI	SI	SI
		CCME (2002)	NA	NA	NA
	Níquel	Persaud *et al.*,1993	SI	SI	SI
		CCME (2002)	NA	NA	NA
	Vanadio	Persaud *et al.*,1993	NA	NA	NA
		CCME (2002)	NA	NA	NA

N/A: No aplica

Tabla 14-20 Cumplimiento de la normativa ambiental internacional para parámetros en sedimentos del humedal Huasco. Campaña noviembre 2016.

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H3	H5
Metales	Arsénico	Persaud *et al.*,1993	SI	**NO**	SI
		CCME (2002)	SI	**NO**	SI
	Azufre	Persaud *et al.*,1993	NA	NA	NA
		CCME (2002)	NA	NA	NA
	Cromo	Persaud *et al.*,1993	SI	SI	SI
		CCME (2002)	SI	SI	SI
	Hierro	Persaud *et al.*,1993	SI	**NO**	SI
		CCME (2002)	NA	NA	NA
	Níquel	Persaud *et al.*,1993	SI	SI	SI
		CCME (2002)	NA	NA	NA
	Vanadio	Persaud *et al.*,1993	NA	NA	NA
		CCME (2002)	NA	NA	NA

N/A: No aplica

Folio017604

14.6 Plan Regulador de Santiago

"CAPITULO 8.3. AREAS DE VALOR NATURAL Y/O DE INTERES SILVOAGROPECUARIO.

Corresponde al territorio emplazado fuera de las áreas urbanizadas y urbanizables, que ***comprende las áreas de interés natural o paisajístico y/o que presentan vegetación y fauna silvestre, cursos o vertientes naturales de agua y que constituyen un patrimonio natural o cultural que debe ser protegido o preservado****. Se incluyen asimismo en esta categoría aquellos territorios que presentan suelos arables clase I, II y III de capacidad de uso, algunos suelos de clase IV y suelos de aptitud ganadera y/o forestal.*

En estas áreas ***se permitirá la construcción de instalaciones de apoyo a su destino de recurso agrícola y las mínimas para su valoración paisajística.***

Se consideran en esta categoría las siguientes áreas:

- Áreas de Valor Natural

- Áreas de Interés Silvoagropecuario

- Área Restringida por Cordones Montañosos

Artículo 8.3.1. Áreas de Valor Natural

Para la aplicación de las normas específicas del presente Plan se establecen las siguientes:

- Áreas de Preservación Ecológica

- Áreas de Protección Ecológica con Desarrollo Controlado

- Áreas de Rehabilitación Ecológica

Artículo 8.3.1.1. Áreas de Preservación Ecológica

Corresponden a aquellas ***áreas que serán mantenidas en estado natural, para asegurar y contribuir al equilibrio y calidad del medio ambiente, como asimismo preservar el patrimonio paisajístico.***

Son parte integrante de estas zonas, los sectores altos de las cuencas y microcuencas hidrográficas; los ***reservorios de agua y cauces naturales****; las áreas de preservación del recurso nieve, tanto para su preservación como fuente de agua potable, como para evitar el emplazamiento de construcciones dentro de las canchas de esquí; las cumbres y los farellones;* ***los enclaves de flora y refugios de fauna; como asimismo, los componentes paisajísticos destacados.***

Quedarán integradas en esta zona, con sus correspondientes legislaciones, las diversas áreas que tengan características de Áreas Silvestres Protegidas, como los Parques Nacionales, Reservas Nacionales, Las Áreas Complementarias a las Áreas Silvestres Protegidas y que corresponden a los Santuarios de la Naturaleza y Lugares de Interés

Folio017605

Científico y en general todas aquellas áreas que conforman Reservas Naturales, Monumentos Naturales y Áreas de Protección Existentes.

En estas Áreas se permitirá el desarrollo de actividades que aseguren la permanencia de los valores naturales, restringiéndose su uso a los fines: científico, cultural, educativo, recreacional, deportivo y turístico, con las instalaciones y/o edificaciones mínimas e indispensables para su habilitación.

Las normas que regirán estas actividades y asimismo las de los usos complementarios a ellas como: equipamiento de seguridad, comunicaciones, salud, comercio y estacionamientos de uso público, serán definidas por las Secretaría Regional Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo en cada caso, atendiendo a sus características específicas y a los estudios pertinentes aprobados por los organismos competentes que corresponda.

La aprobación de proyectos quedará condicionada en todos los casos a la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental, realizado por el interesado, evaluado e informado favorablemente por los organismos que corresponda.”

Folio017606

14.7 Solicitud DGA

4/11/2016 Correo de DOMEYKO, ANDRADE, GILBERT, VARELA & CIA - Informa reclasificación de solicitud Nº 66654

file:///C:/Users/Alfonso/Documents/CEA%20-/Informe%20entrega%20CEA/Correo%20de%20DOMEYKO,%20ANDRADE,%20GILBERT,%20VARELA%20&%... 1/2

Alfonso Domeyko <adomeyko@dagv.cl>

Informa reclasificación de solicitud Nº 66654

1 mensaje

dga.atencionciudadana@mop.gov.cl <dga.atencionciudadana@mop.gov.cl> 24 de octubre de 2016, 15:02

Para: adomeyko@dvycia.cl

Cc: atencion.ciudadana@mop.gov.cl

Sr (a).

Alfonso Domeyko Letelier

Presente

Respecto a la solicitud Nº 66654 , recepcionada con fecha19/10/2016, a través del Sistema de Atención Ciudadana del

MOP, en la que Ud. nos ha planteado:

Formo parte de equipo que se adjudicado informe sobre situación Humedal Rio Huasco para declaración Santuario de la Naturaleza, de acuerdo a Bases de Licitación del Ministerio de Medio Ambiente aprobadas por Resolución N°279 de 2016.

En virtud de dicho estudio, requerimos tengan a bien informar sobre los registros que mantengan sobre derechos de agua subterraneos y superficiales ubicado en la desembocadura del río Huasco, Atacama, que se encuentren en la siguiente ubicación

Coordenadas (UTM DATUM WGS 84 19S) :

VERTICE ESTE NORTE

1 287.022 6.848.333

2 283.049 6.848.333

3 283.049 6.854.971

4 287.022 6.854.971

Folio017607

14.8 Contacto Propietarios

Tabla resumen Estado contacto con propietarios del polígono propuesto

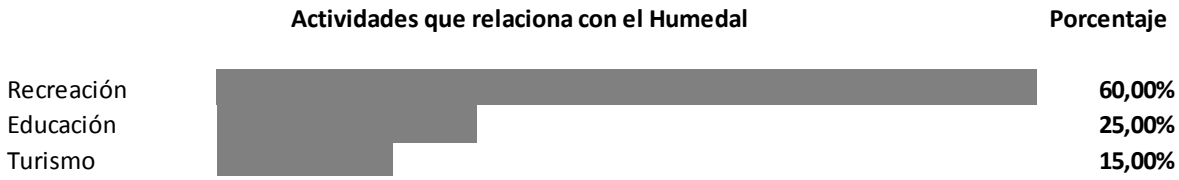
Tabla 14-21 Tabla resumen Estado contacto con propietarios del polígono propuesto

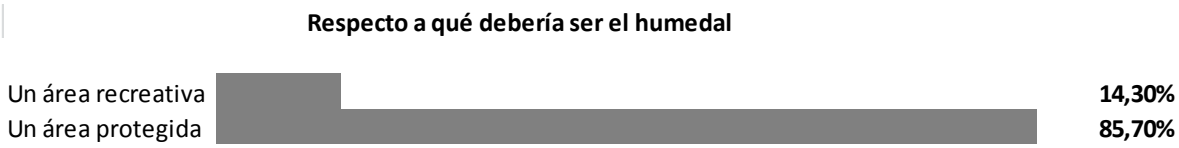
Predio	Propietario	Estado
Predio 2	ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	Contactado Alcalde, Encargados de Medio ambiente, Turismo y Secplac. Proclive al proyecto.
Predio 3	ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	Contactada.
Predio 4	ELBA CALLEJAS MOLINA	Contactado hermano, Sebastian Callejas, quien sería propietario de uno de los sitios. Viven en Huasco ambos. Re-contactarlos para realizar reunión.
LOTE N°1	JEANICE GILBERT CONCHA Y MARÍA CAROLINA YANQUEZ MERY	***No contactado***
Predio 6	ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE FREIRINA	Contactado Encargado de comunicaciones y de turismo. Participa de reunión de Servicios Públicos, realizada en Municipalidad de Huasco. Mariana Farías.
LOTE 2-A	ELBA CALLEJAS MOLINA	Contactado hermano, Sebastian Callejas.
Predio 8	ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE FREIRINA	Contactado.
Predio 9	CATHERINNE SCHASUSS STONE. LUIS LEONEL HERACLIO POBLETE (FALLECIDO), LO SUCEDEN UBE LAURA ROSAS ENRIQUE Y LEONEL ARTURO POBLETE CODUTTI	Contactada viuda legal (fono y correo electrónico), quien sería dueña de 50% del predio junto con sus hijos. Proclive al proyecto. Contactada Catherine Schauss, no proclive, nos contactará con su abogada (lo que no ha ocurrido).
Predio 10	GONZALO PÉREZ APARECE REGISTRADO COMO PRESUNTO DUEÑO DE ACUERDO A LO QUE SEÑALA INFORME DE PROPIETARIOS GAC 2007.	***No contactado***
ESTANCIA ZULETA AVALOS.	VIRGINIA OTTO DE VICH VÁSQUEZ Y SUCESIÓN GREZ ZULOAGA	***No contactados***
FUNDO EL PORVENIR	LUIS HERNÁN CALLEJAS	Sucesión de 10 hermanos. Realizada

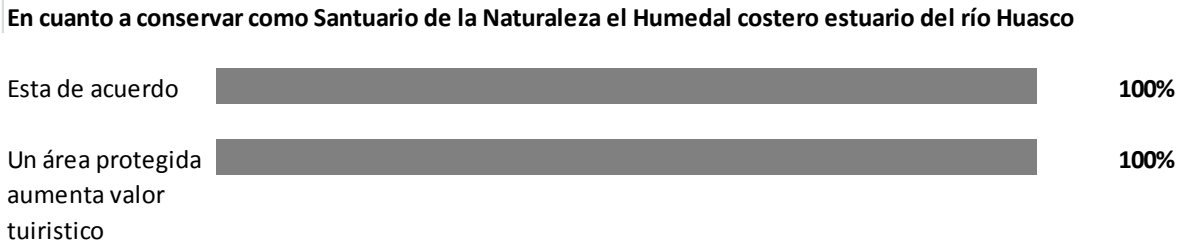
O LA CACHINA			reunión con 2 de ellos (Hernán y Elba Callejas). Contactada hermana que vive en Santiago (Liliana Callejas) quien coordinará reunión con el resto de sus hermanos. Propone reunión para la segunda semana de enero, sin embargo, no se realizó.
Predio 13		ELBA CALLEJAS MOLINA	Contactado hermano.
PARCELA BELLAVISTA	**1**	RENE DEL CARMEN ROJO ROJO	***No contactado.***
Predio 15		JULIO TAMBLAY ALVAREZ	Contactado Juan Carlos Tamblay, proclive al proyecto.

Folio017609

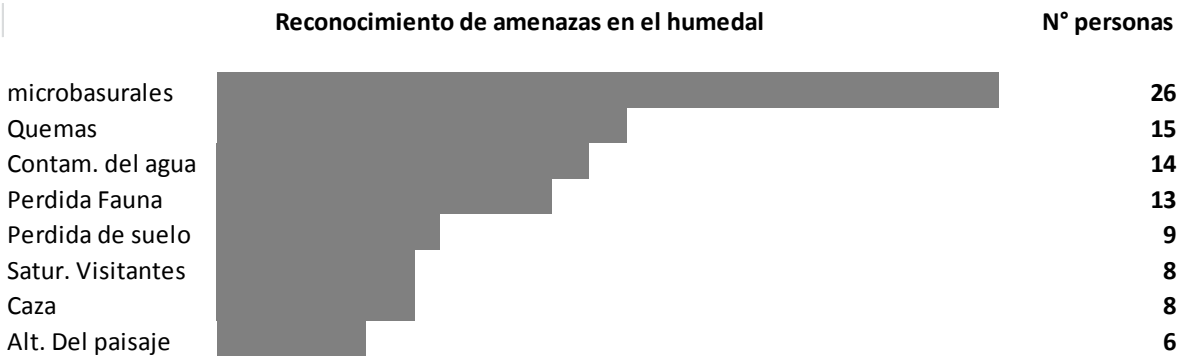
14.9 Gráficos de Encuestas Realizadas a la Comunidad











Folio017610

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA

EXPERIENCIA PILOTO PARA LA CREACIÓN DE UN ÁREA SILVESTRE PROTEGIDA DE PROPIEDAD PRIVADA EN HUASCO ALTO COMUNA DE ALTO DEL CARMEN III REGIÓN DE ATACAMA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓGRAFO

AUTORA: **CARLA MARIELA PEÑA GÓMEZ**

PROFESOR GUIA: **Dr. HUGO ROMERO.**

SANTIAGO, CHILE
2005

Folio017611

DEDICATORIA

A Carmen, Inés, Ramón y Juan.

Folio017612

AGRADECIMIENTOS

Los sueños se construyen a pulso, lento y con dedicación para cumplirlos bien. Este es otro de mis sueños alcanzados, ser geógrafa, conocer de otros mundos, para bien desenvolverme en el aire y en la tierra. Bajo mis pies irán quedando muchos lugares, pero en mi alma se irán quedando las personas, y se quedaron las que caminaron conmigo en todos estos años, con sus historias, con sus mitos, con sus verdades, con frases armadas para construir nuevos sueños y vivir en el intento de alcanzarlos. Porque los pájaros de fuego nacimos para vivir volando, quemando el aire con las palabras y nidificando sólo al final, en árboles que puedan alcanzar las nubes.

Quiero reconocer a todas las personas que caminaron conmigo e impulsaron este vuelo que recién comienza, este será un pequeño homenaje para ellos.

A mis abuelitas: Carmelita e Inés, fueron sus historias personales llenas de aventuras las que me impulsaron a explorar nuevos mundos, porque de alguna forma aunque ya sabía caminar, ustedes me enseñaron a saborear las caminatas, y a luchar por lo que creemos. A mi mamá, agradezco por haberme soportado en aquellos momentos en que desesperaba mi incomprensión por algunas materias, y por quedarse conmigo para enseñarme a leer y a escribir, a pedir perdón cuando me equivoco, a respetar a los demás, a hacerme responsable de los que estén a mi cuidado, y también a querer a las demás especies que poblan la tierra. Ella es la absoluta responsable de mi tendencia biogeográfica, por su investigación exhaustiva del comportamiento de las lagartijas del patio de la casa y por su paciencia en otorgar bienestar a cuanto perro y gato cruzó el umbral de nuestra puerta. A mi papá, le agradezco las rabias que hicieron fortalecerme, pero más las palabras regaladas con tanto cariño, y luego las canciones, llenas de mundos diversos, donde viajamos a través de Latinoamérica sobre las melodías; este hombre de mirada preguntona, me enseñó a admirar las cosas simples y a cuidar a los amigos; porque él ha sido un hombre sencillo, pero con una profunda convicción de justicia social, que me ha traspasado y espero cumplir con la seriedad que el tema obliga. Agradezco a mi hermana grande, la Carola que me enseñó que la capital de un país no quedaba al medio del país como yo pensaba a los seis años, siendo ése mi primer gran descubrimiento geográfico. A mi hermano Matías, porque se convirtió también en uno de mis mejores amigos, donde sabemos que podemos de igual forma sandunguear en La Piojera que hablar de la crisis de la planificación socialista y de las aberraciones del neoliberalismo, gracias hermano por tu compañía. Y mi hermana Liliana, con quien sólo tengo esperanzas de viajar juntas a recónditos lugares, porque dicen que es la que más se parece a mí, será una gran artista, y cuando crezca viajaremos repartiendo el tiempo entre conciertos e investigaciones de campo.

De mis amigas, las primeras, ellas por supuesto, las cabras, millones de gracias a ustedes. A la Marcia Villalobos, que es imposible de olvidar ¿quién se va o quién se queda?... ¿Carla te vas?, además de las miles de frases de Chavo del ocho que enredaban absolutamente todas las situaciones y transformaban en risas cualquier cosa seria, además de las actuaciones espléndidas, gracias por abrirme un espacio de tu corazón; Tamara Troncoso, ahora pensamos nuevos rumbos y perfilamos la brújula hacia el mismo horizonte, gracias por mantenerme la cabeza en la tierra y compartir mis porfías; la Pili Ogalde con la que tuvimos la gracia de saborear juntas el norte y las comunidades indígenas Collas, conquistando el Salar de Pedernales y las alturas; la Carola Sandoval que con sus silencios deja claro su parecer, gracias por escucharme siempre y por darme fuerzas para seguir adelante y, además, porque junto a la Evelyn jugamos en el esplendoroso y magnífico equipo de fútbol femenino de la Escuela de Geografía, trayéndonos por supuesto incontables momentos de felicidad y orgullo (cuando ganábamos) y de tristeza (cuando perdíamos), a todo esto, aprovecho de pedir

Folio017613

disculpas por un auto gol de taquito que hice. Evelyn Reinoso Leal que gran honor le haces a tu apellido, eres sin duda, la más inteligente de esta bandada de loros que somos. Quiero también agradecerles a todas ustedes las infinitas conversaciones de tres chiflados que tanto me hacen reír, espero que sigamos conversando así, total, para cosas serias, estarán las reuniones de trabajo.

Y luego están también quienes han estado allí, acompañándome en los otros pasos, en esos que pocos veían, en crecer, en ser mejor, en esforzarme por alcanzar la meta, y en acompañarme en alcanzarla. La Memé, mi mejor prima, yo nunca he dejado de creerte, ahora somos grandes y lo mejor es que somos aquello que dijimos que queríamos ser cuando teníamos como doce años ¿te acuerdas?, aquí estamos...hoy somos aquello que imaginamos. A la Carolina Duarte, con quien recorrimos muchos lugares y me dejó contarle cada una de las cosas que aprendía en la Universidad, con ella nunca importó el tiempo ni la distancia, siempre era bueno hacer lo imposible por conocer otros mundos; creo que es tiempo ya de agarrar la mochila, ponerla al hombro y partir a conquistar el horizonte una vez más.

De mis amigos, al Rafa, con quien tuve la suerte de compartir todos mis momentos en la Región de Atacama, trabajando juntos, peleándonos, haciendo asados o discutiendo temas serios, eres muy especial para mí, gracias amigo, porque si no hubieras estado conmigo, esta memoria no habría resultado, ni tampoco todo nuestro trabajo con las Comunidades Collas. A Gerardo, por supuesto, el hombre que tuvo más paciencia conmigo y el que más me guió en este desértico camino, al punto de atrapar mi corazón, muchas gracias por todo tu infinito apoyo, desde los conocimientos hasta las emociones, te quiero mucho.

Finalmente quiero incluir en estas líneas a Don Miguel Díaz, quien me dio la oportunidad de trabajar con las Comunidades Indígenas de la Región de Atacama, cuando tímidamente le solicité práctica profesional y me recibió con los brazos abiertos; también a Don Freddy Correa, quien materializó la solicitud de práctica, pero además porque fue como segundo papá cuando me encontraba perdida en las soledades de la III Región.

A mi profesor guía, Sr. Hugo Romero, gracias por ayudarme a consolidar este trabajo, para mí, el primero de muchos otros que vendrán. Fue un gran mentor en este camino. Muchas gracias.

A la profesora Gladys Armijo, que motivó mi gusto por la Geografía Rural y por los asuntos indígenas, entregándome además la llave de una puerta de infinita extensión, no sólo por su conocimiento en la materia, sino también por su maternal trato. Muchas gracias.

Y por supuesto, a quienes son los protagonistas de este trabajo, los Huascoaltinos, gracias por enseñarme, por abrirme un lugar en su Comunidad, y por entregarme la confianza y el cariño. Especialmente para Sergio Campusano, Rubén Campusano, Williams Santander, Rufino Bordones y también la Sra. Angelina de Chigüinto, de alguna forma mi raíz ha vuelto a la superficie cuando los conocí, junto a todos esos cacharros cerámicos del Museo de Ovalle, hoy ustedes reviven el agua que ellos contenían. Gracias al Pueblo Diaguita.

"...Puse rumbo al horizonte y por nada me detuve,
ansioso por llegar donde las olas salpican las nubes.
Y brindar en primera fila con el sol resucitado,
sentarme en la barandilla y ver qué hay del otro lado..."

(Serrat)

Folio017614

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN 12

INTRODUCCIÓN 13

I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16

1.1 Planteamiento del Problema 16
1.2 Objetivos del Estudio 19
1.3 Hipótesis 20

II MARCO TÉÓRICO Y CONCEPTUAL REFERENCIAL 21
2.1 Concepto de biodiversidad: principios y fundamentos 21
2.2 Concepto de conservación: principios y fundamentos 25
2.3 Conservación in situ 31
2.4 Apoyo a la conservación in situ: conservación ex situ y corredores biológicos 33
2.5 Biogeografía y su aporte a las acciones de conservación 36
2.6 Ecología del Paisaje y su potencial para acciones de conservación 42
2.7 Estado de conservación y representatividad de ecosistemas en el país y en la III Región de Atacama 46
2.8 Aplicaciones de un Sistema de Información Geográfico (SIG) en la conservación de biodiversidad 48

III METODOLOGÍA 51
3.1 Material de estudio 51
3.2 Métodos de cumplimiento de los objetivos propuestos 59

IV RESULTADOS 93

4.1 Caracterización del sistema normativo de conservación de biodiversidad a través de los instrumentos legales vigentes en el país. 93
4.1.1 Desarrollo v/s conservación ambiental 93
4.1.2 Constitución Política de la República de Chile 95
4.1.3 Convenciones Internacionales en las cuales participa Chile 95
4.1.4 Leyes y Decretos Leyes 101
4.1.5 Políticas, Planes, Estrategias y Programas de carácter nacional 105
4.1.6 Estrategias y políticas regionales en materia medioambiental 112
4.1.7 La materialización de la conservación ambiental en Chile 117

Folio017615

4.2 Evaluación de las características del territorio de Huasco Alto en relación a los requisitos o condiciones que exigen los instrumentos legales de conservación aplicables en el país respecto a la creación de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada. 130
4.2.1 Representatividad de ecosistemas en la zona de Huasco Alto 130
4.2.2 Definición del área de estudio como prioritaria para efectos de su conservación por estrategias, planes o programas nacionales o regionales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica. 158

4.3 Definición de la representatividad, escasez y organización espacial de los ecosistemas propuestos a través de criterios geográficos 162
4.3.1 Paisajes funcionales en el área de estudio 162
4.3.2 Sitios funcionales en el área de estudio 163
4.3.3 Redes funcionales en el área de estudio 176

4.4 Caracterización del Uso de Recursos Territoriales por parte de la Comunidad local y de las inversiones empresariales en el área 180
4.4.1 Población comunal 180
4.4.2 Actividades ecónomicas 183
4.4.3 Poblamiento 187
4.4.4 Uso de recursos territoriales 191
4.4.5 Principales inversiones empresariales en la Comuna de Alto del Carmen 206

4.5 Propuesta de conservación ambiental como apoyo a la gestión y administración del área. 221
4.5.1 Componente físico 221
4.5.2 Bases de datos alfanuméricas y cartográficas que apoyan la gestión del área 222

V CONCLUSIONES 231

VI RECOMENDACIONES 237

VII BIBLIOGRAFÍA 239

VIII ANEXOS 251
Anexo 1: Encuesta de caracterización de uso de recursos territoriales en la Comunidad Huascoaltinos 251
Anexo 2: Tratados ambientales suscritos por el Estado chileno. 257
Anexo 3: Instrumentos legales de protección de la biodiversidad nacional 261
Anexo 4: Formaciones vegetales y su presencia en el SNASPE 263
Anexo 5: Listado florístico, Comuna de Alto del Carmen 267
Anexo 6: Listado faunístico, Comuna de Alto del Carmen 286
Anexo 7: Veranadas: Vegas de pastoreo de familias diaguitas 293
Anexo 8: Listado de crianceros de Huasco Alto 295

Folio017616

INDICE DE TABLAS

1	Antecedentes demográficos y poblacionales de la Comuna de Alto del Carmen	57
2	Categorías de conservación de especies de flora	67
3	Categorías de conservación de especies de fauna	69
4	Escalas de conservación de objetos de filtro grueso	72
5	Escalas de conservación de objetos a nivel de especie con problemas de conservación	73
6	Valorización del número total de especies de flora	73
7	Valorización del número total de especies de fauna detectadas	74
8	Valorización del número total de especies de fauna potenciales	74
9	Valorización de especies con problemas de conservación potenciales	74
10	Valorización de atributo “corredor biológico”	75
11	Valorización componente biótico	78
12	Valor de existencia de vestigios arqueológicos por subcuenca del área de estudio.	83
13	Rangos de valor de existencia vestigios arqueológicos	83
14	Valor de uso de recursos territoriales, actividad funcional por parte de la comunidad local.	84
15	Valorización uso de recursos territoriales, actividad funcional por parte de la comunidad local	84
16	Valorización componente socio cultural e histórico	85
17	Rangos de valor para la superficie de uso de las inversiones empresariales	85
18	Valorización número total de potenciales impactos por parte de las inversiones empresariales	86
19	Valorización componente inversiones empresariales	86
20	Valorización de la red de drenaje	87
21	Valorización de la presencia de cuerpos de agua	87
22	Valorización de la presencia de cuerpos de nieves y glaciares	88
23	Valorización de accesos	88
24	Valorización de altitud	88
25	Valorizacion del componente físico	89
26	Valorización de normalización de atributos componente físico	89
27	Valorización final de componentes	90
28	Valor del área de estudio como espacio de conservación en base a componentes biótico, socio cultural e histórico y físico.	90
29	Valor del área de estudio como espacio de conservación en base a componentes biótico, socio cultural e histórico, de inversiones empresariales y físico.	91
30	Clasificación de ecosistemas en la Comuna de Alto del Carmen, formulario A2 del Manual de procedimientos para afectación de ASPP	131
31	Cobertura de las formaciones vegetacionales en el área de estudio	131
32	Especies de flora en subcuenca 1 Río Laguna Grande	140

Folio017617

33	Estado de conservación de la flora en subcuenca 1 Río Laguna Grande	141
34	Especies de fauna en subcuenca 1 Río Laguna Grande	142
35	Estado de conservación de la fauna en subcuenca 1 Río Laguna Grande	142
36	Especies de flora en subcuenca 3 Río Conay	143
37	Estado de conservación de la flora en subcuenca 3 Río Conay	144
38	Especies de fauna en subcuenca 3 Río Conay	145
39	Estado de conservación de la fauna en subcuenca 3 Río Conay	146
40	Especies de flora en subcuenca 4 Río Chollay	146
41	Estado de conservación de la flora en subcuenca 4 Río Chollay	147
42	Especies de fauna en subcuenca 4 Río Chollay	147
43	Estado de conservación de la fauna en subcuenca 4 Río Chollay	149
44	Especies de flora en subcuenca 5 Quebrada Chanchoquín	150
45	Estado de conservación de la flora en subcuenca 5 Quebrada Chanchoquín	151
46	Especies de fauna en subcuenca 5 Quebrada Chanchoquín	151
47	Estado de conservación de la fauna en subcuenca 5 Quebrada Chanchoquín	152
48	Especies de flora en subcuenca 6 Río El Tránsito superior	152
49	Estado de conservación de la flora en subcuenca 6 Río El Tránsito superior	154
50	Especies de fauna en subcuenca 6 Río El Tránsito superior	154
51	Estado de conservación de la fauna en subcuenca 6 Río El Tránsito superior	155
52	Especies de flora en subcuenca 7 Río El Tránsito inferior	156
53	Estado de conservación de la flora en subcuenca 7 Río El Tránsito inferior	157
54	Especies de fauna en subcuenca 7 Río El Tránsito inferior	157
55	Estado de conservación de la fauna en subcuenca 7 Río El Tránsito inferior	158
56	Definición del área de estudio como prioritaria de conservación en instrumentos de planificación territorial.	159
57	Resultados de escalas de conservación de objetos de filtro grueso	162
58	Clasificación de la flora con problemas de conservación presente en el área de estudio	165
59	Estado de conservación de flora en el área de estudio	165
60	Resultados de escalas de conservación de objetos a nivel de especies de flora con problemas de conservación	167
61	Estado de conservación de la fauna en el área de estudio	170
62	Resultados de escalas de conservación de objetos a nivel de especies de fauna con problemas de conservación	172
63	Resultados de valorización del número total de especies de flora por unidad (subcuencas en que se inserta el área de estudio)	175
64	Resultados de valorización del número total de especies de fauna por unidad (subcuencas en que se inserta el área de estudio)	175
65	Resultados valorización atributo corredor biológico	177

Folio017618

66	Planilla de valorización final del componente biótico para las subcuencas en que se inserta el área de estudio.	177
67	Antecedentes demográficos Comuna de Alto del Carmen	180
68	Distribución etárea y por sexo Comuna de Alto del Carmen	180
69	Índice de desarrollo humano Comuna de Alto del Carmen	180
70	Población según línea de pobreza (*) Comuna de Alto del Carmen	181
71	Tasa de crecimiento y decrecimiento Comuna Alto del Carmen	182
72	Variación intercensal Comuna Alto del Carmen	182
73	Proyección de población comunal 1999 – 2005	182
74	Población económicamente activa por tramos de edad y por sexo Comuna de Alto del Carmen	183
75	Ramas de actividad económica Comuna de Alto del Carmen	183
76	Localidades del valle el tránsito, área de influencia directa e indirecta del proyecto	188
77	Registros arqueológicos en Museo Regional de Atacama	192
78	Registros arqueológicos en proyectos ingresados al SEIA	192
79	Valor de existencia de vestigios arqueológicos por subcuenca del área de estudio.	195
80	Superficie productiva de la Comuna de Alto del Carmen	198
81	Valor de uso de recursos territoriales, ganadería extensiva por parte de la comunidad local.	205
82	Valorización del componente socio cultural e histórico	205
83	Principales inversiones empresariales mineras en la Comuna de Alto del Carmen	206
84	Potenciales Impactos de las inversiones empresariales y otras inversiones por subcuenca.	216
85	Valorización de las inversiones empresariales en el área de estudio	218
86	Valorización del componente inversiones empresariales	220
87	Valorización del componente físico	221
88	Valorización final de componentes	222
89	Valor de la unidad como objeto de conservación en base a componentes biótico, socio cultural e histórico y físico	223
90	Valor de la unidad como objeto de conservación en base a componentes biótico, socio cultural e histórico, de inversiones empresariales y físico	223

Folio017619

INDICE DE FIGURAS

1	Niveles de organización del concepto de biodiversidad	22
2	Área de estudio	53
3	Objetos de conservación a nivel de especie	77
4	Objetos de conservación terrestre de filtro grueso	77
5	Cobertura de formaciones vegetacionales en la Comuna de Alto del Carmen y el área de estudio	133
6	Uso actual de suelo en el área de estudio	136
7	Área de estudio y subcuencas asociadas	138
8	Subcuencas en las que se inserta el área de estudio	139
9	Distribución de especies de flora con problemas de conservación registradas en el área de estudio	166
10	Distribución de especies de fauna con problemas de conservación registradas en el área de estudio	171
11	Hidrología por subcuencas en el área de estudio	176
12	Localidades del área de influencia del proyecto	190
13	Registros arqueológicos en Huasco Alto	194
14	Circuito de trashumancia y principales sitios de pastaje en Huasco Alto	202
15	Inversiones empresariales en el área de estudio y en la Comuna de Alto del Carmen	219
16	Valorización componente biótico	225
17	Valorización componente socio cultural e histórico	226
18	Valorización componente inversiones empresariales	227
19	Valorización componente físico	228
20	Valor del área de estudio como objeto de conservación en base a componentes biótico, socio cultural e histórico y físico. Propuesta de categoría de manejo.	229
21	Valor del área de estudio como objeto de conservación en base a componentes biótico, socio cultural e histórico, invsersiones empresariales y físico. Propuesta de categoría de manejo considerando potenciales impactos de las inversiones empresariales en el área.	230

Folio017620

INDICE DE GRÁFICOS

1	Participación porcentual ramas de actividad económica Comuna de Alto del Carmen	184
2	Principales actividades económicas comuneros de Huasco Alto	185
3	Principales productos de venta de los comuneros de Huasco Alto.	186
4	Principales sitios de invernada en Huasco Alto	200
5	Principales sitios de veranada en Huasco Alto	201
6	Principales recursos extraidos en el circuito de trashumancia	203

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

1	Laguna Grande	141
2	*Liolaemus atacamensis*	145
3	*Lama Guanicoe* (Guanaco)	149

Folio017621

RESUMEN

Las Áreas Silvestres Protegidas constituyen la herramienta central de conservación de biodiversidad. En nuestro país, diversos cuerpos normativos procuran el resguardo de ella, y se han realizado esfuerzos por casi 100 años para su mantención y control. Sin embargo, de los 85 ecosistemas reconocidos formalmente a nivel nacional, sólo 68 de ellos cuentan con protección al interior del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, faltando proteger 17 ecosistemas. Gran parte de los ecosistemas que se debieran conservar, se encuentran en la actualidad en terrenos de propiedad privada.

La presente memoria de título evalúa la creación de un Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada como objeto de conservación de la biodiversidad nacional en la zona de Huasco Alto, teniendo en cuenta criterios de orden ecosistémico y de uso y manejo de recursos territoriales de la población de la Comunidad Agrícola Huascoaltinos y de las inversiones empresariales en el área, para finalmente decantar en una propuesta geográfica de conservación, atingente a los componentes territoriales biótico, físico y humano.

Incorporar al tradicional análisis ecosistémico o biótico los componentes socio culturales, económicos y de inversión empresarial, permitió definir desde la óptica geográfica, la categoría de manejo que más adecuada a este espacio, esto es, un área de usos múltiples con un lugar definido como Parque Natural Privado, en vecindad con un área definida como Reserva Natural Privada y otro sector sin cumplimiento de requisitos como para afectación para la conservación, pero si de utilidad como zona de amortiguación de ella.

Folio017622

INTRODUCCIÓN

El Estado Chileno enfrenta con mayor énfasis la conservación de diversidad biológica, desde la primera mitad de la década de los ´90, a través de la suscripción en la Convención de Río de Janeiro en 1992, cuyos acuerdos son ratificados por el Estado Chileno en 1994. A través de esto, Chile se compromete a conservar la Diversidad Biológica en todas sus manifestaciones, esto es, genes, especies y ecosistemas; reconociendo que, uno de los mecanismos más eficaces para la conservación *in situ*[1] son los Sistemas de Áreas Protegidas (art. 8).

El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) ha ido creciendo paulatinamente desde 1907, con la creación de la Reserva Nacional Malleco, en la IX Región, preservando y conservando Diversidad Biológica y paisaje a través de distintas categorías de manejo. Sin embargo, es recién en el año 1984 que se implementa su cuerpo normativo, bajo la Ley Nº 18.362, teniendo como soporte legal la Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América (Convención de Washington, 1940), la Ley de Bosques, y, estableciéndose en terrenos fiscales conforme a lo dispuesto en la Ley N° 1.939 de Normas sobre Adquisición, Administración y Disposición de Bienes del Estado.

A pesar de los esfuerzos en lo legal como suscripción de convenios, en lo Institucional y técnico, especialmente con la acción de CONAF y en lo Político, con distintas Normativas que señalan establecer Áreas Silvestres Protegidas, Chile aún no tiene asegurada su diversidad biológica; puesto que aún falta por proteger por lo menos 17 de los 85 ecosistemas identificados en el país, y, por lo tanto, la diversidad biológica asociada a ellos. Gran parte de estos ecosistemas se localizan en la actualidad en terrenos de propiedad privada.

Por ello, en el contexto anterior, la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, establece en el artículo 35 que "*Con el mismo propósito señalado en el*

[1] Del Latín: *En el lugar*

Folio017623

artículo precedente (34), el Estado fomentará e incentivará la creación de Áreas Silvestres de Propiedad Privada".

Por lo tanto, la Ley reconoce y mandata en Chile, que la Conservación de la Biodiversidad es fundamental asegurarla, y que además de utilizar el Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), se deberá fomentar un Sistema de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada (ASPP).

El mandato de la Ley, sin embargo, para que sea operativo debe necesariamente poseer un Reglamento y por ello, el año 2004 se envió a la Contraloría General de la República el Reglamento sobre Áreas Silvestres Protegidas de propiedad Privada; Reglamento que fija las normas de creación, afectación, categorías y normas de manejo, entre otros aspectos de gestión de estas áreas. En este marco, CONAF y CONAMA, han desarrollado una serie de instrumentos de gestión, que permiten iniciar de manera más formal, la afectación de las Áreas Silvestres Protegidas de propiedad privada, y así, establecer un marco regulatorio a la loable acción emprendida en todos estos años por diversas ONG de corte ambientalista.

En la III Región de Atacama, en particular en el sector de Huasco Alto, Comuna de Alto del Carmen, en la Propiedad Privada de la Comunidad Agrícola Huasco Altinos de ascendencia Diaguita, existe una serie de ecosistemas propicios para incorporar a los objetivos de conservación de la Diversidad Biológica del país, a través de las Áreas Silvestres Protegidas de propiedad Privada. Esta cualidad territorial se complementa además, con el deseo de la Comunidad propietaria de los terrenos, de contribuir a la Conservación, asegurando la protección de los ecosistemas presentes, destinándolos a futuro, al uso y aprovechamiento de formas compatibles con el turismo de fines especiales (agro, eco y etnoturismo).

La presente investigación analiza la conservación ambiental en Huasco Alto desde el punto de vista geográfico, esto es considerando tanto al objeto (ecosistema, especies), como al sujeto de conservación (el ser humano), lo que permite llegar a una propuesta de conservación más pertinente con la realidad local. Así, los análisis desarrollados

Folio017624

dicen relación con: normativa medioambiental vigente en Chile, requisitos o condiciones que cumple el área de estudio de acuerdo a las normativas que operan en el área, representatividad, escasez y organización espacial de los ecosistemas propuestos, uso de recursos territoriales por parte de la población local y de las inversiones empresariales en el área y finalmente, una propuesta de protección a partir de los análisis de las bases de datos alfanuméricas y cartográficas obtenidas.

Folio017625

I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De los 85 ecosistemas que se han reconocido a nivel nacional (GAJARDO, 1994), 68 de ellos están representados en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), faltando, por lo tanto, poner bajo protección 17 ecosistemas. Gran parte de los ecosistemas que se deben conservar o cuya protección debiera ser fortalecida por debilidades en su representatividad en el SNASPE, se encuentran localizados en la actualidad en terrenos de propiedad privada.

Por otra parte, y a raíz de las transformaciones productivas del país, basadas en el modelo de desarrollo capitalista, la comercialización de recursos naturales renovables y no renovables como materia prima, se ha transformado en la actividad económica más dinámica en los mercados internacionales. La presencia, abundancia y calidad de los recursos naturales y materias primas destinados a abastecer el mercado mundial, atraen a empresas transnacionales y nacionales a localizarse en áreas que hasta hace poco no eran consideradas valiosas o bien que se encontraban en sitios remotos e inaccesibles. Estos sectores muchas veces coinciden con las áreas donde se emplazan las muestras ecosistémicas más relevantes o mejor conservadas.

Por otro lado, algunos de dichos lugares han servido de asiento a comunidades locales, que han realizando un uso ancestral o histórico del espacio, por lo cual conservan un arraigo territorial, estableciendo vínculos no sólo económicos, sino que además simbólicos y culturales con sus lugares de residencia. Ello significa un sentido estrecho de identidad con ciertos lugares, donde las vinculaciones sociales y culturales se asocian a la explotación local de recursos para contribuir en la construcción de este arraigo.

La globalización de las economías nacionales, regionales y locales, los flujos crecientes de capitales y la apertura y desregulación, han producido un aumento de la competencia territorial entre diversos agentes, en busca del esperado crecimiento

Folio017626

económico, muchas veces en desmedro del capital natural, lo cual a su vez impacta de forma negativa en las poblaciones locales. Para atender esta problemática, y en una visión altruista de algunos propietarios, se ha comenzado a edificar en el país una Red de Áreas Silvestres Protegidas de propiedad privada, destinadas a la promoción de actividades productivas más armoniosas con el medio ambiente y la población local, a través de prácticas de turismo de intereses especiales, proyectos eco inmobiliarios, comunidades ecológicas, entre otros. Sin embargo, en la actualidad el país no cuenta con un instrumento legal que certifique la afectación de espacios de propiedad privada como áreas silvestres protegidas. Es por ello que se hace imprescindible definir nuevos mecanismos y modalidades de planificación territorial para la conservación ambiental, y en específico para la definición de espacios como parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas.

Así, el problema detectado, es la **falta de confluencia de los argumentos de carácter físico, económico y social que inciden en un territorio como para someterlo a conservación ambiental.**

En la Comuna de Alto del Carmen, que se ubica en la cuenca superior del Río Huasco, en la III Región de Atacama, existe a lo largo del valle un territorio que alberga tres muestras ecosistémicas no representadas en el SNASPE, posee lagunas catalogadas como humedales alto andinos importantes para el desarrollo biológico de especies de flora y fauna y, ha sido denominado como "*Sitio Prioritario de conservación de Biodiversidad*", según el comité técnico de CONAMA. Este territorio pertenece a la Comunidad Agrícola Huascoaltinos, y por lo tanto, constituye un territorio de propiedad privada.

Este sitio también está sometido a una alta presión por el uso de los recursos naturales, sobre todo por la minería de gran escala, ya que se encuentra cercano a la instalación del Proyecto Minero Pascua Lama, de Barrick Gold Corporation y del Proyecto Minero El Morro, de la Compañía Minera Noranda, además de existir en la parte baja del valle explotaciones agrícolas destinadas al cultivo de uva de exportación.

Folio017627

Por su parte, la Comunidad que conforman los agricultores y habitantes locales, ha solicitado formalmente al aparato público destinar parte de su territorio a la conservación ambiental. Esta comunidad, que se auto identifica como descendiente del pueblo indígena Diaguita, en la actualidad utiliza el espacio principalmente bajo el sistema de trashumancia, propio de crianceros e indígenas, esto es, un mecanismo de traslado rotativo del ganado en invernada y veranada, según la disponibilidad de forraje silvestre y la variabilidad climática estacionaria.

En este territorio se busca evaluar la creación de un Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada, como objeto de conservación de la biodiversidad nacional en la zona de Huasco Alto, teniendo en cuenta criterios de orden ecosistémico y de uso y manejo de recursos territoriales por parte de la comunidad local. Al mismo tiempo, se trata de compatibilizar la protección de la naturaleza con los proyectos de inversiones empresariales localizadas en el área, contribuyendo con ello tanto a asegurar la representatividad de la Biodiversidad de al menos dos muestras de ecosistemas actualmente no incluidos en el SNASPE, como el interés económico de inversionistas de macro explotaciones de recursos naturales, y de ambos objetivos con la puesta en valor de las expectativas de la población que vive, se vincula culturalmente y usufructa de este espacio.

Folio017628

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.2.1 Objetivo General

Evaluar la creación de un Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada como objeto de conservación de la biodiversidad nacional en la zona de Huasco Alto, teniendo en cuenta criterios de orden ecosistémico y de uso y manejo de recursos territoriales por parte de la población comunal.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar el sistema normativo de conservación ambiental a través de los instrumentos legales vigentes en el país.

2. Evaluar las características del territorio de Huasco Alto en relación a los requisitos o condiciones que exigen los instrumentos legales de conservación aplicables en el país respecto a la creación de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada.

3. Identificar y aplicar criterios geográficos que permitan determinar la representatividad, escasez y organización espacial de los ecosistemas propuestos para la conservación ambiental.

4. Caracterizar el uso de los recursos territoriales por parte de la comunidad local y de la inversión empresarial en el área.

5. Generar una propuesta de conservación ambiental ligada a una base de datos alfanumérica y cartográfica que apoye la gestión y administración del área.

Folio017629

1.3 HIPÓTESIS

1. El territorio de la Comunidad Agrícola Huascoaltinos cumple con las exigencias de representatividad, escasez y organización espacial de los ecosistemas naturales y los usos humanos y culturales del espacio que le permiten ser declarada Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada según los instrumentos normativos de conservación ambiental vigentes en el país.

2. El uso de recursos territoriales por parte de la comunidad local es compatible con los objetivos de conservación ambiental definidos en los instrumentos normativos.

3. Las inversiones empresariales son una amenaza a la instalación de un Área Silvestre Protegida en el área.

4. La actividad funcional de la comunidad local se ve restringida con la categoría de manejo propuesta para la instalación de un Área Silvestre Protegida.

Folio017630

II MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL REFERENCIAL

2.1 CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD: PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS

El término fue concebido por el ecólogo y genetista forestal T. F. Ledig, como una trinidad biológica que incluye (DIRZO, [s.a]):

i) La diversidad de formas del mismo gen o genes dentro de una especie,
ii) El cúmulo de diferencias genéticas que caracterizan a diferentes poblaciones y,
iii) Las enormes bibliotecas de información genética que caracterizan a cada una de las especies.

Entre las diferentes acepciones que se pueden encontrar para definir el término biodiversidad en la actualidad, están:

1. Es la variedad de la vida que se distribuye de forma heterogénea a través de la Tierra (GASTON, 2000).
2. Es la suma total de todas las variaciones bióticas, desde el nivel de genes a ecosistemas (PURVIS y HECTOR, 2000).
3. Es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta a todos los niveles jerárquicos de la vida, de las moléculas a los ecosistemas, pasando por los genes, las células, los individuos, las poblaciones y las comunidades (SOLBRIG, 1991).
4. Es el patrimonio o riqueza biótica singular e irrepetible de cada lugar, región o continente y, en última instancia de toda la humanidad (WILSON, 1988).
5. Es la riqueza total en composición y número de manifestaciones de las formas de vida en la naturaleza que incluye toda gamma de variación y abundancia de genes, organismos, poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y los procesos ecológicos de los que son parte (SEMARNAP, 1997).
6. Una rica y variada gama de organismos vivos, cuyas especies, la diversidad genética existente en los individuos que las conforman y los ecosistemas que

Folio017631

habitan constituye lo que se denomina biodiversidad (WATSON *et al,* 1995 en <http://www.inbio.cl>).

FIGURA 1: NIVELES DE ORGANIZACIÓN DEL CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD



Fuente: INBio. Instituto Nacional de Biodiversidad. Costa Rica.

El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) define a la biodiversidad de la siguiente manera: por "*diversidad biológica se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas*" (CDB, 1992), definición compartida por la Ley General de Bases del Medio Ambiente (Ley 19.300).

El estudio de la biodiversidad surge en estrecha relación con la taxonomía, la evolución, la biogeografía y la ecología, pero con planteamientos propios de los que se espera surjan nuevos paradigmas (HEYWOOD, 1994; PEARSON, 1995; FAVILA y HALFFTER, 1997). Sus líneas de trabajo más notables tienen que ver con el papel de la diversidad de organismos, con la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, con su valor y uso por el hombre y con su inventario y seguimiento (FAVILA y HALFFTER, 1997; SCHLUTER y RICKLEFS, 1993).

La biodiversidad está determinada por tres tipos de elementos (FAVILA y HALFFTER, 1997), los cuales tienen que considerarse en cualquier esquema que se diseñe para su estudio:

Folio017632

i) Biogeográficos-históricos, que se refieren a los grupos filogenéticos y a los procesos evolutivos que han dado lugar a los taxa de organismos que existen.

ii) Ecológicos, que dependen de la estructura y funcionamiento y que pueden abordarse al menos desde tres puntos de vista:

a) Descriptivo; con formalidad matemática y estadística.
b) Funcional; con conocimientos biológicos detallados y
c) Evolutivo; con hipótesis susceptibles de comprobación en la realidad.

iii) Culturales, que reconocen la realidad de que la biodiversidad siempre ha sido, es y será transformada por el hombre.

La existencia de estos elementos significa reconocer tres diversidades (TOLEDO *et al*., 1993):

1) La diversidad biológica
2) La diversidad ecológica y
3) La diversidad cultural.

Aunque también desde una perspectiva antropocéntrica, es recomendable identificar los valores de la biodiversidad, al menos el utilitario y el ético (SEMARNAP, 1997). El valor utilitario tiene al menos tres expresiones:

i) los bienes; animales, plantas, alimentos, pieles y medicinas, entre otros.
ii) los servicios; oxigenación, polinización, reciclado de materiales, fijación de nitrógeno, regulación homeostática y otros.
iii) la información; genética, bioquímica y ecológica, entre otras.

El valor ético se refiere a las ideas de apreciación estética, de solidaridad transgeneracional (enfoque del desarrollo sostenible, considerando a nuestros descendientes) y de respeto a los procesos evolutivos. A dichos valores no sólo debe

Folio017633

asignárseles una visión “ecologista” o conservacionista. Su identificación es importante para el desarrollo de corrientes actuales de distintas disciplinas, tales como la economía ambiental y el desarrollo sostenible, sólo por mencionar algunas. Desde el punto de vista de la biología general y la comparada, los valores de la biodiversidad pueden ser cuantificados. Para que las comparaciones tengan sentido, no hay que perder de vista que la *valoración* y la *medición* de la biodiversidad dependen, entre otras cosas, de la escala a la cual se defina el problema. Es un hecho que existe la necesidad de obtener conocimientos sobre la biodiversidad, conocimientos que permitan detectar cuantitativamente sus propiedades e importancia. El conocer lo que existe, en donde está, en que cantidad y calidad, es indispensable para poder sugerir políticas congruentes con un análisis razonado de escenarios y con los planteamientos de costo beneficio que exige la sociedad moderna (FAVILA y HALFFTER, 1997).

Los organismos, tanto actuales (vivientes) como extintos (fósiles), deben verse como resultado de los elementos biogeográficos-históricos, los cuales tienen que considerarse en cualquier esquema que se diseñe para el estudio de la biodiversidad. Los hábitats deben examinarse como tales; no sólo los de origen natural, sino también aquellos inducidos, como los sistemas productivos del hombre, cuyo impacto y beneficio son una realidad en todo el planeta. Los distintos niveles de organización biológica incluyen ecosistemas, comunidades, poblaciones, individuos, genes y moléculas. De forma similar, los distintos niveles de segregación espacial y temporal incluyen la diversidad existente dentro de hábitats, entre hábitats y en un conjunto de hábitats (dentro y entre). (SOSA, [s.a]).

La Diversidad Biológica o Biodiversidad sustenta la sociedad de muchas e importantes maneras. Satisface alrededor del 80% de las necesidades humanas, es el pilar económico en muchos países, proporciona nuevas alternativas para la medicina y, cumple funciones ecológicas que permiten mantener la estabilidad planetaria, entre otros. <http://www.conama.cl>

Desde hace tiempo los científicos y profesionales de la conservación han reconocido que la biodiversidad existe en muchos niveles de organización biológica (genes,

Folio017634

especies, comunidades, ecosistemas y paisajes). Además, la biodiversidad se distribuye en una variedad de escalas geográficas (p.ej., de metros cuadrados a miles de hectáreas). Los niveles de organización biológica en los cuales The Nature Conservancy actualmente enfoca sus esfuerzos de conservación—*especies, comunidades ecológicas y sistemas ecológicos*—pueden clasificarse con base en su escala y patrón de distribución espacial. Entender estas relaciones es clave para la conservación y estrategias de manejo efectivas. (TNC, [s.a])

Los ***ecosistemas*** *son entendidos como* la comunidad y el medio abiótico que le sirve de soporte y que actúan como una unidad. Como sistema está formado por el conjunto de todos los seres vivos (la biocenosis) y el ambiente no vivo (el biotopo) que los rodea. Dicho de otra manera: un ecosistema está constituido de múltiples biotopos y biocenosis. Dicho de otro modo, un ecosistema es un sistema formado por una comunidad de organismos vivos y su medio ambiente físico. <http://www.conama.cl>

Hotspots es un término planteado para áreas que presentan una concentración excepcional de biodiversidad o riqueza de especies, endemismo y que enfrentan altos grados de amenaza (WILLIAMS *et al*., 1996). NERAASEN Y NELSON (1999) definen un concepto similar de área *top* para zonas con alta frecuencia de pantanos permanentes. Otros son los de *complementariedad* (WILLIAMS *et al.*, 1996) y *representatividad* (LARA *et al*., 2002), referidos a la magnitud en que la adición de una nueva localidad incrementa el número de especies escogidas en una red de reservas, y al aseguramiento de un sistema de reservas representativas en forma eficiente, respectivamente.

2.2 CONCEPTO DE CONSERVACIÓN: PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS

La conservación de la naturaleza, en especial de los animales, ha tenido siempre estrecha conexión con la caza. En definitiva, la necesidad de conservar la naturaleza tuvo su origen en la actividad cinegética del hombre. El primer impacto notable del hombre sobre su entorno, reflejado por la extinción de especies animales, tuvo lugar hace unos 10.000 ó 15.000 años. Los restos fósiles muestran cómo el hombre del

Folio017635

Paleolítico fue dominando a los animales que con él habitaban la tierra. Entre las especies que desaparecieron, tanto en Europa como en América se cuentan los perezosos gigantes, osos, leones, lobos, bisontes, mastodontes, mamuts y algunas enormes aves rapaces. Los primeros conservacionistas fueron siempre cazadores. Su propósito era preservar la caza para asegurarse de que siempre habría presas abundantes. Las primeras reservas naturales solían ser reservas reales de caza. (SALVAT, 1984).

Se llama conservación a aquellas formas de uso en que se procura conscientemente la mantención de algún nivel o densidad del recurso o paisaje, es decir, el uso sostenido en el tiempo (Fuentes, 1994). Otros señalan que consiste en la protección y manejo de muestras de tamaño compatible con la supervivencia, ritmo y evolución de ecosistemas, incluyendo la mantención de las especies y la conservación de su diversidad genética. (ROMERO, 2003).

MUÑOZ *et al*. (1996) consideran que los elementos claves en la conservación de la biodiversidad son:

- Conocimiento sobre la riqueza de especies y características distintivas de cada ecosistema, cada especie, su diversidad genética y centros de endemismo.
- Protección de áreas geográficas en que se mantengan, con el mínimo de alteración, muestras representativas de los ecosistemas naturales.
- Conocimiento de las técnicas de manejo sustentable de los ecosistemas y especies y su correcta aplicación por parte de los usuarios de los recursos naturales.

Decidir la ubicación de los espacios a proteger teniendo en cuenta la distribución de los sistemas ecológicos o cualquier tipo de regionalización ambiental, así como evaluar la eficacia de las estrategias de conservación estimando el "correcto" funcionamiento de los procesos ecológicos, son estrategias que no tienen en cuenta a los actores de esos procesos cuya protección constituye el verdadero reto de la denominada Crisis de la Biodiversidad: las especies (WILSON, 2002). Necesitamos, por ello, que los diseños de

Folio017636

las redes de espacios protegidos sean realizados con el objetivo de garantizar, también, la conservación de la diversidad biológica. (LOBO, J.M. y HORTAL, J. 2003)

El movimiento conservacionista moderno empezó a tomar impulso a fines del siglo pasado. El primer Parque Nacional del mundo, el de Yellowstone, situado entre los actuales estados de Wyoming, Montana y Utah, se fundó en 1872. La mayor entidad británica conservacionista, la *Royal Society for the Protection of Birds*, se constituyó en 1899. En Europa septentrional se establecieron los primeros Parques Nacionales en 1909, en Suecia. (SALVAT, 1984)

Chile desde 1907, con la creación de la Reserva Forestal Malleco en la IX Región, ha estado ejerciendo una acción sostenida en la conservación de la Diversidad Biológica y del paisaje a través de distintas categorías de manejo y de unidades. Como una forma de conservar las áreas naturales, el 27 de diciembre de 1984 fue publicada en el Diario Oficial la creación de un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), bajo la Ley Nº 18.362, siguiendo las recomendaciones de la Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza (1980), ampliada en 1991 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN en sus siglas en inglés), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Fundación Mundial para la Conservación de la Vida Silvestre (WWF en inglés). Estas recomendaciones son <http://usuarios.lycos.es/nnl/ecologia> :

- *Mantener los procesos ecológicos esenciales y los sistemas que sostienen la vida, de los que dependen las actividades económicas y la supervivencia humana.*
- *Preservar la diversidad de especies y la diversidad genética.*
- *Asegurar que todo uso de especies y de ecosistemas sea sustentable.*

La Convención sobre Diversidad Biológica, originada en la Reunión Cumbre sobre el Medio Ambiente desarrollada en Río de Janeiro en 1992, llamó a los países signatarios a desarrollar estrategias nacionales, planes o programas para la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica. Esto, y la creciente necesidad por racionalizar

Folio017637

los esfuerzos de conservación, en general, ha llevado a una reciente proliferación de estudios que se dirigen a la identificación de sitios de alta prioridad llamados "*Hotspots*" y a una red de áreas de protección eficientes para la conservación de biodiversidad (TURPIE *et al.,* 2000). La opinión actual menciona que los efectos combinados de pérdidas de hábitat y fragmentación, la ruptura de ecosistemas y el calentamiento global amenazan severamente la diversidad de especies en nuestro planeta, a lo que se suman las demandas crecientes de la población. Consecuencia de ello, es que tan solo una pequeña proporción de la superficie terrestre pueda ser manejada con fines de conservación (WOODHOUSE *et al*., 2000). Finalmente, la acción de conservación es necesaria cuando los recursos disponibles para conservar son insuficientes para proteger todas las características en una región en el corto plazo (PRESSEY y TAFFS, 2001).

El Estado Chileno enfrenta legalmente el tema de conservación de diversidad biológica con mayor énfasis, desde la primera mitad de la década de los ´90, a través de la suscripción en la Convención de Río de Janeiro en 1992, cuyos acuerdos son ratificados por el Estado Chileno en 1994. A través de esto, Chile se compromete a conservar la Diversidad Biológica en todas sus manifestaciones, esto es, genes, especies y ecosistemas; reconociendo por lo tanto, que uno de los mecanismos más eficaces para la conservación *in situ*[2] son los Sistemas de Áreas Protegidas (art. 8).

El número de especies que habita en Chile se ha estimado de forma conservadora en 29.000. Aún cuando esta cifra no es tan elevada si se compara con la de muchos otros países, la diversidad biológica de las especies se caracteriza por un *alto grado de endemismo*. Por ejemplo, entre las plantas, el 55% de las dicotiledóneas, el 33% de las gimnospermas y el 29% de los helechos y licopodios solo se pueden encontrar en Chile. El endemismo de los insectos alcanza casi el 44% en el caso de los lepidópteros, el 45% en los coleópteros, el 53% de los dípteros y el 92% de los heterópteros. Entre los vertebrados, casi el 78% de los anfibios es endémico, seguido por un 59% de los reptiles. El endemismo de las aves, el grupo más numeroso, es muy inferior, solo el 2%. Existen escasos conocimientos sobre la diversidad genética de las

[2] Del Latín: *En el lugar*

Folio017638

especies chilenas, tema que en la actualidad capta la atención en el contexto del convenio sobre la diversidad biológica y la política nacional de desarrollo biotecnológico. Ante la falta de inventarios exhaustivos de especies, es difícil evaluar la información sobre el *estado de conservación de las especies chilenas* en términos de la proporción de especies conocidas que experimentan dificultades, aunque está claro que no hay razón para la complacencia. En evaluaciones parciales se sugiere que aproximadamente una quinta parte (161) de las 823 especies de vertebrados mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces de agua dulce, analizadas estaban en peligro o eran vulnerables. Los peces de agua dulce son el grupo más afectado, ya que 41 especies experimentan graves problemas de conservación de un total de 44 especies. La base de datos de la Lista Roja de la UICN contiene 250 especies de plantas y animales de Chile, de las cuales 18 se encuentran en peligro crítico (la chinchilla de cola corta, entre otros), 16 están en peligro (el alerce y la nutria de los ríos del sur) y 62 se clasifican como vulnerables (la araucaria). Hay 93 especies en la categoría de “datos deficientes”, es decir, se carece de información adecuada para sustentar una evaluación directa o indirecta de su estado de conservación. De las 35 especies sobre las que se ha indicado una tendencia poblacional, sólo la ballena jorobada presenta una tendencia creciente (debido a la prohibición internacional a la caza de ballenas), mientras que 31 especies se clasifican en declive. (OCDE-CEPAL, 2005)

Las iniciativas para proteger algunas *especies vegetales concretas* comenzaron en Chile en la década de 1940, con la prohibición de la tala o explotación de algunas especies arbóreas. Cinco especies del norte de Chile fueron protegidas inicialmente por decreto supremo emitido por el entonces denominado Ministerio de Tierras y Colonización. En 1976, el alerce fue declarado monumento nacional con arreglo a la Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América (Convención de Washington de 1940), seguida por la araucaria (1990) y otras cinco especies que presentaban problemas de conservación en el centro y sur de Chile (1995). El desafío ha sido convertir esta protección sobre el papel en una auténtica protección, ante las presiones económicas, los recursos

Folio017639

limitados para la supervisar el cumplimiento y, en ocasiones, la carencia de una ética sólida de conservación en la población. (OCDE-CEPAL, 2005)

Desde la década de 1980, diversas iniciativas se han desarrollado en torno a la conservación de la biodiversidad. En 1985 se efectuó el primer simposio sobre clasificación del estado de conservación y prioridades de acción de especies arbóreas; luego en 1987 se realiza un segundo simposio sobre vertebrados terrestres y de agua dulce. En 1988 se llevó a cabo un tercer simposio en el cual se presentaron propuestas del estado de conservación de cactáceas y suculentas, helechos y bulbosas; y en 1993 el denominado “Sitios prioritarios de para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile” cuyos resultados fueron publicados posteriormente por MUÑOZ *et al*. (1996) (LARA *et al*., 2002).

A pesar de instrumentos relevantes como las medidas de compensación del actual Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que ha permitido poner bajo protección más de 50.000 hectáreas, es importante reconocer la fragilidad del actual SNASPE, toda vez que su cuerpo legal está supeditado a la publicación del Decreto que fija las plantas de la CONAF pública, situación no resuelta desde hace dos décadas. Pero el aparato público no es el único llamado a proteger la naturaleza, ya que es una tarea de la sociedad en su conjunto. Bajo este aspecto, es notorio en la última década el aumento en la motivación de los privados para participar en tareas de protección de biodiversidad, mediante formación de redes de expertos, redes de ONG’s y de otras organizaciones de la sociedad civil más locales y reservas privadas entre otros, lo cual está contribuyendo a mejorar las deficiencias del actual sistema estatal. Esta participación aún es insuficiente en el contexto nacional, pero debiera aumentar en la medida que exista una mejor legislación y programas de fomento a iniciativas privadas. (CONAMA, 2003)

En el Simposio sobre sitios prioritarios para la conservación organizado por CONAF en 1993, se concluyó que la selección de sitios de importancia por su biodiversidad, debe realizarse sobre la base de criterios objetivos de uso general. Estos pueden ser de distinta índole y catalogados como ecológicos y/o prácticos; entre los primeros se

Folio017640

mencionan: representatividad y exclusividad de ecosistemas, diversidad de hábitat, diversidad de especies y endemismos, pristinidad, tamaño y mantención de procesos vitales e interacción entre especies. Entre los criterios prácticos destacan los que presentan: el valor para la investigación o monitoreo, potencial educacional y recreativo; y por último, susceptibilidad a la degradación (MUÑOZ *et al*., 1996)

Además de la protección pasiva de las especies, varias entidades se han involucrado en *programas activos de recuperación de especies*. Por ejemplo, la CONAF, que administra las áreas silvestres protegidas por el Estado, utiliza financiamiento nacional e internacional para proteger el huemul del sur, el flamenco, el cisne de cuello negro, la foca de Juan Fernández y la palma chilena. Numerosas otras especies (en especial mamíferos marinos, albatros y petreles) se encuentran en una situación difícil y deberían ser protegidos mediante programas específicos de recuperación. Chile firmó en el año 2001 el Acuerdo sobre la Conservación de Albatros y Petreles, en el marco de la Convención de Bonn. La propuesta de la estrategia nacional para la biodiversidad, orientada a lograr una interacción más estrecha entre las autoridades y tendiente a establecer prioridades sobre la base de criterios de conservación explícitos y objetivos, parece prometedora. Un proyecto interinstitucional en el que participaron comunidades indígenas logró cierto éxito en el manejo sustentable de la vicuña en estado salvaje y en cautiverio. (OCDE-CEPAL, 2005).

La diversidad se puede conservar *in situ* (en el lugar donde se produce) en estado silvestre o en las fincas, o bien *ex situ* (fuera del lugar de producción) en bancos de germoplasma situados en lugares distintos del hábitat natural de la planta. <http://www.fao.org>

2.3 CONSERVACIÓN *IN SITU*

Al afrontar la conservación de la biodiversidad, la alternativa imperante ha sido la creación de santuarios para mantener poblaciones viables de las especies, santuarios que se encuentran protegidos de la influencia humana en diverso grado. Los criterios

Folio017641

para definir estos lugares han sido muy variados y, en ocasiones, subjetivos (MARGULES y PRESSEY, 2000; CABEZA y MOILANEN, 2001). Una estrategia, en principio razonable y ampliamente utilizada, consiste en el diseño de redes de reservas que tienden a maximizar la cobertura de los distintos paisajes, hábitats, ecoregiones o ecosistemas presentes en un territorio (FAITH y WALKER, 1996).

Los objetivos de conservación pretenden identificar y establecer un sistema de áreas protegidas y manejar los ecosistemas naturales fuera de las áreas protegidas (KANOWSKI *et al*., 2001). Estos consideran:

- Mantener los procesos ecológicos y la dinámica de los ecosistemas naturales a un nivel de paisaje.
- Mantener ejemplos viables de éstos ecosistemas a lo largo de su rango de distribución natural.
- Mantener poblaciones viables de especies nativas a lo largo de su rango de distribución natural y
- Mantener la diversidad genética de las especies.

Sin embargo, la realización de objetivos de conservación requiere estrategias para manejar la totalidad de paisajes incluyendo áreas destinadas para producción y protección. Bajo este concepto las reservas debieran cumplir dos roles principales: El primero señala que deben representar la biodiversidad de cada región y el segundo se refiere a la separación que debe existir entre la biodiversidad y los procesos que amenazan su persistencia. La infructuosa complementariedad de estos roles revela la existencia de sistemas de reservas a lo largo del mundo conteniendo una muestra parcial de diversidad biológica, usualmente en lugares remotos y en áreas inapropiadas debido a la realización de actividades comerciales (MARGULES Y PRESSEY, 2000).

En Chile la principal preocupación en materia de conservación ha estado radicada en el aparato estatal, siendo el principal instrumento el SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado), junto a otros cuerpos normativos dispersos y

Folio017642

manejados en diferentes Ministerios y Servicios Públicos. No obstante ello, uno de los problemas que persiste en el país es la falta de representación de una parte significativa de ecosistemas al interior SNASPE, con agravantes que muchos de ellos representan grandes territorios bajo protección oficial pero no efectiva. (CONAMA, 2003)

El SNASPE a nivel país, cubre una superficie de **14.123.556** hectáreas, lo que constituye el 18.6% del territorio nacional. Actualmente, Chile cuenta con 94 unidades, distribuidas en 31 Parques Nacionales, 48 Reservas Nacionales y 15 Monumentos Naturales. <http://www.conaf.cl>

Sin embargo, entre los ecólogos y conservacionistas existen críticas ante el actual SNASPE, ya que en el actual esquema de conservación se encuentran ecosistemas sobrerepresentados, en circunstancias que otros tanto o más relevantes en términos de su biodiversidad no tienen protección alguna. <http:// www.conama.cl>

2.4 APOYO A LA CONSERVACIÓN IN SITU: CONSERVACIÓN EX SITU Y CORREDORES BIOLÓGICOS.

2.4.1. Conservación ex situ

La conservación ex situ se debe entender como la conservación de los componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales (Convenio sobre Diversidad Biológica). La Biología de la conservación luego de analizar factores como: el inminente riesgo a la extinción de algunas especies, la imposibilidad económica y técnica de los países para llevar a cabo planes individuales de acción para la recuperación de cada especie amenazada en su ambiente natural y la falta de recursos económicos para desarrollar programas de conservación ex situ para un número apreciable de especies, busca un enfoque prioritario de conservación de las especies desde un punto de vista ecosistémico. Sin embargo existen casos especiales en donde se recomienda llevar a cabo planes de acción para especies individualmente. Solo en

Folio017643

condiciones excepcionales deberá recurrirse como principal estrategia a la conservación ex situ de especies críticamente amenazadas, tanto en parques zoológicos como en jardines botánicos. La conservación ex situ debe considerarse como una situación transitoria de apoyo para lograr la recuperación del número de individuos en vida silvestre y la diversidad genética de las poblaciones. <http://www.araneus.humboldt.org.co>

La conservación ex situ constituye un proceso que implica tanto el almacenamiento de los recursos genéticos en bancos de germoplasma, como el establecimiento de colecciones de campo y manejo de especies en cautiverio. El objetivo primordial de la conservación ex situ es apoyar la supervivencia de las especies en sus hábitat naturales, por lo tanto debe ser considerada en toda estrategia de conservación como un complemento para la preservación de especies y recursos genéticos in situ, principalmente cuando se trata de especies críticamente amenazadas.

Existen diferentes modalidades de conservación ex situ:

a) *Bancos de germoplasma:* en donde se conservan las especies para la alimentación y la agricultura,
b) *Centros de tenencia y manejo,* que se dividen en:
    i. Centros de Fauna (zoológicos, centros de rescate, centros de tránsito, zoocriaderos y museos).
    ii. Centros de Flora (jardines botánicos, viveros y herbarios).

En su mayoría los centros de conservación ex situ, muestran varias limitaciones comunes, en cuanto a infraestructura, equipamiento, falta de información sobre biodiversidad, inventarios incompletos, así como cobertura geográfica reducida, escasa coordinación interinstitucional y sistematización de la información, pocas experiencias exitosas, presupuestos insuficientes, bajo status de la vida silvestre y falta de continuidad en las acciones de conservación, entre otros. <http://www.conam.gob.pe>

Folio017644

2. Corredores biológicos

La fragmentación del hábitat disminuye la conectividad de los paisajes, la que es función tanto de la estructura del paisaje, como de las respuestas de movimiento de los organismos a esta (WITH y CRIST 1995, TISCHENDORF y FAHRIG 2000, KING y WITH, 2002). Sin embargo, el concepto funcional de conectividad explícitamente considera la respuesta de comportamiento de un organismo a distintos elementos del paisaje lo que implica tanto el patrón de movimiento y el riesgo de mortalidad en los distintos elementos del paisaje como su reacción a los bordes (WITH 1994, TISCHENDORF y FAHRIG 2000, SCHTICKZELLE y BAGUETTE 2003), lo que esta relacionado con la escala de percepción de la heterogeneidad de las especies (WITH 1994, WITH y KING 1999, ROSLIN 2000, KRAWCHUK y TAYLOR 2003). Especies con baja capacidad de dispersión (e.g. insectos sin alas) estarán más aisladas que especies altamente móviles ya que incluso pequeñas pérdidas de conectancia del paisaje pueden impedirles colonizar nuevos hábitats. Las especies con alta capacidad de dispersión pueden percibir el paisaje como funcionalmente conectado aún cuando exista un alto grado de fragmentación, siendo capaces de cruzar la matriz y colonizar fragmentos aislados (NOSS y CSUTI 1994, WITH y CRIST 1995, KACZENSKY et al 2003).

Un elemento que podría aumentar el grado de conectividad de los paisajes son los corredores (i.e. hábitat lineales). Sin embargo, la utilidad de estos para guiar el movimiento de los organismos entre parches no esta muy claro, ya que generalmente el uso de los corredores se ha inferido al comparar densidades poblacionales y riqueza de especies en parches conectados versus no conectados, asumiendo que los corredores aumentarían las densidades poblacionales en parches conectados debido al aumento de las tasas de inmigración y recolonización (SPACKMAN y HUGHES 1995, GILBERT et al 1998, DE LIMA y GASCON 1999, LAURANCE y LAURANCE 1999, MÖNKKÖNEN y MUTANEN 2003, BURBRINK et al. 1998). Bajo este enfoque se han realizado numerosos estudios que principalmente evalúan la utilidad de hábitats lineales que conectan estructuralmente distintos parches y que se encuentran

Folio017645

preexistentes en los paisajes, como son los bosques de fondos de quebrada. (DE LIMA y GASCON, 1999).

Además, los corredores tendrían mayores efectos mientras más anchos sean, aumentando las tasas de movimiento, y estos efectos disminuyen a mayor tamaño de parche. Este estudio sugiere que los corredores dirigen los movimientos de especies restringidas en hábitat y que los comportamientos locales pueden ser usados para predecir el potencial de conservación de los corredores en ambientes fragmentados (HADDAD, 1999).

El Corredor Biológico tiene como objetivo conservar núcleos de grandes áreas protegidas, que se conectan entre sí por medio de zonas angostas de hábitats relativamente bien conservados o restaurados, llamadas biocorredores. Esta iniciativa combina criterios ecológicos, sociales y económicos para el diseño de biocorredores "a escala de paisaje".<http://www.inbio.ac.cr>

Finalmente, el éxito de los corredores depende de su habilidad de aumentar los tamaños poblacionales, el flujo de genes y la biodiversidad en ambientes fragmentados (MEFFE y CARROLL 1994, BEIER y NOSS 1998).

2.5 BIOGEOGRAFÍA Y SU APORTE A LAS ACCIONES DE CONSERVACIÓN

Siguiendo a Eliah (1968) y a Barry y Moors (1980), la Biogeografía estudia los organismos vivos, las plantas y los animales en la superficie de la biosfera en cuanto a su repartición, su agrupamiento y a sus relaciones con los elementos del mundo físico y humano. Como resultado de estos objetivos, el estudio biogeográfico está centrado en el análisis integrado de un complejo viviente que posee una dinámica constante, lo cual genera causas y efectos en el espacio geográfico y en el ser humano, que de él depende. Por consiguiente, esta ciencia procede, con un enfoque sistemático, a

Folio017646

estudiar aspectos propios de la zoogeografía y la fitogeografía: se le incorpora por lo tanto, un tratamiento ecológico. (QUINTANILLA, 1983).

Esta concepción funcional del ecosistema es fácilmente generalizable a la geografía. Una aplicación de ello es la definición de sistema natural cuyo soporte común está en el concepto de espacio (o geofacies según la escuela rusa o la de Bertrand en Toulose), sobre el cual vive o se desarrolla el paisaje ecológico y en el que, a su vez, evolucionan e interactúan las biogeocenosis (biocenosis homogéneas que se desarrollan en medios ambientes homogéneos) de acuerdo con Walter (1979), Bertrand (1972) y Duvigneaud (1980) (QUINTANILLA, 1983).

Este Estudio ecológico del paisaje referido al funcionamiento de éste en áreas espaciales de ambientes homogéneos es lo que, según Duvigneaud (Op. Cit.), constituye la ecorregión. Es a través del espíritu o enfoque de este concepto de ecorregión, a escala regional o local, que se analizan los ecosistemas chilenos. La ecorregión conduce al análisis del paisaje ecológico en un sentido territorial espacial más restringido, con preferente enfoque ecosistemático. Así, el estudio de una ecorregión lleva a considerar y a estudiar cuál es la combinación o agrupación de factores y de fenómenos en el cual los elementos del relieve, del clima, del agua, del suelo, de la cubierta vegetal y de la vida animal, se combinan en un todo homogéneo, interactuando o repitiéndose periódicamente a lo largo de un área territorial muy circunscrita por límites naturales más o menos precisos, con respecto a otros paisajes ecológicos diferentes. Así, visualizando este elemento puede tener concordancia con el sistema regional del geógrafo. (QUINTANILLA, 1983)

Desde el punto de vista de la planificación para la conservación, Eric Dinerstein y sus colegas del Fondo Mundial para la Naturaleza (DINERSTEIN *et al.* 1995) proporcionan una definición más práctica: “Las ecorregiones son áreas terrestres o acuáticas relativamente grandes que contienen agrupaciones de comunidades naturales geográficamente distintas. Estas comunidades (1) comparten una gran mayoría de sus especies, dinámicas y condiciones ambientales y (2) funcionan juntas efectivamente como una unidad de conservación a escalas global y continental”. El cambio a

Folio017647

ecorregiones como unidades de planificación en el trabajo de conservación realizado por The Nature Conservancy es un reconocimiento formal de que la distribución de muchas especies se asemeja más cercanamente a la de las ecorregiones que a la ubicación de límites geopolíticos. Además, las ecorregiones son unidades más eficaces para capturar la variabilidad ecológica y genética de los objetos de conservación (las especies, comunidades ecológicas y sistemas ecológicos) (Ricketts *et al.* 1999. Como resultado, estamos usando ecorregiones como unidades de planificación para identificar las áreas que se requieren para lograr la conservación permanente de todas las especies y comunidades ecológicas nativas. El producto principal de los planes ecorregionales es un mapa de estas áreas, junto con la información pertinente sobre los objetos de conservación que se localizan en ellas.(TNC, 2000)

La supervivencia a largo plazo de los objetos de conservación requieren de un área de conservación funcional con patrones y procesos intactos. Un área de conservación funcional mantiene a las especies, comunidades y/o sistemas de interés focal y a los procesos ecológicos que los sustentan dentro de sus rangos naturales de variabilidad (es decir, la cantidad de fluctuación esperada en los patrones de diversidad y procesos ecológicos bajo influencia mínima o nula de actividad humana). Son importantes varios aspectos clave de las áreas de conservación funcionales: (TNC, [s.a.])

• El tamaño y configuración de las áreas de conservación funcionales estarán determinados por los objetos de conservación y los procesos ecológicos que los sustentan.
• “Funcional” se refiere a la habilidad de un área de conservación para mantener objetos de conservación saludables y viables a largo plazo (más de 100 años), incluyendo la habilidad de responder al cambio ambiental natural o de origen humano.
• Las áreas de conservación funcionales no excluyen necesariamente la actividad humana, pero ésta puede influenciar en gran medida la habilidad de dichas áreas para funcionar naturalmente.
• Las áreas de conservación funcionales en cualquier escala pueden requerir de manejo o restauración ecológicos para mantener su funcionalidad.

Folio017648

The Nature Conservancy reconoce tres tipos de áreas de conservación funcionales: sitios, paisajes y redes. Las diferencias entre sitios funcionales, paisajes funcionales y redes funcionales son definidos por los elementos de la biodiversidad que se desea conservar.

Un sitio ***funcional*** pretende conservar un número pequeño de sistemas ecológicos, comunidades o especies en **una o dos escalas** por debajo de la escala regional. Aunque preservarlos no es necesariamente fácil, los objetos de conservación (es decir, aquellas especies, comunidades o sistemas que se desea conservar en cierto lugar) son relativamente pocos y por lo general comparten procesos ecológicos similares (p.ej., plantas y mariposas que dependen de los incendios en las praderas; un humedal y sus especies raras; etc). Por ejemplo, en los Estados Unidos la mayoría de las reservas fueron establecidas para conservar especies de escala local o comunidades de parches pequeños en peligro de extinción. Tales áreas se consideran sitios funcionales siempre y cuando conserven (o restauren mediante manejo) a los objetos de conservación y procesos que los sustentan dentro de sus rangos naturales de variabilidad. Los sitios funcionales pueden ser grandes o pequeños dependiendo de la escala de los objetos de conservación y sus procesos ecológicos. Por ejemplo, un sitio funcional para mariposas de pradera puede abarcar cientos de hectáreas, mientras que para una especie de pez rara puede ser necesario considerar una cuenca hidrológica completa. (TNC, [s.a.])

Un ***paisaje funcional***, en contraste, pretende conservar un gran número de sistemas ecológicos, comunidades y especies **en todas las escalas** por debajo de la escala regional (es decir, gruesa, intermedia y local). Además, los objetos de conservación identificados, por lo general representan a muchos otros sistemas ecológicos, comunidades y especies conocidas y desconocidas (es decir, "toda" la biodiversidad). Los paisajes funcionales son de naturaleza altamente intacta y retienen (o es posible restaurar en ellos) la mayoría o todos sus componentes, patrones y procesos clave. Sin embargo, en la práctica, la diferencia entre paisajes funcionales y sitios funcionales no es siempre clara porque aún las comunidades y sistemas ecológicos de los sitios

Folio017649

funcionales representan otros elementos de la biodiversidad (su función de filtro grueso) (TNC, [s.a.]).

Por lo tanto, la diferencia operacional entre éstos consiste en el grado en el cual los objetos de conservación se utilizan para representar a otra biodiversidad combinada con su naturaleza multiescalar. Debido a esta creciente complejidad, usualmente los objetos de conservación en los paisajes funcionales son tanto terrestres como acuáticos (de agua dulce e incluso marinos en algunos casos) y requieren de una variedad de procesos ecológicos para su mantenimiento. (TNC, [s.a.])

Una ***red funcional*** es un conjunto integral de sitios y paisajes funcionales diseñado para conservar especies regionales con o sin biodiversidad a escala más fina. Los sitios o paisajes que forman las redes funcionales pueden distribuirse en forma contigua a lo largo de una o más regiones para proteger especies tales como el caribú, berrendo, oso pardo o jaguar. Por el contrario, los sitios o paisajes pueden formar una serie de parches dispersos a lo largo de un área extensa para conservar aves costeras o neotropicales migratorias. Además de conservar la biodiversidad en escalas local, intermedia y gruesa, un portafolio ecorregional bien diseñado debe servir como una red funcional para especies regionales dentro de una ecorregión; en forma colectiva, los planes ecorregionales deben proveer redes funcionales para especies cuyo rango de distribución abarca múltiples ecorregiones. (TNC, [s.a.])

Dentro de este marco The Nature Conservancy sugiere *cuatro atributos ecológicos* para evaluar el estado funcional de un área de conservación a cualquier escala. Estos cuatro atributos funcionales están incluidos dentro de aquellos que The Nature Conservancy utiliza para evaluar la viabilidad de los objetos de conservación y para medir la salud de la biodiversidad, es decir, *tamaño, condición y contexto paisajístico*. Así, la salud de la biodiversidad es una medida general de funcionalidad a nivel de paisaje o sitio para las áreas de conservación donde The Nature Conservancy trabaja. (TNC, [s.a.])

Folio017650

La evaluación de estos atributos para sitios y redes funcionales es relativamente sencilla porque el número de objetos de conservación es generalmente pequeño y el enfoque de la conservación está usualmente claramente definido. Por otro lado, la evaluación de estos atributos para paisajes funcionales es obviamente más difícil debido a la complejidad de los objetos de conservación y a la naturaleza inclusiva de las metas de conservación. (TNC, [s.a.])

Los lineamientos contenidos en la segunda edición de *Geografía de la esperanza* proporcionan métodos para identificar sitios de conservación. Para poder apreciar mejor estos lineamientos es útil colocar la planificación ecorregional en el contexto del proceso general de conservación. Tal proceso tiene cuatro componentes, cada uno de los cuales está ligado a los demás de manera inextricable. La planificación ecorregional representa la piedra angular de dicho proceso (TNC, 2000)

• **Planificación de la conservación ecorregional**—La selección y diseño de redes de sitios de conservación que preservarán la diversidad de especies, comunidades y sistemas ecológicos en cada ecorregión.

• **Planificación para la conservación de sitios**—Aplicación del Esquema Cinco *S*[3] (sistemas, presiones, fuentes, estrategias y éxito) en sitios prioritarios de conservación en portafolios ecorregionales con el fin de aplicar estrategias y acciones a nivel de sitio.

• **Acción de conservación**—Realización de cualquier número de estrategias distintas para abatir las amenazas y mantener los objetos de conservación en los sitios a preservar.

• **Medición del éxito**—Utilización de las medidas de Salud de la Biodiversidad y de Estado y Supresión de amenazas para evaluar la eficacia de nuestras estrategias y acciones de conservación.

[3] El nombre “Esquema Cinco *S* “proviene de los cinco elementos del mismo, los cuales comienzan con la letra s en inglés: *systems* (sistemas), *stresses* (presiones), *sources* (fuentes), *strategies* (estrategias), y *success* (éxito).

Folio017651

2.6 ECOLOGÍA DEL PAISAJE Y SU POTENCIAL PARA ACCIONES DE CONSERVACIÓN

Carl Troll, ecólogo y geógrafo, introdujo el concepto de ecología del paisaje en 1938, como una disciplina que resulta de la intersección de la geografía física y la ecología. También plantea la idea que la ecología del paisaje, más que una nueva disciplina, es una perspectiva espacial, geográfica, para entender fenómenos naturales complejos. Aún más, al señalar las posibilidades de aplicación práctica de este enfoque en la planificación, pone énfasis en los aspectos sociales de los ecosistemas. <http://www.ine.gob.mx>

ZONNEVELD (1988) señala que lo básico de la ecología del paisaje, y lo que la diferencia de otras disciplinas, es la suposición de que un espacio específico de un paisaje es una entidad holística, que incluye todos sus componentes heterogéneos, incorporando al hombre como un elemento más del conjunto. El autor señala asimismo que el objeto de estudio de la ecología del paisaje es el "paisaje", correspondiendo éste a la heterogeneidad de un área de tierra compuesta por un grupo de ecosistemas interactuantes, que se repite en forma similar a lo largo del espacio (FORMAN y GODRON, 1986).

La ciencia del paisaje (*landschaftskunde* o *landscape science*), como la denominó por primera vez Carl Troll, inició hace más de dos siglos como un campo interdisciplinario, holístico. El concepto está integrado por la palabra “land” (Tierra) que, en esta connotación se refiere a las interacciones verticales y horizontales de los diversos componentes de un ecosistema, y “scape” (escena, vista) que se refiere al estudio de una entidad de un territorio real o representativo de la problemática regional. En palabras más llanas, la ciencia del paisaje se ocupa del estudio de las interacciones de componentes tales como el clima, la roca o el material originario y el relieve y del hecho de que a partir de ellos se pueden delinear unidades discretas en el espacio, y describir procesos de mediano y largo plazo. El componente biológico (integrado por vegetación, fauna y otros) se estudia como un ensamblaje que puede ajustarse en su

Folio017652

distribución a los componentes (abióticos) que permiten segmentar el paisaje para propósitos de estudio. El suelo, como componente, resulta de la interacción entre el relieve y la biota. Su papel es relevante, ya que representa el soporte de los objetos naturales a conservar, sin excluir al suelo mismo. El componente social describe los procesos de modificación de los ambientes naturales a través de la apropiación de los productores, en espacio y tiempo (VAN DER ZEE y ZONNEVELD 2001).

La unidad fundamental de estudio de la ciencia del paisaje es el ecotopo que, de manera espacialmente explícita, representa la unidad mínima con características homogéneas de los diversos componentes del paisaje. Ecotopos afines como grupo conforman facetas que, en conjunto, describen un sistema de unidades de paisaje (VAN DER ZEE y ZONNEVELD, 2001).

Con base en esta breve descripción de la ciencia del paisaje, se consideran a continuación cinco aspectos de vital relevancia en la conservación de la biodiversidad (VELÁSQUEZ *et al*, 2001)

1. La dimensión social

La investigación desde el enfoque de paisaje se centra en problemas específicos, que atañen a un lugar y tiempo determinados. Es decir, el objetivo de la investigación es guiado por la demanda generada por un problema local, por lo que la manera de aproximarse es dependiente del sitio. el conocimiento local, en muchos casos indígena, ligado a las actividades productivas ancestrales, opera como fuente de datos confiables acerca de los recursos naturales y su manejo. El investigador puede entender el territorio como un mosaico de unidades de paisaje, o de tratamientos, que son utilizadas de manera diferente, con demandas y actores diferentes, donde los sistemas productivos humanos son los que desencadenan los procesos que gobiernan en la región. Esta complejidad analítica forza a la ciencia del paisaje a ponderar el impacto de la acción humana por unidad de paisaje, a fin de identificar patrones y facetas críticas, así como posibles alternativas viables dentro del mismo contexto local. Con base en esto se identifican actores y acciones, positivos y negativos, en torno a los procesos ecosistémicos que se desea mantener a largo plazo, lo que permitirá dar

Folio017653

apoyo a decisiones concretas por unidad territorial. En otras palabras, en la ciencia del paisaje los actores sociales son vistos como el factor que desencadena los procesos dominantes, tanto en la perturbación como en la conservación.

2. La dimensión espacial

Los mapas, referidos aquí como modelos espacialmente explícitos, son un producto fundamental de la ciencia del paisaje. El relieve es el componente que permite dividir en unidades discretas y de manera lógica el paisaje, ya que el suelo, los componentes biológicos e incluso algunos sociales se ajustan, en la mayoría de los casos, a las formas del terreno. Cada componente del paisaje puede ser plasmado en un mapa, pero la construcción lógica de las unidades de paisaje requiere de un proceso integral, basado en la definición de límites de entidades naturales. La topodiversidad y la biodiversidad se ajustan, en este concepto, a través de las unidades de paisaje (VELÁZQUEZ *et al*, 2001). La ciencia del paisaje parte de entidades naturales organizadas jerárquicamente, en donde la unidad mínima susceptible de cartografía se define en concordancia con el objetivo del estudio. Esto conlleva la necesidad de conciliar precisión (tamaño de la unidad mínima) y exactitud (heterogeneidad bien representada). Problemas como la pérdida de hábitat de especies particulares, la fragmentación, la degradación ambiental, la evaluación del potencial de la captura de carbono y el desequilibrio de balances hídricos, entre otros, pueden ser estudiados desde la perspectiva del paisaje con modelos espacialmente explícitos (GUTZWILLER, 2002). Los mapas (y no simples figuras sin rigor cartográfico), presentan una ventaja adicional: sirven como medio de comunicación entre un investigador, el manejador o gestor, y los actores sociales involucrados. Esto último es crucial, ya que la comunicación es uno de los principales problemas en la conservación y manejo de recursos naturales en general (CASTILLO, 2000).

3. La topodiversidad

La topodiversidad, entendida como la diversidad entre diferentes agregados de laderas homogéneas en cuanto a exposición, aislamiento, erosión, escorrentía, pedogénesis y otros atributos, juega un papel fundamental en la expresión de la biodiversidad y de las actividades humanas. Los componentes físicos del paisaje (roca madre, relieve, suelo)

Folio017654

son menos dinámicos que los bióticos, pero interactúan en forma coherente. La mayor parte de los procesos que controlan los cambios en la biodiversidad son resultado directo de la influencia de estos componentes, así como de la misma actividad humana. En el estudio del paisaje, el relieve es visto como una expresión de las formas del terreno que constituyen el escenario físico para los ciclos hidroclimáticos y ecológicos. Las formas del terreno permiten dividir en unidades discretas una región (por ejemplo, una cuenca) de manera robusta y, a partir de esto, conformar un modelo espacialmente explícito de los procesos funcionales de un ecosistema.

4. La aproximación integrada al territorio

La ciencia del paisaje se centra en espacios reales, es decir, tiene por objeto de estudio una porción concreta de territorio. Los procesos ecológicos en un espacio real dependen en alguna medida de las condiciones sociales locales. La acción humana, no obstante, ocurre de manera diferente en cada unidad de paisaje, y el conjunto de las formas de apropiación y uso del territorio, por unidad de paisaje, modifica la estructura de este último en forma sustantiva (BISSONETTE, 2002).

5. El uso de las innovaciones tecnológicas

El desarrollo de los sistemas de información geográfica, de la percepción remota, de los sistemas de manejo de bases de datos digitales y de los posicionadores geográficos, muestra un incremento sin precedentes. Sensores de amplitud espectral variada (de hasta cientos de bandas), resolución espacial muy fina (de hasta 15 cm en el terreno) y una amplia gama en su alcance en tiempo (hasta de tiempo real) están disponibles en el mercado.

El estudio del paisaje no es una disciplina nueva, dado que su planteamiento original con fuertes bases geográficas data desde el siglo XIX. Esta concepción integral del análisis del territorio se enriqueció con otras disciplinas que definieron nuevas líneas, como la geo-ecología, la ecología del paisaje, y la ecogeografía. En años recientes se ha observado un fuerte interés en la ecología del paisaje, principalmente promovido por Forman y Godron (1986), quienes introdujeron la importancia de este enfoque para los angloparlantes. Un peso equitativo entre las ciencias sociales, de la Tierra y las

Folio017655

naturales es preciso para lograr entender la dinámica de los paisajes en una región dada. Esto es una idea fundamental del estudio del paisaje y resulta crucial para las tareas de conservación.

Las bases de datos derivadas del enfoque de paisaje son únicas, porque permiten tener una visión sinóptica y (semi) cuantitativa de la condición de los recursos naturales y su dinámica espacio-temporal. Por lo anterior, pueden apoyar a diversas tareas vinculadas con la implementación de políticas ambientales y, eventualmente, convertirse en la base para los planes de uso y ordenamiento del territorio. Entre otras aplicaciones destacan la identificación de los principales focos de cambio y de sus procesos asociados (*e.g.* deforestación o fragmentación). A partir de los atributos de estos focos se puede generar una predicción de la dirección de sus propios cambios. En consecuencia se podrán medir las implicaciones biológicas (pérdida de capital natural) o sociales de estos cambios probables, sus repercusiones económicas y los mecanismos de control de las causas de origen.

2.7 ESTADO DE CONSERVACIÓN Y REPRESENTATIVIDAD DE ECOSISTEMAS EN EL PAÍS Y EN LA III REGIÓN DE ATACAMA

Geográficamente, Chile se extiende desde más al norte del trópico de Capricornio hasta las aguas que rodean el continente Antártico, al sur del cabo de Hornos. La *notable diversidad biológica de sus ecosistemas* está dada no solo por esta amplitud de latitudes, sino también por las diferencias de altitud y las fronteras naturales formadas por los Andes y el Pacífico. Es posible encontrar humedales tanto al nivel del mar como en las zonas altas de los Andes (a 4.400 metros sobre el nivel del mar). Los ecosistemas chilenos fluctúan desde lugares con escasas formas de vida aparente (el desierto de Atacama, el más seco del mundo) hasta zonas de enorme diversidad biológica, como los bosques de zona templada de Valdivia (OCDE-CEPAL, 2005).

Folio017656

Hay *cuatro zonas biogeográficas principales* que recorren el país de norte a sur: los Andes, el valle central, la cordillera de la Costa y la zona costera. Dentro de estas, se han delineado ocho regiones ecológicas o de vegetación, 21 subregiones de vegetación, 85 formaciones de plantas y 229 comunidades de plantas. Algunos ecosistemas chilenos han sido reconocidos por su importancia internacional. Por ejemplo, los bosques de zona templada de Valdivia se encuentran entre las principales prioridades de conservación de la iniciativa Global 200 del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), un *ranking* de los hábitat más destacados del mundo en términos biológicos. La organización Conservación Internacional, ha designado un área del centro de Chile que cubre casi el 40% del país como uno de los 25 puntos críticos más importantes del mundo para la diversidad biológica (OCDE-CEPAL, 2005).

La Región de Atacama se caracteriza por ser la transición entre el clima desértico de las regiones I y II, conocidas como Norte Grande y uno semidesértico, con un aumento sostenido de las precipitaciones hacia el sur, que representa al denominado Norte Chico. De este modo, en esta zona existe una mayor vegetación en comparación con las dos regiones anteriores debido a que presenta una mayor cantidad de lluvias en los meses de invierno. En efecto, en la región predominan las formaciones vegetacionales tales como xerófitas, mesófita, arbustiva y de suculentas. <http://www.conama.cl>

La Región de Atacama integra 8 formaciones vegetales de la Región del Desierto, Sub-Región del Desierto Absoluto y Sub-Región del Desierto Andino y 4 formaciones vegetales de la Región de la Estepa Alto Andina, Sub-Región del Altiplano y la Puna y Sub-Región de los Andes Mediterráneos (GAJARDO, 1994). Respecto a los animales vertebrados, un estudio llevado a cabo por la Comisión Nacional de Diversidad Biológica y llamado "Diversidad Biológica de Chile" estableció que existen varias especies de animales y aves endémicas de nuestro país. La investigación estableció que en la tercera Región existen:

- 3 tipos de anfibios de los cuales 1 es endémico
- 17 tipos de reptiles, siendo 16 endémicos
- 208 aves, 3 endémicas

Folio017657

- 20 tipos de mamíferos ter0restres, siendo 4 endémicos

Otros estudios muestran la cantidad de especies con problemas de conservación. Dichos documentos se encuentran disponibles en CONAF bajo los títulos "Libro rojo de la flora terrestre de Chile" de Benoit, 1989 y "Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile" de Glade A.A. editado en nuestro país en 1988.

De estos textos se desprende que en la Tercera Región hay un total de 72 especies en peligro de conservación, desglosándose esta estadística en 13 plantas, 15 mamíferos, 33 aves, 3 reptiles, 1 anfibio y 7 peces.

2.8 APLICACIONES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO (SIG) EN LA CONSERVACIÓN DE BIODIVERSIDAD.

SIG es un poderoso conjunto de herramientas que recopilan, almacenan y recuperan información, transformando y desplegando datos espaciales del mundo real, requeridos para cumplir propósitos determinados (BURROUGH, 1998). Entre las múltiples aplicaciones en el ámbito de la conservación y biodiversidad, se cita la elaboración de un criterio que consiste en determinar cuanto más "prístina" o inalterada es una localidad, con la finalidad de incluir áreas en un plan de conservación regional, utilizando para ello las coberturas digitales correspondientes a: clasificación del uso de la tierra, tipo de cobertura de bosques, propiedad de la tierra, densidad de población humana, densidad de caminos y hábitats ideales para fauna, etc. (BARRY *et al*., 2001);

Un acercamiento con SIG basado en el *Maximal Covering Location Problem* (MCLP) se compara con los algoritmos existentes de *complementariedad* para seleccionar áreas prioritarias de conservación para aves en el Reino Unido (WOODHOUSE *et al*., 2000). Los autores sugieren que la selección debiera formar una red con la cobertura total de especies, antes de seleccionar sitios basados solamente en méritos individuales. Otras aplicaciones son realizadas en la construcción de modelos basados en áreas

Folio017658

acuciosamente estudiadas, con el fin de estimar la biodiversidad de plantas en zonas menos investigadas (IVERSON y PRASAD, 1998; DUMORTIER *et al*., 2002); Dentro de las variables que explican esta riqueza, se menciona la cobertura de bosques, el número de parches y el índice de *Shannon-evenness* (indicador de la abundancia y similar proporción de las diferentes clases de usos del suelo).

Exitosamente los SIG son utilizados para determinar riqueza de mamíferos mediante superposición de especies en Pennsylvania, Estados Unidos (JOLY y MYERS, 2001) y una posterior asociación con variables del paisaje; dentro de éstas, se menciona a la densidad de caminos como el mejor predictor de riqueza seguida de la variación topográfica y áreas boscosas.

También se utilizan en la identificación de zonas para restauración de hábitats en el Reino Unido (Lee *et al*., 2002); conectividad del paisaje (BUNN *et al*., 2000); conservación de estuarios (GRAHAM *et al*., 2000); conservación y manejo de corredores y fragmentos de bosque en paisajes suburbanos (PIRNAT, 2000) entre otras. Análisis de “vacíos” o “lagunas” GAP (*Gap Analysis Program*), son realizados para priorizar la selección de localidades para acciones de investigación de conservación en el estado de Idaho Estados Unidos (KIESTER et *al*., 1996). Esta metodología usa datos sobre la proporción en que los taxones o tipos de vegetación, ecosistemas o biomas están representados en las áreas protegidas existentes. Las áreas de importancia de conservación son entonces seleccionadas para llenar los “vacíos” que existan en el sistema de áreas protegidas (KIESTER *et al.,* 1996). Las coberturas utilizadas y los algoritmos de programación, proporcionan una secuencia de localidades que maximizan el número de especies o tipos de vegetación determinados por estos autores.

Sin embargo, siempre hay inconvenientes. La riqueza o cualquier otro atributo de la biodiversidad (rareza, diversidad filogenética, complementariedad, etc.) puede estar condicionada por factores únicos irrepetibles, como la historia de la región, la historia del grupo taxonómico o las características geográficas del territorio, de modo que una especie puede no estar presente en un área que albergue las condiciones ambientales

Folio017659

adecuadas. Incluir esa información contingente en los modelos predictivos es el gran reto. Se considera que la inclusión del espacio (la latitud y la longitud de las localidades) de forma más o menos compleja puede permitir dar cuenta del efecto de este tipo de variables, siempre y cuando la actuación de estas produzca un patrón espacial remarcable. Los geógrafos han utilizado desde hace tiempo la simple posición espacial de sus observaciones para construir interpolaciones complejas y fiables mediante la geoestadística, siendo capaces de representar cartográficamente variables complejas como las climáticas (CRESSIE, 1991). Las técnicas de modelización aplicadas a la conservación deben aprovecharse de estas técnicas. La conclusión es que poseemos las herramientas adecuadas para elaborar cartografías fiables que reproduzcan la distribución de los principales atributos que representan la diversidad biológica. Se requiere, para ello, elaborar bases de datos exhaustivas que recopilen de manera digital la información sobre la distribución de los organismos, actualmente depositada en colecciones y publicaciones. La realización de estos mapas para distintos grupos taxonómicos que representen diferentes modos de obtención de energía y estén bien distribuidos dentro del árbol de la vida, nos puede permitir evaluar la capacidad de los espacios naturales protegidos para conservar la diversidad biológica (LOBO, J.M. y HORTAL, J. 2003)

Folio017660

III METODOLOGÍA

3.1 MATERIAL DE ESTUDIO

3.1.1 Área de estudio

Para evaluar los requisitos o condiciones del Manual de Procedimientos de Afectación de ASPP, dependiente del Reglamento de ASPP y del art. 35 de la Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente y sus instrumentos de validación en la Región de Atacama, se han aplicado dos criterios al territorio de propiedad privada a someter a análisis.

El primero de ellos, tiene relación con que dicho territorio de propiedad privada, forme parte integrante de alguno de los instrumentos de aplicación de los Tratados Internacionales con incidencia ambiental que ha suscrito el país (Convenio Diversidad Biológica, Convención de Washington, etc). Frente a ello, en la Región de Atacama, se encuentran en total vigencia y aplicación los *Sitios Prioritarios de Conservación de Biodiversidad* implementados por CONAMA, como uno de estos instrumentos de aplicación. De los cinco Sitios, a saber: Salar de Pedernales, Estuario Río Huasco, Morro Bahía Inglesa, Lagunas Altoandinas y Desierto Florido, sólo los dos últimos se encuentran en terrenos de propiedad privada.

El segundo criterio dice relación con la voluntad del propietario de someter a análisis su territorio. Este segundo criterio se cumple en el Sitio Prioritario Lagunas Altoandinas, perteneciente a la Comunidad Agrícola los Huascoaltinos.

Por lo tanto, en base a la voluntad del privado a analizar la factibilidad de afectación de parte de su territorio como Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada, el cual está contenido en la Estrategia Regional de Biodiversidad; es el Sitio **Lagunas Altoandinas** el escogido para el desarrollo de esta memoria de título.

Folio017661

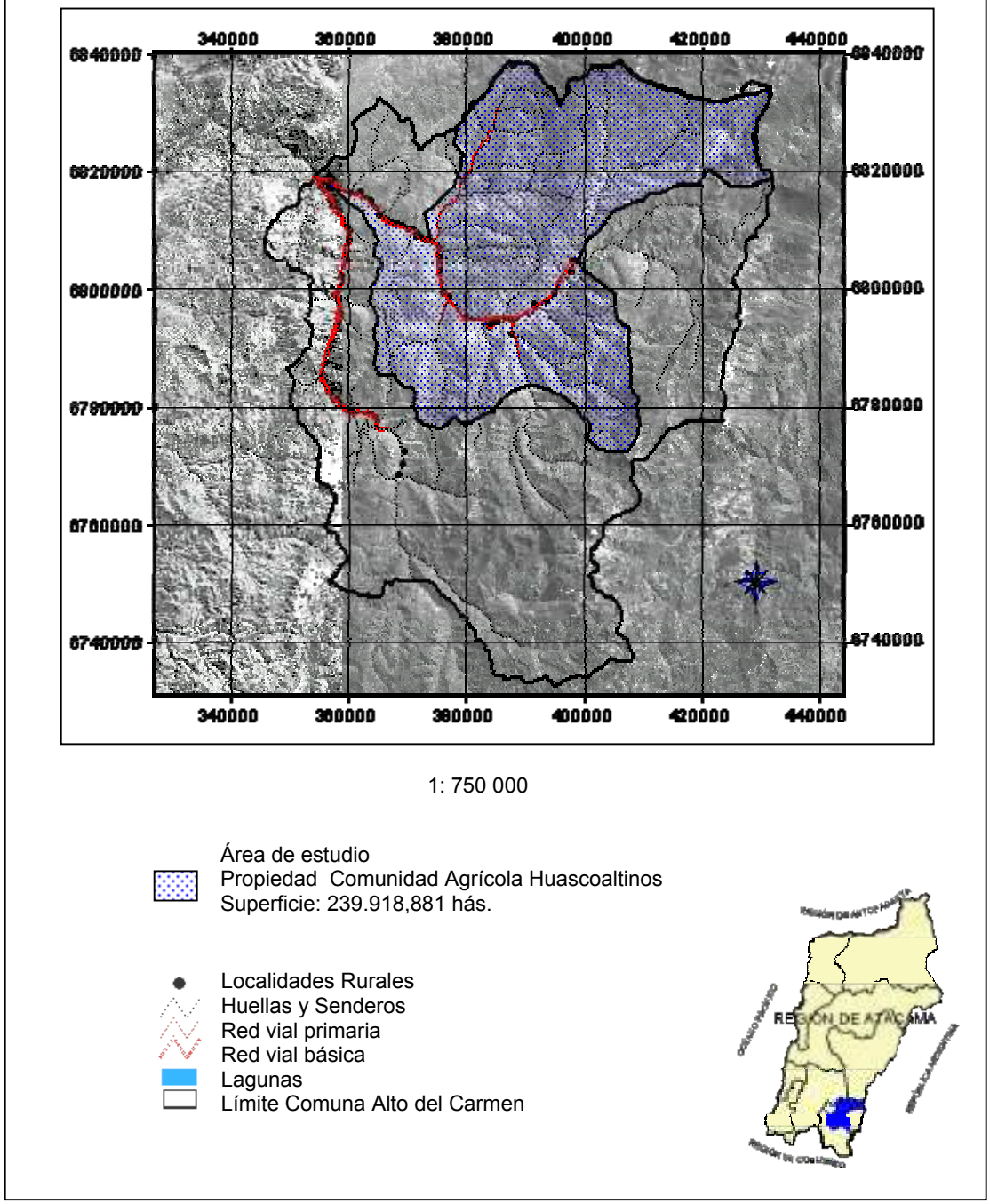
El Sitio Lagunas Altoandinas se encuentra al interior de la propiedad de la Comunidad Agrícola Huascoaltinos, a 70 kilómetros de la localidad Alto del Carmen, capital comunal en la Comuna de Alto del Carmen. Esta Comuna se localiza en la Provincia de Huasco y se ubica en la parte sudeste de la Región de Atacama, a 188 kilómetros de la ciudad de Copiapó y 38 kilómetros de Vallenar.

El territorio estudiado corresponde a la propiedad de la Comunidad Agrícola Huascoaltinos (ver figura 2), en la Comuna de Alto del Carmen, III Región del Atacama, entre los 28º 34´ y 29º 10´ Latitud Sur y los 69º 42´ y 70º 29´ Longitud Oeste. Cuenta con una extensión de 395.000 hectáreas.

La comuna de Alto del Carmen está inserta en la Provincia de Huasco y limita administrativamente al norte con la comuna de Tierra Amarilla; al poniente con la comuna de Vallenar; al oriente con la provincia de La Rioja, Argentina y al sur con la Cuarta Región. Se ubica aproximadamente 150 Km. al oriente de la ciudad de Vallenar.

Folio017662

FIGURA 2: ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia.

Folio017663

a. *Descripción general del medio físico del área de estudio (CONAF, 2004)*

- Clima

De manera general, el clima de la región es predominantemente desértico. Durante el invierno se experimentan grandes variaciones diarias de temperatura. El verano recibe cierta humedad proveniente principalmente del área nordeste de la región, la que se genera por el desplazamiento del invierno altiplánico desde la región de Antofagasta hacia la zona cordillerana y precordillerana de Atacama.

Específicamente, la comuna de Alto del Carmen presenta variedades climáticas respecto de las precipitaciones y las temperaturas, siendo éstas el Desierto Frío de Montaña (BWk´G) y el Clima de Tundra de Alta Montaña (EB), de acuerdo a la clasificación de Köeppen adaptada para Chile por Fuenzalida (1967).

El *Desierto Frío de Montaña* se sitúa entre los 1.500 m y los 4.000 m de altitud, con variaciones de temperaturas reguladas por la altitud. Su principal característica es la gran sequedad del aire y las precipitaciones en forma de nieve a partir de su límite inferior. Presenta una alta oscilación térmica diaria. Las precipitaciones de régimen invernal son escasas y no se presentan periodos que puedan considerarse húmedos de acuerdo a los índices pluviométricos. Las temperaturas medias anuales son menores a los 12 ºC, descendiendo en relación inversa con la altitud. La temperatura media mensual del mes de enero es inferior a los 18 ºC y durante el invierno es menor a los 8 ºC.

El Clima de *Tundra de Alta Montaña* se manifiesta en ambientes de altitud sobre los 3.000 ms.n.m., asociado a bajas temperaturas durante todo el año con variaciones en torno a los 0 ºC y temperaturas durante le verano menores a 10 ºC. La oscilación térmica diaria puede alcanzar valores superiores a 15 ºC. Las precipitaciones tienen montos variables según la latitud y se producen en forma de nieve.

Folio017664

- Vegetación.

Esta Área de Estudio se caracteriza por un clima frío durante todo el año y sus precipitaciones tienen forma de nieve o granizo. Su temperatura media baja está compensada durante los días claros por la intensa radiación solar. La vegetación es pobre y en ella predominan las gramíneas xerófilas y las dicotiledóneas rastreras o en cojín. Las hierbas mas tiernas crecen al abrigo de las rocas o bajo las matas de los pastos donde quedan protegidas del viento y de los herbívoros.

Según Gajardo (1994), el sector se inserta en dos regiones ecológicas, que se diferencian principalmente por las altitudes de los territorios. La porción más baja del valle, en las cercanías de la localidad de Alto del Carmen, se inserta en la *Región del Desierto, Subregión del Desierto Florido*, en dos formaciones vegetacionales, *la Formación del Desierto Florido de los Llanos y el Desierto Florido de las Serranías*. Por sobre el límite altitudinal de estas formaciones se encuentra la *Región de la Estepa Altoandina, Subregión de los Andes Mediterráneos*, representada por la *Formación de la Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana.*

El aumento en la disponibilidad de agua debido a las precipitaciones estivales que se desarrollan en la alta cordillera y el escurrimiento de aguas de los deshielos producto de los aumentos de temperatura, condicionan la generación de formaciones herbáceas utilizadas para la ganadería extensiva que determina la transhumancia durante los meses de primavera y verano.

- Geomorfología

Las principales unidades naturales donde se inserta el Área de Estudio son:

-Sistema del Altiplano: posee una superficie aproximada de 16.325 km^2 (en la región), y se extiende desde el límite norte de la región hasta los 27º55' de latitud sur.
-Sistema de la Cuenca del Huasco: sus límites son la Cuenca Alta del río Manflas por el norte, la cuenca del río Turbio por el sur, las altas cumbres cordilleranas por el este y

Folio017665

el Océano Pacífico por el oeste. Tiene una superficie de 7.237 km^2 y comprende los subsistemas preandino, de pampa ondulada, Cordillera de la Costa y planicies litorales.
-Sistema Quebradas Interfluvio: se encuentra entre los sistemas de los ríos Copiapó y Huasco, con una superficie aproximada de 11.159 km^2,
-Sistema Interfluvio Árido Sur: superficie de 4.734 km^2 comprendido entre el Valle del Huasco y el límite con la Región de Coquimbo en el sector sur occidental de Atacama.

- Hidrología

Los cursos de agua presentan un régimen de alimentación pluvionival, asociado al aumento de precipitaciones, la presencia de nieves en la alta cordillera andina, la irregular topografía y la altura de los relieves cordilleranos. Con esta situación se asegura el escurrimiento de las aguas de estos ríos durante todo el año, debido a que en el período invernal ellos se alimentan de las precipitaciones y en el período estival el aporte de aguas proviene del derretimiento de las nieves y glaciares de las cumbres más elevadas de la Cordillera de Los Andes.

Dentro del Área de Desarrollo se presentan numerosos cursos superficiales, conformando la extensa red de drenaje del Río Huasco, uno de los principales ríos de la Región.

Los principales cursos superficiales son:

-Río El Tránsito: Principales afluentes: Conay, Collay, De La Laguna Grande, Valeriano.
-Río El Carmen: Principales afluentes: Potrerillos, De Las Tres Quebradas.

Los usos que se le otorga al agua son para consumo humano (agua potable) y para el riego agrícola.

Folio017666

-Agua para consumo humano: En la cuenca del río El Carmen, la primera captación se localiza en la zona de El Corral. Por su parte, en la cuenca del río El Tránsito, la primera captación se realiza en la localidad de Chollay.
-Agua para riego: la primera captación se ubica en la cuenca de El Carmen en la zona del río Potrerillos (canal Tranca Quemada). En la cuenca de El Tránsito, el primer canal, denominado Canal Huracán, se ubica en el río Chollay (22 Km. aguas arriba de intersección con El Tránsito). Si bien el valle cuenta con afluentes permanentes, en los predios agrícolas existe escasez de agua para riego en razón de una falta de iniciativas que promuevan el uso de riego tecnificado y la incorporación de cultivos adaptados a suelos áridos.

b. *Descripción del medio social*

- Población.

TABLA N º 1: ANTECEDENTES DEMOGRÁFICOS Y POBLACIONALES DE LA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

ANTECEDENTES	COMUNA
Superficie (km²)	5.948,62
Población total	4840
Densidad (hab/km²)	0,80
Población urbana	0
Población rural	4840
Hombres	2629
Mujeres	2211
Índice de Masculinidad	118.91

Fuente: INE, 2002

La comuna fue establecida administrativamente en 1979. De acuerdo al censo nacional del año 2002, la comuna tiene 4.840 habitantes (2.629 hombres y 2.211 mujeres), lo que representa el 0,02% de la población regional.

De acuerdo a lo señalado en el último censo, del total de la población que declaró etnia, solamente el 0,05% del total declaró pertenecer a alguno de los 8 grupos étnicos identificados en la Ley 19.253, Ley Indígena. Sin embargo, y de acuerdo a los

Folio017667

antecedentes recopilados en las visitas a terreno, gran parte de la población se declaró descendiente del Pueblo Diaguita.

La encuesta CASEN (diciembre de 1998) arrojó una inmigración comunal del 8,2% frente a una emigración del 12% para la población trasladada de una a otra comuna dentro de la Región en los últimos 5 años. La provincia de Huasco registra un porcentaje de inmigrantes del 5,28% frente al 7,19% de emigrantes.

La provincia de Huasco registra cifras sobre distribución etárea que reflejan un notorio aumento de la población mayor de 60 años y una notoria disminución de la población joven. Esta comuna posee los índices más extremos de la provincia con el 14% de su población entre 60 y 89 años.

- Asentamientos

La comuna de Alto del Carmen está conformada por dos valles agrupando 22 localidades y cerca de 70 caseríos. Todas las localidades de la comuna de Alto del Carmen son de carácter rural**.** Los principales asentamientos son:

-Alto del Carmen: Capital Comunal.
-El Tránsito: Principal asentamiento del Valle del mismo nombre.
-San Félix: Principal asentamiento del Valle del Río El Carmen.

- Conectividad y transporte.

Las principales vías de conexión dentro de la comuna corresponden a las Rutas C-489 y C-485. La primera, clasificada como camino de montaña, se desarrolla en forma paralela al Río El Carmen. Esta vía, de una extensión de 126 Km., posee un sector público (hasta el Km 70) y un sector privado. En el sector público posee carpeta asfáltica, y en el privado es de material granular. La ruta C-485 une las localidades de Vallenar y Alto del Carmen, prosiguiendo hacia el oriente de forma paralela al Río El Tránsito.

Folio017668

En transporte se observa un atraso con respecto a las otras comunas de la región al ser altamente deficitario, tanto en la cobertura como en servicio, y sólo se presenta avance en la locomoción colectiva hasta Alto del Carmen al incorporarse al servicio autos colectivos (Municipalidad local).

- Organizaciones Sociales

Entre las organizaciones sociales en esta Área de Desarrollo, se puede citar a:

- Comunidad Agrícola Huasco Altinos (261 socios)
-Asociación de Productores del Valle de San Félix (150 socios)
-Asociación de Agricultores del Valle El Tránsito (120 socios)
- Centro Cultural Diaguita Alto del Carmen. (120 socios)
-31 juntas de vecinos agrupadas en la Unión Comunal de Junta de Vecinos de Alto del Carmen.

3.2 MÉTODOS DE CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS

Para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos propuestos y entregar una propuesta final coherente, se proponen a continuación métodos atingentes a cada objetivo, basados en la información colectada en el capítulo Marco Teórico, lo cual permite dar una visión geográfica a cada uno de ellos.

Folio017669

3.2.1 Metodología para la caracterización del sistema normativo de conservación de biodiversidad a través de los instrumentos legales vigentes en el país.

Para la primera fase del proyecto, la información y el material provienen principalmente de fuentes secundarias (libros, publicaciones, cuentas públicas, discursos presidenciales, estrategias y programas institucionales), colectadas desde las propias Instituciones Públicas con injerencia en la conservación ambiental, esto es:

CONAMA : Comisión Nacional de Medio Ambiente.
CONAF : Corporación Nacional Forestal.
SAG : Servicio Agrícola y Ganadero.
SERNAPESCA : Servicio Nacional de Pesca.
CONADI : Corporación Nacional de Desarrollo Indígena.
SERNATUR : Servicio Nacional de Turismo.
DIRECTEMAR : Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante.
CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES.
MINISTERIO DE BIENES NACIONALES.
MINISTERIO DE AGRICULTURA.
MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES.

Por otra parte, también se recoge información desde algunas ONG´s Ambientalistas, a saber:

CODEFF : Corporación Pro Defensa de la Flora y Fauna (Chile).
TNC : The Nature Conservancy (Mundial).
WWF : World Wild Life Foundation (Mundial).

Esta información incluye los pronunciamientos de la legislación nacional en materia medioambiental, tanto en las funciones propias de las Instituciones, como en

Folio017670

participación del Estado Chileno en Acuerdos Internacionales e iniciativas locales, donde se registran:

-Pronunciamiento sobre conservación ambiental en la Constitución Política
-Participación y suscripción por parte del Estado Chileno a Convenciones Internacionales (Convenios, Acuerdos y Tratados)
-Dictación de Leyes y Decretos Leyes de conservación medioambiental.
-Reglamentos dependientes de las leyes y decretos leyes.
-Políticas y Estrategias Nacionales en materia medioambiental, impulsadas como parte de los Programas de Gobierno o como Políticas Estatales.
-Políticas y Estrategias Regionales en materia medioambiental, impulsadas como parte de los Programas de Gobierno o como Políticas Estatales.
-Evaluación del desempeño ambiental Chile, Informe OCDE-CEPAL 2005.

Para luego decantar en un análisis conciso de la materialización de la conservación ambiental en Chile, esto es, el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), su marco regulatorio, categorías de manejo y el vínculo con las Áreas Silvestres Protegidas Privadas y el Proyecto de Reglamento que las impulsa a partir del año 2003.

De esta forma, queda definido el marco legal y político de protección medioambiental en el país, y, por lo tanto su regulación interna. El informe OCDE[4] es importante en cuanto, muestra la mirada externa de nuestra gestión ambiental (Informe efectuado por

[4] La OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico) es un foro singular en el que los gobiernos de 30 países democráticos colaboran para abordar los desafíos económicos, sociales y ambientales de la globalización. La OCDE también está a la vanguardia de las iniciativas orientadas a analizar y solucionar nuevas situaciones y preocupaciones, como la buena gestión administrativa y empresarial, la economía de la información y los desafíos del envejecimiento de la población. La Organización brinda un marco en el que los gobiernos comparan sus experiencias, buscan soluciones a los problemas comunes, identifican buenas prácticas y colaboran para coordinar las políticas internas con las internacionales. Los países miembros de la OCDE son: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, España, los Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Luxemburgo, México, Noruega, Nueva Zelandia, los Países Bajos, Polonia, Portugal, el Reino Unido, la República Checa, la República de Corea, la República Eslovaca, Suecia, Suiza y Turquía. La Comisión de las Comunidades Europeas participa en las actividades de la OCDE.

Folio017671

expertos de Canadá, EEUU, Francia y México, en colaboración a expertos CEPAL y Secretaría OCDE, en enero del año 2005).

3.2.2 Metodología para la evaluación de las características del territorio de Huasco Alto en relación a los requisitos o condiciones que exigen los instrumentos legales de conservación aplicables en el país respecto a la creación de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada.

El proyecto de Reglamento de ASPP, dependiente del art. 35 de la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, y en actual "Toma de Razón" en la Contraloría General de la República, establece una serie de requisitos y condiciones que deberán cumplir las áreas que deseen ser afectadas como Áreas Silvestres Protegidas Privadas. Por ello, y en un afán de mejorar la presentación de antecedentes ante el Organismo Supervisor; CONAF y CONAMA, durante el año 2004, elaboraron un **Manual de Procedimientos de Afectación de ASPP**, documento diseñado para ser utilizado por los privados que voluntariamente opten por afectar algún terreno de su propiedad como Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada (ASPP). Este manual contiene un conjunto de formularios, en los cuales deben declarar los fundamentos técnicos para establecer el cumplimiento de los requisitos, características o condiciones que establece el Artículo 7 del Proyecto de Reglamento sobre Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada.

Así, el proyecto de Reglamento de ASPP, en su art.7 determina que "*podrán constituirse como Área Silvestre Protegida de Propiedad privada aquellos terrenos que cumplan con uno o más de los siguientes requisitos, características o condiciones*:

-Que contengan formaciones geomorfológicas o ecosistemas únicos, escasos o representativos del país;
-Que cumplan funciones de corredor biológico o de zona de amortiguación;
-Que resulten relevantes para la conservación de fauna silvestre o de especies migratorias, en particular aquellas amenazadas, de conformidad con la clasificación en

Folio017672

estados de conservación a que se refiere la Ley Nº 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente;

-Que alberguen especies de flora amenazada de conformidad con la clasificación en estados de conservación a que se refiere la Ley Nº 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente;

-Que cumplan alguno de los criterios para la designación como humedales de importancia internacional, en el marco de la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, promulgada por el Decreto Supremo Nº 771 de 1981 del Ministerio de Relaciones Exteriores;

-Que hayan sido definidas como prioritarias para efectos de su conservación por estrategias, planes o programas nacionales o regionales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica.

-Que hayan sido definidas como Áreas de Conservación de Recursos Naturales en alguno de los instrumentos de planificación territorial señalados en la Ley General de Urbanismo y Construcción.

-En general, aquellas que, en opinión del Organismo Supervisor, contribuyan significativamente a la conservación de la diversidad biológica, a tutelar la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

De esta manera, y en atención a los objetivos planteados en esta Memoria de Título, se analizarán los siguientes puntos:

-Que contengan formaciones geomorfológicas o ecosistemas únicos, escasos o representativos del país; en este caso se tomará la descripción de los **ecosistemas** presentes en el área.

-Que hayan sido definidas como prioritarias para efectos de su conservación por estrategias, planes o programas nacionales o regionales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica.

Para ello, el **Manual de Procedimientos de Afectación de ASPP** entrega la siguiente metodología:

Folio017673

-Para la Condición *"Que contengan ecosistemas únicos, escasos o representativos del país",* se utiliza el **Formulario A2.**

1. Formulario A2: Ecosistemas Únicos, Escasos o Representativos del País.

- **Indicar el o los ecosistemas presentes en el terreno**

ECOSISTEMA	POSEE CONDICIONES FUERA DE LO COMÚN (Marque X)	
	SI	NO
1.		
2.		
3.		

- Fundamentar la **singularidad[1], escasez[2] o representatividad[3]** que presenta el terreno, entendiendo a estos tres términos como unidades ecosistémicas con una estructura, estado, composición, dinámica y/o procesos evolutivos poco comunes en el contexto nacional. Teniendo como antecedentes lo anterior, describa las características que al o los ecosistemas lo(s) hacen ser relevante(s).

- **Describa el o los ecosistemas, de acuerdo a lo siguiente:**

a)Características fisionómicas (forma y estructura de la vegetación, por ejemplo: bosque, arbustiva y herbácea) de el o los ecosistemas

b)Características funcionales relevantes de el o los ecosistemas

c)Composición florística (especies presentes, pudiendo generalizar en formaciones vegetales) de el o los ecosistemas

d)Características estructurales de la vegetación (distribución espacial de la biomasa o estratificación) de él o los ecosistemas

e)Dinámica sucesional (procesos dinámicos de colonización de biotopos y diversificación de estructuras, por ejemplo: bosques en etapa de repoblamiento luego de algún suceso erosivo de antaño, sea por fuego, erupción volcánica, etc.) de el o los ecosistemas

Folio017674

f)Composición faunística de el o los ecosistemas

g)Reciprocidades relevantes (entre la flora y la fauna presente en el sector, por ejemplo: alimentación, nidación, reproducción, entre otras) de el o los ecosistemas

h)Diversidad (variedad de especies y abundancia relativa de ellas) de el o los ecosistemas

i)Descripción de los elementos abióticos de el o los ecosistemas

- **REFERENCIAS**

Liste y especifique las referencias utilizadas para la información declarada en el Ítem 3.

- **CARTOGRAFÍA TEMÁTICA**

Incluya una carta o mapa (acordes a la extensión del sector), en que se represente la temática directamente relacionada con el requisito en el mismo formato y escala del plano del predio.

Cabe destacar que el concepto de "ecosistema", según este instrumento de planificación, es homologable a "Formación vegetacional" para efectos de análisis de clasificación de vegetación. En efecto, según CONAMA (2004), "*...hay cuatro zonas biogeográficas principales que recorren el país de norte a sur: los Andes, el valle central, la cordillera de la Costa y la zona costera. Dentro de estas, se han delineado ocho regiones ecológicas o de vegetación, 21 subregiones de vegetación, 85 formaciones de plantas y 229 comunidades de plantas...".* Esto es corroborado en la Estrategia Nacional de Biodiversidad, donde se afirma: "***Pese a no estar definida a nivel ecosistémico, uno de los métodos de clasificación de la vegetación ampliamente utilizado es el que reconoce y ordena agrupaciones vegetales que constituyen paisajes vegetacionales, en un sistema jerárquico de tres niveles principales: regional, sub-regional y de formación vegetacional****…."* Respecto al funcionamiento ecosistémico la información que se tiene no es completa, ya que ha sido escasamente estudiado en Chile, por lo que a este nivel no es factible analizar la diversidad y variabilidad ecosistémica. De igual forma, es escasa la información que analiza la potencial respuesta al nivel específico y ecosistémico de la biota chilena, frente a eventuales cambios globales en patrones climáticos."

Folio017675

De esta forma, se infiere que el Formulario A2 del Manual de Procedimientos para afectación de ASPP, centra su análisis en las formaciones vegetacionales del área de estudio, al cual se agrega una breve descripción (letras f, g y h) de la fauna y del medio abiótico (letra i).

A su vez, dada la escasa información biótica del sector, el método de descripción de ecosistemas, se regirá desde el Marco biogeográfico a una breve caracterización de la flora y fauna por subcuencas. Las subcuencas hidrológicas se delimitan por criterio geomorfológico (líneas separadoras de aguas).

A continuación se presenta la metodología específica desarrollada para la recopilación de los antecedentes de la **flora y vegetación** del área de estudio:

- Marco Biogeográfico

Con el objetivo de insertar el área de estudio en un marco biogeográfico vegetacional, se realiza un análisis en tres escalas de información: continental, mediante la revisión del trabajo de Cabrera y Willink (1973); nacional a través de la revisión de Gajardo (1994); y regional a través del análisis del Catastro de la Vegetación Nativa de Chile, (CONAMA – CONAF, 1997).

- Caracterización de las subcuencas

En base a la información señalada en el Catastro de la Vegetación Nativa de Chile, complementada y verificada en las campañas de terreno, junto a especialistas (BIOTA Consultores), se establece una descripción general y las características vegetacionales presentes en cada unidad, analizando la existencia de comunidades singulares o de interés.

Adicionalmente, se cuantifican y, en algunos casos, se caracterizan las comunidades biológicas azonales hídricas (vegas). La discriminación se apoya con la interpretación

Folio017676

visual de una imagen Landsat TM del año 1986, utilizando la combinación de bandas (RGB) 432, adecuada para la detección de este tipo de comunidades vegetales.

- Elaboración de catálogo florístico (listado de especies)

Se genera un catálogo o base de datos de la flora potencial para la totalidad del área, a través de la revisión de la información bibliográfica disponible, señalada en diversas fuentes de información: estudios botánicos específicos, listados específicos de proyectos realizados en la comuna, registros de herbarios, etc. Esto se complementa con la información de flora obtenida en terreno, la cual se concentra preferentemente en las áreas con menor número de registros. Así, se analizan las potencialidades de cada unidad en cuanto a la naturalidad y riqueza de especies, como también se identifica y comprueba la existencia de especies con problemas de conservación o singulares.

Para ello se sigue la categorización de Benoit (1989), en el Libro Rojo de la Flora terrestre de Chile (CONAF) y de Baeza *et al* (1998), en el Boletín N º 47 del Museo Nacional de Historia Natural, quienes entregan la siguiente categorización:

TABLA N º 2: CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FLORA

INSTRUMENTO	CATEGORÍAS
Boletín N º 47 del Museo Nacional de Historia Natural	Extinta (E)
	En Peligro (P)
	Vulnerable(V)
	Rara (R)
	Fuera de Peligro (FP)
Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile	En Peligro (P)
	Vulnerable (V)
	Rara (R)
	Fuera de Peligro (FP)

Folio017677

A continuación se presenta la metodología específica desarrollada para la recopilación de los antecedentes de la **fauna** del área de estudio:

Se analizan las principales características de la fauna de vertebrados en el área de influencia, en términos de su diversidad, incluyendo descriptores como la composición, la distribución y el estado de conservación. Se analiza la representatividad y singularidad de la fauna encontrada en el área, con respecto a la fauna general de Chile y finalmente se establece la posible presencia en el área de especies endémicas y/o amenazadas de extinción.

- Elaboración de catálogo faunístico (listado de especies)

Para generar un catastro de las especies posibles de encontrar en el área de estudio, se realiza una revisión de la literatura general sobre fauna de la zona norte de Chile y específica, en relación al área en que se inserta el proyecto. También se revisa la base de datos de las colecciones de vertebrados del Museo Nacional de Historia Natural, incluyendo cuando corresponde, aquellos registros publicados por Núñez (1992) y Torres-Mura (1991).

La consulta bibliográfica incluye las siguientes referencias:

i) Anfibios y reptiles: Cei (1962), Díaz (1984), Donoso-Barros (1966), Valencia y Veloso (1981), Veloso y Navarro (1988).

ii) Aves: Araya y Millie (1996), Goodall, *et al*. (1946, 1951, 1957, 1964), Hellmayr (1932), Johnson (1965, 1967, 1972).

iii)Mamíferos: Mann, (1978), Miller y Rottmann (1976), Muñoz y Yañez (2000), Osgood (1943), Pine y colaboradores (1979), Reise y Venegas (1987) y Tamayo y Frassinetti (1980).

También se consultan los trabajos generales de Jaksic (1996), Lazo y Silva (1993) y Torres-Mura (1994), que contienen una extensa bibliografía y, como una fuente adicional se revisan las páginas bibliográficas de E. Silva <http://www.bio.puc.cl/auco>. Complementariamente, se revisan estudios específicos realizados en la comuna.

Folio017678

En terreno (diciembre 2003, junto a BIOTA Consultores), se determinaron los hábitats más característicos, realizando observaciones (a ojo desnudo y con binoculares) y recolectando muestras zoológicas. La nomenclatura científica sigue, en general, a Araya *et al*. (1995), Núñez y Jaksic (1992), y Tamayo y colaboradores (1987).

El estado de conservación de la fauna sigue el Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (HILTON-TAYLOR, 2000), en base a la normativa chilena contemplada en la Ley de Bases del Medio Ambiente (Reglamento de clasificación de especies de flora y fauna terrestres en categorías de conservación, CONAMA 2005), también se utiliza como referencia el Reglamento de la Ley de Caza (SAG, 1998; Decreto Supremo N º5 de enero de 1998) que contiene un listado de los vertebrados terrestres de Chile y su estado de conservación por zonas del país (la zona norte incluye las regiones I a III).

TABLA N º 3: CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA

INSTRUMENTO	CATEGORÍAS
Libro Rojo de la UICN	En Peligro Crítico (PC)
	En Peligro (P)
	Vulnerable (V)
	Menor Riesgo (MR)
	Datos Insuficientes (DI)
	No Evaluado (NE)
Reglamento de clasificación de especies	En Peligro (P)
	Vulnerable(V)
	Rara (R)
	Fuera de Peligro (FP)
	Insuficientemente Conocida (IC)
Ley de Caza	En Peligro (P)
	Vulnerable (V)
	Rara (R)
	Inadecuadamente Conocida (IC)
	Fuera de Peligro (FP)

De la tabla N º 3 se desprende que la clasificación de los instrumentos chilenos para categorizar los estados de conservación de especies, basados en la propuesta IUCN, definen cinco (5) categorías.

Folio017679

- Metodología del trabajo de campo

En la salida a terreno se determinan los hábitats más característicos de la fauna del área de estudio, realizando un recorrido por la mayor parte de la zona. Para detectar la presencia de anfibios (adultos o larvas), se recorren las vegas y los cuerpos de agua lóticos (ríos) observando y buscando en forma manual entre la vegetación acuática y bajo/entre piedras. Los reptiles se buscan bajo piedras, en roqueríos, planicies y laderas xéricas, en días de sol. Las aves fueron se observan con binoculares y a ojo desnudo, los mamíferos se estudian por observación directa y por observación de fecas, huellas y madrigueras (siguiendo las recomendaciones de CONAMA, 1994).

Con el trabajo en terreno, las revisiones bibliográficas y de colecciones de Museo, es posible confeccionar un catastro preliminar de los vertebrados actuales y/o potencialmente presentes en el sector involucrado.

Finalmente, con toda esta información, se dan por completadas las categorías de consulta (letras a-i) del Formulario A2.

-Para la Condición *"Que hayan sido definidas como prioritarias para efectos de su conservación por estrategias, planes o programas nacionales o regionales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica",* se utiliza el **Formulario F.**

Folio017680

b) Formulario F : Área Definida como Prioritaria para Efectos de Conservación y Utilización Sostenible de la Diversidad Biológica

- **Especifique la estrategia, plan o programa en el cual el terreno se encuentra definido como prioritario (específicamente o formando parte de algún terreno prioritario).**

ESTRATEGIA, PLAN O PROGRAMA	
1.	
2.	
3.	

- **Por cada estrategia, plan o programa especifique la siguiente información:**

  a) Capítulo o sección que define el terreno

  b) Páginas

  c) Fundamento para definición del terreno

  d) Acciones de conservación contempladas para el área

- **REFERENCIAS**

  Liste y especifique las referencias utilizadas para la información declarada.

Esta información es obtenida desde fuentes bibliográficas de CONAF (Libro Rojo de Sitios prioritarios de conservación), CONAMA (Estrategia Regional de Biodiversidad, que define los sitios prioritarios de conservación de biodiversidad), y otros que se encuentren durante el transcurso de la investigación.

Una vez completados estos antecedentes, se puede corroborar si el área propuesta cumple con las condiciones exigidas por el proyecto de Reglamento, y, por lo tanto, si es factible de postulación a afectación como ASPP.

Folio017681

3.2.3 Metodología para la identificación de criterios geográficos que permiten determinar la representatividad, escasez y organización espacial de los ecosistemas propuestos para la conservación ambiental.

Una vez obtenida la información respecto al (los) ecosistema (s) presentes en el área, se determina la representatividad, escasez y organización espacial de ellos.

Para esto, se elabora una propuesta ambiental para el área de estudio, cuya base teórica es la biogeografía y su base metodológica es la **Planificación ecorregional,** distinguiendo, a partir del análisis que propone este método: **sitios, paisajes y redes funcionales**[5].

Desde este punto de vista, se puede mencionar que la **representatividad se analiza desde el concepto de paisaje funcional**, en cuanto pretende conservar un gran número de sistemas ecológicos, comunidades y especies. Ello se determina por el número (cantidad) y cobertura de las formaciones vegetacionales presentes en el área. Para ordenar de mejor forma esta información, se propone la tabla N º 4.

TABLA N º 4: ESCALAS DE CONSERVACIÓN DE OBJETOS DE FILTRO GRUESO

REGIONES, SUB-REGIONES, FORMACIONES	COBERTURA COMUNAL (HÁS)	COBERTURA ÁREA DE ESTUDIO (HÁS)	ESCALAS GEOGRÁFICAS	COMUNIDADES Y SISTEMAS

La **escasez se analiza desde el concepto de sitio funcional**, al considerar los objetos de conservación por separado. En este caso, interesa detectar la ubicación espacial y cobertura de distribución en la zona de las especies de flora y fauna con problemas de conservación. Ello permite generar una cartografía con la definición de los puntos de ubicación de hábitat relevantes (por la concentración de especies). Una vez definidas las subcuencas que albergan la mayor cantidad de especies con

[5] Definidos en el capítulo del Marco Teórico.

Folio017682

problemas de conservación, se procede a completar la tabla N º 5, de acuerdo a lo indicado por la figura 4.

TABLA N º 5: ESCALAS DE CONSERVACIÓN DE OBJETOS A NIVEL DE ESPECIE CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN

ESPECIES	CANTIDAD DE PUNTOS DETECTADOS	COBERTURA ESPACIAL ASIMILABLE (HÁS)[6]	SISTEMA GEOGRÁFICO ASOCIADO	ESCALAS GEOGRÁFICAS

Para cuantificar las características que presente el área, se utiliza la metodología de BIOTA (2003):

2. Valorización del componente biótico (flora y fauna)

a. Para el componente **flora y vegetación**, se valoran los siguientes atributos:

- **Número total de especies**: número de especies totales por unidad, de acuerdo a la siguiente valorización:

TABLA N º 6: VALORIZACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FLORA

VALOR	IMPORTANCIA	RANGO DE ESPECIES
1	BAJO	0 – 100
2	MEDIO	101 – 200
3	ALTO	MAYOR A 200

- **Especies con problemas de conservación:** se cuantifica con valor 1 a cada especie inserta en estas categorías: En Peligro, Vulnerable, Rara, Insuficientemente conocida, Fuera de peligro. La condición será evaluada de igual manera, tanto para las referidas a Benoit (1989) y las publicaciones del Boletín del M.N.H.N (1998).

[6] Tomando en consideración la sumatoria de las superficies de las subcuencas donde se encontraron vestigios tangibles o se realizó observación directa de estas especies.

Folio017683

- Para la componente **fauna**, se valorarán los siguientes atributos:

- **Número total de especies:** número de especies totales discriminadas en especies detectadas y especies potenciales por unidad, de acuerdo a la siguiente valorización:

TABLA N º 7: VALORIZACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FAUNA DETECTADAS

VALOR	IMPORTANCIA	RANGO DE ESPECIES
1	BAJO	0 – 10
2	MEDIO	11 – 30
3	ALTO	MAYOR A 30

TABLA N º 8: VALORIZACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FAUNA POTENCIALES

VALOR	IMPORTANCIA	RANGO DE ESPECIES
1	BAJO	0 – 10
2	MEDIO	11 – 30
3	ALTO	MAYOR A 30

- **Especies con problemas de conservación**: de la misma manera anterior, se valorizará discriminadamente entre especies detectadas y potenciales. Para las primeras se asignará un valor 1 a cada especie que presente alguno de los estados de problema de conservación. Para las especies de fauna potenciales se asignará según la siguiente cuantificación:

TABLA N º 9: VALORIZACIÓN DE ESPECIES CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN POTENCIALES

VALOR	IMPORTANCIA	RANGO DE ESPECIES
1	BAJO	0 – 10
2	MEDIO	11 – 20
3	ALTO	MAYOR A 20

Por último, la **organización espacial se analiza desde el concepto de red funcional**, pues permite indagar en la conectividad y los eventos históricos acaecidos sobre ella, y que determinan su actual distribución en el espacio. Importancia cobra en este punto el

Folio017684

reconocimiento o presencia de corredores biológicos y de los espacios de interconexión de las especies de flora y fauna.

Corredor biológico: de acuerdo a la información recopilada, antecedentes científicos y lo observado en la visita a terreno, se cuantifica cada subcuenca como zona potencial utilizada como corredor biológico para la flora y vegetación. La valorización será en rangos de importancia para este atributo: alta: 3; media: 2; baja: 1. La característica fundamental a medir será la presencia de cuerpos de agua en la unidad.

TABLA N º 10: VALORIZACIÓN DE ATRIBUTO "CORREDOR BIOLÓGICO"

VALOR	IMPORTANCIA	OBSERVACIÓN
1	BAJO	No existen cuerpos de agua, pocas o nulas unidades azonales hídricas y presenta condiciones ambientales no favorables que determinan que la unidad tiene baja probabilidad de ser utilizada como corredor biológico por especies de flora y fauna.
2	MEDIO	Posible presencia de cuerpos de agua, mayor superficie de unidades azonales hídricas y condiciones ambientales favorables que determinan que la unidad tiene probabilidad de ser utilizada como corredor biológico por especies de flora y fauna, o como zona de amortiguación.
3	ALTO	Condiciones ambientales favorables, presencia de cuerpos de agua y de unidades azonales hídricas, que determinan una alta probabilidad en ser utilizada como corredor biológico por gran cantidad de especies de flora y fauna, para la anidación de aves y como zona de alimentación de herbívoros.

Dentro de este marco, cada una de ellas se analiza en base a ***cuatro atributos ecológicos***, (en la medida que la información disponible lo permita)***:***

a) Composición y estructura de los objetos de conservación: Por ejemplo, ¿están presentes todas las especies y una cubierta vegetal y dosel saludables en un sistema de bosque elegido como objeto de conservación? ¿Se están reproduciendo las poblaciones de especies elegidas como objetos de conservación? ¿Qué tanto se han

Folio017685

extendido las especies invasoras? Estas características se incluyen como parte de la **condición** en la medida de salud de la biodiversidad para determinar el éxito.

b) Regímenes ambientales y disturbios naturales: ¿Están los regímenes ambientales y disturbios naturales clave (como incendios e inundaciones) que sustentan a los objetos de conservación operando aún dentro de sus rangos naturales de variabilidad? Estos factores están incluidos dentro del **contexto paisajístico** en la medida de salud de la biodiversidad para determinar el éxito.

c) Área dinámica mínima: ¿Es el tamaño del área suficiente para permitir a los objetos de conservación recuperarse de un disturbio, tal como un huracán? Este atributo corresponde al **tamaño** en la medida de salud de la biodiversidad para determinar el éxito.

d) Conectividad: ¿Tienen los objetos de conservación acceso a todos los hábitats y recursos necesarios para completar sus ciclos de vida? ¿Pueden los sistemas ecológicos, comunidades y especies desplazarse en respuesta a cambios ambientales tales como el calentamiento global? Estos factores están incluidos dentro del **contexto paisajístico** en la medida de salud de la biodiversidad para determinar el éxito.

Estos atributos permiten evaluar el estado funcional de un área de conservación a cualquier escala (las escalas a utilizar serán las propuestas por TNC), estos atributos a su vez, son analizados en tres variables, a saber: *tamaño, condición y contexto paisajístico*.

Para designar las escalas, TNC ha elaborado un sistema marco para su definición (ver figuras 3 y 4), destacando en esta investigación, las escalas de nivel de especie y de comunidad terrestre (esta última será utilizada para definir escala de ecosistemas).

FIGURA 4: OBJETOS DE CONSERVACIÓN A NIVEL DE ESPECIE

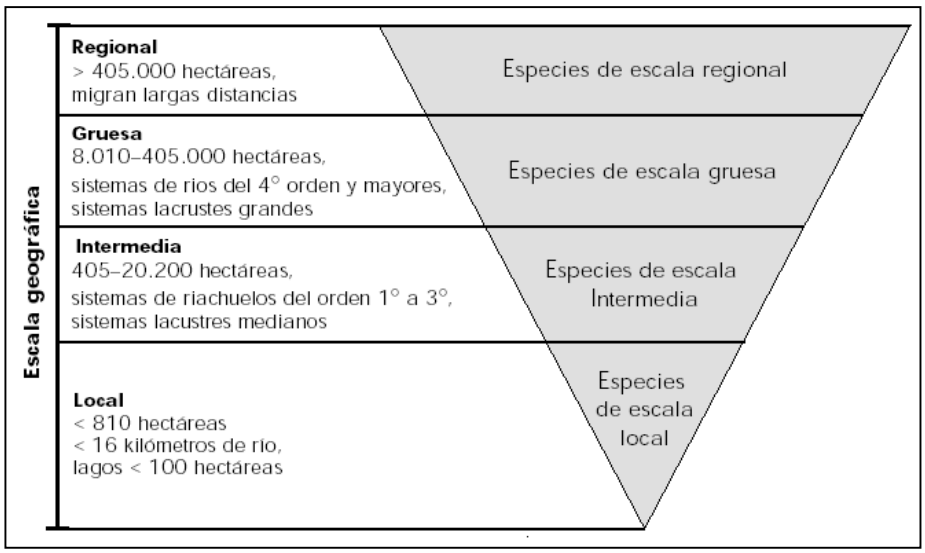
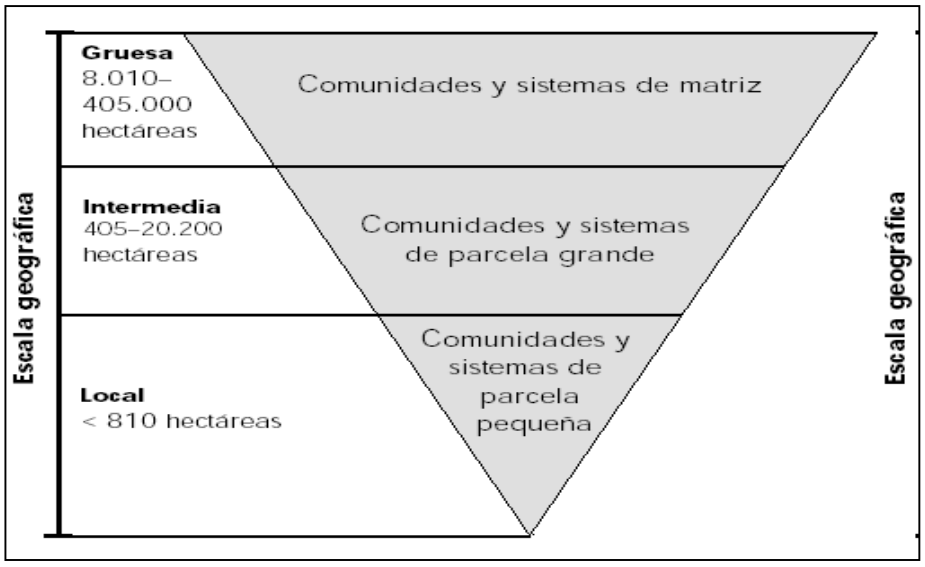


FIGURA 5:OBJETOS DE CONSERVACIÓN TERRESTRE DE FILTRO GRUESO



Así, con los datos numéricos obtenidos de la aplicación de la metodología, más un breve análisis de los atributos ecológicos, se Identifican los criterios científicos que

Folio017687

permiten determinar la representatividad, escasez y organización espacial (existencia de núcleos, corredores, buffers de amortiguación) de los ecosistemas propuestos.

Los resultados numéricos finales de hectáreas de cobertura por formación vegetacional, son obtenidos desde el Catastro de Recursos Vegetacionales nativos, de CONAF & CONAMA, 1997, complementados con los resultados obtenidos del desarrollo del subcapítulo 4.2 de esta memoria de título. Parte de este material también se encuentra en el "*Estudio de Factibilidad de Creación de un Área Silvestre Protegida de propiedad de pequeños crianceros en la parte alta de la Cuenca del río Huasco*",(BIOTA, 2003), donde se enlistaron las especies botánicas y faunísticas del sector, por lo tanto, este estudio sienta la base de discusión para la aplicación de la biogeografía, como sustento teórico, y la planificación ecorregional, como base metodológica para analizar la representatividad, escasez y organización espacial del (los) ecosistema (s) propuestos en el desarrollo del subcapítulo 4.2.

Una vez obtenidos los valores de los atributos flora, fauna y corredor biológico, se procede a valorizar el componente biótico, según la siguiente tabla:

TABLA 11: VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO

COMPONENTES	**UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)**					
BIÓTICO - FLORA						
N º Especies						
Estado de Conservación						
BIÓTICO- FAUNA						
N º Especies detectadas						
N º Especies potenciales						
Estado conservación esp. Detectadas.						
Estado conservación esp. Potenciales.						
BIÓTICO – CORREDOR BIOLÓGICO						
SUMATORIA DE VALORES						
NORMALIZACIÓN						
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO						

Folio017688

3.2.4 Metodología para la caracterización del uso de los recursos territoriales por parte de la comunidad local y de la inversión empresarial en el área.

Esto corresponde a un diseño de investigación no-experimental o ex-post ya que se observan las relaciones que se dan entre las variables de la forma que se dan en la realidad y en su contexto natural. Esta investigación no-experimental se llevará a cabo en forma transeccional, ya que las observaciones se realizarán en un momento único en el tiempo, sin hacer comparaciones temporales.

a) Información Secundaria. Trabajo de gabinete

En esta etapa se recopila información desde fuentes secundarias (INE, CONADI, SERPLAC, Municipalidad de Alto del Carmen, principalmente), a través de la visita a las Bibliotecas respectivas y en entrevista con los funcionarios que trabajan directamente en el área. Interesa conocer la cantidad de población comunal, las actividades económicas principales desarrolladas en la comuna, los accesos a servicios básicos, el empleo y los proyectos de inversión a desarrollar.

b) Información primaria

Los datos poblacionales por localidad (corresponden a caseríos dispersos), al no estar incluidos en el acápite de Ciudades, pueblos y Aldeas del Censo de Población y Vivienda, (INE 2002), fueron colectados en terreno, por medio de entrevistas a los Presidentes de las Juntas de Vecinos. Para caracterizar el uso de los recursos territoriales que efectúa la comunidad en el sitio prioritario de conservación de biodiversidad Lagunas Altoandinas y su área de influencia, se aplica una encuesta de caracterización de uso de recursos territoriales[7] **a una muestra estadística de la Comunidad**, los resultados obtenidos se espacializan mediante la creación de “buffers” o áreas de influencia de las variables medidas, utilizando el programa de SIG Arc View.

[7] Ver anexo N º1 : Encuesta de caracterización de uso de recursos territoriales

Folio017689

- Selección de la muestra

La muestra establecida para la realización de las entrevistas a los pobladores se definió como probabilística, ya que todos los sujetos de la población tienen la misma posibilidad de ser elegidos. El tamaño de la muestra es de un 10% de la población total que practica criancería (ganadería extensiva) al interior de la Comunidad.

En este caso, la muestra dirigida toma a sujetos voluntarios (los pobladores) y a informantes claves (Presidentes o miembros directivos de la Comunidad y de Juntas de Vecinos) a someterse a la entrevista. La Comunidad tiene 261socios inscritos activos. De ellos, 49 socios se encuentran desde la localidad El Tránsito hasta la localidad Junta Valeriano, es decir, en el área de influencia del sitio escogido para análisis, por lo tanto un 10% de la población de la Comunidad que practica criancería corresponde a 5 comuneros. Por otra parte, interesa contrastar la información entregada por este instrumento con la información obtenida desde fuentes secundarias, ello permite objetivizar los rangos de uso de recursos territoriales.

El Trabajo en terreno incluyó:

-5 visitas a la Provincia del Huasco, Comuna de Alto del Carmen, donde se aplicó la encuesta a crianceros pertenecientes a la Comunidad Agrícola Huacoaltinos y entrevistas a la Directiva de la Comunidad y algunos Presidentes de Juntas de Vecinos.

- Procesamiento información primaria

Una vez obtenidos todos los datos, se procede a efectuar tabulaciones de las preguntas cerradas, definiendo de manera porcentual los resultados y realizando análisis de ello.

Folio017690

3. Población

Para describir la población, se analizan características demográficas de la Comuna de Alto del Carmen, estas son:

-Nº total de habitantes
-Nº de habitantes por tramos de edad
-Nº de habitantes por sexo
-Población económicamente activa
-Tasa de crecimiento y decrecimiento

Para trabajar la variable población en su indicador Tasa de crecimiento, se analizan los datos del censo 1992 y 2002 (INE), y se comparan con la información obtenida mediante encuestas a los comuneros.

d) Poblamiento.

El poblamiento se refiere a cómo la población se distribuye en el espacio, que por cierto tiene sus fundamentos histórico sociales, y en el caso de la Comunidad Agrícola Huascoaltinos, responde a un proceso migracional forzado por parte de los españoles que condujeron al Pueblo Diaguita al reducto de Huasco Alto, donde después, serían regularizados los títulos de dominio en el Ministerio de Tierras y Colonización y reivindicados por el Estado Chileno el año 1997, donde se reconoce la propiedad de 239.918,881 hás. En este sector se identifican claramente 26 localidades, de las cuales al menos 16 están en el área de influencia directa del proyecto.

Para analizar los datos, se realiza un trabajo cartográfico de ubicación espacial de los asentamientos, enumeración de ellos y medición de distancias relativas (posición de un punto respecto a otro).

Los indicadores a medir en esta variable, son el número de asentamientos (pueblos, caseríos) y sus distancias relativas.

Folio017691

Los indicadores se registran en las siguientes categorías, cuyos tramos numéricos se determinan según la Aplicación del índice de Clark y Evans, para identificar, de manera más precisa, el patrón de distribución de las localidades, caseríos y majadas, y su relación con las distancias relativas en la Comunidad Agrícola Huascoaltinos. En esta técnica estadística se reconocen tres categorías de distribución:

Poblamiento:

- Rn = 0: Población Concentrada: Gran cantidad de asentamientos. Baja distancia relativa.
- Rn > 1: Población Dispersa: Número variables de asentamientos. Medianas distancias relativas.
- Rn = 2.15: Población Regular: Baja cantidad de asentamientos. Iguales o similares distancias relativas.

Donde

$$\mathbf{Rn = 2D\ \sqrt{(N/A)}}$$

D: Distancia promedio entre 2 puntos y su vecino más cercano.
A: Área en km²
N: Número total de puntos (localidades, caseríos o majadas)

e) Recursos Territoriales

Se entenderá por **recursos territoriales** todo elemento del Patrimonio Natural y Cultural, tangible e intangible potencialmente explotable en beneficio económico. Así, son recursos territoriales el agua, el suelo, la flora, la fauna doméstica y silvestre, los minerales, los sitios arqueológicos e históricos, el paisaje, etc.

De manera que para caracterizar el uso de estos recursos, se analizan los datos a partir de una encuesta estructurada aplicada a una muestra representativa de la Comunidad y se complementan los datos con información secundaria (Censo de

Folio017692

población y Vivienda 2002. Encuesta CASEN 2000, Diagnóstico poblacional Comuna Alto del Carmen, etc.).

Los indicadores se registran según las categorías de la Tabla 12 y el valor de existencia, estará dado por la Tabla 13.

TABLA N º 12: VALOR DE EXISTENCIA DE VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS POR SUBCUENCA DEL ÁREA DE ESTUDIO.

SUBCUENCA	CANTIDAD DE SITIOS POR SUBCUENCA	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN EN LA COMUNA	IMPORTANCIA	VALOR DE EXISTENCIA

TABLA N º 13: RANGOS DE VALOR DE EXISTENCIA VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS

VALOR	IMPORTANCIA	RANGO DE CANTIDAD VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS**
1	BAJO	0- 10 %
2	MEDIO	10.1 – 35 %
3	ALTO	MAYOR A 35%

** Con respecto al total de vestigios registrados en la comuna

Por su parte, el valor de uso de los recursos territoriales, estará dado por la determinación de la actividad funcional de la comunidad. Esta actividad se determina a partir del análisis de las actividades económicas realizadas por la población local en el área de estudio. Una vez obtenida se completa el siguiente cuadro:

Folio017693

TABLA 14: **VALOR DE USO DE RECURSOS TERRITORIALES, ACTIVIDAD FUNCIONAL POR PARTE DE LA COMUNIDAD LOCAL.**

SUBCUENCA	**CANTIDAD DE ELEMENTOS QUE INCIDEN EN LA ACTIVIDAD FUNCIONAL**	**SUPERFICIE UTILIZADA EN ELLO (hás)**	**DENSIDAD DE USO**	**% DE SUPERFICIE**	**VALOR DE USO**

Donde el valor de uso estará dad por los siguientes rangos:

TABLA N º 15: VALORIZACIÓN USO DE RECURSOS TERRITORIALES, ACTIVIDAD FUNCIONAL POR PARTE DE LA COMUNIDAD LOCAL

VALOR	**IMPORTANCIA**	**RANGOS DE SUPERFICIE DE USO DE RECURSOS***
1	BAJO	0 – 34 %
2	MEDIO	34.1 – 70 %
3	ALTO	70.1 – 100%

*De la superficie total de la unidad en estudio.

Cabe mencionar que se asigna un alto valor (valor 3) al mayor uso de los recursos, en concomitancia a la hipótesis de investigación N º 2. Esto pues se presume que la población local será el actor principal en el manejo de los espacios para la conservación, y, por lo tanto, mientras más utilicen el espacio, tendrán un mayor poder de monitoreo y fiscalización, siempre y cuando la actividad realizada no sea de impacto negativo al ambiente. Ello se definirá una vez obtenidos los resultados de caracterización de las ramas de actividad económica preponderante de la comunidad local y la superficie destinada a ello.

Finalmente, se ordenan los datos valorizados del componente socio cultural e histórico según la siguiente tabla:

Folio017694

TABLA N º 16: VALORIZACIÓN DEL COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO

COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
Vestigios arqueológicos -históricos						
Uso de recursos por parte de la Comunidad local						
Sumatoria de valores						
Normalización						
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL						
IMPORTANCIA						

Por otra parte, cabe mencionar en este punto, aquellas actividades realizadas en la Comuna que intervienen el espacio de manera considerable, como la Gran Minería y la Agricultura de exportación, entre otras, puesto que forman parte del uso de recursos territoriales que influyen en la planificación para la conservación, y en la posterior zonificación de estos espacios. Estas inversiones son medidas principalmente en dos aspectos: superficie considerada para la explotación (ya sea explotación actual o planificada a futuro) y cantidad de impactos potenciales de la explotación. Este último punto se regirá a considerar si existe o no impacto a los siguientes elementos: agua, suelo, flora, fauna, vestigios arqueológicos y salud humana (6 potenciales impactos). Para ello se determina el valor de uso por parte de las inversiones empresariales en el área de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA N º 17: rangos de valor para la superficie de uso de las inversiones empresariales

VALOR	RANGOS DE SUPERFICIE DE USO DE RECURSOS*
3	MÁS DEL 20%
2	5.1 – 20 %
1	0 – 5 %

*De la superficie total de la unidad en estudio.

Folio017695

TABLA N º 18: VALORIZACIÓN NÚMERO TOTAL DE POTENCIALES IMPACTOS POR PARTE DE LAS INVERSIONES EMPRESARIALES

VALOR	CANTIDAD DE POTENCIALES IMPACTOS
3	4-6
2	2-6
1	0-4

Finalmente, se ordenan los datos obtenidos en una tabla única, que dará cuenta de la valorización del componente inversiones empresariales en el área, según la siguiente tabla:

TABLA N º 19: VALORIZACIÓN DEL COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES

COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
Cantidad de inversiones empresariales						
Valor de porcentaje de uso de la subcuenca en inversión empresarial						
Valor de cantidad de potenciales impactos						
Sumatoria de valores						
Normalización						
VALORIZACIÓN COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES						
IMPORTANCIA						

Folio017696

3.2.5 Metodología para la generación de propuesta de conservación ambiental ligada a una base de datos alfanumérica y cartográfica que apoye la gestión y administración del área.

El primer análisis a realizar es acerca de la importancia biótica del sector en estudio, luego se compara el resultado con la componente sociocultural e histórica, a lo cual se agrega un breve análisis del valor del componente físico del sector.

La valorización del componente físico se efectúa por medio de la valorización de cuatro atributos:

a) Valorización de la red de drenaje: la importancia de la red de drenaje se evaluará preliminarmente, de acuerdo al aporte hídrico de cada subcuenca al régimen de la cuenca principal (río El Tránsito). También se considerará la posición dentro de la red hídrica. Finalmente, se considerará la relación:

TABLA N º 20: VALORIZACIÓN DE LA RED DE DRENAJE

VALOR	IMPORTANCIA	ATRIBUTO
1	BAJO	Quebradas intermitentes
2	MEDIO	Quebradas permanentes
3	ALTO	Ríos

b) Valorización de la presencia de cuerpos de agua (lagunas): se evaluará la presencia de cuerpos de agua, considerando su importancia para la sustentación de la flora y fauna, áreas de nidificación de aves y corredores biológicos.

TABLA N º 21: VALORIZACIÓN DE LA PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA

VALOR	IMPORTANCIA	ATRIBUTO
1	BAJO	Ausencia
3	ALTO	Presencia

Folio017697

c) Valorización de la presencia de cuerpos de nieves y glaciares: se evaluará la presencia de glaciares y cuerpos de nieves perpetuas, considerando su importancia al aporte hídrico a las cuencas principales de la comuna.

TABLA N º 22: VALORIZACIÓN DE LA PRESENCIA DE CUERPOS DE NIEVES Y GLACIARES

VALOR	IMPORTANCIA	ATRIBUTO
1	BAJO	Ausencia
3	ALTO	Presencia

4. *Valorización de accesibilidad:* se evaluará los accesos y la altitud como factor de relevancia para la accesibilidad al área.

TABLA N º 23: VALORIZACIÓN DE ACCESOS

VALOR	IMPORTANCIA	ATRIBUTO
1	BAJO	Predominancia de huellas y senderos con nula o poca mantención
2	MEDIO	Predominancia de caminos ripiados
3	ALTO	Predominancia de caminos asfaltados con mantención constante.

TABLA N º 24: VALORIZACIÓN DE ALTITUD

VALOR	IMPORTANCIA	ATRIBUTO
1	BAJO	Altitud promedio del sector sobre los 3.000 m.s.n.m
2	MEDIO	Altitud promedio del sector sobre los 2.000 m.s.n.m
3	ALTO	Altitud promedio del sector bajo los 2.000 m.s.n.m.

Finalmente, se ordenan los datos obtenidos en una tabla única, que dará cuenta de la valorización del componente físico en el área, según la siguiente tabla:

Folio017698

TABLA N º 25: VALORIZACIÓN DEL COMPONENTE FÍSICO

COMPONENTE FÍSICO	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
Valor red de drenaje						
Valor presencia de cuerpos de agua						
Valor presencia de cuerpos de nieves y glaciares						
Valor de accesos						
Valor de altitud						
Sumatoria de valores						
Normalización						
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÍSICO						
IMPORTANCIA						

Con la sumatoria de cada uno de estos atributos, se obtendrá un valor final, el cual se normalizará (escala 0 –1). El valor normalizado se volverá a valorizar en escala 1 a 3 (de menor a mayor importancia), para ser utilizado en la suma final de componentes, de acuerdo a los siguientes rangos:

TABLA N º 26: VALORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN DE ATRIBUTOS COMPONENTE FÍSICO

VALOR	IMPORTANCIA	RANGO DE NORMALIZACIÓN
1	BAJO	0 – 0.33
2	MEDIO	0.34 - 0.66
3	ALTO	0.67 - 1

A continuación se deben comparar estos resultados con el valor obtenido del componente inversiones empresariales, para deducir el cumplimiento de la tercera hipótesis de investigación.

Folio017699

Con la sumatoria de cada uno de los atributos detectados en el desarrollo de los componentes biótico, socio cultural e histórico, físico y de inversiones empresariales, se obtendrá un valor final, según se observa en la tabla 27:

TABLA N º 27: VALORIZACIÓN FINAL DE COMPONENTES

COMPONENTES	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO						
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO						
VALORIZACIÓN COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES						
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÏSICO						

La valorización final del área de estudio como espacio de conservación consistirá en la sumatoria de los valores finales de cada componente considerado. Este análisis se efectúa desde 2 aristas:

1) Considerando los componentes biótico, socio cultural e histórico y físico, donde se completa la siguiente tabla:

TABLA N º 28: VALOR DEL ÁREA DE ESTUDIO COMO ESPACIO DE CONSERVACIÓN EN BASE A COMPONENTES BIÓTICO, SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO Y FÍSICO.

COMPONENTES	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO						
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO						
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÏSICO						
Sumatoria de valores						

Folio017700

Valor de la Unidad como objeto de conservación						

El valor de la unidad, según la sumatoria de valores, es jerarquizado para este caso de la siguiente forma:

Valorización Baja: 3 – 4 – 5

Valorización Media: 6 – 7

Valorización Alta: 8 – 9

Este primer resultado permitirá observar la potencialidad del área de ser declarada ASPP y dar o no cumplimiento a la primera y segunda hipótesis de investigación.

2) Agregando al análisis, el valor del componente inversiones empresariales.

TABLA N º 29: VALOR DEL ÁREA DE ESTUDIO COMO ESPACIO DE CONSERVACIÓN EN BASE A COMPONENTES BIÓTICO, SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO, INVERSIONES EMPRESARIALES Y FÍSICO.

COMPONENTES	**UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)**					
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO						
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO						
VALORIZACIÓN COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES						
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÏSICO						
Sumatoria de valores						
Valor de la Unidad como objeto de conservación						

La jerarquización de valor de conservación ambiental será para este caso:

Valorización Baja: 4 – 7

Valorización Media: 8 – 10

Valorización Alta: 11 – 12

Folio017701

Esta segunda categorización permite observar la sostenibilidad del área en caso de ser declarada ASPP y, dar respuesta a la hipótesis de investigación N º 3.

Las áreas resultantes se integran formando un ente conectado de la relación Hombre-Medio, y según los resultados obtenidos se asignan roles territoriales de conservación al espacio, los que se definirán usando como criterio la presencia de elementos claves del ambiente: Ecosistemas, Especies con problemas de conservación, actividad económica y cultural efectuada en dichos espacios, etc.

Las áreas integradas permiten obtener una visión global del espacio y los procesos que ocurren en él; como existen procesos similares dados por las causas o por los resultados obtenidos, entonces se pueden homogeneizar áreas a partir de los resultados numéricos, lo cual deriva en una propuesta espacial de conservación ambiental en Huasco Alto, definiendo de esta forma, el cumplimiento o no cumplimiento de las hipótesis de la presente memoria de título.

Por último, y siguiendo a Lobo, J.M. y Hortal, J. 2003, acerca de la necesidad de elaborar bases de datos exhaustivas que recopilen de manera digital la información sobre la distribución de los organismos, actualmente depositada en colecciones y publicaciones, permite evaluar la capacidad de los espacios naturales protegidos para conservar diversidad biológica, he ahí la importancia de la utilización de los SIG en esta etapa de la investigación, y la complementación de estos resultados gráficos y alfanuméricos con la información a obtener por parte de la población que utiliza estos espacios. Así, para concluir con una propuesta de conservación en el área, se integran los datos ecosistémicos a los datos colectados en el desarrollo del subcapítulo 4.4, concluyendo la presente investigación en la propuesta de categoría de manejo para el área de estudio.

Folio017702

IV RESULTADOS

4.1 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA NORMATIVO DE CONSERVACIÓN DE BIODIVERSIDAD A TRAVÉS DE LOS INSTRUMENTOS LEGALES VIGENTES EN EL PAÍS.

4.1.1 Desarrollo v/s conservación ambiental

La protección ambiental no puede plantearse como un dilema frente al desarrollo, sino como uno de sus elementos. Pareciera que los países en subdesarrollo enfrentan el dilema de crecer y a la vez conservar la naturaleza. Sin embargo, esta disyuntiva es más aparente que real, pues con los mecanismos adecuados, es posible fomentar el desarrollo económico y, a la vez, proteger el medio ambiente. La raíz de buena parte de esta disyuntiva radicó en el modelo histórico de desarrollo aplicado en gran parte del mundo, incluido Chile. Este modelo prescindió de la variable ambiental como factor central de garantía del progreso y no consideró que la utilización racional de los recursos es fuente de desarrollo estable y continuo (BAERISWYL, 2001).

La Diversidad Biológica o Biodiversidad -definida como la variabilidad de especies presentes en un territorio- sustenta la sociedad de muchas e importantes maneras. Satisface alrededor del 80% de las necesidades humanas, es el pilar económico en muchos países, proporciona nuevas alternativas para la medicina y, cumple funciones ecológicas que permiten mantener la estabilidad planetaria, entre otros. <http://www.conama.cl>

Más del 40% de la economía mundial y alrededor del 80% de las necesidades de la población del mundo derivan de la diversidad biológica. La pérdida de ella amenaza estos servicios, y por lo tanto, a la sociedad en general (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN, 2001).

Folio017703

En los últimos años diversos países en el mundo han realizado importantes esfuerzos por definir políticas nacionales y estrategias de conservación de la diversidad biológica, en parte como una respuesta a los variados compromisos internacionales asumidos, y en parte por la creciente sensibilidad pública frente a los numerosos problemas ambientales que se enfrentan. En la gran mayoría de los casos, estas políticas nacionales y estrategias de conservación asignan una trascendental importancia al establecimiento y desarrollo de sistemas nacionales de áreas silvestres protegidas por el Estado, con fines de conservación *in situ* de ecosistemas, especies y recursos genéticos, así como para conservar paisajes naturales y áreas con potencial para el turismo y la recreación. Varios países también han definido objetivos específicos orientados a la mantención y mejoramiento de los recursos naturales, a la preservación de muestras representativas o únicas de ellos, y al desarrollo de su uso en forma sostenible (PONCE, 1996a; PONCE 1996b; ESCOBAR, 1996).

De esta manera, un gran número de instrumentos legales internacionales relacionados con la diversidad biológica se ha adoptado desde los años '70. Estas iniciativas (RAMSAR, CITES, entre otros) fueron orientadas fundamentalmente a la conservación de la biodiversidad. Posteriormente, se hizo evidente que la sola conservación no iba a ser suficiente para detener la pérdida de la diversidad biológica y que se necesitaban políticas que incorporaran la totalidad de las interacciones entre la sociedad y la biodiversidad. Es así como surge un nuevo desafío: la conservación y la utilización sostenible. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

El Estado Chileno enfrenta legalmente el tema de conservación de diversidad biológica con mayor énfasis, desde la primera mitad de la década de los ´90, a través de la suscripción en la Convención de Río de Janeiro en 1992, cuyos acuerdos son ratificados por el Estado Chileno en 1994. A través de esto, Chile se compromete a conservar la Diversidad Biológica en todas sus manifestaciones, esto es, genes, especies y ecosistemas; reconociendo por lo tanto, que uno de los mecanismos más eficaces para la conservación *in situ*[8] son los Sistemas de Áreas Protegidas (art. 8).

[8] Del Latín: *En el lugar*

Folio017704

4.1.2 Constitución Política de la República de Chile

La Constitución Política, vigente desde el 11 de marzo de 1981, cuya última reformulación se efectuó a través de la Ley 20050 (D.O. 26.08.2005), garantiza el derecho a la vida y a la integridad física y psíquica de la persona. Como corolario de lo anterior, el artículo 19, número 8, asegura a todas las personas el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Este derecho se garantiza de dos maneras, a saber: a) Mandando al Estado velar porque no sea afectado; y, b) Haciendo procedente el Recurso de Protección cuando sea afectado por un acto arbitrario e ilegal imputable a una autoridad o persona determinada.

La Carta Fundamental, adicionalmente, manda al Estado tutelar la preservación de la naturaleza y faculta al legislador para establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades con el fin de proteger el medio ambiente. Asimismo, faculta a la ley para someter el derecho de dominio a las limitaciones y obligaciones que deriven de la conservación del patrimonio ambiental. En ambos casos, previene que los preceptos legales que por mandato de la Constitución regulen o complementen las garantías que ésta establece o que las limiten en los casos en que ella lo autoriza, no podrán afectar los derechos en su esencia, ni imponer condiciones, tributos o requisitos que impidan su libre ejercicio.

4.1.3 Convenciones Internacionales en las cuales participa Chile

Los Tratados Internacionales con incidencia ambiental, constituyen una fuente importante de Derecho Ambiental Internacional y contribuyen a la generación de las políticas de cada nación en este tema. Chile ha suscrito gran parte de los tratados internacionales existentes sobre medio ambiente, los que ratificados por el Congreso Nacional, promulgados por el Presidente de la República y publicados en el Diario Oficial, adquieren el valor de Ley de la República.

Folio017705

El anexo N º 2 muestra los veinticuatro principales acuerdos internacionales ambientales suscritos por el Estado Chileno, la mayoría de los cuales se encuentran vigentes, aunque existen algunos que se encuentran en trámite de ratificación. Se han resaltado aquellos que entregan lineamientos claves hacia el establecimiento de Áreas Silvestres Protegidas, y que por lo tanto, pasan a constituir principios fundamentales del desarrollo de la presente memoria. De ellos destacan la Convención de Washington y la Convención sobre Diversidad Biológica.

a) Convención para la protección de la flora y fauna y las bellezas escénicas de América

Esta Convención conocida también como Convención de Washington fue suscrita en el marco de la Organización de Estados Americanos (OEA) y constituye el primer intento a nivel continental por considerar el medio ambiente como un tema independiente y relacionado con el desarrollo.

La Convención de Washington establece por vez primera una conceptualización en torno a los conceptos de reserva, parque nacional, santuario y monumento natural. A diferencia de las Convenciones que vendrán durante los años siguientes y, que toman al hombre como centro, esta Convención centra toda su atención en la protección de la naturaleza en sí misma y en la creación de lugares exclusivos para su conservación.

Su Objetivo General es Proteger a todas las especies y géneros de la flora y fauna de América de la extinción y preservar áreas de extraordinaria belleza, con énfasis en formaciones geológicas o con valor estético, histórico o científico, mientras que el objetivo específico es Impulsar una reglamentación a nivel de cada nación respecto de las importaciones, exportaciones y tránsito de especies protegidas de flora y fauna.

Folio017706

b) Convención sobre la Diversidad Biológica

El origen de las negociaciones de esta Convención se remonta a una decisión del PNUMA por crear un Grupo de Trabajo de Expertos en Diversidad Biológica para la armonización de los tratados existentes en relación a la biodiversidad. Este grupo acordó la necesidad de elaborar un instrumento internacional jurídicamente vinculante en el tema de la biodiversidad. Posteriormente, este grupo pasó a llamarse Comité de Negociación Intergubernamental y sostuvo siete sesiones de trabajo que culminaron en la adopción del texto final de la Convención en la Conferencia de las Naciones Unidas en Nairobi, en el año 1992. Durante el mismo año, en la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, este Convenio fue firmado por 152 países y la Unión Europea. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

Los *objetivos* del Convenio son:
• la conservación de la diversidad biológica;
• la utilización sustentable de sus componentes; y
• la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

El organismo encargado de la coordinación de la implementación de esta Convención en Chile es la CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente), a través del Departamento de Recursos Naturales.

Los *contenidos* sustantivos fundamentales de la **Convención de Biodiversidad** son:

a) Conservación (*in-situ y ex-situ*) y utilización sostenible

El Convenio numera una amplia gama de métodos que deben utilizarse para la **conservación** de la diversidad biológica. Estos métodos se pueden agrupar en cuatro categorías principales (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).:

i. la *protección de zonas*: el artículo 8(a)y(b) dispone el establecimiento no sólo de zonas protegidas en el sentido tradicional del término, sino también de zonas donde es preciso tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica. Es decir, se adopta un nuevo criterio de conservación *in-situ* en donde las zonas protegidas son zonas habitadas en las cuales se realizan todas las actividades, en especial las actividades tradicionales compatibles con los objetivos de la conservación.

ii. la *protección de especies*: los artículos 8 y 9 se refieren tanto a la conservación *in-situ* como *ex-situ* de las especies de especial valor, importancia o rareza, y a la recuperación de especies amenazadas.

iii. el *control de los procesos que pueden perjudicar a la diversidad biológica*: el Convenio requiere que las Partes identifiquen (artículo 7(c)) y regulen o gestionen (artículo 8 (l)) los procesos y las categorías de actividades que tengan o puedan tener efectos adversos y significativos en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica. Este es un nuevo enfoque de la conservación *in situ* y se refiere a que ciertas actividades puedan restringirse cuando puedan perjudicar gravemente a la diversidad biológica (por ejemplo, la caza, el uso de pesticidas, la forestación, la agricultura intensiva, el pastoreo excesivo, entre otras). Estas restricciones varían según la zona, los períodos del año y otras circunstancias.

A pesar que el Convenio entrega a las Partes la identificación de estos procesos, enumera dos que pueden tener efectos gravemente perjudiciales para la diversidad biológica, y que por lo tanto, deben ser regulados por todas las Partes. Estos son: el uso y la liberación de organismos vivos modificados por medios biotecnológicos (artículo 8(g)) y la introducción de especies exóticas que amenazan a los ecosistemas, los hábitats o las especies (artículo 8(h)).

iv. la *necesidad de evaluar los efectos ambientales*: el Convenio exige a las Partes que incorporen procedimientos adecuados que exijan la evaluación de los efectos ambientales de los proyectos, programas y políticas que puedan tener efectos adversos significativos en la diversidad biológica (artículo 14.1.(a) y (b)).

Folio017708

Por otra parte, en cuanto a la **utilización sostenible**, el Convenio exige que las Partes adopten medidas vinculadas al uso de los recursos biológicos para evitar o minimizar los efectos adversos en la diversidad biológica (artículo 10(b)). Esto significa, que se deben adoptar regulaciones en torno a la caza y la pesca, la recolección de especies (distinta a la caza y la pesca) y, en general, adoptar regulaciones aplicables a todas las especies animales y vegetales. Por otro lado, también se debe entender esta exigencia como un requisito de no sobre explotar las especies cosechables, considerando factores tales como el rendimiento óptimo sostenible y la conservación de los hábitats esenciales. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

Por último, este aspecto de la Convención debe complementarse con lo dispuesto en tratados especiales, como el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), que se refiere al control de la importación y exportación de especies.

b) Acceso a Recursos Genéticos, Acceso a los Conocimientos de Comunidades Indígenas y Locales, Propiedad Intelectual, Biotecnología, Acceso a la tecnología y Transferencia de Tecnología.

Son varios los artículos de la Convención que se refieren a estos temas. En primer lugar, el artículo 15 reconoce la soberanía de los Estados sobre los recursos naturales, otorgándoles la facultad de regular el acceso a los recursos genéticos y sometiendo las condiciones de acceso a la legislación nacional. Adicionalmente insta a facilitar las condiciones de acceso a otras Partes, para utilizaciones ambientalmente adecuadas, sin imponer condiciones contrarias a la misma Convención y de acuerdo con condiciones mutuamente convenidas. A su vez, establece que las medidas legislativas y administrativas que adopte cada parte contratante para el acceso de recursos ha de hacerse en forma tal que se compartan equitativamente los resultados de las actividades de investigación y desarrollo y los beneficios derivados de la utilización comercial con la parte contratante que aporta los recursos8. Por otra parte, el artículo 19 se refiere a la adopción de medidas para permitir el acceso prioritario de las Partes

Folio017709

sobre una base justa y equitativa, especialmente de los países en desarrollo, en cuanto a los beneficios que surjan de las biotecnologías basadas en los recursos genéticos aportados por ellos. A su vez, las Partes deben estudiar la necesidad y las modalidades de un protocolo que establezca procedimientos adecuados, incluido en particular el consentimiento fundamentado previo, en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización de cualesquiera organismos vivos modificados (OVM) resultantes de la biotecnología que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

En cuanto al acceso a los conocimientos de las comunidades indígenas, es principalmente el artículo 8(j) el que se refiere al particular, señalando que cada Parte deberá respetar, preservar y mantener los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica. De igual manera deberá promover la más amplia aplicación de esos conocimientos, innovaciones y prácticas con la aprobación y participación de los poseedores de los mismos y fomentar que los beneficios derivados de la utilización de esos conocimientos, innovaciones y prácticas se compartan equitativamente. Es decir, el Convenio reconoce la validez y el valor de los conocimientos y costumbres indígenas, pero deja la responsabilidad de su reconocimiento a cada una de las Partes. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

Por último, la Convención también se refiere al acceso a la tecnología y a su transferencia y señala, en su artículo 16, que se debe asegurar y facilitar el acceso a las tecnologías pertinentes para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica o que utilicen recursos genéticos y no causen daños significativos al medio ambiente. Este acceso a la tecnología ha de hacerse en las condiciones más justas y en los términos más favorables tratándose de países en desarrollo. De igual manera, y en el caso de tecnología sujeta a patentes y otros derechos de propiedad intelectual, como lo puede ser la información no divulgada, también debe asegurarse

Folio017710

esa transferencia, más aún tratándose de países en desarrollo que aportan los recursos genéticos.(MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

4.1.4 Leyes y Decretos Leyes

Otros instrumentos legales que pueden apoyar la conservación y protección de áreas naturales han sido definidos para situaciones específicas y no necesariamente centrados en la conservación de la biodiversidad. Tal es el caso por ejemplo, de los distritos de conservación de suelos, bosques y aguas que se han definido para evitar la erosión o recuperar terrenos erosionados, los lugares de interés histórico o científico que define el Código de Minería, o las áreas de protección turística, entre otros. (CODEFF, 1999)

En el ámbito propiamente normativo, es la **Ley 19.300**, de Bases Generales del Medio Ambiente, la que en el Párrafo 4º del Título II regula la "Conservación del Patrimonio Ambiental" señalando que *el Estado administrará un Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas, que incluirá los parques y reservas marinas, con objeto de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental.* A su vez, establece que el Estado deberá fomentar e incentivar la creación de áreas silvestres protegidas de propiedad privada, las que estarán afectas a igual tratamiento tributario, derechos, obligaciones y cargas que las pertenecientes al Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). Por otra parte, en cuanto a las especies de flora y fauna silvestres, el artículo 37 señala que un *reglamento fijará el procedimiento para clasificar las especies de flora y fauna silvestres, sobre la base de antecedentes científico-técnicos, y según su estado de conservación, en las siguientes categorías: extinguidas, en peligro de extinción, vulnerables, raras, insuficientemente conocidas y fuera de peligro*. Finalmente, los artículos 41 y 42 se refieren a los Planes de Manejo, como instrumentos de gestión ambiental de los recursos naturales renovables, señalando

Folio017711

que se debe asegurar su capacidad de regeneración y la diversidad biológica asociada a ellos. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

Existen además diversas normativas sectoriales que se han dictado en Chile relacionadas con la protección de los recursos naturales y la biodiversidad. En cuanto a la **flora** se puede mencionar especialmente la Ley de Bosques (1931) y su Reglamento (1940); el D.L. 701 sobre Fomento Forestal (1974); el D.L. 1939 (1977) sobre Adquisición, Administración y Disposición de Bienes del Estado; el D.L. 3557, de Protección Agrícola (1980); la Ley 17.288 sobre Monumentos Nacionales y la Ley 18.362, que establece el SNASPE (1984). En cuanto a la **fauna,** se debe indicar la Ley de Caza, Ley 19.473 (1996) y su Reglamento (1998), cuyo objetivo principal es limitar la caza a niveles sustentables que permitan la conservación de las especies; y la Ley de Pesca, Ley 18.892 (1991) y su reglamentación complementaria.

De todas estas normas, cabe analizar especialmente el régimen jurídico adoptado por la Ley de Caza, por tratarse de una normativa posterior a la adopción de la Convención de Diversidad Biológica. La **Ley 19.473 de 1996** y el **D.S. 5/98** del Ministerio de Agricultura determinan el régimen jurídico aplicable a la caza. Al respecto, el artículo 1 señala que la ley se aplica *a la caza, captura, crianza, conservación y utilización sustentable de animales de la fauna silvestre, con excepción de las especies y los recursos hidrobiológicos...*". De la normativa establecida por esta ley, cabe resaltar dos disposiciones relacionadas con la implementación de la Convención: prohibición de caza o captura de ejemplares de fauna silvestre catalogados como especies en peligro de extinción, vulnerables, raras y escasamente conocidas, así como de las especies catalogadas como beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria, para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales o que presenten densidades poblacionales reducidas. El Reglamento, por su parte, establece la nómina de estas especies. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

La *protección de las especies animales* está estipulada en la Ley de Caza de 1996, la cual satisface además las exigencias de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies en Peligro de la Flora y Fauna Silvestres (CITES) con respecto al tráfico

Folio017712

de especies amenazadas. En la ley se incluyen todas las especies mencionadas en la CITES y en la Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres (Convención de Bonn). Se ha prohibido la caza y captura, venta y exportación de casi todas las especies chilenas autóctonas. Esta prohibición afecta a todos los anfibios y reptiles, 90 mamíferos y 430 aves. Es posible cazar 25 especies de aves (23 autóctonas y 2 exóticas) y 11 mamíferos en temporadas específicas; otras 23 especies de vertebrados introducidas han sido declaradas plagas y pueden cazarse sin restricción. La Ley de Caza exige a los cazadores obtener una licencia (aproximadamente 26.000 personas la habían obtenido en el año 2000) y define las zonas de coto. A partir del año 2003, se establecieron 13 de estas zonas con una superficie conjunta de 11.160 km2, en contraste con los 316 km2 que existían en la década anterior. Nuevamente, sin embargo, ha resultado difícil convertir estas buenas intenciones en hechos, entre otras cosas por la débil vigilancia. No se registran más allá de 150 o 200 infracciones anuales, incluidas las relacionadas con la CITES. Entre ellas hay sanciones penales y administrativas de hasta 5.000 dólares (o hasta el doble, en caso de reincidencia). El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) supervisa el cumplimiento de la Ley de Caza y la CITES con la asistencia de unos 100 inspectores de caza *ad honorem*.(OCDE-CEPAL, 2005)

La Ley de Bosques N° 4.363 del 30 de Junio de 1931 es considerada clave para el objetivo de la conservación en Chile. Dicho cuerpo legal permite la creación de los Parques Nacionales y Reservas Forestales para la conservación de especies y ecosistemas vulnerables o en peligro de extinción. En su Artículo 10 señala que los Parques Nacionales y Reservas Forestales serán administrados por la Corporación Nacional Forestal, la cual no posee a la fecha cuerpo legal que la cree como Institución Pública.

Por otra parte, la **Ley 19.253 de 1993**, Ley Indígena, dispone en su artículo 7 que *el Estado reconoce el derecho de los indígenas a mantener y desarrollar sus propias manifestaciones culturales, en todo lo que no se oponga a la moral, a las buenas costumbres y al orden público.* Es decir, existe en la ley un reconocimiento limitado a la costumbre indígena, el que no se refiere expresamente a los conocimientos, prácticas

Folio017713

o innovaciones indígenas *que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica*, según los términos de la Convención. Este vacío legislativo se ha hecho notar por el Grupo de Trabajo convocado recientemente por el Presidente de la República, Don Ricardo Lagos Escobar, con el propósito de recomendar un conjunto de propuestas concretas para el desarrollo de los pueblos indígenas como asimismo sentar las bases hacia un nuevo trato entre el Estado y la Sociedad Chilena con sus pueblos indígenas. El informe elaborado por dicho Grupo propone el reconocimiento oficial de la medicina indígena y la protección de los ecosistemas indígenas con sus plantas medicinales. A su vez, plantea la necesidad del reconocimiento oficial de los saberes indígenas: lenguas, medicina, cosmovisión, religiones, con amplia difusión e incorporación a la vida cotidiana, a los textos de estudio y a la práctica sanitaria. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

Sin perjuicio de la existencia de toda la normativa recientemente mencionada, se debe señalar, que el ordenamiento jurídico chileno no cumple con los compromisos internacionales asumidos con la ratificación de la Convención sobre Biodiversidad. En primer lugar, se encuentra pendiente todavía la dictación de los reglamentos de áreas silvestres protegidas privadas y de clasificación de especies según su conservación, vacíos que impiden una adecuada protección de zonas y especies, necesaria para la conservación de la diversidad biológica. Tampoco existe normativa en lo que se refiere a la regulación de modalidades de conservación *ex situ*, tales como los bancos de genes, los bancos de semillas, los bancos de espermas y óvulos, las colecciones in vitro de tejidos de plantas y cultivos microbianos, centros de recursos microbianos y los jardines botánicos, entre otros. Por otra parte, en cuanto al control de los procesos que pueden perjudicar la diversidad biológica, sólo la Ley de Caza se refiere a la introducción y liberación de especies “exóticas” de fauna silvestre, y la Ley de Pesca a la “importación de especies hidrobiológicas”, exigiendo autorizaciones del SAG y de la Subsecretaría de Pesca, respectivamente. Sin embargo, estas actividades no han sido incluidas en el artículo 10 de la ley 19.300 y por lo tanto, no se encuentran sometidas al SEIA. En cuanto a la introducción de especies “exóticas” de flora silvestre, no existe

Folio017714

normativa con excepción de lo dispuesto por el D.L. 3557 (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

A su vez, Chile carece de normativa que promueva la consideración de la conservación de la diversidad biológica en los procesos nacionales de adopción de decisiones, ni la integración de la utilización sostenible de la biodiversidad en los planes, programas, políticas sectoriales o intersectoriales y en los proyectos de desarrollo. En efecto, en relación al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), la ley 19.300 no implementa debidamente el Convenio. El artículo 10, que enumera los proyectos y actividades sujetos al SEIA, no incorpora los planes, programas y políticas públicas a la evaluación ambiental y, además, omite toda referencia a la conservación de la diversidad biológica y a la utilización sostenible de sus componentes. Lo mismo ocurre con el artículo 11 que señala los efectos, características o circunstancias que determinan la necesidad de proceder a la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental y no de una Declaración de Impacto Ambiental. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

Finalmente, cabe también destacar que en Chile no existen normas que regulen el acceso a material genético o permitan patentar su uso.

Dentro de este marco regulatorio aplicable a la protección de la biodiversidad en el país, a nivel nacional destacan 13 instrumentos legales y sus correspondientes categorías de protección (Anexo N º 3).

4.1.5 Políticas, Planes, Estrategias y Programas de carácter Nacional

a) Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable (CONAMA, 1997)

Chile cuenta con una **Política Ambiental** establecida formalmente por el Consejo Directivo de Ministros de la CONAMA. Dentro de los objetivos específicos de dicha

Folio017715

política se encuentra "fomentar la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales", el que se desarrolla en las siguientes líneas de acción, entre otras: la dictación del marco regulatorio sobre recursos naturales señalado en la Ley 19.300 y otros cuerpos legales[9] (CONAMA, 1998); la definición y establecimiento de estándares y medidas de conservación para los recursos naturales patrimoniales que indica; y el conocimiento de los ecosistemas[10]. Finalmente, la política ambiental establece ciertos compromisos específicos al año 2006, entre los cuales incluye: la definición de la normativa para las áreas silvestres protegidas privadas, la elaboración del reglamento de clasificación de especies según estado de conservación, y la precisión de las orientaciones básicas que enmarquen una estrategia de protección de la diversidad biológica en el país. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

b) Agenda Ambiental País 2002 – 2006

La "Agenda Ambiental País" (2002-2006) ha fijado su accionar y desafío en objetivar los resultados asociados a la protección de los Recursos naturales y la gestión ambiental.

Las cuatro Líneas de Acción definidas por CONAMA en la Agenda son:

-Recuperación ambiental de las grandes ciudades
-Protección del patrimonio natural
-Modernización y agilización de la gestión ambiental
-Transformación cultural

[9] Estos son: el perfeccionamiento del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE); la dictación de normativa regulatoria para el fomento e incentivo a la creación de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada; la promulgación del reglamento de clasificación de especies según su estado de conservación; el desarrollo de inventarios de especies de flora y fauna; y la formulación de planes de manejo que regulen el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables (p.26).

[10] En cuanto a la Biodiversidad señala: "Se avanza en la puesta en marcha del Convenio sobre Diversidad Biológica a través de la elaboración de la Estrategia Nacional para la conservación, manejo y uso sustentable de la biodiversidad y el diseño de un Plan de Acción; así como el establecimiento de sistemas de información en biodiversidad" (p.26).

Folio017716

La Agenda Ambiental del gobierno estipula que al año 2006 se pondrá bajo protección el 10 por ciento de los ecosistemas más relevantes a nivel nacional, es decir, 2,9 millones de hectáreas entre predios públicos y privados. El primer paso ya fue dado por el Ministerio de Vivienda, que dispuso que 330 mil hectáreas distribuidos en 17 predios fiscales, sean declarados como zonas protegidas, todos ellos incluidos entre los 68 Sitios Prioritarios de Conservación de Biodiversidad, de acuerdo a CONAMA. Entre las áreas protegidas se encuentra la zona del desierto florido entre Copiapó y Vallenar, la reserva marina Punta Choros, la isla Navarino y el entorno de la estancia Yendegaia en la Región de Magallanes. A ello se suma el entorno de la isla Carlos III, que se convirtió así en el primer parque marino del país, con el nombre de Francisco Coloane. Esta declaratoria implica que se excluye la posibilidad de realizar una urbanización masiva y se destina a la preservación, actividades ecoturísticas sustentables, investigación científica y educación ambiental, demostrando que la protección de la naturaleza puede ser una actividad rentable. <http://www.elbosquechileno.cl>

c) Estrategia Nacional de Biodiversidad (CONAMA, 2003)

La **Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB)** fue aprobada en diciembre de 2003, y se basa en un Marco estratégico, el cual contiene la Visión, los Fundamentos, Principios y Objetivo General y específicos, que sientan las Líneas estratégicas en materia medioambiental para el país y las acciones propuestas para cada una de ellas. Este es el instrumento que operativiza al Convenio de Diversidad Biológica suscrito por nuestro país el año 1992. A su vez, la Estrategia Nacional de Biodiversidad, se enlaza a escalas menores de análisis con las Estrategias Regionales de Biodiversidad, en donde se definen los Sitios prioritarios de conservación de biodiversidad. La mayoría de estas se encuentran en proceso de elaboración, al igual que el plan de acción nacional para la diversidad biológica, en el cual se detallarán actividades específicas y se asignarán responsabilidades a instituciones individuales.

Las líneas estratégicas de la Estrategia Nacional de Biodiversidad se refieren a:

Folio017717

- Asegurar la conservación y restauración de los ecosistemas de manera de reducir de forma importante el ritmo actual de pérdida de la diversidad biológica antes del 2010.
- Asegurar la preservación de especies y del patrimonio genético.
- Promover las prácticas productivas sustentables que aseguren el mantenimiento de la biodiversidad.
- Fortalecer la coordinación interinstitucional e intersectorial para la gestión integral de la biodiversidad.
- Establecer los mecanismos formales y no formales requeridos para asegurar una óptima gestión de la biodiversidad.
- Fortalecer la educación ambiental, la conciencia pública y el acceso a la información en el ámbito de la biodiversidad.
- Fortalecer y coordinar la investigación que permita mejorar el conocimiento sobre conservación y uso sustentable de la biodiversidad.
- Consolidar los mecanismos para el financiamiento requerido para la conservación de la biodiversidad.

d) Plan de Acción País 2004- 2015 (CONAMA, 2005)

Para Chile, la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica es un tema de alta relevancia, ya que el crecimiento y la estabilidad económica que ha experimentado el país tiene su base en la explotación de sus recursos naturales, particularmente los mineros, pesqueros, forestales, acuícolas y agrícolas. A la par con otros temas de relevancia nacional, como la inequidad en la distribución del ingreso, las situaciones de pobreza y la postergación de grupos humanos; la gestión ambiental se enmarca en una agenda que reconoce la existencia de problemas que necesitan una atención adecuada por parte del Estado y de la sociedad en su conjunto. Chile no es ajeno a las exigencias que plantea el desarrollo de generar los mecanismos y medios necesarios para mantener y restablecer los equilibrios de la compleja relación entre los ciudadanos y su entorno.

Folio017718

La noción de desarrollo sostenible ha sido el eje estratégico de la política ambiental[11] y de la Agenda Ambiental de Gobierno 2004-2006, reconociendo que no puede haber un progreso sólido y estable si no existe simultáneamente equidad social y protección ambiental. Se han realizado importantes esfuerzos en dotar al país de una institucionalidad ambiental que contenga tanto marcos normativos claros y modernos como instrumentos de gestión ambiental asociados a la prevención y eliminación de efectos significativos de las actividades humanas sobre el ambiente. También, se ha avanzado en la sensibilización y educación ambiental, la incorporación de criterios ambientales en la toma de decisión del sector público y privado, y el desarrollo de una base de información ambiental para la toma de decisiones.

En este contexto, en los últimos diez años desde la promulgación de la Ley Nº 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), la gestión ambiental presenta avances significativos. Sin embargo, y especialmente en materia de conservación y uso sostenible de la diversidad biológica, el país tiene aún desafíos importantes para las próximas décadas, en relación a conocer su patrimonio natural, proteger ecosistemas poco representados en el sistema actual de áreas silvestres protegidas, promover prácticas productivas sostenibles, contar con mecanismos de financiamiento estables para la conservación, y fortalecer la coordinación intersectorial, la educación ambiental formal y no formal. Adicionalmente, se deben realizar acciones tendientes a asumir temas emergentes como la biotecnología y la bioseguridad, los cuales presentan grandes oportunidades para el desarrollo de nuevas actividades productivas en el país y para asegurar que sus beneficios de su desarrollo sean accesibles a todos los ciudadanos.

Como país inmerso en el contexto mundial y a partir de la entrada en vigencia de un número significativo de tratados de libre comercio y tratados ambientales internacionales, que abordan la protección de la diversidad biológica directa o

[11] En 1997, el Consejo de Ministros de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) aprobó la Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable.

Folio017719

indirectamente (Biodiversidad, Lucha contra la Desertificación, CITES, Cambio Climático, entre otros), los desafíos por avanzar en la conservación y uso eficiente y racional del patrimonio natural se acentúan aún más, especialmente en las capacidades para promover el manejo y la protección de los recursos biológicos.

En este contexto, con la aprobación de la ENB por parte del Consejo de Ministros de CONAMA, el Plan de Acción de País (PdAP) es una respuesta a los requerimientos establecidos por el Gobierno y la Convención sobre Biodiversidad ratificada por Chile en 1994. Además, constituye una visión conjunta entre los actores relevantes de la sociedad chilena, sobre los pasos para avanzar de manera mancomunada y sostenida en la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica al año 2015. Este Plan contempla una evaluación periódica que permita actualizar el diseño de acciones a emprender.

Este Plan de Acción no sólo considera las acciones de los diversos sectores comprometidos para la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y la Convención Internacional del mismo tema, sino que también incorpora otras visiones derivadas de otros compromisos internacionales en materias de diversidad biológica y protección de recursos naturales. Por ejemplo, una cuestión central, para promover la conservación y el uso sostenible de la diversidad Biológica, es considerar el análisis de la vulnerabilidad de los ecosistemas a los impactos del cambio climático y las medidas de adaptación a tales impactos. El Plan de Acción incorpora esta visión en el horizonte de mediano y largo plazo.

e) Evaluaciones de desempeño ambiental, misión OCDE 2005

En este informe se evalúa el desempeño ambiental de Chile. Es el resultado de la colaboración entre la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Naciones Unidas y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). Se trata de una experiencia piloto en el marco del programa de trabajo

Folio017720

propuesto por la CEPAL para América Latina y el Caribe. Asimismo, forma parte del programa de evaluaciones de desempeño ambiental de la OCDE.

Para evaluar el desempeño ambiental se toma en cuenta el grado de cumplimiento de los *objetivos nacionales y los compromisos internacionales*. Para situar la evaluación del desempeño ambiental en su contexto, se consideran además los registros históricos ambientales, la situación actual del medio ambiente, la dotación física de recursos naturales del país, su situación económica y sus tendencias demográficas.

La OCDE ha llevado a cabo estas evaluaciones sistemáticas e independientes en todos sus países miembros con el objetivo de *promover el desarrollo sustentable,* con énfasis en la puesta en práctica de políticas ambientales nacionales e internacionales, así como en la integración de las variables económicas, sociales y ambientales en la toma de decisiones. El objetivo del programa consiste en apoyar a los países para que mejoren su desempeño individual y colectivo en la gestión del medio ambiente, con los siguientes objetivos principales:

– Asistir a cada gobierno en la evaluación de sus progresos;
– Fomentar un diálogo permanente entre los países en materia de políticas, mediante un proceso de examen entre pares, y
- Estimular una mayor rendición de cuentas de los gobiernos ante la opinión pública, tanto en los países desarrollados como en el resto del mundo.

En el capítulo “Conservación de la naturaleza y la diversidad biológica”, la OCDE evalúa los siguientes temas:

• Diversidad biológica altamente endémica
• Áreas protegidas públicas y privadas
• Necesidad de planificar el territorio
• Oportunidades de beneficio mutuo en la gestión de la naturaleza y del turismo
• El alerce, la secoya sudamericana

Folio017721

Donde concluye que a pesar de la definición de instrumentos normativos y de políticas y planes sectoriales referidos a la protección de la naturaleza; el país no cuenta con los énfasis ni recursos suficientes para enfrentar las amenazas de largo plazo de la diversidad biológica altamente endémica de Chile, puesto que no existe ninguna ley específica de conservación de la naturaleza y, las estructuras institucionales y de manejo dan una importancia secundaria a los objetivos de conservación ante las metas más amplias de los organismos estatales.

También la OCDE concluye que dada la falta de interés y de financiamiento, el avance del objetivo de proteger al menos el 10% de los ecosistemas relevantes al 2010 no se cumplirá. Pero valora la iniciativa de confluir los sistemas de planificación territorial (caso RM y VIII Región) con el fin de asegurar la identificación de áreas de gran diversidad biológica fuera de las áreas protegidas, y tenerlas en cuenta al momento de adoptar decisiones relativas al uso del suelo.

Destaca el grado de insatisfacción general en la ciudadanía percibido por el bajo nivel de actividad para hacer cumplir las normas ambientales y las bajas condenas asociadas a ello en el sistema judicial.

Finalmente critica la participación de Chile en los Acuerdos Internacionales en materia de protección medioambiental, desde el punto de vista que la legislación nacional no ha sabido operativizar estas iniciativas, al mismo tiempo que los recursos estatales no priorizan la conservación ambiental y, los recursos asociados a ello deben competir en forma inevitable con las agendas de desarrollo de las organizaciones sectoriales.

4.1.6 Estrategias y Políticas Regionales en materia medioambiental

En la actualidad existe acuerdo respecto a que el medio ambiente en la Región de Atacama, está fuertemente presionado por las exigencias que plantea el desarrollo económico y social. La explotación histórica que se ha hecho de los recursos

Folio017722

renovables y no renovables, sin las necesarias consideraciones ambientales que en la actualidad se han implementado, ha comprometido seriamente la capacidad de renovación y preservación de los recursos renovables; de la calidad del aire, del agua y del suelo; además de la sustentabilidad del patrimonio natural no renovable existente en Atacama. El desarrollo de actividades de exploración y prospección minera sin las necesarias consideraciones ambientales, la destrucción de áreas de afloramiento del desierto florido, la construcción de caminos de penetración sin considerar alternativas de menor costo ambiental, la presión ejercida sobre el recurso hídrico sin atender su reutilización y reciclaje, la intromisión de ganado en áreas de alta fragilidad ambiental y la extracción intensiva de algas en sectores costeros, entre otras situaciones, amenazan la sobrevivencia de los recursos animales y vegetales, y la permanencia de la diversidad biológica, que forma parte del patrimonio ambiental de Atacama.

a) Estrategia Regional de Desarrollo Atacama: ERDA

La visión del futuro de la región hacia la cual se orienta esta estrategia se sustenta en los diagnósticos y perspectivas elaborados por las distintas Instituciones y Organismos Públicos; en las opiniones recogidas de diversos actores e integrantes de la sociedad civil en consultas formales e informales; y en las evidencias que la vida diaria pone de manifiesto. Esta visión ha sido formulada de la siguiente manera: "*Un Desarrollo Regional con Énfasis en el bienestar y la equidad social, la seguridad ciudadana y la igualdad de oportunidades entre mujeres y hombres, con un crecimiento económico eficiente, equitativo y ambientalmente sustentable; un territorio fluidamente articulado tanto interna como externamente, una identidad cultural fortalecida y un ambiente dinámico y creativo. Con una institucionalidad publica en proceso de modernización permanente y una sociedad civil fortalecida, asegurando mayor eficacia y transparencia de la acción gubernamental y una mayor participación de las organizaciones y de la ciudadanía en las decisiones más trascendentes.*"

Folio017723

La Misión Estratégica del Gobierno Regional se presenta como una propuesta política desagregada en 8 grandes áreas temáticas o subsistemas, de los cuales se derivan los objetivos y lineamientos estratégicos correspondientes a cada una de ellas.

Entre los objetivos de la ERDA 2001-2006, el Objetivo 4, referido a ***Medio ambiente en la Región,*** propicia un "Desarrollo económico y social de Atacama ambientalmente sustentable a fin de obtener una mejor calidad de vida para las generaciones actuales y futuras, con un medio ambiente protegido, preservando y conservando la naturaleza y el patrimonio ambiental de la región" (SERPLAC ATACAMA, 2001).

b) Política Ambiental de la Región de Atacama

La Política Ambiental de la Región de Atacama se nutre de dos grandes orientaciones. La primera, aquellos desafíos que desde el punto de vista ambiental se derivan de la Estrategia Regional de Desarrollo y la segunda, la expresión local de la Política Ambiental Nacional.

A partir de 1990, la Región de Atacama inicia un proceso paulatino, pero sostenido, tendiente a incorporar en su modelo de desarrollo la dimensión ambiental. La Estrategia Regional de Desarrollo en vigencia, constituye el documento que señala los grandes lineamientos que debe seguir el desarrollo integral del territorio y de la comunidad que lo habita.

En este proceso, el Gobierno Regional y la comunidad atacameña incorporan como desafío fundamental para el futuro de la Región de Atacama el avanzar hacia un desarrollo regional con sustentabilidad. Se trata fundamentalmente de que en Atacama se puedan generar las condiciones básicas que permitan compatibilizar el proceso de crecimiento económico regional con la protección del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales, en un contexto de equidad social y económica, sin comprometer las expectativas de las generaciones futuras. En este sentido, la

Folio017724

condición fundamental del desarrollo sustentable es la armonización de las políticas económicas, las políticas sociales y las políticas ambientales.

La Política Ambiental Nacional y su expresión regional se sustenta en tres grandes fundamentos que la inspiran:

- Calidad de vida de las personas
- Complementariedad entre desarrollo socioeconómico y la sustentabilidad ambiental.
- Equidad social y la superación de la pobreza

La Política Ambiental de la Región de Atacama tiene como objetivo central, hacer ambientalmente sustentable el proceso de desarrollo, siendo su fin último la calidad de vida de sus habitantes. En este sentido, la gestión ambiental, que es de responsabilidad individual y colectiva, requiere del compromiso y la participación de toda la comunidad. En la práctica, un avance más rápido en materia ambiental debiera concitar una amplia dinámica de participación y discusión.

c) Estrategia y Plan de Acción para la conservación y protección de la biodiversidad en la Región de Atacama

La Estrategia de Conservación de Biodiversidad de la Región de Atacama, se elaboró a partir de un diagnóstico de la situación biológica de la región, permitiendo la identificación de cinco Sitios Prioritarios de Conservación de Biodiversidad, así como los principales lineamientos y acciones a considerar al momento de conservar y proteger la biodiversidad regional, basado en la participación territorial, sectorial y académica.

Los sitios identificados por este instrumento son: Salar de Pedernales, Desierto Florido, Estuario Río Huasco, Morro Bahía Inglesa y Lagunas Altoandinas. Sin emabrgo no considera planes de acción específicos para cada uno de ellos.

Folio017725

d) Estrategia CONAF para el Desarrollo Regional (ECDR)

De acuerdo al proceso de Modernización del Estado, las Instituciones Públicas definen instrumentos de agilización y mayor eficiencia de la gestión pública. En el caso de CONAF, se ha establecido como mecanismo de modernización la Estrategia CONAF par el desarrollo regional. La Estrategia de CONAF para el Desarrollo Regional o ECDR, corresponde a una respuesta desde el quehacer integral de CONAF a las demandas y requerimientos de la sociedad, expresadas en cada una de las regiones del país, según sus propias estrategias de desarrollo, en el nivel local o comunal.

En este marco, CONAF Región de Atacama, ha priorizado en su estrategia sectorial 2003-2004, seis grandes líneas de acción, donde cabe destacar los lineamientos 5 y 6 (CONAF, 2003)

Lineamiento 5: Promover la protección y conservación de la diversidad biológica Regional y el cumplimiento de la normativa vigente.

- Diseñar e implementar un Programa de Educación Ambiental.
- Procurar el cumplimiento de la normativa forestal y ambiental vigente, con competencia institucional.
- *Fomentar la creación y desarrollo de Áreas Silvestres Protegidas Privadas.*
- Promover la conservación de Humedales Altoandinos.

Lineamiento 6: Consolidar el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado en la Región de Atacama.

El cumplimiento de los lineamientos se define por medio de un concurso de proyectos asociados a ellos, donde es la propia Institución la que los formula y presenta en mancomunión con la población afectada por las problemáticas detectadas, compitiendo los presupuestos regionales y nacionales entre el número total de iniciativas

Folio017726

postuladas, ya sea a nivel regional o a nivel nacional. Sin embargo, ya que es la propia Institución la que formula, presenta, selecciona, ejecuta y evalúa las iniciativas, este proceso no es del todo transparente con la ciudadanía, y requiere de una revisión en su proceso de selección y evaluación de los proyectos.

4.1.7 La materialización de la conservación ambiental en Chile.

Las áreas silvestres protegidas constituyen en la actualidad la herramienta central con que cuentan los países para la conservación de su biodiversidad. A nivel mundial, se estima que los territorios en alguna categoría de protección suman unos 4,3 millones de km², lo que representa alrededor del 2,8% de la superficie terrestre. En el caso de Chile, en 1984 fue creado el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), aunque desde 1991 la ley posibilita el establecimiento de Reservas y Parques Marinos, en el primer caso, para el SNASPE diversos estudios estiman que la superficie que abarca debiera aumentar en alrededor de un 15%, debido a su insuficiente representatividad ecológica y distribución territorial, y en el segundo caso, se cuenta con una sola Reserva Marina. Por lo tanto, es necesario incorporar a regímenes de protección a aquellos terrenos identificados como prioritarios para la conservación de la biodiversidad y contar con la adecuada representatividad de los distintos ecosistemas presentes en Chile (CODEFF, 1999).

Aún cuando es reconocido que las áreas protegidas constituyen un importante medio para la conservación de la diversidad biológica, la mantención y mejoramiento de los sistemas nacionales representan importantes sacrificios presupuestarios, especialmente si se considera que estos presupuestos compiten fuertemente con otras necesidades económicas y sociales prevalecientes. En consecuencia, el desafío que enfrentan muchos países en este sentido, es buscar la forma de continuar con la implementación de una estrategia en materia de conservación de la biodiversidad, enfocada al propio beneficio de la comunidad y bajo un criterio de desarrollo sustentable, en momentos en que los presupuestos públicos disponibles se reducen y la demanda por explotación de los recursos naturales sigue creciendo. Bajo estas

Folio017727

circunstancias, resulta urgente diseñar y ejecutar estrategias de conservación realistas y originales, con miras a contar con los recursos estatales mínimos, buscando, al mismo tiempo, novedosas formas de incentivar la generación de ingresos propios y motivar la cooperación del sector privado. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

La protección de ecosistemas desérticos de gran fragilidad, lugares relictuales de la región con clima mediterráneo, bosques templados húmedos, zonas con vegetación altoandina, y áreas costeras y marinas, que hoy no se encuentran protegidos mediante mecanismo alguno, constituyen un gran desafío para el futuro y una obligación para las generaciones que vienen (CODEFF, 1999).

Aunque el Estado ha realizado un esfuerzo en incorporar estas nuevas áreas, sus restricciones financieras son por todos conocidas. Asimismo, parte importante de las áreas que se consideran prioritarias se encuentran hoy en manos de privados. Lejos de ser un obstáculo, este hecho nos habla de una de las tendencias más promisorias de los últimos años en el campo de la conservación biológica: la colaboración entre agentes públicos y privados, que convierte a las ONGs, los propietarios individuales y las empresas en sectores clave para asegurar la conservación de la diversidad biológica. (CODEFF, 1999)

El Ministerio de Educación opera un sistema de *monumentos nacionales* destinado a proteger el patrimonio histórico, arqueológico, cultural y natural de Chile. Entre estos se cuentan 28 santuarios de la naturaleza, compuestos en su mayoría por islotes, lagunas o formaciones geológicas, demasiado pequeños para contener un valor significativo en términos de diversidad biológica, aún cuando sí tienen cierta relevancia simbólica (OCDE-CEPAL, 2005).

Folio017728

a) EL Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)

En Chile, las áreas silvestres que cuentan con una protección legal cuyo objetivo primordial es la conservación del Patrimonio Natural, están representadas principalmente por los Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), administrados por la Corporación Nacional Forestal - CONAF; por los Santuarios de la Naturaleza establecidos por el Consejo de Monumentos Nacionales y por los Parques y Reservas Marinas dependientes del Servicio Nacional de Pesca - SERNAPESCA. (CODEFF, 1999).

- Marco legal del SNASPE : Ley 18.362

Chile *designó áreas protegidas* ya en 1907, y estableció su primer parque nacional (el parque nacional Vicente Pérez Rosales, en la X región de Los Lagos) en 1926. Estos tempranos esfuerzos fueron motivados principalmente por la intención de promover el turismo y abarcaban terrenos que no eran utilizados para otros fines. Los objetivos de conservación salieron a la palestra en 1984 (Ley N° 18.362) con la creación del SNASPE, que reconoce tres tipos de áreas protegidas: parques nacionales, reservas nacionales y monumentos naturales (OCDE-CEPAL, 2005).

Como una forma de conservar las áreas naturales, el 27 de diciembre de 1984 fue publicada en el Diario Oficial la creación de un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), bajo la Ley Nº 18.362, siguiendo las recomendaciones de la Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza.

Desde el punto de vista legal, la **Ley Nº 18.362 no se encuentra actualmente vigente**, ya que se encuentra condicionada a la publicación de otra Ley (Ley Nº 18.348), que establece la institucionalidad pública encargada de su administración. La actual Corporación Nacional Forestal, CONAF, si bien es el organismo encargado de la administración del SNASPE, es una corporación de derecho privado con atribuciones

Folio017729

propias de un organismo público. Sin embargo, la Ley 18.362 fue publicada en el Diario Oficial y por lo tanto se manifiesta la voluntad del Estado de mantener y administrar este sistema, como así lo hace efectivamente CONAF en la actualidad.

- Definición, Objetivos y Extensión del SNASPE

El SNASPE se encuentra bajo la competencia legal y administrativa de CONAF, dependiente del Ministerio de Agricultura, y comprende los siguientes objetivos:

- Mantener áreas de carácter único representativas de la diversidad ecológica natural del país o lugares con comunidades animales o vegetales, paisajes o formaciones geológicas naturales, a fin de posibilitar la educación e investigación y de asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones animales, los patrones de flujo genético y la regulación del medio ambiente.
- Mantener y mejorar recursos de la flora y la fauna silvestres y racionalizar su utilización.
- Mantener la capacidad productiva de los suelos y restaurar aquellos que se encuentren en peligro o en erosión.
- Mantener y mejorar los sistemas hidrológicos naturales.
- Preservar y mejorar los recursos escénicos naturales y los elementos culturales ligados a un ambiente natural.

La red del SNASPE cubre en la actualidad *aproximadamente un 19% del territorio nacional* (141.230 km2), cifra muy superior al criterio mínimo del 10% establecido por la IUCN. La red comprende 31 parques nacionales, 48 reservas nacionales y 15 monumentos naturales. Todos los parques nacionales se clasifican en la categoría II de la IUCN (parque nacional); las reservas caen en la categoría IV (reservas de naturaleza administrada/santuarios de vida silvestre) y los monumentos dentro de la categoría III (monumentos naturales/hitos naturales). El SNASPE incluye nueve sitios Ramsar y siete reservas de la biosfera de la UNESCO. Chile además posee tres sitios de Patrimonio Mundial, aunque estos protegen patrimonio cultural (como la isla de Pascua) y no patrimonio natural. No obstante la gran extensión conjunta, muchas áreas

Folio017730

que forman parte del SNASPE son demasiado pequeñas y aisladas entre sí para representar un gran valor de conservación y el sistema *no es suficientemente representativo* de la diversidad de los ecosistemas chilenos. Casi la cuarta parte de las áreas protegidas del SNASPE está cubierta permanentemente de nieve y hielo y un 57% está formado por ecosistemas de pantanos y bosques perennes, que representan el 18% de la superficie nacional. La proporción protegida es inferior al 5% para cuatro de los ocho tipos de paisajes (desierto, matorrales, bosques caducos y estepas patagónicas). A escalas más pequeñas se observa un escenario similar: el porcentaje de protección es inferior al 5% en 13 de las 21 subregiones, y el desierto florido no tiene ninguna representación. A nivel aún más detallado, 17 de las 85 formaciones vegetales no están presentes en el SNASPE. Veintiún sitios que abarcan un total de 4.109 km2 se agregaron al área original del SNASPE entre 1984 y 2000, y están previstas otras adiciones. Sin embargo, la tasa de avance es muy inferior a la requerida para alcanzar la superficie (entre 26.000 km2 y 30.000 km2) que debe agregarse para que Chile logre su objetivo de *proteger el 10% de todos los ecosistemas significativos en el año 2010*. Ya se ha realizado gran parte del trabajo de identificar las áreas más adecuadas: en un estudio preparado por la CONAF en 1993 y publicado en 1996, se señalaron los lugares con gran diversidad biológica y se destacaron 21 sitios cuya protección es urgente, además de 30 lugares prioritarios, 31 áreas “de interés” y 19 sitios de “interés específico” (OCDE-CEPAL, 2005).

La CONAF administra la red del SNASPE por medio de su Programa de Patrimonio de Vida Silvestre y cuenta con 538 empleados para este fin (11% personal técnico, 72% guardaparques, 11% otros trabajadores y 6% personal administrativo). Existen planes de manejo para 51 parques y reservas. En los últimos años ha habido iniciativas positivas como el establecimiento de siete consejos asesores regionales y 14 consejos locales destinados a estimular la participación de la comunidad en la administración de la red. La CONAMA, en asociación con el Ministerio de Educación, ha establecido 30 centros educacionales en parques para promover la educación ambiental a más de un millón de personas que visitan cada año la red del SNASPE. La red da cabida además a gran cantidad de proyectos de investigación científica. Además, el SNASPE promueve el desarrollo local y aboga por otorgar más facultades a los pueblos

Folio017731

indígenas. Aún cuando en la red del SNASPE se incluyen áreas marítimas, se trata solo de extensiones de las áreas terrestres y no tienen entidad por sí mismas. (OCDE-CEPAL, 2005).

Cabe destacar que de las 94 unidades del SNASPE, 51 cuentan con Plan de Manejo, es decir, sólo un 56.6% del total.

- Categorías de Manejo del SNASPE

Las áreas del SNASPE se encuentran clasificadas en cuatro *Categorías de Manejo* según la Ley 18.362:

Parque Nacional: Se define como Parque Nacional un área generalmente extensa, donde existen diversos ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, no alterada significativamente por la acción humana, capaces de autoperpetuarse y en que las especies de flora y fauna o las formaciones geológicas, son de especial interés educativo, científico o recreativo. Los objetivos que se pretende son la preservación de muestras de ambientes naturales, de rasgos culturales y escénicos asociados a ellos; la continuidad de los procesos evolutivos, y en la medida compatible con lo anterior, la realización de actividades de educación, investigación y recreación.

Reserva Nacional: Se llama Reserva Nacional al área cuyos recursos naturales es necesario conservar y utilizar con especial cuidado, por la susceptibilidad de éstos a sufrir degradación o por su importancia en el resguardo del bienestar de la comunidad. Tiene como objetivo la conservación y protección del recurso suelo y de aquellas especies amenazadas de flora y fauna silvestre, a la mantención de o mejoramiento de la producción hídrica y la aplicación de tecnologías de aprovechamiento racional de éstas.

Monumento Natural: Área generalmente reducida, caracterizada por la presencia de especies nativas de flora y fauna o por la existencia de sitios geológicos relevantes

Folio017732

desde el punto de vista escénico, cultural o científicos. Su objetivo es preservar el ambiente natural, cultural y escénico, y en la medida que sea compatible con ello, desarrollar actividades educativas, recreacionales o de investigación.

Reserva de Región Virgen: Área donde existen condiciones primitivas naturales de flora, fauna, vivienda y comunicaciones, con ausencia de caminos para el tráfico de vehículos motorizados, y vedada a toda explotación comercial. El objetivo de esta categoría de manejo es mantener dichas reservas inviolables en cuanto sea factible, excepto para la investigación científica.

Gran parte de los ecosistemas que deben conservarse o cuya protección debiera ser fortalecida por debilidades en su representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, se encuentran localizados en la actualidad en terrenos de propiedad privada.

b) Las Áreas Silvestres Protegidas de propiedad Privada (ASPP)

De los 75 millones de hectáreas del territorio nacional, alrededor de un 20% se encuentra bajo algún nivel de protección oficial. Sin embargo, en ese esquema encontramos ecosistemas sobrerepresentados, en circunstancias que otros tanto o más relevantes en términos de su biodiversidad no tienen protección alguna. Con la elaboración de la Estrategia Nacional y el Plan de Acción para la conservación de la biodiversidad, la comunidad, la empresa privada y la administración pública podrán decidir en conjunto qué quieren proteger y las razones para ello, y cooperar activamente en ese objetivo. Por esto, al año 2006 al menos el 10% de la superficie de los ecosistemas que están hoy desprotegidos debieran contar con alguna protección oficial. Se pretende alcanzar dicha meta oficializando el reglamento de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada, con el fin de estimular la protección de territorios por parte de privados. <http://www.conama.cl>

Folio017733

Durante los últimos 15 años ha surgido la *participación del sector privado en la creación de áreas protegidas*. Estas áreas pueden ser: i) parques privados; ii) donaciones de tierras al SNASPE; iii) terrenos pertenecientes a grupos de personas (denominadas comunidades de conservación) para fines productivos o de recreo, aunque administrados con propósitos de conservación; iv) proyectos comerciales de ecopropiedad y ecoturismo, y v) administración privada de terrenos protegidos pertenecientes al Estado (fuera de las zonas que constituyen el SNASPE) para fines de ecoturismo (OCDE-CEPAL, 2005).

- Marco Legal: Ley 19.300, Reglamento ASPP

La Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, establece en el artículo 35 que "*Con el mismo propósito señalado en el artículo precedente (34), el Estado fomentará e incentivará la creación de Áreas Silvestres de Propiedad Privada"*.

Los propósitos a los que se refiere el artículo señalado son:

- Asegurar la Diversidad Biológica
- Conservar el Patrimonio Ambiental
- Preservar la Naturaleza

Por lo tanto, la Ley reconoce y mandata en Chile, que la conservación de la biodiversidad es fundamental asegurarla, utilizando además del Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), un Sistema de Áreas Protegidas de Propiedad Privada (ASPP).

El mandato de la Ley, sin embargo, para que sea operativo debe necesariamente poseer un Reglamento. Para este efecto y con ocasión del día del Medio Ambiente del año 2004, S.E. el Presidente de la República, Don Ricardo Lagos Escobar, envió a la Contraloría General de la República el Reglamento sobre Áreas Silvestres Protegidas de propiedad Privada; Reglamento que fija las normas de creación, afectación y categorías de manejo, entre otros aspectos de gestión de estas áreas.

Folio017734

En este contexto, durante los años 2003 y 2004, CONAMA y CONAF, trabajaron en los instrumentos de operativización del Reglamento de ASPP, lo cual decantó en el recientemente publicado por CONAF "Manual de Procedimientos para la afectación de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada", manual que estipula el proceso que se debe sentar desde la solicitud del propietario del predio hasta la afectación por parte del Organismo Supervisor, con las tareas competentes a cada una de las partes.

A pesar de no existir una ley y un reglamento vigente, que regule el accionar de las áreas protegidas privadas, personas particulares, ONGs, fundaciones y otras instituciones privadas se han abocado a la tarea de protección de áreas silvestres a lo largo del país.

- Definición, Objetivos y Extensión de las ASPP.

El Reglamento de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada (ASPP) establece "*los requisitos, plazos y limitaciones de aplicación general que se deberán cumplir para gozar de las franquicias, ejercer los derechos y dar cumplimiento a las obligaciones y cargas a las que estarán afectas las Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada."*

Así, según el Art 2 del Reglamento en mención, se entenderá por:

Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada: Porción de territorio de propiedad privada, delimitado geográficamente y establecida por voluntad de su propietario para alcanzar los objetivos contemplados en el artículo 34 de la Ley Nº 19.300: asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental.

Folio017735

- Categorías de Manejo de las ASPP.

Este Reglamento también se pronuncia acerca de las categorías de manejo que deberán poseer las áreas silvestres protegidas de propiedad privada, en efecto, en el Título II, art.3 señala "*El propietario deberá solicitar la afectación de su predio o parte de él en alguna de las siguientes categorías, de acuerdo al uso que contemple realizar.*

a) Reserva Privada de Región Virgen: una región donde existen condiciones primitivas naturales de flora, fauna, vivienda y comunicaciones con ausencia de caminos para el tráfico de motores y vedada a toda explotación comercial

b) Parque Privado: Las regiones establecidas para la protección y conservación de las bellezas escénicas naturales y de la flora y fauna de importancia nacional, de las que el publico podrá disfrutar mejor al ser puesto bajo la vigilancia oficial

c) Monumento Natural Privado: Las regiones, los objetos o las especies vivas de animales o plantas de interés estético o valor histórico o científico, a los cuales se les da protección absoluta.

Los monumentos naturales se crean con el fin de conservar un objeto especifico o una especies determinada de flora o fauna declarando una región, un objeto o una especie aislada, monumento natural inviolable excepto para realizar investigaciones científicas debidamente autorizadas, o inspecciones gubernamentales.

d) Reserva Natural Privada: Las regiones establecidas para la conservación y utilización, bajo vigilancia oficial, de las riquezas en las cuales se dará a la flora y fauna toda la protección que sea compatible con los fines para los que fueron creadas las reservas."

A pesar de no existir un reconocimiento oficial de las áreas protegidas privadas en Chile, existen varios predios cuyos propietarios le otorgan tal condición.

Folio017736

En efecto, según el informe OCDE-CEPAL (2005) sobre Evaluaciones al desempeño ambiental Chile, la mayoría de las áreas protegidas del sector privado son masas vegetales de bosque nativo en la IX región de La Araucanía y la X región de Los Lagos. Las personas, los grupos, las ONG y las empresas propietarias de estas tierras suelen adoptar una perspectiva de padrinazgo, aunque presentan además *motivaciones diversas*, como la inversión para el futuro, la recreación y la producción sustentable en silvicultura y ganadería. Dos tercios de los propietarios son personas o grupos de personas. Los 3.000 km2 del parque Pumalín en Los Lagos pertenece a un millonario estadounidense, sin embargo, muchos de estos propietarios no son adinerados. El Comité Nacional Pro Defensa de la Flora y Fauna (CODEFF), organización ambiental coordinadora que cuenta con más de cien miembros (personas naturales, ONG, universidades y fundaciones), fundó en 1997 la Red de Áreas Protegidas Privadas (RAPP), la cual comprende actualmente 133 sitios con un total de 454.700 hás; sin embargo al no estar sometidas a una ley de regulación, la mayoría de estas áreas, cuya superficie fluctúa entre 1 y 260.000 hás, no cuentan con Planes de Manejo.

Según CODEFF(1999), los interesados en ser parte de la RAPP accedieron a la Red una vez aceptados los Principios de ésta, y completado un formulario de inscripción. El accionar de la RAPP se ha focalizado inicialmente en:

- *Crear un Grupo de Investigadores de la RAPP,* con un investigador por región. Su objetivo es identificar personas que estén ejerciendo acciones de conservación de áreas silvestres e invitarlas a unirse a la Red; establecer contacto directo con los miembros de la Red de manera de conocer directamente sus predios y analizar sus problemas, inquietudes y necesidades; y buscar terrenos de importancia para la conservación de la biodiversidad que estén a la venta y compradores interesados en su protección.

- *Establecer Medios de Comunicación* entre los miembros a través de un boletín trimestral y la realización de reuniones nacionales y regionales que permitan a los

Folio017737

miembros recibir capacitación técnica en temas de su interés, conocer las actividades que están realizando los distintos miembros e informarse sobre que se discute y trabaja a nivel nacional e internacional en el tema.

- *Formar un Grupo de Consultores* que pueda ofrecer apoyo técnico a los miembros de la red en distintas áreas temáticas como planificación de áreas protegidas, planes de manejo, líneas de base de flora y fauna, monitoreo, educación, investigación, actividades de ecoturismo, manejo sustentable de bosque, entre otras.

- *Constituir Tres Comisiones* de apoyo a la conservación de nuestro patrimonio natural:

1. *Comisión sobre Gestión en áreas protegidas privadas*. Enfoca su que hacer en la elaboración de proyectos destinados a apoyar la gestión de las áreas de los miembros de la Red.
2. *Comisión Legal*. Promueve y apoya la necesidad de elaborar un marco jurídico y su respectivo reglamento para la constitución de Áreas Silvestres Protegidas Privadas; la implementación de instrumentos legales actualmente en la ley chilena que posibilitan la participación del sector privado en la conservación de áreas silvestres.
3. *Comisión de Corretaje Verde*. Su objetivo es la búsqueda de personas interesadas en comprar terrenos para la conservación así como la identificación de estos.

El principal objetivo en el futuro cercano es lograr el fortalecimiento de los miembros de la RAPP, de manera que estos conozcan la biodiversidad que están protegiendo en sus predios; que cuenten con un Plan de Manejo del área para compatibilizar las actividades que deseen implementar con la conservación del área; que puedan proteger legalmente su área, evitando que esta sea dañada sin que exista una sanción; y que puedan contar con incentivos que estimulen, fortalezcan y fomenten la conservación de áreas silvestres. (CODEFF, 1999)

Folio017738

Este movimiento surgió espontáneamente a fines de la década de 1980 sin ninguna guía significativa ni la intervención del gobierno. A pesar de las buenas intenciones de sus propietarios, hasta ahora las áreas protegidas por el sector privado han realizado un *aporte limitado a la protección de la naturaleza*. La selección de los sitios es principalmente aleatoria (aún cuando, al igual que los sitios protegidos del SNASPE, están fuertemente concentrados en las áreas de bosques nativos) y asigna escasa consideración a las prioridades de diversidad biológica. La mayor parte de las zonas son pequeñas y aisladas. Con escasas excepciones, carecen de estudios de referencia, planes de manejo y personal capacitado. Aunque existen algunos instrumentos jurídicos (acuerdos escriturados que limitan el uso que se puede dar a las tierras) para salvaguardar su situación, la mayoría de estas zonas no están protegidas.

De esta forma, la normativa ambiental vigente estipula la necesidad de proteger muestras ecosistémicas relevantes y conservar la diversidad biológica nacional.

Persiguiendo esta iniciativa se promulgó el Proyecto de Reglamento de ASPP como una medida de complementariedad a la protección ecosistémica que ofrece el SNASPE, en cumplimiento al acuerdo suscrito con la ratificación del Convenio de Diversidad Biológica; y, aunque este Reglamento aún no está visado por la Contraloría General de la República, es el único instrumento normativo que se refiere a la protección de espacios al interior de propiedades privadas, y es por lo tanto, el instrumento directriz en la evaluación del área escogida como área de estudio en la presente investigación.

Folio017739

4.2 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRITORIO DE HUASCO ALTO EN RELACIÓN A LOS REQUISITOS O CONDICIONES QUE EXIGEN LOS INSTRUMENTOS LEGALES DE CONSERVACIÓN APLICABLES EN EL PAÍS RESPECTO A LA CREACIÓN DE ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DE PROPIEDAD PRIVADA.

4.2.1 Representatividad de ecosistemas en la zona de Huasco Alto

De acuerdo a lo expuesto en la metodología, los instrumentos de planificación para la conservación ambiental aplicados en Chile, consideran como aplicables las clasificaciones de formaciones vegetales al análisis ecosistémico, entendiendo que la formación nace de un contexto de sub-regiones y regiones biogeográficas con características similares y por lo tanto, con dinámicas sucesionales similares. En efecto, la Estrategia Nacional de Biodiversidad (CONAMA, 2004) así lo demuestra: ”*Pese a no estar definida a nivel ecosistémico, uno de los métodos de clasificación de la vegetación ampliamente utilizado es el que reconoce y ordena agrupaciones vegetales que constituyen paisajes vegetacionales, en un sistema jerárquico de tres niveles principales: regional, sub-regional y de formación vegetacional* “*Respecto al funcionamiento ecosistémico la información que se tiene no es completa, ya que ha sido escasamente estudiado en Chile, por lo que a este nivel no es factible analizar la diversidad y variabilidad ecosistémica. De igual forma, es escasa la información que analiza la potencial respuesta al nivel específico y ecosistémico de la biota chilena, frente a eventuales cambios globales en patrones climáticos.”*

Desde este punto de vista, el territorio de Huasco Alto, alberga tres muestras ecosistémicas (tres muestras de formaciones vegetales), tal como se observa en las tablas N º 30 y N º 31.

Folio017740

TABLA N º 30: CLASIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS EN LA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN, FORMULARIO A2 DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA AFECTACIÓN DE ASPP

ECOSISTEMA REGIONES, SUB-REGIONES, FORMACIONES	**POSEE CONDICIONES FUERA DE LO COMÚN (Marque X)**	
	SI	**NO**
1 Región del Desierto		
Subregión del Desierto Florido		
Formaciones vegetacionales		
Desierto Florido de los Llanos	X	
Desierto Florido de las Serranías	X	
1. Región de la Estepa Altoandina		
Subregión de los Andes Mediterráneos		
Formación Vegetacional		
Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana.	X	

TABLA N º 31: COBERTURA DE LAS FORMACIONES VEGETACIONALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

REGIONES, SUB-REGIONES, FORMACIONES	**Cobertura Comunal (hás)**	**Cobertura área de estudio (hás)**
1 Región del Desierto		
Subregión del Desierto Florido		
Formaciones vegetacionales		
Desierto Florido de los Llanos	7.559,73	768, 21
Desierto Florido de las Serranías	132.226,86	46.763, 59
2. Región de la Estepa Altoandina		
Subregión de los Andes Mediterráneos		
Formación Vegetacional		
Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana.	447.624,.26	191.384, 77

De acuerdo a lo señalado en el anexo N º 4, que cuantifica las formaciones vegetales y su presencia en el SNASPE, y a las Tablas 17 y 18, que señalan la cobertura de las formaciones vegetacionales en la comuna y la Comunidad Huascoaltinos, la unidad en estudio pertenece a las formaciones del **Desierto Florido de las Serranías** (46.763,59

Folio017741

hás), **Desierto Florido de los Llanos** (768,21 hás) y **Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana** (191.384, 77 hás), todos ellos sin presencia en el SNASPE.

a) Marco Biogeográfico

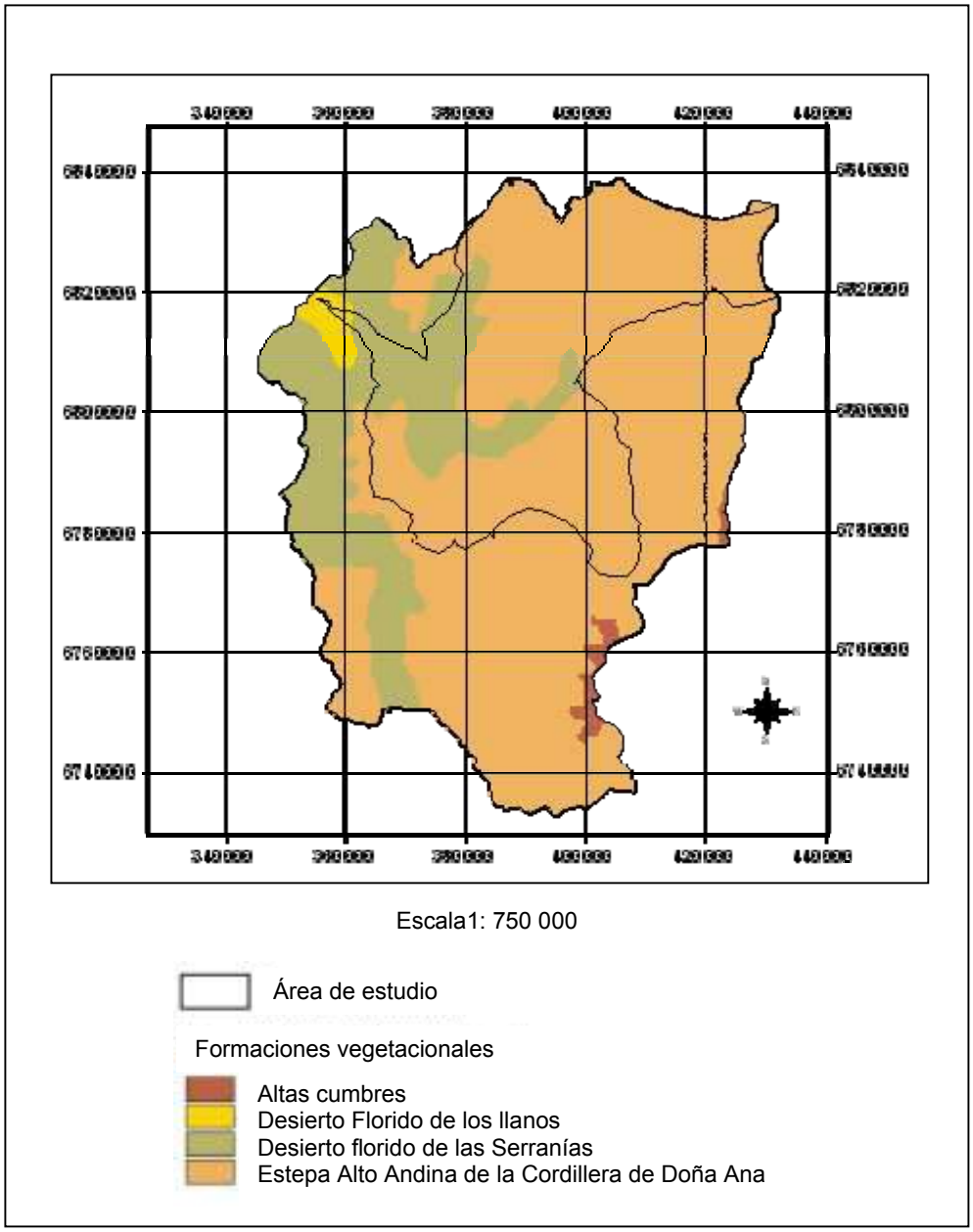
El área de estudio se inserta en un ambiente general árido, de características desérticas, el cual desde un punto de vista biogeográfico a nivel continental, queda incluido en la Región Neotropical, Dominio Andino-Patagónico, en las Provincias Del Desierto y Altoandina (Cabrera y Wilkins, 1973).

Los ambientes de la **Provincia del Desierto**, dirigidos a las zonas de menores altitudes del área de estudio, se caracterizan por una elevada aridez, producto de precipitaciones concentradas en el período invernal (escasas y eventuales), con un marcado régimen torrencial, y para el caso de las mayores altitudes del sector, estas precipitaciones frecuentemente son nivales. La vegetación presenta una estructura media a baja, y corresponde principalmente a arbustos con hojas pequeñas y caedizas o ausentes, con tallos verdosos y en muchos casos espinosos; los grados de cubrimientos son generalmente de claros a escasos, sin llegar a cubrir el 50 % de la superficie, salvo situaciones puntuales (vegas), en donde producto de un aporte particular y localizado de la humedad, es posible reconocer mayores cubrimientos.

La parte oriental de la comuna se inserta en la **Provincia Altoandina**, la cual abarca las montañas de la Cordillera de los Andes desde Venezuela hasta Tierra del Fuego por sobre los 3700 metros de altitud en esta área. Esta provincia se caracteriza por un clima frío durante todo el año y sus precipitaciones tienen forma de nieve o granizo. Su temperatura media baja está compensada durante los días claros por la intensa radiación solar. La vegetación es pobre y en ella predominan las gramíneas xerófilas y las dicotiledóneas rastreras o en cojín. Las hierbas mas tiernas crecen al abrigo de las rocas o bajo las matas de los pastos donde quedan protegidas del viento y de los herbívoros.

Folio017742

FIGURA 5: COBERTURA FORMACIONES VEGETACIONALES EN LA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN Y EL ÁREA DE ESTUDIO.



Fuente: Elaboración propia, abril 2005

Folio017743

Según Gajardo (1994), la comuna se inserta en dos regiones ecológicas, que se diferencian principalmente por las altitudes de los territorios. La porción más baja del valle, en las cercanías de la localidad de Alto del Carmen, se inserta en la *Región del Desierto*, *Subregión del Desierto Florido*, en dos formaciones vegetacionales, la *Formación del Desierto Florido de los Llanos* y el *Desierto Florido de las Serranías*. Por sobre el límite altitudinal de estas formaciones se encuentra la *Región de la Estepa Altoandina*, *Subregión de los Andes Mediterráneos*, representada por la *Formación de la Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana*.

La Formación del Desierto Florido de los Llanos se ubica en las extensas llanuras arenosas presentes entre Vallenar y Copiapó en la porción central de la región de Atacama. Fisionómicamente consiste en una cobertura rala de arbustos bajos, pero en su composición intervienen numerosas plantas geófítas y efímeras, que surgen cuando ocurren las precipitaciones. Para la zona de estudio se señala su presencia en una pequeña extensión en las cercanías de Alto del Carmen. En estricto rigor y de acuerdo a los antecedentes disponibles para el área, esta muestra no es representativa de la formación vegetacional, ya que por su ubicación en la propiedad de la Comunidad, se encuentra sometida a mayor presión por uso de recursos.

La Formación del Desierto Florido de las Serranías abarca los sectores montañosos intermedios, presentando comunidades de matorral fuertemente intervenidas por explotación para leña y/o carbón, además de pastoreo caprino. Se cita que presenta una alta diversidad florística, aún cuando no existen estudios detallados de su composición específica, señalándose como la única comunidad reconocida aquella de *Balsamocarpon brevifolium* (algarrobilla) con una composición florística que corresponde más bien con aquellas presentes en la cuenca del río Choros, en la parte norte de la región de Coquimbo.

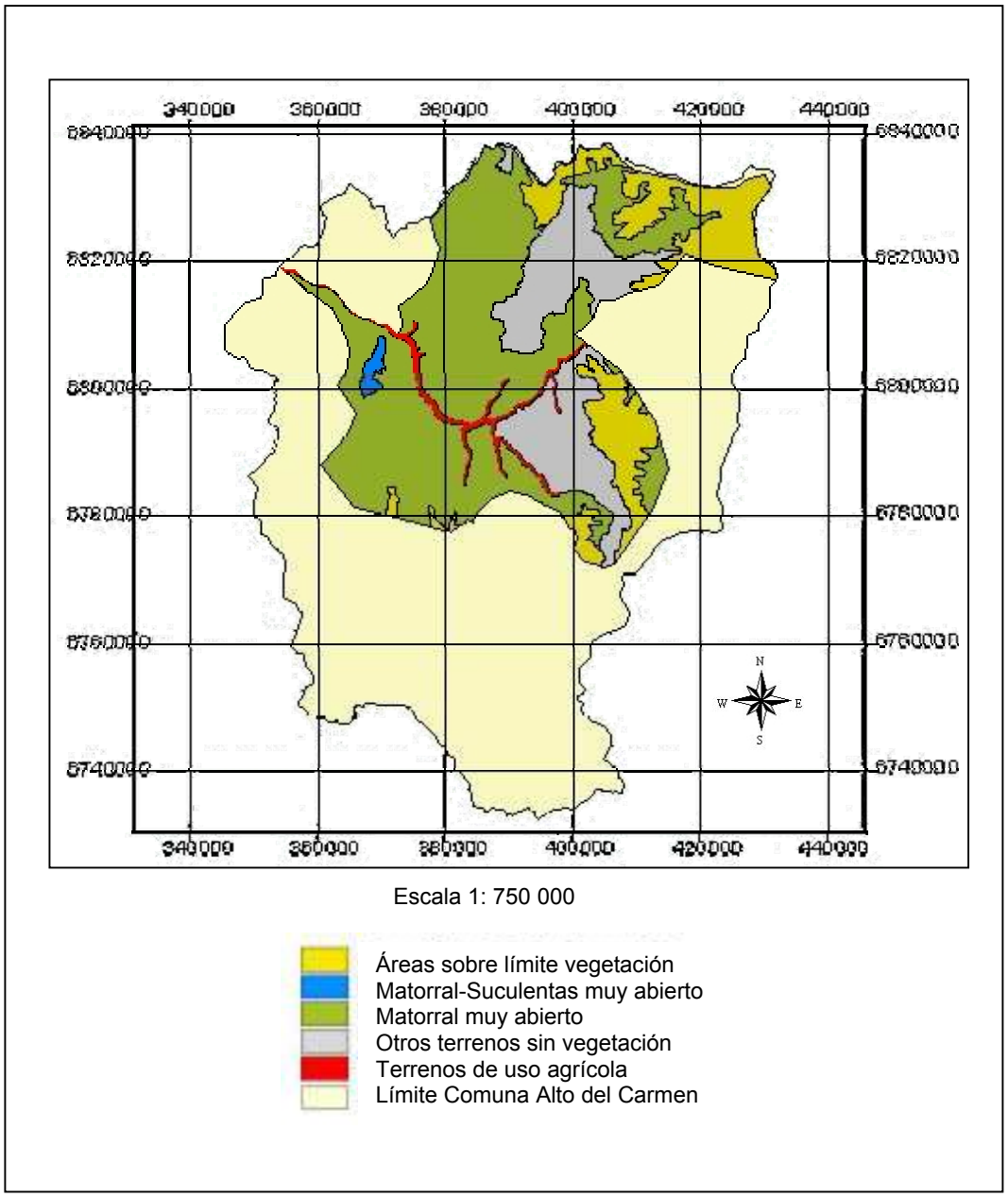
La Formación de la Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana se extiende entre el sur de la región de Atacama y el norte de la región de Coquimbo. Ocupa la porción oriental de la comuna, sobre los 2500 – 2600 m de altitud hasta el límite internacional. Debido a la falta de información, se señala que puede incluir más de una unidad

Folio017744

territorial. Esta formación, de acuerdo con los antecedentes recopilados, queda representada por al menos una de sus cuatro comunidades vegetacionales características, la comunidad de *Stipa chrysophylla – Adesmia gayana*, que si bien puede variar en cuanto a las especies dominantes, la descripción y especies participantes en ella se encuentran en las zonas de mayor altitud dentro de la región vegetacional.

A nivel local, considerando los antecedentes entregados por el Catastro de Vegetación Nativa, en el área de estudio se distinguen principalmente cinco usos de suelo: matorral con suculentas muy abierto, matorral muy abierto, zonas de uso agrícola – habitacional, otros usos sin vegetación y zonas sobre el límite vegetacional. (Figura 6)

FIGURA 6: USO ACTUAL DE SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO



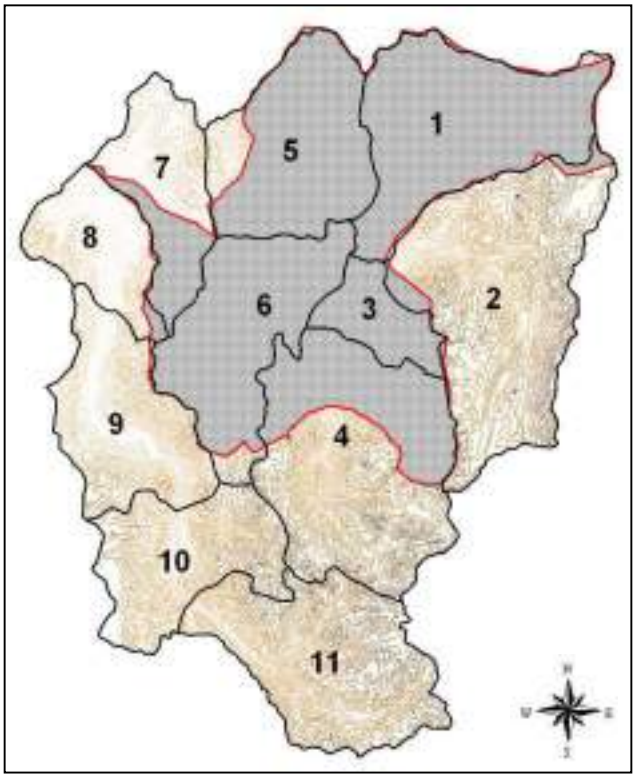
Fuente: Elaboración propia en base a Catastro de Bosque Nativo (CONAF-CONAMA, 1997)

Folio017746

Las zonas ocupadas por vegetación natural se ubican principalmente en sectores de laderas y en los fondos de valle con mayores altitudes, mezclándose en algunas ocasiones con las áreas de uso antrópico. Esta vegetación posee un limite altitudinal aproximado a los 4.200 m.s.n.m. y se divide en dos tipos de usos, *Matorral con suculentas muy abierto* y *Matorral muy abierto.* El primero está representado por las comunidades de *Bulnesia chilensis – Heliotropium chenopodiaceum* y la comunidad de *Opuntia miquelli – Calandrinia grandiflora*, está representado principalmente por dos comunidades vegetacionales: *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum*, las que se desarrollan en las laderas de exposición nor-oeste en la quebrada Chanchoquín y continúa por las laderas de exposición sur sur-este de los ríos El Tránsito y Conay; y la comunidad de *Stipa sp.*, en los sectores de mayor altitud.

Desde el punto de vista de las subcuencas, a continuación se presenta un análisis de la flora y fauna que contiene cada una de las unidades en las que se inserta el área de estudio (Figura 7):

FIGURA 7: ÁREA DE ESTUDIO Y SUBCUENCAS ASOCIADAS



Escala 1: 750 000

Subcuencas delimitadas (Unidades)

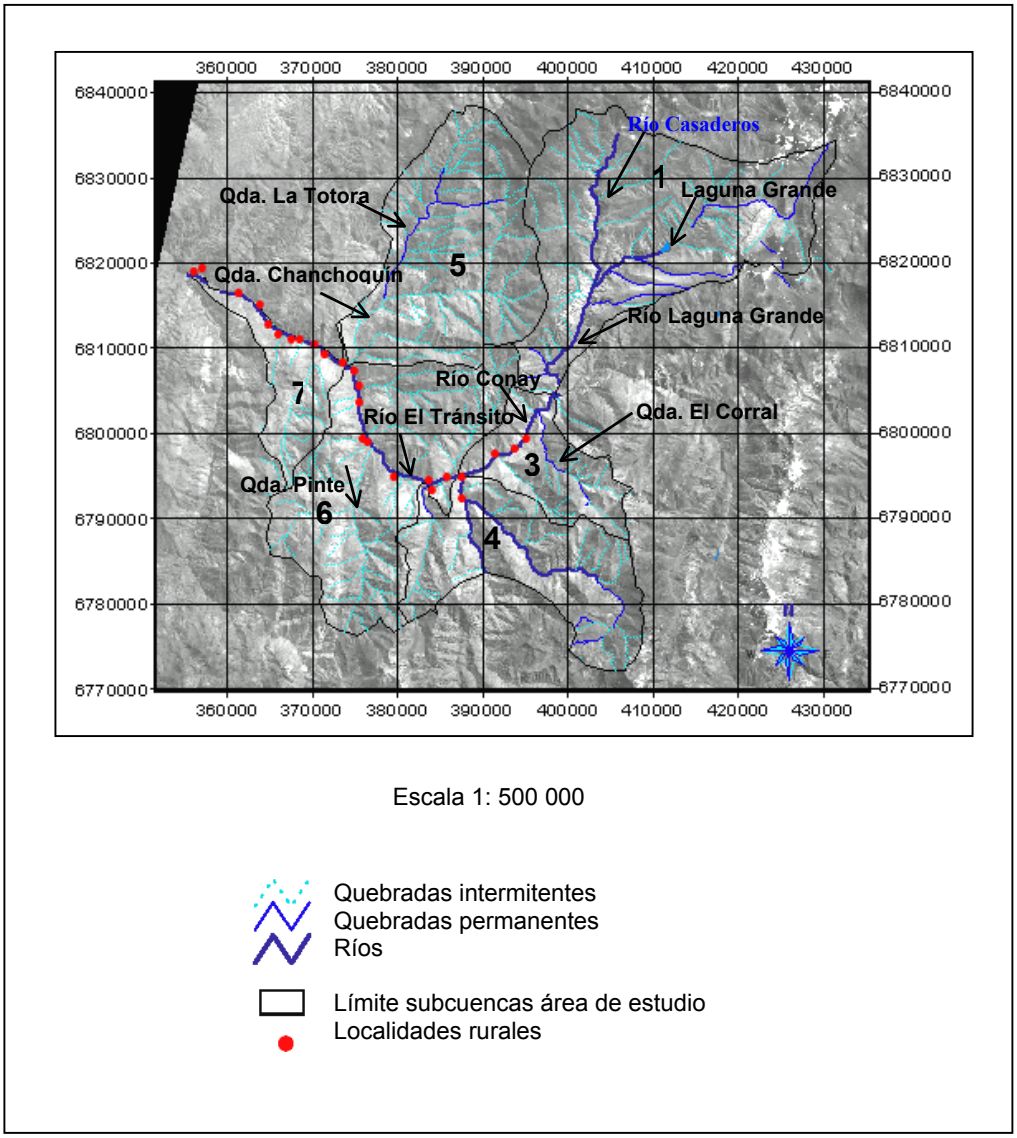
1: Río Laguna Grande
2: Río Valeriano
3: Río Conay
4: Río Chollay
5: Quebrada Chanchoquín
6: Río El Tránsito Superior
7: Río El Tránsito Inferior
8: Río El Carmen Inferior
9: Río El Carmen Medio
10: Río El Carmen Superior
11: Río Potrerillos

Fuente: Elaboración propia, julio 2005.

El área de estudio se inserta en las subcuencas **1, 3, 5, 6 y parte de las subcuencas 4 y 7.**

b) Caracterización de flora y fauna del área de estudio

FIGURA 8: SUBCUENCAS EN LAS QUE SE INSERTA EL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia.

La subcuenca 2, denominada Río Valeriano se encuentra fuera de la propiedad en estudio, y, por lo tanto, se excluye su análisis en la presente investigación. A continuación se realiza un análisis de la flora y fauna en detalle por cada una de las subcuencas presentes en el área de estudio.

Folio017749

- **Subcuenca 1: Río Laguna Grande**

La subcuenca Laguna Grande tiene una superficie aproximada de 66.022,55 hás. Este sector comprende una formación alto andina, con pastizales y vegas a lo largo del río. A continuación se detallan las características de la flora y fauna de esta subcuenca.

- Flora de la subcuenca 1 Río Laguna Grande.

TABLA N º 32: ESPECIES DE FLORA EN SUBCUENCA 1 RÍO LAGUNA GRANDE

	AUTÓCTONAS	ALÓCTONAS	TOTAL
Cantidad de especies registradas	265	14	279

La vegetación natural está representada por el tipo vegetacional “matorral muy abierto”, siendo las comunidades características *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum* y *Adesmia hystrix – Adesmia aegyceras*. Complementariamente, de acuerdo a lo observado en terreno en las partes altas de la unidad, el límite vegetacional está marcado por las comunidades de *Stipa chrysophylla* con participaciones de *Adesmia subterránea* y *Azorella madrepórica*.

En este sector posible observar una alta diversidad de especies vegetales distribuidas en los distintos niveles altitudinales, entre las cuales se pueden mencionar como especies dominantes *Haplopappus baylahuen* (Bailahuen) y *Ephedra breana, Ephedra andina* (Pingo-pingo). También es posible observar *Prosopis flexuosa* (Algarrobo), *Acacia caven* (Espino o churque), *Parastrephía sp.* (Tola), *Adesmia histryx* (Varilla), *Lycium minutifolium* (Caspiche), *Cortaderia atacamensis* (Cola de zorro), *Atriplex deserticola* (Cachiyuyo), *Baccharis sp*. (Dadin), *Schinus molle* (Pimiento), entre otros.

Existe la presencia de vegas en las partes alta de la subcuenca, ocupando una superficie aproximada de 259 hectáreas en ella.

Folio017750

En cuanto al estado de conservación de las especies de flora presentes en el área, la información se resume en la Tabla N º 33.

TABLA N º 33: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA SUBCUENCA 1 RÍO LAGUNA GRANDE

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estado de Conservación							
		Nivel Nacional				Nivel Regional			
		E	P	V	R	E	P	V	R
Prosopis flexuosa	Algarrobo			x					
Prosopis chilensis	Algarrobo			x					
Laretia acaulis	Llareta			x					
Equisetum giganteum	Cola de caballo			x					

E: Extinta; P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara
Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFÍA N º 1: LAGUNA GRANDE



Folio017751

- Fauna de la subcuenca 1 Río Laguna Grande

TABLA N º 34: ESPECIES DE FAUNA EN SUBCUENCA 1 RÍO LAGUNA GRANDE

	DETECTADAS (Det)	POTENCIALES (Pot)	TOTAL
Cantidad de especies registradas	65	50	115

Entre las especies detectadas, se incluyen un anfibio, tres reptiles entre matorrales bajos; veintitrés aves y además de ocho mamíferos, entre los cuales están: liebre (*Lepus capensis*, introducida), guanacos (*Lama guanicoe*), vizcachas (*Lagidium viscacia*), Zorro chilla (*Pseudalopex griseus*), Ratón oliváceo (*Abrothrix olivceus*) y Zorro culpeo *(Pseudalopex culpaeus).*

Las especies potenciales incluyen cuatro reptiles, 33 aves, 10 mamíferos y tres peces.

El estado de conservación de las especies de fauna en la subcuenca Laguna Grande, es posible observar en la tabla N º 35.

TABLA N º 35: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN SUBCUENCA 1 RÍO LAGUNA GRANDE

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Registro		Estado de Conservación			
			Det	Pot	P	V	R	IC
Mamífero	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	x		x			
	Lama guanicoe	Guanaco	x		x			
	Vicugna vicugna	Vicuña		x	x			
	Felis colocolo	gato colocolo		x	x			
	Chinchilla brevicaudata	Chinchilla		x	x			
	Ctenomys fulvus	Tucutuco de Atacama		x		x		
	Felis concolor	Puma		x		x		
	Thylamis elegans	Marmosa de la puna		x			x	
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	x					x
	Pseudalopex griseus	Zorro chilla	x					x

Folio017752

Anfibio	*Bufo spinolosus*	Sapo	x			x		
Reptil	*Liolaemus lorenzmuelleri*	Lagartija	x			x		
	Phymaturus flagelifer			x	x			
Aves	*Phoenicoparrus andinus*	Flamenco andino	x			x		
	Phoenicoparrus jamesi	Flamenco de james	x			x		
	Fulica cornuta	Tagua cornuda	x			x		
	Vultur gryphus	Cóndor		x		x		
	Chloephaga melanoptera	Piuquén	x			x		
	Falco peregrinus	Halcón peregrino		x		x		
	Attagis gayi	Perdicita cordillerana		x			x	
	Larus serranus	Gaviota andina		x			x	

P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; IC: Insuficientemente Conocida
Fuente: Elaboración propia

- **Subcuenca 3: Río Conay**

La subcuenca Río Conay tiene una superficie aproximada de 16.980,14 hás. Comprende una formación de matorral andino, con pequeñas vegas que se encuentran a lo largo del río. A continuación se detallan las características de la flora y fauna de esta subcuenca.

- Flora de la subcuenca 3 Río Conay

TABLA N º 36: ESPECIES DE FLORA EN SUBCUENCA 3 RÍO CONAY

	AUTÓCTONAS	ALÓCTONAS	TOTAL
Cantidad de especies registradas	126	14	140

La vegetación en esta unidad está dominada por comunidades de matorral de *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum*. En las riberas del río Conay, se presenta una vegetación ripariana dominada por especies arbustivas y herbáceas, entre las cuales destacan las comunidades de *Baccharis salicifolia – Tessaria absinthioides* que son ampliamente distribuidas en los sectores bajos de los valles. Las especies

Folio017753

arbóreas que se presentan en la parte baja del valle, formando pequeñas comunidades altamente fragmentadas, corresponden a *Salix humboldtiana* (sauce chileno); *Populus nigra* (álamo) y *Schinus molle* (Pimiento boliviano), con especies acompañantes como *Prosopis chilensis* (algarrobo), *Salix babylonica* (sauce llorón), *Geoffroea decorticans* (chañar) y *Acacia caven* (espino).

En las laderas es posible encontrar como especies dominantes a *Stipa speciosa, Adesmia sp., Discaria trinervis, Haplopappus baylahuen y Ephedra breana*. Destaca en las laderas de exposición sur la presencia de *Azorella trifoliolata* y *Laretia acaulis*, especies que forman cojines que se desarrollan en los sectores rocosos.

Junto a los cursos de agua se desarrollan comunidades hídricas, que en algunos sectores forman comunidades de vegas, con una suma en superficie de 14 hectáreas, con especies dominantes como *Carex pseudocyperus, Mimulus parviflorus* y *Calceolaria filicaulis.*

TABLA N º 37: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA SUBCUENCA 3 RÍO CONAY

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estado de Conservación							
		Nivel Nacional				Nivel Regional			
		E	P	V	R	E	P	V	R
Prosopis chilensis	Algarrobo			x					
Krameria cistoidea				x					
Laretia acaulis	Llareta			x					
Equisetum giganteum	Cola de caballo			x					
Alstroemeria andina ssp venustula	Lirio				x				
Alstroemeria polyphylla	Lirio				x				
Bulnesia chilensis.									x

E: Extinta; P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara
Fuente: Elaboración propia

Folio017754

- Fauna de la subcuenca 3 Río Conay

TABLA N º 38: ESPECIES DE FAUNA EN SUBCUENCA 3 RÍO CONAY

	DETECTADAS	POTENCIALES	TOTAL
Cantidad de especies registradas	34	17	51

De las especies detectadas, se registra un anfibio (*Bufo spinulosus*), dos reptiles (*Liolaemus atacamensis* y *L. lorenzmuelleri*), 28 aves y tres mamíferos (vizcacha, zorro culpeo y la liebre).

FOTOGRAFÍA N º 2: *Liolaemus atacamensis*



Entre las especies de fauna con problemas de conservación presentes en la subcuenca Conay, se encuentran:

Folio017755

TABLA N º 39: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN SUBCUENCA 3 RÍO CONAY

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Registro		Estado de Conservación			
			Det	Pot	P	V	R	IC
Mamífero	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	x		x			
	Ctenomys fulvus	Tucutuco de Atacama		x		x		
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo		x				x
Anfibio	*Bufo spinulosus*	Sapo	x			x		
Reptil	*Liolaemus lorenzmuelleri*	Lagartija	x			x		
	Liolaemus atacamensis		x				x	
Aves	*Chloephaga melanoptera*	Piuquén	x			x		
	Vultur gryphus	Cóndor		x		x		
	Falco peregrinus	Halcón peregrino		x		x		
	Attagis gayi	Perdicita cordillerana	x				x	

P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; IC: Insuficientemente Conocida
Fuente: Elaboración propia

- **Subcuenca 4: Río Chollay**

La subcuenca Río Chollay posee una superficie aproximada de 34.712,98 hectáreas. A continuación se detallan las características de la flora y fauna de esta subcuenca.

- Flora de la subcuenca 4 Río Chollay:

TABLA N º 40: ESPECIES DE FLORA EN SUBCUENCA 4 RÍO CHOLLAY

	AUTÓCTONAS	ALÓCTONAS	TOTAL
Cantidad de especies registradas	157	6	163

Cabe destacar que esta alta diversidad se debe mayoritariamente a los estudios existentes del proyecto Pascua Lama, que considera en su área de influencia a la

Folio017756

subcuenca Chollay, y por lo tanto, existe una mayor cantidad de información disponible de ella.

El área cubierta por vegetación natural, esta dominado por las siguientes comunidades:
Heliotropium chenopodiaceum formando asociación con *Adesmia divaricata, Bulnesia chilensis, Gymnophyton flexuosum*.
Adesmia aphylla formando asociación con *Ephedra braeana, Tetraglochin alatum*.
Prosopis chlensis – Bulnesia chilensis.
Adesmia hystrix.

TABLA N º 41: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA EN SUBCUENCA 4 RÍO CHOLLAY

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estado de Conservación							
		Nivel Nacional				Nivel Regional			
		E	P	V	R	E	P	V	R
Equisetum giganteum	cola de caballo			x					
Eriosyce aurata	Sandillón (cactácea)							x	
Opuntia glomerata	Leoncito (cactácea)							x	

E: Extinta; P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara
Fuente: Elaboración propia

- Fauna de la subcuenca 4 Río Chollay

TABLA N º 42: ESPECIES DE FAUNA EN SUBCUENCA 4 RÍO CHOLLAY

	DETECTADAS	POTENCIALES	TOTAL
Cantidad de especies registradas	42	25	68

Cabe considerar que el análisis de fauna para esta zona incorpora los datos de monitoreo que realiza la empresa Barrick en la zona, dado que es parte del área de influencia del proyecto Pascua Lama.

Folio017757

Comprende una formación de precordillera, con pequeñas vegas que se encuentran a lo largo del río y en la parte más alta de la cordillera una formación de pastizales y matorrales bajos.

Esta subcuenca presenta elementos azonales hídricos con un mayor cubrimiento y nivel de producción de biomasa, que favorecen en mejor medida el desarrollo de fauna.

Se registró *Buteo polyosoma* (Aguilucho) perteneciente al Orden Falconiformes (Familia Accipitridae). Cabe recordar que como ave rapaz posee un amplio rango de hogar (home range), de modo que su presencia muchas veces resulta fortuita, debido a la extensa área en que se desplazan para su alimentación. Esta condición implica que el Aguilucho y otros rapaces (e.g., Águilas, Caranchos), deberían también estar presente en los otros sectores de estudio.

Especies Potenciales: considera un anfibio (*Bufo spinulosus*), un reptil (*Liolaemus lorenzmuelleri*), 18 aves y cinco mamíferos (dos ratones, vizcacha, liebre y zorro culpeo).

De las especies potenciales del río Chollay, cinco se encuentran en alguna categoría de conservación. La tabla N º 43 muestra esta distribución.

Folio017758

TABLA N º 43: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN SUBCUENCA 4 RÍO CHOLLAY

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Registro		Estado de Conservación			
			Det	Pot	P	V	R	IC
Mamífero	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	x		x			
	Lama guanicoe	Guanaco	x		x			
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo		x				x
Anfibio	*Bufo spinulosus*	Sapo	x			x		
	Bufo atacamensis	Sapo de Atacama	x			x		
Reptil	*Liolaemus lorenzmuelleri*	Lagartija	x			x		
	Liolaemus nitidus		x			x		
	Liolaemus vallecurensis		x			x		
Aves	*Chloephaga melanoptera*	Piuquén	x			x		
	Vultur gryphus	Cóndor	x			x		
	Attagis gayi	Perdicita cordillerana	x				x	

P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; IC: Insuficientemente Conocida
Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFÍA N º 3*: Lama guanicoe (Guanaco)*



Folio017759

- **Subcuenca 5: Quebrada Chanchoquín**

La subcuenca 5 Quebrada Chanchoquin posee una superficie aproximada de 48.922,29 hás. A continuación se detallan las características de la flora y fauna de esta subcuenca.

- Flora de la subcuenca 5 Quebrada Chanchoquín

TABLA N º 44: ESPECIES DE FLORA EN SUBCUENCA 5 QUEBRADA Chanchoquin

	AUTÓCTONAS	ALÓCTONAS	TOTAL
Cantidad de especies registradas	90	5	95

Los antecedentes de terreno indican que la subcuenca se caracteriza por las comunidades de *Bulnesia chilensis – Encelia canescens* en la parte baja de la cuenca. En este mismo sector, ocupando el fondo del valle, se encuentran formaciones de *Acacia caven – Prosopis chilensis*. Más al interior, existen afloramientos de agua que permiten el establecimiento de comunidades de *Tessaria absinthioides – Baccharis salicifolia* con individuos de *Salix humboldtiana.* Posteriormente desaparece el afloramiento hídrico y la comunidad predominante es *Bulnesia chilensis – Baccharis salicifolia* en las estrata arbustiva, con individuos arbóreos de *Acacia caven* y una estrata herbácea de *Chenopodium ambrossioides – Senecio johnstonianus.* Entre los 2000 – 2600 ms.n.m., en las laderas es característica la comunidad de *Senecio proteus – Gymnophyton flexuosum* acompañada de *Fabiana imbricata, Haplopappus baylahuen* y *Stipa atacamensis*. Posteriormente, domina la formación de *Adesmia sp.* (acojinada) – Haplopappus baylahuen y Ephedra breana. En las cotas mayores, la dominancia es *Haplopappus baylahuen – Adesmia hystrix*, aumentando la cobertura vegetal de esta última especie, pasando a ser una comunidad arbustiva pura.

Folio017760

La existencia de comunidades vegetales azonales hídricas, asociadas a los puntos de escurrimiento, están dominadas principalmente por especies herbáceas de *Carex sp., Heloecharis sp., Scirpus sp.,*y formaciones arbustivas de *Escallonia angustifolia* y *Cortaderia atacamensis*. Las áreas azonales poseen una superficie aproximada de 96 hectáreas.

El estado de conservación de la flora citada para el área, es la siguiente:

TABLA N º 45: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA SUBCUENCA 5 QUEBRADA CHANCHOQUIN

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estado de Conservación							
		Nivel Nacional				Nivel Regional			
		E	P	V	R	E	P	V	R
Prosopis chilensis	Algarrobo			x					
Bulnesia chilensis.									x

E: Extinta; P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara
Fuente: Elaboración propia

- Fauna de la subcuenca 5 Quebrada Chanchoquín

TABLA N º 46: ESPECIES DE FAUNA SUBCUENCA 5 QUEBRADA CHANCHOQUIN

	DETECTADAS	POTENCIALES	TOTAL
Cantidad de especies registradas	22	9	31

Comprende una formación con vegetación ribereña en el fondo del valle, en los cerros laderas con matorrales más secos y el sector alto andino.

Especies detectadas: a este grupo pertenecen 2 anfibios (*Bufo spinulosus* y *Pleurodema thaul*), 1 reptil (*Liolaemus atacamensis*), 16 aves y 3 mamíferos.

Folio017761

Las especies de fauna con problemas de conservación presentes en la subcuenca Quebrada Chanchoquin, se encuentran:

TABLA N º 47: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN SUBCUENCA 5 QUEBRADA CHANCHOQUIN

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Registro		Estado de Conservación			
			Det	Pot	P	V	R	IC
Mamífero	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	x		x			
	Lama guanicoe	Guanaco	x		x			
	Abrothrix longipilis	Ratón		x				x
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	x					x
	Pseudalopex griseus	Zorro chilla	x					x
Anfibio	*Bufo spinulosus*	Sapo	x			x		
	Pleurodema thaul	sapito cuatro ojos	x		x			
Reptil	*Liolaemus atacamensis*		x				x	
	Phylodrias chamissonis	Culebra de cola larga		x			x	
Aves	*Chloephaga melanoptera*	Piuquén	x			x		
	Attagis gayi	Perdicita cordillerana	x				x	
	Larus serranus	Gaviota andina		x			x	

P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; IC: Insuficientemente Conocida
Fuente: Elaboración propia

- **Subcuenca 6: Río El Tránsito superior**

La subcuenca Río El Tránsito superior tiene una superficie aproximada de 52.285,49 hás. A continuación se detallan las características de la flora y fauna de esta subcuenca.

- Flora de la subcuenca 6 Río El Tránsito superior

TABLA N º 48: ESPECIES DE FLORA EN SUBCUENCA 6 RÍO EL TRÁNSITO SUPERIOR

	AUTÓCTONAS	ALÓCTONAS	TOTAL
Cantidad de especies registradas	136	35	171

Folio017762

De manera general, esta subcuenca esta representada por varios tipos vegetacionales, de acuerdo a lo señalado en el Catastro de Vegetación Nativa El primero corresponde a la comunidad de *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum* que ocupa principalmente las laderas de exposición sur al norte del río El Tránsito. Luego se encuentra la comunidad de *Bulnesia chilensis,* la que se ubica en las laderas bajas y medias de la quebrada de Pinte. En la porción alta de la Sierra de Tatul se ubica la comunidad de *Stipa sp..* Finalmente, el resto de la superficie es compartida por las comunidades de *Ephedra breana – Adesmia aphylla* y la comunidad de *Prosopis chilensis – Bulnesia chilensis* en la porción baja de la quebrada de Pinte. Complementariamente, en un análisis más detallado a través de un transecto efectuado en terreno, se debe mencionar que:

La comunidad de *Bulnesia chilensis – Encelia canescens* es característica en las partes bajas de las laderas cercanas a la localidad del Tránsito. En esta área el valle es amplio y conforma una unidad heterogénea entre cultivos agrícolas y vegetación natural, con formaciones arborescentes de *Salix humboldtiana – Schinus molle y Populus nigra*.

En la confluencia con la quebrada de Pinte, existen sectores agrícolas y la vegetación natural es dominada por la presencia de *Baccharis salicifolia – Acacia caven* y *Cortaderia atacamensis.* Ya más al interior aumenta la densidad de la vegetación y se conforma un matorral arborescente de *Acacia caven – Prosopis* chilensis con una estrata herbácea alta de *Cortaderia* atacamensis.

En el sector de valle denominado la Pampa se intensifica el uso agrícola, ocupando grandes terrazas que se distribuyen en las laderas de exposición norte.

En la localidad de los Tambos las laderas presentan un matorral bajo de *Pintoa chilensis* y *Krameria cistoidea*, presentando en las partes bajas especies de *Schinus polygamus, Baccharis salicifolia y Geoffroea decorticans*, entre otras. Hacia la quebrada de Pinte la vegetación corresponde principalmente a un matorral de *Acacia caven* y *Baccharis salicifolia*, ocupando los ripeaderos del fondo de la quebrada. Las

Folio017763

laderas se caracterizan por la presencia de un matorral bajo de *Bulnesia chilensis* principalmente. En los sectores de mayor altitud, en laderas de exposición norte, se asocia con *Proustia ilicifolia* formando comunidades de escaso cubrimiento vegetal.

Respecto a los sistemas de vegas, cabe destacar que en los sectores altos de la Sierra de Tatul se ubican pequeños sistemas de este tipo, alcanzando una superficie aproximadamente de 8 hectáreas.

El estado de conservación de la flora citada para el área es la siguiente:

TABLA N º 49: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA SUBCUENCA 6 RÍO EL TRÁNSITO SUPERIOR

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estado de Conservación							
		Nivel Nacional				Nivel Regional			
		E	P	V	R	E	P	V	R
Prosopis flexuosa	Algarrobo			x					
Prosopis chilensis	Algarrobo			x					
Equisetum giganteum	Cola de caballo			x					
Krameria cistoidea	---			x					
Pintoa chilensis.	---				x				
Balsamocarpon brevifolium	---							x	
Bulnesia chilensis.	---								x

E: Extinta; P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara
Fuente: Elaboración propia

- Fauna de la subcuenca 6 Río El Tránsito superior

TABLA N º 50: ESPECIES DE FAUNA SUBCUENCA 6 RÍO EL TRÁNSITO SUPERIOR

	DETECTADAS	POTENCIALES	TOTAL
Cantidad de especies registradas	45	47	92

Folio017764

Caracterizada por una formación de precordillera, con cultivos y vegetación ribereña en el fondo del valle y laderas de cerros con matorrales bajos.

Especies detectadas: un anfibio (*Bufo spinulosus*), cinco reptiles, 31 aves y ocho mamíferos.

De las especies presentes en el área (detectadas y potenciales), once se encuentran en alguna categoría de conservación, lo cual es posible de observar en la Tabla N º 51.

TABLA N º 51: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN SUBCUENCA 6 RÍO TRÁNSITO SUPERIOR

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Registro		Estado de Conservación			
			Det	Pot	P	V	R	IC
Mamífero	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	x		x			
	Abrothrix longipilis	Ratón		x				x
	Galictis cuja	Quique		x		x		
	Ctenomys fulvus	Chululo		x		x		
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	x					x
	Pseudalopex griseus	Zorro chilla		x				x
Anfibio	*Bufo spinulosus*	Sapo	x			x		
	Pleurodema thaul	sapito cuatro ojos	x		x			
Reptil	*Liolaemus atacamensis*			x			x	
	Phylodrias chamissonis	Culebra de cola larga		x			x	
Aves	*Attagis gayi*	Perdicita cordillerana	x				x	

P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; IC: Insuficientemente Conocida
Fuente: Elaboración propia

- **Subcuenca 7: Río El Tránsito Inferior**

La subcuenca 7 Río El Tránsito inferior posee una superficie aprox., de 12.842,09 hás. De acuerdo con los antecedentes recopilados en terreno, esta unidad se caracteriza por la presencia de sectores agrícolas que ocupan terrazas y sectores planos en los fondos del valle.

Folio017765

- Flora de la subcuenca 7 Río El Tránsito inferior

TABLA N º 52: ESPECIES DE FLORA EN SUBCUENCA 7 RÍO EL TRÁNSITO INFERIOR

	AUTÓCTONAS	ALÓCTONAS	TOTAL
Cantidad de especies registradas	47	5	52

La vegetación está formada por grupos de árboles de *Schinus molle, Populus nigra*, acompañados por especies arbóreas de menor tamaño como son *Prosopis chilensis, Geoffroea decorticans* y *Salix humboldtiana*. En lugares con mayor alteración, ya sea antrópica o por causa de la escorrentía del río, las comunidades dominantes son *Tessaria absinthioides – Baccharis salicifolia.* En las laderas dominan los arbustos bajos de *Pintoa chilensis* y *Bulnesia chilensis,* acompañados por cactáceas del tipo *Opuntia berterii,* la cual forma pequeños cojines, principalmente en las laderas bajas de exposición norte de la cuenca.

De manera general, de acuerdo a lo señalado por el Catastro de Vegetación Nativa de Chile, el área está dominada por comunidades de *Ephedra breana – Gymnophyton flexuosum* que ocupan principalmente las laderas superiores de la parte norte de la subcuenca; la comunidad de *Bulnesia chilensis* en las laderas bajas de exposición norte del río el Tránsito; la comunidad de *Stipa sp.* en las laderas altas de la zona sur y la comunidad de *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum* cercana a la localidad de Chihuinto. Las comunidades con suculentas de *Bulnesia chilensis – Heliotropium chenopodiaceum*, se ubican en las laderas bajas de la porción norte de la unidad.

La presencia de vegas está muy reducida, distinguiéndose pequeñas unidades en la parte superior de la quebrada Las Pircas.

Folio017766

El estado de conservación de la flora citada para el área es la siguiente:

TABLA N º 53: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA EN SUBCUENCA 7 RÍO EL TRÁNSITO INFERIOR

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estado de Conservación							
		Nivel Nacional				Nivel Regional			
		E	P	V	R	E	P	V	R
Prosopis chilensis	Algarrobo			x					
Pintoa chilensis.					x				
Neoporteria vallenarensis					x				
Bulnesia chilensis.									x

E: Extinta; P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara
Fuente: Elaboración propia

- Fauna de la subcuenca 7 Río El Tránsito inferior

TABLA N º 54: ESPECIES DE FAUNA EN SUBCUENCA 7 RÍO EL TRÁNSITO INFERIOR

	DETECTADAS	POTENCIALES	TOTAL
Cantidad de especies registradas	24	13	37

Comprende la unidad formada por la parte baja del río El Tránsito, con cultivos y vegetación ribereña en el fondo del valle y laderas de cerros con matorrales más secos.

Los Passeriformes fueron el grupo más abundante y dentro de éste, las tencas (*Mimus thenca)* y las golondrinas de lomo negro (*Pygochelidon cyanoleuca*) fueron las más comunes.

Folio017767

Entre las especies detectadas se encuentran: un anfibio (*Pleurodema thaul*), dos reptiles (*Philodryas chamissonis*, *Liolaemus atacamensis*), 19 aves y dos mamíferos (un roedor y el zorro chilla).

De las especies potenciales y detectadas, 8 se encuentran con problemas de conservación

TABLA N º 55: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN SUBCUENCA 7 RÍO TRÁNSITO INFERIOR

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Registro		Estado de Conservación			
			Det	Pot	P	V	R	IC
Mamífero	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	x		x			
	Abrothrix longipilis	Ratón		x				x
	Pseudalopex griseus	Zorro chilla	x					x
Anfibio	*Bufo spinulosus*	Sapo		x		x		
	Pleurodema thaul	sapito cuatro ojos	x		x			
Reptil	*Liolaemus atacamensis*	Lagartija	x				x	
	Phylodrias chamissonis	Culebra de cola larga	x				x	
	Callopistes palluma	Iguana		x		x		

P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; IC: Insuficientemente Conocida
Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Definición del área de estudio como prioritaria para efectos de su conservación por estrategias, planes o programas nacionales o regionales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica.

De acuerdo a los antecedentes recopilados, y, siguiendo la metodología del Manual de Procedimientos para afectación de ASPP, los siguientes son los instrumentos que han definido el área como prioritaria para efectos de su conservación.

Folio017768

TABLA N º 56: DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO COMO PRIORITARIA DE CONSERVACIÓN EN INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL.

ESTRATEGIA PLAN O PROGRAMA	CAPÍTULO O SECCIÓN QUE DEFINE EL TERRENO	PÁGINAS	FUNDAMENTO PARA DEFINICIÓN DEL TERRENO	ACCIONES DE CONSERVACIÓN CONTEMPLADAS PARA EL ÁREA
"Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica de Chile" (CONAF, 1996),	Cap. IV Resultados del Simposio, N º 2 Sitios de prioridad II, importante, Ordenados de Norte a Sur.	10, 60 y 61	Confluencia de flora altiplánica y andina mediterránea (cordillera de Huasco). Humedal de altura. Formación vegetacional no representada en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.	No se registran acciones específicas para el área en este instrumento.
Sitios prioritarios de Conservación de Biodiversidad (Estrategia Regional de Biodiversidad) (CONAMA, 2004).	Sitios prioritarios y su carga biológica	10-11 y 14-15	Corresponde a un conjunto de cuerpos de agua que incluyen la laguna grande, la laguna Chica y el Lago de Valeriano, conectados por corredores biológicos (ríos y quebradas), muy alejados de la presencia humana. Se caracteriza por presentar una confluencia de la flora altiplánica y andina mediterránea y un humedal en altura (sobre los 3000 m.s.n.m.).	A pesar que no se registran acciones específicas para el área en este instrumento, si aparecen acciones generales: 1. Definición de Instrumentos de Protección Específicos para la BD Regional 2. Incorporación de la Biodiversidad en los Instrumentos de Planificación Territorial 3. Caracterización y Priorización de Cada Sitio 4. Compromiso Ciudadano con la Protección y Conservación 5. Promoción de Acuerdos y Alianzas

Folio017769

				Estratégicas

Fuente: Elaboración propia

- **Referencias**

Los programas de Identificación de Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad, tienen como objetivo el reconocer espacios de relevancia para la protección de especies de flora y fauna a nivel nacional.

Existen dos trabajos realizados al respecto. En el año 1993, la Corporación Nacional Forestal invitó a la comunidad científica a participar en la identificación y definición de sitios prioritarios, que no estuvieran representados en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

Producto de lo anterior se publicó, en el año 1996, el texto "**Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile**". En él, se establecen cuatro categorías o niveles que "deben ser protegidos por su relevancia, estado de conservación y por el interés de los recursos que encierran".

Los criterios ecológicos establecidos, para seleccionar y priorizar las áreas, fueron los siguientes:

• Representatividad y exclusividad de los ecosistemas
• Diversidad de hábitat
• Diversidad de especies y endemismos
• Pristinidad
• Tamaño
• Mantención de procesos vitales e interacción entre especies

El resultado de este trabajo fue un listado de 101 sitios prioritarios, 21 con prioridad de conservación "Urgente" (13 pertenecen a privados), 30 sitios calificados con prioridad

Folio017770

"Importante", 31 "De Interés" y 19 de "De Interés Científico". A la fecha, parte de estas propiedades han sido incorporadas al SNASPE. En el caso del área de estudio, la subcuenca Río Laguna Grande, se encuentra catalogada con prioridad de conservación II Importante.

En tanto, CONAMA realizó en el año 2003 la identificación de 68 sitios prioritarios para la conservación, en el marco de las Estrategias Regionales de Conservación de Diversidad Biológica. Este catastro fue producto del trabajo coordinado entre la comunidad y los sectores privado y público, definiendo en cada región los lugares más significativos a proteger.

Para la Región de Atacama, este instrumento definió cinco sitios, donde las Lagunas Huascoaltinas son uno de ellos.

Finalmente, en base a la información de flora, fauna y de la definición del sitio como prioritario para efectos de conservación ambiental por dos Estrategias de corte nacional, se comprueba que el área de estudio cumple con las condiciones exigidas por el Manual de Procedimientos para afectación de ASPP, y, por lo tanto, con los requisitos que exige el proyecto de Reglamento al cual se vincula y, por lo tanto, es absolutamente factible su postulación como Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada.

Folio017771

4.3 DEFINICIÓN DE LA REPRESENTATIVIDAD, ESCASEZ Y ORGANIZACIÓN ESPACIAL DE LOS ECOSISTEMAS PROPUESTOS A TRAVÉS DE CRITERIOS GEOGRÁFICOS.

4.3.1 Paisajes funcionales en el área de estudio

Efectuando la espacialización de las formaciones vegetacionales de Gajardo (1994), y el desglose del Catastro de Bosque Nativo en la Comuna de Alto del Carmen, se obtienen los rangos de cobertura de las formaciones vegetacionales para la zona, y, a partir de ello, las escalas de Conservación de objetos de filtro grueso, según la metodología propuesta.

De esta forma se obtuvieron los siguientes valores, a partir de la Tabla N º 4 de la metodología:

TABLA N º 57: RESULTADOS DE ESCALAS DE CONSERVACIÓN DE OBJETOS DE FILTRO GRUESO

REGIONES, SUB-REGIONES, FORMACIONES	COBERTURA COMUNAL (HÁS)	ESCALAS GEOGRÁFICAS	COMUNIDADES Y SISTEMAS
1 Región del Desierto Subregión del Desierto Florido Formaciones vegetacionales **Desierto Florido de los Llanos** **Desierto Florido de las Serranías**	 7.559,73 132.226,86	 Intermedia Gruesa	 Parcela intermedia Matriz
3 Región de la Estepa Altoandina Subregión de los Andes Mediterráneos Formación Vegetacional **Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana.**	 447.624, 26	 Gruesa	 Matriz

Por lo tanto, la representatividad de paisajes funcionales del área se define en dos escalas geográficas.

Folio017772

La formación vegetacional ***Desierto Florido de los Llanos***, es una comunidad y sistema de parcela intermedia o *de parche grande* terrestre. Está definida por factores físicos y regímenes ambientales únicos. Este sistema ecológico es relativamente uniforme en estructura y composición y está definido por factores físicos estables (en este caso, la estabilidad está dada por la presencia de una topografía más baja). La biodiversidad terrestre de escala intermedia se localiza típicamente en áreas de 405 a 20.200 hectáreas. Por lo tanto, la biodiversidad terrestre de la Formación desierto Florido de los Llanos, podría estar representada en las 768, 21 hás en que está presente en el área de estudio.

En tanto, las formaciones Desierto Florido de las serranías y Estepa Alto Andina de la Cordillera de Doña Ana, son comunidades *y sistemas ecológicos de matriz* terrestre. Constituyen el hábitat dominante o históricamente dominante entre los parches. Están definidas por gradientes físicos dispersos a lo largo de áreas extensas, tales como altitud, precipitación y temperatura. El área requerida por las poblaciones de especies terrestres de escala gruesa y comunidades o sistemas ecológicos de matriz, generalmente varía entre 8.010 y 405.000 hectáreas. Por lo tanto, la biodiversidad terrestre de las formaciones Desierto Florido de las Serranías y Estepa Alto Andina de la Cordillera de Doña Ana, podría estar representada en las 46.763, 59 y 191.384,77 hás que cubren cada una de ellas, respectivamente, en el área de estudio.

Con ello, se comprueba que estas tres formaciones vegetacionales en el área de estudio cumplen con la condición de paisaje funcional.

4.3.2 Sitios funcionales en el área de estudio

Para definir las escalas de conservación a nivel de especie (sitio funcional), se han identificado, la composición, la singularidad y endemismo, el estado de conservación y la distribución y abundancia.

Folio017773

a) Composición de la flora en el área de estudio

De acuerdo a los estudios realizados por BIOTA (2003), desde el punto de vista florístico, la comuna de Alto del Carmen está compuesta por 622 especies[12], lo que representa aproximadamente un 12% del total de especies vegetales presentes en el país. Del total, un 13% corresponden a especies alóctonas o exóticas (81 especies), en tanto que el 87% restante corresponde a especies de tipo autóctonas (541 especies).

- Singularidad y endemismo de la flora en el área de estudio

El análisis de la distribución geográfica indica que la mayoría de las especies detectadas en la zona tienen una amplia distribución geográfica en Chile y también se encuentran en los países vecinos.

Del total de flora registrada, la gran mayoría no son exclusivas del área o de la III región. Sin embargo las especies del género *Prosopis*, son características de esta zona, por lo que el algarrobo se reconoce como especie bandera. En total, 541 especies registradas son nativas, siendo especies endémicas de la zona norte del país *Krameria cistoidea* (Pacul) y *Pintoa chilensis* (Pintoa).

- Estado de Conservación de la flora del área de estudio

Respecto al estado de conservación de la flora en el área de estudio, se observa que un 70% de las especies con problemas de conservación del área, corresponden a la Clase Magnoliopsida, y dentro de ella, las familias Fabaceae (Mimoceae) tiene 3 especies representadas en el área, al igual que la familia cactaceae y, la familia Zygophyllaceae tiene 2 especies. La segunda clase numerosa es Liliopsida, donde la familia Amaryllidaceae, tiene 2 especies, ambas lirios silvestres. Así, la clasificación es la siguiente:

[12] Ver anexo N º 5 : Listado florístico Comuna de Alto del Carmen.

Folio017774

TABLA N º 58 : CLASIFICACIÓN DE LA FLORA CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN PRESENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO

ESPECIE	CLASE	FAMILIA
Prosopis chilensis	Magnoliopsida	Fabaceae
Prosopis flexuosa	Magnoliopsida	Fabaceae
Balsamocarpon brevifolium	Magnoliopsida	Fabaceae
Bulnesia chilensis.	Magnoliopsida	Zygophyllaceae
Pintoa chilensis.	Magnoliopsida	Zygophyllaceae
Laretia acaulis	Magnoliopsida	Apiaceae
Krameria cistoidea	Magnoliopsida	Krameriaceae
Neoporteria vallenarensis	Magnoliopsida	Cactaceae
Eriosyce aurata	Magnoliopsida	Cactaceae
Opuntia glomerata	Magnoliopsida	Cactaceae
Alstroemeria andina ssp venustula	Liliopsida	Amaryllidaceae
Alstroemeria polyphylla	Liliopsida	Amaryllidaceae
Equisetum giganteum	Sphenopsida	Equisetaceae

TABLA N º 59 : ESTADO DE CONSERVACIÓN DE FLORA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

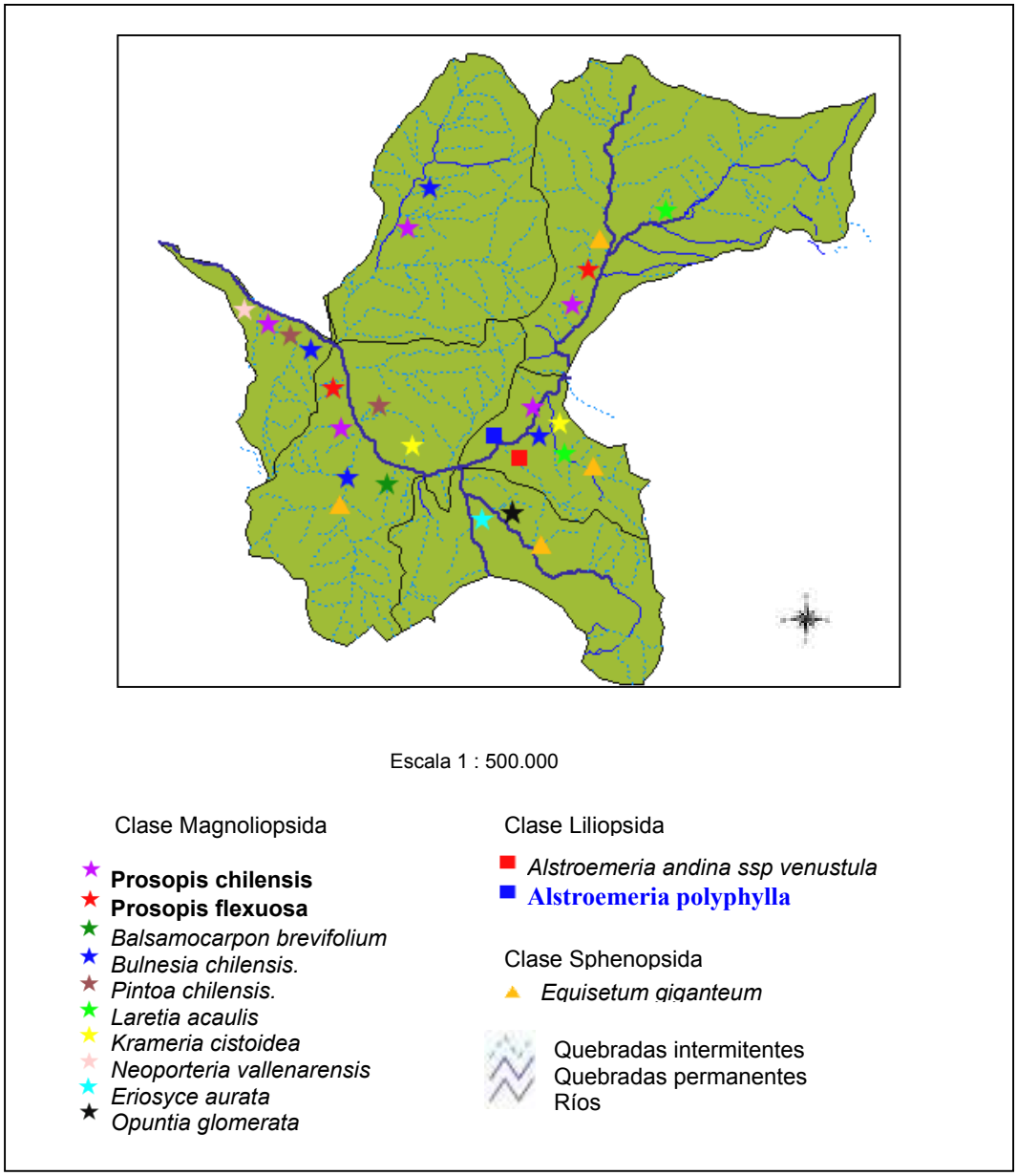
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estado de Conservación							
		Nivel Nacional				Nivel Regional			
		E	P	V	R	E	P	V	R
Prosopis flexuosa	Algarrobo			x					
Prosopis chilensis	Algarrobo			x					
Laretia acaulis	Llaretilla			x					
Equisetum giganteum	Cola de caballo			x					
Krameria cistoidea				x					
Alstroemeria andina ssp venustula	Lirio				x				
Alstroemeria polyphylla	Lirio				x				
Pintoa chilensis.	---				x				
Neoporteria vallenarensis					x				
Eriosyce aurata	Sandillón (cactácea)							x	
Opuntia glomerata	Leoncito (cactácea)							x	
Balsamocarpon brevifolium	Algarrobilla							x	

Bulnesia chilensis.									x

E: Extinta; P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara
Fuente: Elaboración propia

La distribución de las especies de flora con problemas de conservación se presenta en la siguiente figura.

FIGURA 9: DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE FLORA CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO



Folio017776

- ## Distribución y abundancia de la flora en el área de estudio

La distribución de flora se relaciona con el acceso a recursos hídricos, las características topográficas y de suelo, y la intervención antrópica sobre el área, entre otros factores. Por ello, las especies están desigualmente distribuidas en el área de estudio. Para describir la variación en la composición de la flora, se diferenciaron 6 unidades o subcuencas, desde la localidad de Alto del Carmen a la alta cordillera.

En general, el número de individuos por especie es bajo, destacando la clase magnoliopsida, y de ella, las familias cactaceae, chenopodiaceae y fabaceae.

Las escalas geográficas de conservación del objeto "flora con problemas de conservación", es posible de apreciar en la tabla N º 60.

TABLA N º 60: RESULTADOS DE ESCALAS DE CONSERVACIÓN DE OBJETOS A NIVEL DE ESPECIES DE FLORA CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN

ESPECIES	CANTIDAD DE PUNTOS DETECTADOS	COBERTURA ESPACIAL ASIMILABLE (HÁS)	SISTEMA GEOGRÁFICO ASOCIADO	ESCALAS GEOGRÁFICAS
Prosopis chilensis	5	197.051	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Prosopis flexuosa	2	118.307	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Balsamocarpon brevifolium	1	52.285	Sistema de riachuelos de 3º orden	Intermedia
Bulnesia chilensis.	4	131.029	Sistema de riachuelos de 3º orden	Intermedia
Pintoa chilensis.	2	65.127	Sistema de riachuelos de 3º orden	Intermedia

Folio017777

Laretia acaulis	2	83.002	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Krameria cistoidea	2	69.265	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia
Neoporteria vallenarensis	1	12.842	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia
Eriosyce aurata	1	34.712	Sistema de riachuelos de 1º orden	Intermedia
Opuntia glomerata	1	34.712	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia
Alstroemeria andina ssp venustula	1	16.980	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia
Alstroemeria polyphylla	1	16.980	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia
Equisetum giganteum	4	169.999	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia

Fuente: Elaboración propia

Como en este caso no fue posible distinguir la distribución real en la Región de las especies de flora registradas, sino sólo en el área de estudio, prima el criterio de sistema hídrico asociado en la designación de la escala geográfica asociada.

La biodiversidad terrestre de escala intermedia se localiza típicamente en áreas de 405 a 20.200 hectáreas, sin embargo también influyen en él los sistemas hídricos asociados. Las *especies de escala intermedia* terrestres son aquéllas que dependen de un sólo parche de varios tipos de hábitats distintos, y este es el caso del área de estudio, donde existen tres parches ecosistémicos, expresados por las formaciones vegetacionales, en cuyo interior subsisten una serie de hábitat dispersos.

b) Composición de la fauna en el área de estudio

El catastro de la fauna actual o potencialmente presente en la zona de estudio (Anexo N º 5) está compuesto por un total de 162 especies. De ellas, 94 fueron detectadas y

Folio017778

68 son potenciales para el sector. De las especies detectadas, 2 corresponden a anfibios, 9 a reptiles, 71 a taxa de aves (sólo tres de ellas introducidas, la codorniz, la paloma y el gorrión), y 12 a mamíferos (uno introducido, la liebre). De la fauna potencial, 3 corresponden a reptiles, 42 a taxa de aves, 20 a mamíferos y 3 a peces.

- Singularidad y endemismo de la fauna en el área de estudio.

El análisis de la distribución geográfica indica que la mayoría de las especies detectadas en la zona tienen una amplia distribución geográfica en Chile y también se encuentran en los países vecinos. Del total de fauna detectada, la gran mayoría presenta distribuciones que abarcan varias regiones del país y por tanto no son exclusivas del área o de la III región. Sin embargo la lagartija de Müller (*Liolaemus lorenzmuelleri)* y la lagartija andina se encuentran sólo en la III y IV regiones y un reptil (la lagartija de Atacama, *Liolaemus atacamensis*) está presente sólo en la III región. En total, seis especies son endémicas de Chile y corresponden a cuatro de los cinco reptiles, un ave (*Mimus thenca*) y un mamífero (*Abrocoma bennetti*).

- Estado de Conservación de la fauna.

A nivel internacional y de acuerdo al Libro Rojo de UICN (Hilton-Taylor, 2000), sólo una especie del presente catálogo está amenazada de extinción y es el guanaco (*Lama guanicoe*) que está en categoría Vulnerable; sin embargo, los reptiles *Callopistes palluma* y *Liolaemus lorenzmuelleri* están en categoría “datos insuficuentes” (DD); y entre las aves, el cóndor (*Vultur gryphus*) está en categoría “menor riesgo, casi amenazado” (LR/nt). A nivel nacional y a falta del documento de clasificación de especies dependiente del Reglamento del mismo nombre, establecido en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, se utiliza como referencia el Reglamento de la Ley de Caza (SAG, 1998), que contiene un listado de los vertebrados terrestres de Chile y sus estados de conservación, separado por zonas del país (en este caso zona norte, regiones I a III). En cuanto a la fauna, la Comuna de Alto del Carmen alberga 158 especies, de las cuales el área de estudio alberga 30 con alguna categoría de conservación, destacando por cantidad las clases mamífero (con 12 especies) y aves

Folio017779

(con 8 especies). Las especies con problemas de conservación presentes en el área de estudio se observan en la tabla N º 61.

TABLA N º 61: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

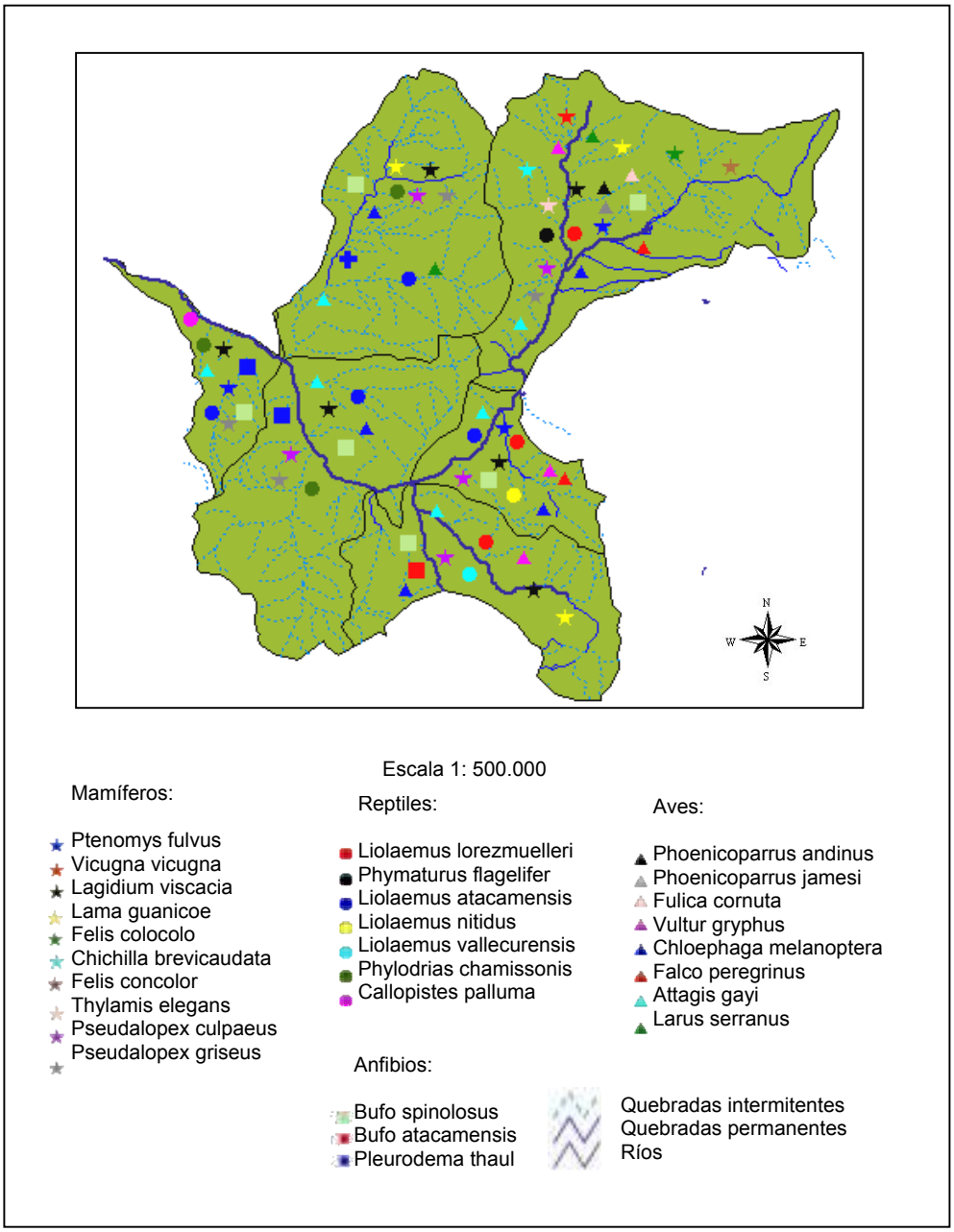
CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Registro		Estado de Conservación			
			Det	Pot	P	V	R	IC
Mamífero	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	x		x			
	Lama guanicoe	Guanaco	x		x			
	Vicugna vicugna	Vicuña		x	x			
	Felis colocolo	gato colocolo		x	x			
	Chinchilla brevicaudata	Chinchilla		x	x			
	Abrothrix longipilis	Ratón		x				x
	Ctenomys fulvus	Tucutuco de Atacama		x		x		
	Galictis cuja	Quique		x		x		
	Felis concolor	Puma		x		x		
	Thylamis elegans	Marmosa de la puna		x			x	
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	x					x
	Pseudalopex griseus	Zorro chilla	x					x
Anfibio	*Bufo spinulosus*	Sapo	x			x		
	Pleurodema thaul	sapito cuatro ojos	x		x			
	Bufo atacamensis	Sapo de Atacama	x			x		
Reptil	*Liolaemus lorenzmuelleri*	Lagartija	x			x		
	Liolaemus nitidus		x			x		
	Liolaemus vallecurensis		x			x		
	Liolaemus atacamensis		x				x	
	Callopistes palluma	Iguana		x		x		
	Phylodrias chamissonis	Culebra de cola larga		x			x	
	Phymaturus flagelifer			x	x			
Aves	*Phoenicoparrus andinus*	Flamenco andino	x			x		
	Phoenicoparrus jamesi	Flamenco de james	x			x		
	Fulica cornuta	Tagua cornuda	x			x		
	Chloephaga melanoptera	Piuquén	x			x		
	Vultur gryphus	Cóndor		x		x		
	Falco peregrinus	Halcón peregrino		x		x		
	Attagis gayi	Perdicita cordillerana	x				x	
	Larus serranus	Gaviota andina		x			x	

P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; IC: Insuficientemente Conocida
Fuente: Elaboración propia.

Estas especies se distribuyen en las subcuencas analizadas de la siguiente forma:

Folio017780

FIGURA 10: DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE FAUNA CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO.



Fuente: Elaboración propia, en base a BIOTA 2003

- ## Distribución y abundancia de la fauna en el área de estudio.

Las especies están desigualmente distribuidas en el área de estudio; para describir la variación en la composición de la fauna en el área de estudio se diferenciaron 6 unidades o subcuencas, las que se distribuyen desde la localidad de Alto del Carmen hasta la alta cordillera. En general las abundancias son bajas, sin embargo, las aves son el grupo con un mayor número de especies, presentando las mayores abundancias y dentro de este grupo los Passeriformes son el orden más común y abundante. Le sigue en cantidad de individuos los anfibios y, dentro de los mamíferos las vizcachas fueron las más comunes (en mayor número de localidades). Los reptiles son el grupo menos abundante (se observan sólo en algunos lugares y en bajas cantidades).

Efectuando la espacialización de los puntos representativos de hábitat de fauna con problemas de conservación (para atender a la singularidad y endemismo), se obtienen las escalas de Conservación de objetos a nivel de especie, según la metodología propuesta.

TABLA N º 62: RESULTADOS DE ESCALAS DE CONSERVACIÓN DE OBJETOS A NIVEL DE ESPECIES DE FAUNA CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN.

ESPECIES	CANTIDAD DE PUNTOS DETECTADO	COBERTURA ESPACIAL ASIMILABLE (HÁS)	SISTEMA GEOGRÁFICO ASOCIADO	ESCALAS GEOGRÁFICAS
Lagidium viscacia	6	234.763	Sistema de ríos de 3º orden. Laguna de 76 hás	Gruesa
Lama guanicoe	3	149.676	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Vicugna vicugna	1	66.022		
Felis colocolo	1	66.022		

Chinchilla brevicaudata	1	66.022		
Ctenomys fulvus	3	95.844	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Felis concolor	1	66.022		
Thylamis elegans	1	66.022		
Pseudalopex culpaeus	5	218.921	Sistema de ríos de 3º orden. Laguna de 76 hás	Gruesa
Pseudalopex griseus	4	180.071		
Bufo spinulosus	6	234.763	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás	Gruesa
Pleurodema thaul	2	65.127	Sistema de ríos de 3º orden.	Intermedia
Bufo atacamensis	1	34.712		
Liolaemus lorenzmuelleri	3	117.714	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Liolaemus nitidus	1	16.980	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia
Liolaemus vallecurensis	1	34.712		
Liolaemus atacamensis	4	131.029		
Callopistes palluma	1	12.842	Sistema de ríos de 3º orden.	Intermedia
Phylodrias chamissonis	2	101.207	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia
Phymaturus flagelifer	1	66.022	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Phoenicoparrus andinus	1	66.022		
Phoenicoparrus jamesi	1	66.022		

Fulica cornuta	1	66.022		
Chloephaga melanoptera	5	218.921	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Vultur gryphus	2	51.692		
Falco peregrinus	2	83.002		
Attagis gayi	6	234.763	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás	Gruesa
Larus serranus	2	114.944	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás	Intermedia

Fuente: Elaboración propia.

Las *especies de escala intermedia* terrestres son aquéllas que dependen de un sólo parche de varios tipos de hábitats distintos. Los anfibios que utilizan hábitats de humedales y tierras altas son ejemplos de tales especies. La biodiversidad terrestre de escala intermedia se localiza típicamente en áreas de 405 a 20.200 hectáreas. Este es el caso de dos especies de lagartijas de la zona.

Las *especies de escala gruesa* terrestres son aquéllas que requieren de áreas extensas para poder tener acceso a los tipos y cantidad de hábitat que necesitan. El área requerida por las poblaciones de especies terrestres de escala gruesa y comunidades o sistemas ecológicos de matriz generalmente varía entre 8.010 y 405.000 hectáreas.

Las especies de escala regional dependen de vastas regiones e incluyen animales migratorios y predadores de nivel superior. El mantenimiento de una sola población por lo general requiere de áreas mayores de 405.000 hectáreas o cientos de kilómetros de río, incluyendo la matriz terrestre natural o semi-natural, los parches asociados, los corredores de conexión y sistemas enteros fluviales y lacustres intactos. Para la zona,

Folio017784

este es el caso del *Bufo spinulosos* y *Lagidium viscacia.* Sin embargo, a pesar que por la observación directa *Lama guanicoe,* debiera estar incluido entre las especies de escala gruesa, la diversidad de ambientes en que subsiste, hacen de esta especie, una especie de escala regional, siendo, junto a *Felis concolor* (este último no registrado en terreno por métodos directos ni indirectos, pero si registrado en colección del MNHN), las especies que cubren una mayor superficie para su desenvolvimiento.

Luego de realizar este análisis, se obtienen las cuantificaciones bióticas del área de estudio según lo previsto en la metodología propuesta. De esta forma se tiene:

TABLA N º 63: RESULTADOS DE VALORIZACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FLORA POR UNIDAD (SUBCUENCAS EN QUE SE INSERTA EL ÁREA DE ESTUDIO)

VALORIZACIÓN NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FLORA	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	3	4	5	6	7
Número total de especies	279	140	44	95	171	52
Valor	3	2	1	1	2	1
Importancia	A	M	B	B	M	B
Número de especies con problemas de conservación	3	7	1	2	6	5

TABLA N º 64: RESULTADOS DE VALORIZACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FAUNA POR UNIDAD (SUBCUENCAS EN QUE SE INSERTA EL ÁREA DE ESTUDIO)

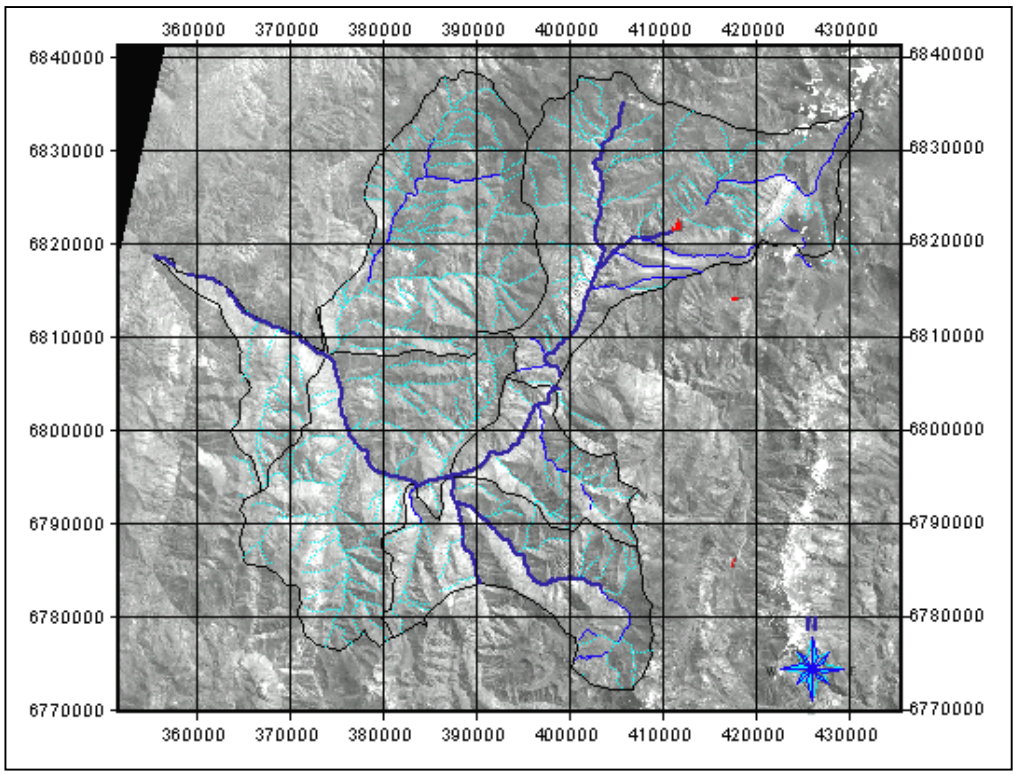
VALORIZACIÓN NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FAUNA	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Número total de especies detectadas	14	17	3	22	65	24
Valor	2	2	1	2	3	2
Importancia	M	M	B	M	A	M
Numero total de especies potenciales	50	17	25	9	47	13
Valor	3	2	2	1	3	2
Importancia	A	M	M	B	A	M
Número de especies detectadas con problemas de conservación	4	4	3	5	6	4
Número de especies potenciales con problemas de conservación	22	7	5	2	11	3
Valor	3	1	1	1	2	1
Importancia	A	B	B	B	M	B

Folio017785

Para el atributo "Corredor biológico" (redes funcionales), se analiza la Figura 11, donde es posible observar la organización espacial de las subcuencas asociadas a la red hídrica. De acuerdo a la presencia de cuerpos de agua en cada una de ellas, se obtiene la valoración obtenida en la tabla N º 63.

4.3.3 Redes funcionales en el área de estudio

FIGURA 11: HIDROLOGÍA POR SUBCUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.



Folio017786

Fuente: Elaboración propia

TABLA N º 65: RESULTADOS VALORIZACIÓN DE ATRIBUTO "CORREDOR BIOLÓGICO"

VALORIZACIÓN NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FLORA	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA	3	3	3	2	2	2
Lagos, Lagunas	1	0	0	0	0	0
Ríos	1	1	1	0	1	1
Quebradas Permanentes	1	1	1	1	0	0
Quebradas Intermitentes	1	1	1	1	1	1
CONDICIONES AMBIENTALES	3	2	2	2	1	1
IMPORTANCIA	A	M	M	M	B	B
VALOR	3	2	2	2	1	1

Considerando los resultados de esta tabla, se puede decir que la parte alta del área de estudio (subcuencas 1, 3 y 4), cumplen con la condición de red funcional, en tanto permite la permanencia y tránsito de especies en ellas.

De acuerdo a los valores obtenidos para los atributos flora, fauna y corredor biológico, se obtiene el siguiente resultado para el componente biótico:

TABLA N º 66: PLANILLA DE VALORIZACIÓN FINAL DEL COMPONENTE BIÓTICO PARA LAS SUBCUENCAS EN QUE SE INSERTA EL ÁREA DE ESTUDIO.

ATRIBUTOS	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
BIÓTICO - FLORA	**1**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
N º Especies	3	2	1	1	2	1
Estado de Conservación	3	7	1	2	6	5
BIÓTICO- FAUNA						
N º Especies detectadas	2	2	1	2	3	2
N º Especies potenciales	3	2	2	1	3	2
Estado conservación esp. Detectadas.	4	4	3	5	6	4
Estado conservación esp. Potenciales.	3	1	1	1	2	1
BIÓTICO – CORREDOR BIOLÓGICO	3	2	2	2	1	1

Folio017787

SUMATORIA DE VALORES	23	21	11	15	25	17
NORMALIZACIÓN	0.82	0.75	0.39	0.54	0.89	0.61
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO	**3**	**3**	**2**	**2**	**3**	**2**

Finalmente, y de acuerdo a los atributos ecológicos en estudio, se puede decir que:

a) Composición y estructura de los objetos de conservación: Las subcuencas del área de estudio, que albergan a tres formaciones vegetacionales, no representadas en el SNASPE, contienen desde el punto de vista florístico, 622 entidades lo que representa aproximadamente un 12% del total de especies vegetales presentes en el país. Del total, un 13% corresponden a entidades alóctonas o exóticas, en tanto que el 87% restante corresponde a especies de tipo autóctonas. Ello puede ser un indicador del grado de reproducción de las especies nativas por sobre las exóticas, lo cual puede estar influido por la mayor presencia de las últimas sólo en los fondos de valle y a menor altura.

Desde el punto de vista de la conservación de la fauna de esta área destaca la zona andina por su menor grado de intervención y por la presencia de mayor diversidad de especies amenazadas.

Por lo tanto, desde el punto de vista de la **condición,** la medida de salud actual de la biodiversidad puede determinar el éxito de la conservación local. Asimismo, la subcuenca Laguna Grande puede ser considerada como un hot spot local, debido a la cantidad de especies de flora y fauna que alberga en comparación a las demás subcuencas en estudio.

b) Regímenes ambientales y disturbios naturales: No se registraron para la zona regímenes ambientales y disturbios naturales clave, principalmente por falta de información, sin embargo, en atención a entrevistas sostenidas con lugareños, se determinó que los disturbios naturales clave de la zona, se relacionan con aluviones

Folio017788

aislados, que generalmente ocurren en la parte de las subcuencas, y, por lo tanto, no afectan de manera significativa al régimen ambiental local.

Así, desde el punto de vista del **contexto paisajístico,** la medida de salud actual de la biodiversidad puede determinar el éxito de la conservación local.

c) Área dinámica mínima: Según el análisis de escalas efectuado, la muestra ecosistémica de la formación vegetacional Desierto Florido de los llanos, no cumple con la determinación de área dinámica mínima, pues alberga especies de fauna que requieren una escala mayor para su desenvolvimiento óptimo, al mismo tiempo que está siendo sometida a una alta presión por uso de recursos y sustitución de especies nativas por exóticas. Las formaciones Desierto Florido de las Serranías y Estepa Alto Andina de la Cordillera de Doña Ana, si cumplen con esta condición, y se encuentran representadas en las subcuencas 1, 3 y 6 del área de estudio.

d) Conectividad: En la valorización de corredores biológicos asociados a sistemas hídricos, es posible observar que toda la zona presenta escorrentía permanente, por lo que el acceso de las especies a los diferentes hábitats y recursos, sólo puede ser mermado por la actividad antrópica que en estos espacios se genere. Ello se vislumbra de una forma más patente en las subcuencas inferiores del área de estudio.

Folio017789

4.4 CARACTERIZACIÓN DEL USO DE LOS RECURSOS TERRITORIALES POR PARTE DE LA COMUNIDAD LOCAL Y DE LA INVERSIÓN EMPRESARIAL EN EL ÁREA.

4.4.1 Población comunal

La comuna de Alto del Carmen se caracteriza por ser rural, albergando una población total de 4.840 personas (INE, 2002).

TABLA N º 67: ANTECEDENTES DEMOGRÁFICOS COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

ANTECEDENTES	COMUNA
Población total	4840
Densidad (hab/km²)	0,80
Población urbana	0
Población rural	4840
Hombres	2629
Mujeres	2211
Índice de Masculinidad	118.91

Fuente: INE, 2002

TABLA N º 68: DISTRIBUCIÓN ETÁREA Y POR SEXO COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

TRAMOS DE EDAD	MUJERES	HOMBRES	TOTAL
5 años	45	31	76
6 – 14 años	392	407	799
15 – 19 años	139	140	279
20 – 24 años	145	171	316
25 – 29 años	141	172	313
30 – 39 años	328	409	737
40 – 49 años	246	360	606
50 años o más	586	762	1348

Fuente: INE, 2002

TABLA N º 69: ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

INGRESO	EDUCACIÓN	SALUD	IDH
Medio	Muy Bajo	Medio	Bajo

Fuente: SERPLAC Región de Atacama, 2001.

El índice de desarrollo humano, referido a la calidad de vida poblacional, es bajo en la Comuna de Alto del Carmen, principalmente por la cobertura educacional. Esta

Folio017790

cobertura está representada por Escuelas rurales Básicas (23 establecimientos Municipales) y un Liceo de enseñanza media cuyo ciclo completo está recién inaugurado el año 2004 (llegaba hasta 3° Medio el año 2003), lo que conlleva a un alto índice de deserción escolar. Una vez finalizados los estudios, los alumnos debían trasladarse hacia otras ciudades que les ofrecieran mayores expectativas educacionales, generando así una "emigración potencial", ya que después de educarse no regresaban por la falta de fuentes laborales que les aseguren una inserción laboral. Hoy este panorama se espera que cambie, ya que el Liceo de Enseñanza Media ha finalizado su ciclo con carreras de orden técnico (Técnico en Turismo y Técnico Agrícola), más atingentes a la realidad local.

TABLA 70: POBLACIÓN SEGÚN LÍNEA DE POBREZA (*) COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

CATEGORÍA	COMUNA	REGIÓN
INDIGENTE		
Número	183	14.146
Porcentajes	4,2	5,5
POBRE NO INDIGENTE		
Número	684	58.585
Porcentajes	15,9	22,9
NO POBRE		
Número	3.442	183.136
Porcentajes	79,9	71,6
TOTAL		
Número	4.309	255.867
Porcentajes	100,0	100,0

Fuente: MIDEPLAN. Encuesta CASEN 2003.
(*) Se excluye servicio doméstico puertas adentro y su núcleo familiar

Un 79,9% de la población no se encuentra en situación de pobreza, porcentaje mayor al promedio Regional; sin embargo un 15,9% se encuentra en situación de pobreza y un 4,2% en indigencia. Este índice refleja la satisfacción de necesidades básicas en el área de desarrollo, la cual es óptima durante el periodo estival y se proyecta durante los meses del año restante; sin embargo no coincide con la calidad de vida de la población que entre otros, presenta un bajo nivel de escolaridad, una baja atención en salud, baja conectividad y en general baja acceso a servicios básicos.

Folio017791

La Comuna de Alto del Carmen, en el período intercensal 70-92, registra un crecimiento negativo de un -9,64%: de 5.251 habitantes en 1970 disminuyó a 4.745 en 1992. En tanto que en el período 1992 – 2002 (ver tablas N º 32 y 33), registra un crecimiento positivo, con un aumento de 95 personas. Esto puede explicarse con el auge económico de las agro exportaciones a partir de la década de los ´90, lo cual se ha convertido en un factor de atracción de población hacia la comuna.

TABLA N º71: TASA DE CRECIMIENTO Y DECRECIMIENTO COMUNA ALTO DEL CARMEN

	CENSO 1992			CENSO 2002		
POBLACIÓN	**Hombres**	**Mujeres**	**TOTAL**	**Hombres**	**Mujeres**	**TOTAL**
Rural	2597	2148	4745	2629	2211	4840
Urbana	0	0	0	0	0	0
Total	2597	2148	4745	2629	2211	4840

Fuente: INE, 2002.

TABLA N º 72: VARIACIÓN INTERCENSAL COMUNA ALTO DEL CARMEN

VARIACIÓN INTERCENSAL		
Hombres	**Mujeres**	**TOTAL**
+ 32	+ 63	+ 95

Fuente: INE, 2002.

TABLA N º 73: PROYECCIÓN DE POBLACIÓN COMUNAL 1999 – 2005

ÁREA	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
Comuna	4.534	4.494	4.433	4.372	4.312	4.255	4.197
Región	269.047	273.576	278.058	282.461	286.795	291.079	295.321

Fuente: SERPLAC Región de Atacama, 2001.

De acuerdo a la Proyección INE, la Comuna de Alto del Carmen ha superado las expectativas de crecimiento demográfico, en tanto que para el año 2002 se esperaba contar con 4372 personas y se censaron 4840, lo que hace pensar en un crecimiento que sin ser altamente significativo, puede verse mejorado con la instalación de inversiones mineras y turísticas, actuando también ellas, como un factor de atracción.

Folio017792

En el análisis de migraciones, el balance es positivo, el único de la Provincia de Huasco, y relevante en relación con el crecimiento absoluto de la comuna, 89 y 96 personas respectivamente. Esto permite decir que el crecimiento de la comuna está fuertemente influido por las inmigraciones (MINVU, 2004).

4.4.2 Actividades Económicas

TABLA N º 74: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR TRAMOS DE EDAD Y POR SEXO COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

TRAMOS DE EDAD	MUJERES	HOMBRES	TOTAL
15 – 24 años	46	195	241
25 – 34 años	90	355	445
35 – 44 años	86	342	428
45 – 54 años	68	259	327
55 – 64 años	38	211	249
65 años o más	9	90	99
TOTAL	337	1452	1789

Fuente: INE, 2002

Según se desprende de la tabla N º 30, del total de población comunal, un 36 % es Población Económicamente Activa, ello podría ser la causal de la alta tasa de inmigración laboral estacionaria (en períodos de cosecha de los parronales de exportación).

TABLA N º 75: RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

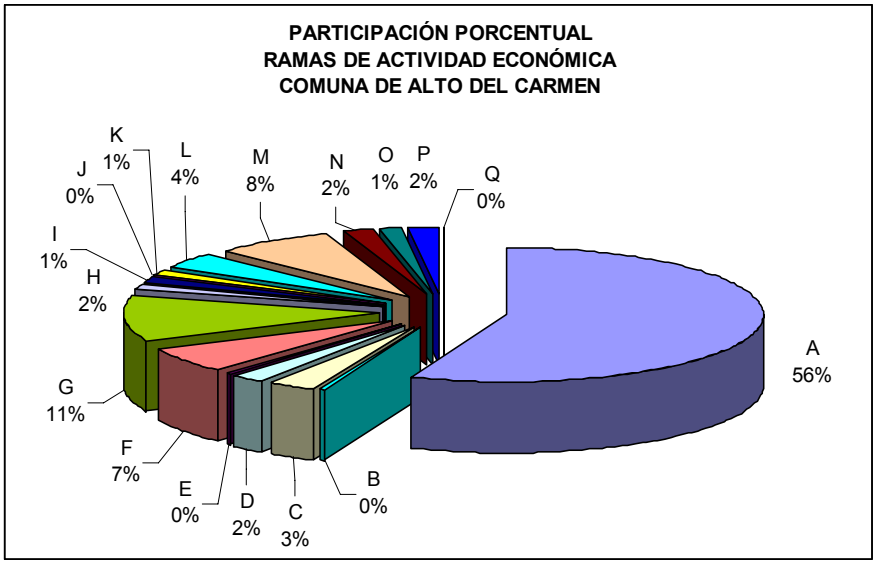
RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA	DESCRIPCIÓN	POBLACIÓN
A	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	857
B	Pesca	4
C	Explotación de minas y canteras	47
D	Industrias manufactureras	33
E	Suministro de electricidad, gas y agua	4
F	Construcción	100
G	Comercio al por mayor y menor	163
H	Hoteles y restaurantes	24
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	18
J	Intermediación financiera	1
K	Actividades inmobiliarias,	22

Folio017793

	empresariales y de alquileres	
L	Administración pública y defensa	59
M	Enseñanza	116
N	Actividades de servicios sociales y de salud	30
O	Otras actividades comunitarias, sociales y personales	19
P	Hogares privados con servicio doméstico	30
Q	Organizaciones y órganos extraterritoriales. Ignorado	0

Fuente: INE, 2002.

GRÁFICO N º 1



Fuente: Elaboración propia en base a INE, 2002

Las localidades de la Comuna de Alto del Carmen presentan como principales actividades productivas, la pequeña agricultura y la ganadería, principalmente caprina. Algunos jefes de familia trabajan sus pequeños terrenos agrícolas y otros lo hacen en forma dependiente. En los últimos años, la actividad agrícola y económica ha aumentado las superficies destinadas al cultivo de parronales para uva de exportación. Se ha indicado que la agricultura es la principal actividad económica de esta comuna, sin embargo, dentro de esta área no existe diversificación productiva desarrollándose

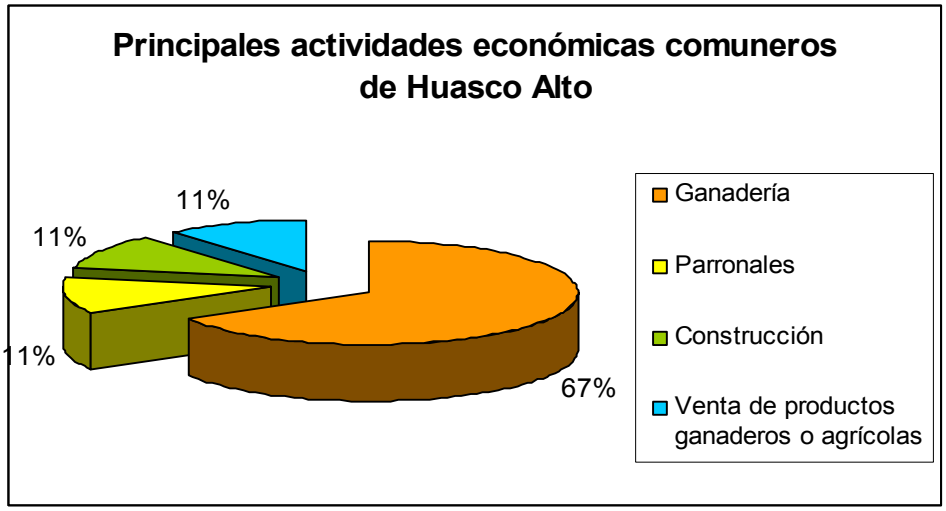
Folio017794

mayoritariamente el cultivo de vid para proveer de destilado a la industria pisquera de la Cuarta Región o de sus plantas sucursales en Copiapó. De esta manera la comuna carece de un complemento industrial al procesar la materia prima y obtener un producto terminado en su misma zona, generando valor agregado a la producción. Por ello se requiere fomentar la asociatividad de los agricultores para generar cooperativas de administración y distribución de los recursos.

De acuerdo al Censo Nacional Agropecuario (INE, 1997), la superficie de terrenos de la comuna, bajo explotación agrícola, eran de 1.709 hás., siendo los principales rubros agrícolas, los frutales (44,75%), las viñas (23,25%) y las plantaciones de hortalizas (14,27%). Respecto a la ganadería, del total de cabezas de ganado, un 54% corresponde a ganado caprino, un 17% a equinos, el 16% a ovinos, el 8% a bovinos y el 5 % restantes a porcinos.

Así, se desprende que la ganadería extensiva y la agricultura son las principales actividades económicas de los comuneros de Huasco Alto, lo cual es corroborado en las encuestas realizadas en la zona (ver gráfico N º 2)

GRÁFICO N º 2

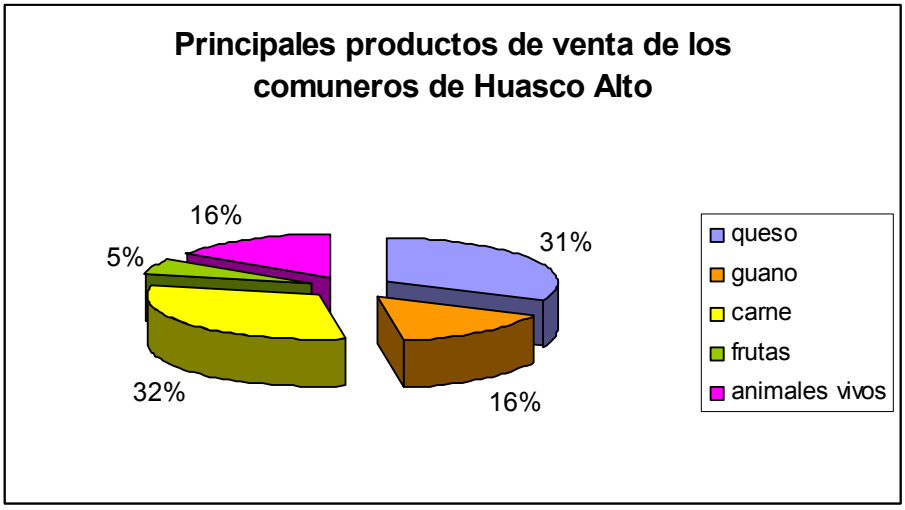


Fuente: Elaboración propia, 2005.

Folio017795

El ingreso se explica con la actividad económica principal de esta área, que es la agricultura, actividad especialmente relacionada con la producción de Uva de exportación y frutales, lo cual genera una estabilidad temporal-estival en el empleo, produciendo una merma en los ingresos durante el periodo invernal. Al depender la población económicamente activa mayoritariamente de la agricultura, un 63,7% del empleo se reduce al período de cosecha, asimismo cabe hacer notar que el 46,7% de la PEA no tiene actividad. La criancería, es otra actividad recurrente de la población, a nivel de autosubsistencia, lo que genera ingresos en promedio bajo, dado principalmente por la irregularidad de su producción y demanda. Las encuestas afirman que la venta de subproductos ganaderos y agrícolas constituyen la principal fuente de ingreso de los comuneros de Huasco Alto. Los porcentajes de participación de subproductos en las ventas, se observan en el gráfico N º 3.

GRÁFICO Nº 3



Fuente: Elaboración propia, 2005.

Algunas de las limitantes que posee la comuna en términos socioeconómicos se analizan brevemente a continuación:

Folio017796

Servicios

Déficit en cobertura de atenciones básicas para las personas que viven e localidades más alejadas (para médicos, ambulancias, profesionales especializados, medicamentos y falta campañas de prevención). Esta comuna es 100% rural, la única en la región, y el 30,1% de sus viviendas se abastecen de agua a través de pozos, norias, ríos, vertientes, esteros u otras fuentes distintas a la red pública. Esto genera necesidades de organización en comunidades de aguas y de financiamiento para el acopio y distribución del vital elemento. Sólo el 2% de las viviendas cuenta con sistema de eliminación de excretas, el 62% no dispone de agua potable rural y el 25% de las viviendas no están conectadas a la red eléctrica. (CASEN 98). El mismo instrumento señaló que el 2,3% de las viviendas regionales no dispone de energía eléctrica, aumentando esta comuna el índice a 6,4%, la cifra más alta de la región. En tanto la ficha CAS II de enero del 2000 registró un 98% de viviendas sin alcantarillado.

La red de infraestructura vial y de comunicación es deficiente, lo cual dificulta el acceso al mercado regional, así como la posibilidad de generar otras actividades productivas como en el área turística.

Baja calificación de mano de obra

Alto del Carmen es la comuna con mayor carencia educativa en la Región de Atacama, así lo refleja el último levantamiento de la ficha CAS II en enero del 2000, el cual indica que sólo el 31,5% de la población ha completado su educación básica frente a un 49,1% regional. Entre quienes completaron su educación media la cifra disminuye al 9,7% en relación al 18,7% regional y sólo el 3,2% de la población ha cursado al menos un año de educación superior frente al 5,2% regional. En esta comuna la ficha CAS II reúne casi la totalidad de la población en relación al número de encuestados y la proyecciones del INE. En tanto el 10% de la población mayor de 6 años no posee educación formal.

4.4.3 Poblamiento

Folio017797

La condición rural representa un nivel de distribución de población mayor que prácticamente todas las comunas de la región, al no existir centros poblados jerarquizados no existe una tendencia a la concentración.

La comuna de Alto del Carmen está conformada por dos valles agrupando 22 localidades y cerca de 70 caseríos. Todas las localidades de la comuna de Alto del Carmen son de carácter rural; algunas de las localidades son:

Alto del Carmen

Esta localidad se encuentra a 47 Km. al oriente de Vallenar y es el principal poblado de la comuna. La actividad económica predominante es la agricultura, relacionada especialmente con la uva de exportación. Un alto porcentaje de las viviendas cuenta con energía eléctrica y agua potable.

El Tránsito

Esta localidad emplazada en el Valle del Río El Tránsito, presenta una actividad económica basada en la agricultura de uva de exportación. Cuenta con servicios de agua potable y energía eléctrica. Posee además, un recinto educacional, servicios de correos, registro civil, registro electoral y retén de carabineros.

Conay

Se localiza a 60 km al oriente de Alto del Carmen, y corresponde a un caserío que basa su actividad en la agricultura, realizada por empresas agrícolas como por pequeños agricultores. Presenta un recinto educacional, posta de salud y un retén de Carabineros de Chile.

Otras localidades ubicadas en el Valle del Río El Tránsito son: Chanchoquín, Chollay, Junta Valeriano, Corral, Los Tambos, La Plata, Pinte, La Arena, La Fragua, entre otras.

TABLA N º 76: LOCALIDADES DEL VALLE EL TRÁNSITO, ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA DEL PROYECTO

Folio017798

N º	LOCALIDAD	LOCALIDAD MÁS PRÓXIMA	DISTANCIA (Kms.)
1	Alto del Carmen	Caserío	6.89
2	Caserío	Alto del Carmen	6.89
3	El Terrón	Caserío	2.50
4	La Placeta	El Terrón	3.10
5	La Marqueza	La Placeta	1.28
6	El Olivo	La Marqueza	1.70
7	Chiguinto	El Olivo	1.73
8	Las Parras	Chiguinto	1.44
9	Los Perales	Las Parras	2.40
10	Chanchoquín chico	Los Perales	2.18
11	Chanchoquín	Chanchoquín chico	2.85
12	El Tránsito	Chanchoquín	2.09
13	La Fragua	El Tránsito	2.64
14	La Arena	La Fragua	4.47
15	Las Juntas	La Arena	1.54
16	La Pampa	Las Juntas	5.44
17	El Parral	La Pampa	5.23
18	La Plata	El Parral	0.71
19	Los Tambos	La Plata	1.08
20	Conay	Los Tambos	2.97
21	Pachuy	Conay	2.70
22	Albaricoque	Conay	5.33
23	Malaguin	Albaricoque	2.72
24	La Caldera	Malaguín	2.48
25	El Corral	La Caldera	5.59
26	Junta Valeriano	El Corral	2.26
Distancia Promedio			3.09
Sup. Km2			3950

Fuente: Elaboración propia, 2005

De esta forma, se obtiene Rn

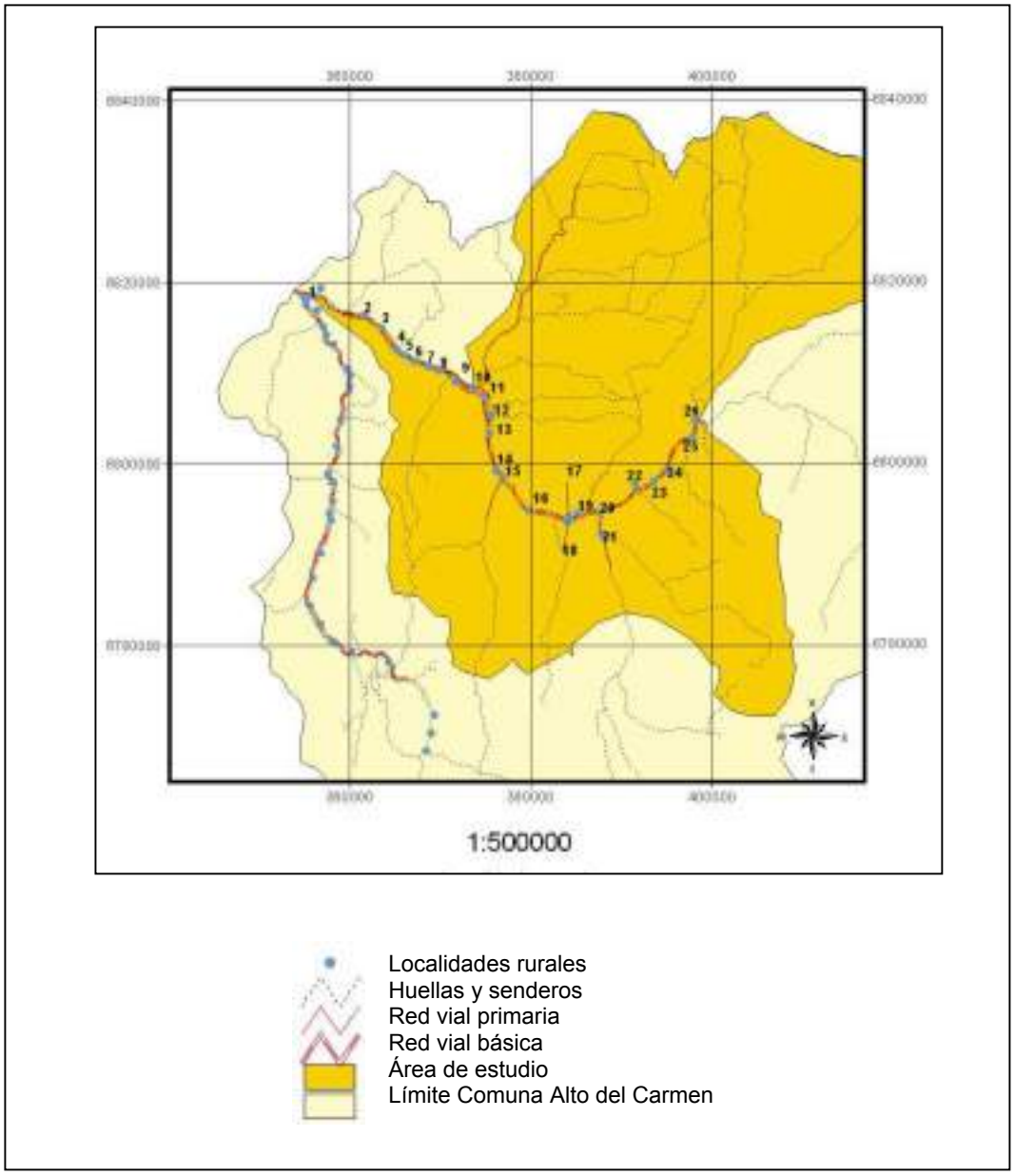
Rn= 2D √(N/A)
Rn= 2* 3.09 √(26/3950)
Rn= 0,50

Según las categorías definidas en el índice de Evans y Clark, los caseríos del Valle El Tránsito se presentan de forma concentrada, existe una gran cantidad de caseríos y

Folio017799

una baja distancia relativa entre ellos. Así mismo, siguen un patrón lineal de asentamiento, el cual sigue la línea de fondo de valle. (ver figura 12)

FIGURA 12: LOCALIDADES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia, abril 2005.

Folio017800

4.4.4 Uso de recursos territoriales

a) Uso de recursos territoriales por parte de la Comunidad local

- Recursos Arqueológicos, Antropológicos e Históricos

Desde tiempos remotos, la zona andina está relacionada al desarrollo de culturas que se adaptaron y desarrollaron en las condiciones ambientales locales.

El desarrollo ancestral en que se desarrolló la cuenca alta del Río Huasco, está asociada a los cuatro estadios (secuencias) culturales que se desarrollaron en la región de Atacama:

- Periodo Arcaico de Cazadores-recolectores Cordilleranos (3.000/2.500 – 150 años a.C)
- Periodo Agroalfarero Temprano; Complejo El Molle (150 años a.C. – 700 años d.C.).
- Periodo Agroalfarero Medio; Complejo Las Animas (800 años d.C. – 1.000 años d.C.).
- Periodo Agroalfarero Tardío; Cultura Diaguita (1.000 años d.C. – 1.470 años d.C.).
- Cultura Diaguita/Inca (1.470 años d.C. – 1.536 años d.C.)

De acuerdo a la información recopilada, los vestigios arqueológicos nos entregan antecedentes de la continuidad temporal e histórica ocurrida en la comuna.

TABLA N º 77: REGISTROS ARQUEOLÓGICOS EN MUSEO REGIONAL DE ATACAMA

Nº	NOMBRE	TIPO	CRONOLOGIA	ESTADIO
1	Cementerio Alto del Carmen	Cementerio cerámico	1500 D.C.	Inca – Diaguita
2	Cementerio Quebrada de Ipipe	Cementerio cerámico	0 –700 D.C.	Complejo El Molle – Fase Río Huasco
3	Cerro Blanco	Arte rupestre aislado	0 –800 D.C.	Complejo El Molle
4	Chanchoquin Chico	Sepultura aislada	1200–1500 D.C.	Período tardío Diaguita Fase 2
5	Chanchoquin Chico	Cementerio cerámico	800–1100 D.C.	Período Medio Complejo Animas
6	Conchal cerámico	Conchal cerámico	700–1100 D.C.	Período Medio Complejo Animas
7	Hornitos I	Cementerio cerámico	1460–1560 D.C.	Inca – Diaguita
8	La Huerta	Cementerio cerámico	700–1100 D.C.	Período Medio Complejo Animas
9	Pasteadero	Alero con ocupación en su piso	800–1100 D.C.	Complejo Animas
10	Quebrada Pinte	Cementerio cerámico	0 –700 D.C.	Complejo El Molle

Otros sitios detectados, a través de las revisiones de información de proyectos (Estudios y Declaraciones presentados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental) en la comuna, son los siguientes:

TABLA N º 78: REGISTROS ARQUEOLÓGICOS EN PROYECTOS INGRESADOS AL SEIA

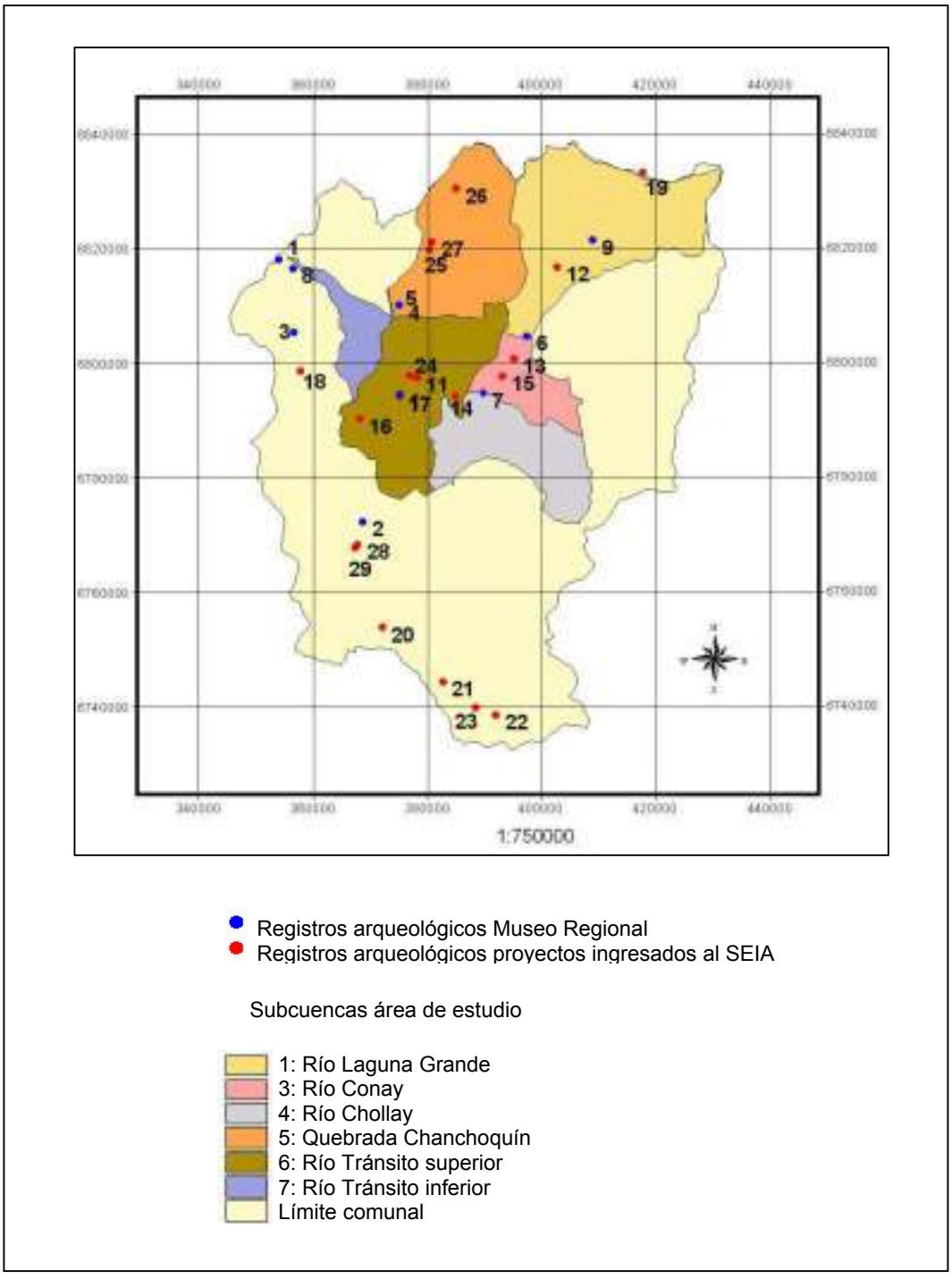
Nº	NOMBRE	TIPO
11	El Portillo	Histórico
12	Junta del pescado	Restos arqueológicos, arte rupestre
13	Las Lozas	Arte rupestre
14	Los Tambos	Histórico

Nº	NOMBRE	TIPO
15	Malaguín	Arte rupestre
16	Mina Paculito	Histórico
17	Quebrada Pinte 1	Restos arqueológicos e históricos
18	San Félix	Histórico
19	Portezuelo Cantaritos	Complejo cultural
20	Quebrada Tranca Quemada	Complejo cultural
21	Río Tres Quebradas	Cementerio cerámico
22	Río Potrerillos 1	Complejo cultural
23	Río Potrerillos 2	Complejo cultural
24	Quebrada Pinte 3	Antropológicos
25	Quebrada La Totora sector Amolanas	Arte rupestre
26	Quebrada seca	Histórico
27	Quebrada La Totora	Arte rupestre
28	La plata alta 1	Histórico
29	La plata alta 2	Arte rupestre

La espacialización de estos registros se observa en la figura 13.

Folio017803

FIGURA 13: REGISTROS ARQUEOLÓGICOS EN HUASCO ALTO



Fuente: Elaboración propia, agosto 2005

Folio017804

De acuerdo a ello, en la tabla N º 79, se registra el valor de existencia de vestigios arqueológicos por subcuenca, considerando que en la comuna existe un total de 29 sitios catastrados.

TABLA N º 79: VALOR DE EXISTENCIA DE VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS POR SUBCUENCA DEL ÁREA DE ESTUDIO.

SUBCUENCA	CANTIDAD DE SITIOS POR SUBCUENCA	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN EN LA COMUNA	IMPORTANCIA	VALOR DE USO
1: Laguna Grande	4	13.8 %	MEDIO	2
3: Conay	3	10.3 %	MEDIO	2
4: Chollay	0	0 %	BAJO	1
5: Chanchoquín	5	17.2 %	MEDIO	2
6: Río Tránsito Superior	5	17.2 %	MEDIO	2
7: Río Tránsito Inferior	0	0 %	BAJO	1

Cabe destacar que existen 29 registros arqueológicos para la comuna, de los cuales 19 (65.5%) se encuentran insertos en el área de estudio.

- La Cultura Diaguita

De acuerdo un punto de vista arqueológico, Montané (1969) señala que la cultura diaguita se aborda a partir de tres fases:

En la fase 1 se estaría en presencia de una cultura basada en las actividades económicas de la ganadería, agricultura y actividades marinas. Los componentes que identifican esta fase se reconocen en la cerámica, sepulturas de baja profundidad y ceremonias fúnebres con sacrificio de animales.

La fase 2 se caracteriza por la presencia de sepulturas colectivas, elaboradas con piedra de laja de granito. Además, en su cerámica se encuentran los conocidos jarros zapato y los jarros pato.

Folio017805

Finalmente, la fase 3 se caracteriza por la influencia de la cultura Inca, a través de la rápida incorporación de sus técnicas por parte de los artesanos diaguitas, que se ve reflejado en la decoración mixta.

El área de expansión de esta cultura, al momento de la llegada de Diego de Almagro en 1536, abarcaba los territorios desde el valle del río Copiapó hasta las inmediaciones del río Aconcagua. Su economía se basaba en la agricultura, ganadería, pesca y caza.

La descendencia histórica de este grupo indígena ha permanecido en la zona del Huasco Alto, lo que involucra a la comuna de Alto del Carmen. Existen vestigios arqueológicos que evidencian la presencia de la cultura Molle y Las Animas en los mismos sitios ocupados actualmente por las comunidades de Huascoaltinos. Es por esto que fue necesario obtener informaciones orales y antecedentes bibliográficos que permitieran determinar hitos importantes de la historia local y encontrar elementos que explicaran acerca de la procedencia, permanencia y refugio en esta zona de cordillera de familias de raigambre diaguita. Los estudios regionales de Latcham (1923), han permitido considerar a las comunidades de Huascoaltinos dentro de un contexto de identidad regional catalogándolos como “diaguitas chilenos”. (TEPU, 2005)

El mestizaje posiblemente haya ocasionado alteraciones en los rasgos de la cultura diaguita haciendo desaparecer la presencia indígena en algunos valles (Elqui, Limarí y Choapa), aunque en otros perduraron en distintos grados. En el caso del reducto diaguita Huascoaltino, perduró a través de la tenencia de las tierras en Huasco Alto y su uso, ocupación y asentamiento se mantuvo a lo largo del periodo colonial y republicano, constituyendo los valles de la cordillera en la cuenca del río El Tránsito, un espacio de refugio de los indígenas.(TEPU, 2005)

La extensión de las tierras de los indígenas del Valle del Huasco durante la colonia, se ubicaba en tres asentamientos a lo largo del valle, uno cercano a la costa, otro en el sector centro y otro en la cordillera, los que se denominaban Huasco Bajo, Paitanas (Vallenar) y Huasco Alto, respectivamente. (TEPU, 2005)

Folio017806

La tenencia de tierras de los Huascoaltinos se construyó históricamente. En un inicio todo el valle del Huasco pertenecía a los diaguitas, la que fue alterada por la llegada de los españoles, que ocuparon las tierras más fértiles y segregaron a los terrenos de menor calidad a los indígenas, haciendo que migraran hacia las tierras del valle del río El Tránsito. (TEPU, 2005)

El régimen de propiedad actual de los Huascoaltinos se estructura sobre la base de un sistema de propiedad comunitaria que se ejerce principalmente en las áreas altoandinas, desde la base de los cerros hasta las mas altas cumbres, incluido las áreas de pastoreo altiplánicas, que corresponden a espacios de trashumancia silvo – pastoril. Conjuntamente, se reconocen goces individuales en los sectores bajos, correspondientes a la cuenca del Río del Tránsito, donde se ha ido consolidando un sistema de propiedad individual, caracterizado por huertos agrícolas de superficie promedio de una hectárea.(TEPU, 2005)

La administración de la propiedad comunitaria corresponde a una estructura organizacional conocida como “Comunidad Agrícola”, la que administra los territorios comunitarios y vela por la integridad de las tierras comunes. En tanto, la propiedad individual está entregada a la autonomía de cada propietario y, en general, se encuentra sujeta a las reglas del derecho común. (TEPU, 2005)

Cabe señalar , que en el año 1997, el Estado chileno reconoció la propiedad de la tierra a varias familias descendientes, los que han regularizado la propiedad territorial de 239.918 hectáreas, aunque el territorio completo consta de 377.963 hás comprendidas en tres estancias denominadas Huascoaltinos, Chollay y Valeriano. Estas propiedades las poseían sus habitantes como dominio regular e inscrito desde principios del siglo pasado (con escrituras del Conservador de Bienes Raíces que datan del año 1903).

En el espacio territorial llamado Huasco Alto sus actuales habitantes conservan prácticas culturales y costumbres heredadas de sus antepasados, en los ámbitos de la cosmovisión y la producción agrícola y ganadera, la caza y recolección, las actividades artesanales -textiles y alfareras-, en los ritos y fiestas y conocimiento de la herbolaria. A su vez, estas prácticas culturales históricamente se han realizado en las tierras ancestrales, tanto individuales o familiares, como en las tierras comunitarias de la estancia ganadera.

Folio017807

Ambos tipos de propiedad forman parte del territorio que heredaron del período colonial y que formaban parte del Pueblo de Indios de Huasco Alto, el que se formó cuando se les replegó al Valle del Tránsito y los españoles tomaron las tierras del Valle del río del Carmen. (TEPU, 2005)

- Uso actual del Suelo

Actualmente la comuna de Alto del Carmen no cuenta con un Plan Regulador Comunal, por lo que el uso del suelo no está normado, correspondiendo toda la comuna a una zona rural. Este Plan Regulador se encuentra en proceso de elaboración, desarrollándose en la actualidad la etapa diagnóstica.

Según el Censo Nacional Agropecuario e información de CONAF, la superficie productiva (hás) de la Comuna de Alto del Carmen se resume en la siguiente tabla:

TABLA N º 80: SUPERFICIE PRODUCTIVA DE LA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

SNASPE	AGRICOLAS	FORESTALES	GANADEROS	ESTÉRILES	TOTAL SUP. EXPLOTADA
0	3.569	437	84.655	222.433	311.094

Fuente: INE, Censo Agropecuario, 1997, completado por CONAF Atacama

A nivel local, considerando los antecedentes entregados por el Catastro de Vegetación Nativa (CONAF, CONAMA 1997), en el área se distinguen principalmente cinco usos de suelo: matorral con suculentas muy abierto, matorral muy abierto, zonas de uso agrícola – habitacional, otros usos sin vegetación y zonas sobre el límite vegetacional. De acuerdo a ello, las categorías de uso de la tierra que cubren una mayor superficie en la propiedad en estudio son:

- Matorral con suculentas muy abierto 2.036 hás
- Matorral muy abierto 143.597 hás
- Zonas de uso agrícola – habitacional 5.394 hás
- Otros terrenos sin vegetación 55.397 hás
- Zonas sobre el límite vegetacional 49.270 hás

Folio017808

Las unidades de uso agrícola y asentamientos humanos, se ubican en las partes bajas de los valles, cercanos a los cursos de agua, ocupando los sectores de menores pendientes que corresponden a terrazas aluviales, riberas de los cauces mayores y últimamente, con la aplicación de nuevas tecnologías, amplios conos aluviales, laderas y sectores pedregosos que en tiempos pasados eran ocupados por vegetación natural. Este uso de suelo ocupa una superficie aproximada de 10.188 hectáreas lo que equivale al 1.7 % de la superficie comunal.

La ganadería entre los Huascoaltinos es una actividad de antigua data. Para el siglo XVIII conocemos la identificación de los denominados "potreros" que corresponden a los lugares de pastoreo y apacentamiento de animales ocupados por los indígenas del Pueblo de Indios de Huasco Alto, entre los que se nombran para la cordillera están el Cerro Pintado ocupado por las familias de Chanchoquin, la quebrada de Pinte utilizada para el pastoreo de ganado menor, los de la quebrada de La Plata, Colpen, Paichuy y El Corral señalaron tener potreros en la cordillera, además de *"El potrero o quebrada de la Laguna Grande, con buen potrero en la cordillera. La quebrada de los Casaderos, con buen potrero. La de la laguna chiquita, con potrero."* [13](TEPU, 2005).

La misma actividad ancestral de crianza de ganado se sigue conservando hasta la actualidad, aprovechando los pastos y las vegas, que son los potreros naturales. Los recursos para el pastoreo se componen de los pastos de vega, de los matorrales forrajeros, del pajonal y de los pastos temporales y el traslado transhumante para su aprovechamiento se realiza a través del sistema de uso de espacios de invernadas y veranadas que se encuentran dentro de la Estancia de los Huascoaltinos.[14](TEPU, 2005)

[13] Archivo Capitanía General, Vol. 578, Año de 1750, fojas 40 a 61 vta.

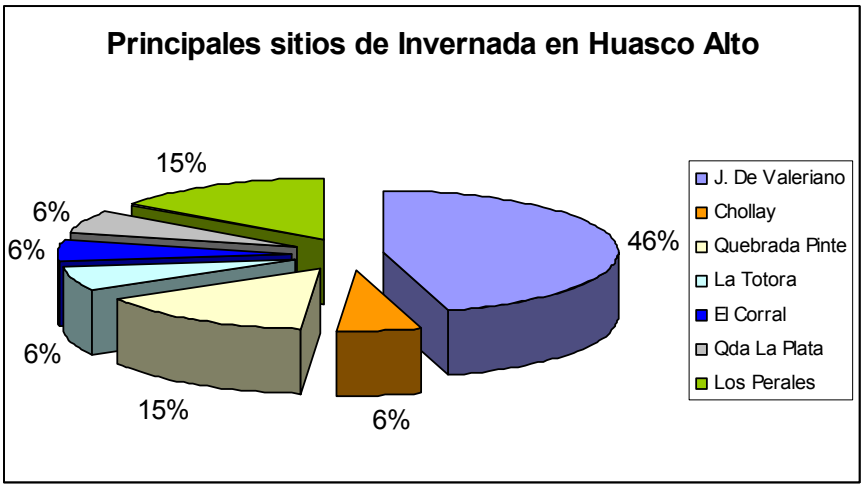
[14] Ejemplo del uso de estos recursos forrajeros es el siguiente. En la Quebrada Las Pircas, frente a Chanchoquin, en la ladera sur del valle, en el lugar denominado vega La Peña se ubica la majada de José González, quién identifica los siguientes pastos utilizables por el ganado caprino y mular. En la vega se encuentra el canutillo y el pasto fino. Los "montes" o vegetación arbustiva permanente que se encuentra en los fondos de la quebrada y en las laderas se compone de varilla, carbón, retamo, pingo pingo, bailahuen, caspiche y olivillo. Los pastos permanentes se componen de hierba del jote y pajonal. Sobre las laderas de los cerros crecen los pastos estacionales como la coronilla, malvilla, oreja de vaca, lirio, maicillo y el oreganillo.

Folio017809

Por su parte, los comuneros de Huasco Alto, al practicar ganadería caprina extensiva[15], y ser la cabra un animal de raleo, requiere de extensas zonas de ocupación. Por ello se hace necesario definir las zonas de tránsito en la práctica de trashumancia, de manera de descubrir aquellos sitios con mayor carga animal por pastaje.

Los principales circuitos de trashumancia son el tramo Junta Valeriano-Laguna Grande y Pinte- Los Perales – La Totora- Cazadero[16] . Los gráficos N º 4 y N º 5 y la figura 16 ilustran esta situación

GRÁFICO N º 4

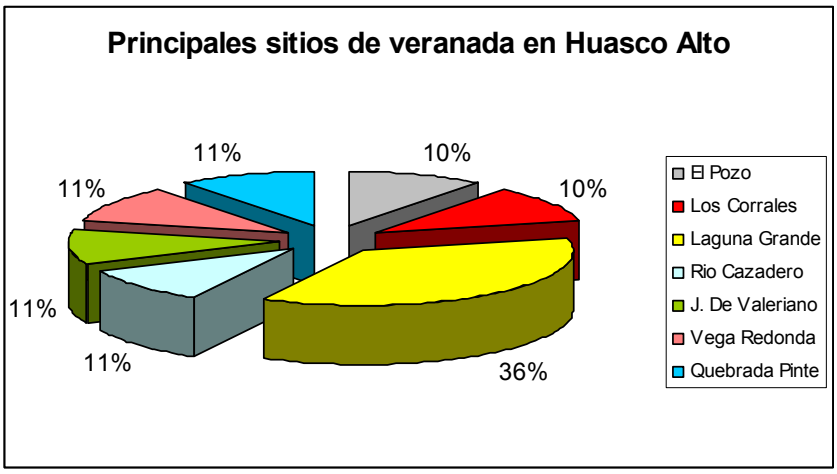


Fuente: Elaboración propia, 2005

[15] Ver Anexo N º 6 Veranadas: Vegas de pastoreo de familias Diaguitas.
[16] Ver anexo N º 7 Listado de crianceros Huasco Alto según el Servicio Agrícola y Ganadero

Folio017810

GRÁFICO N º 5



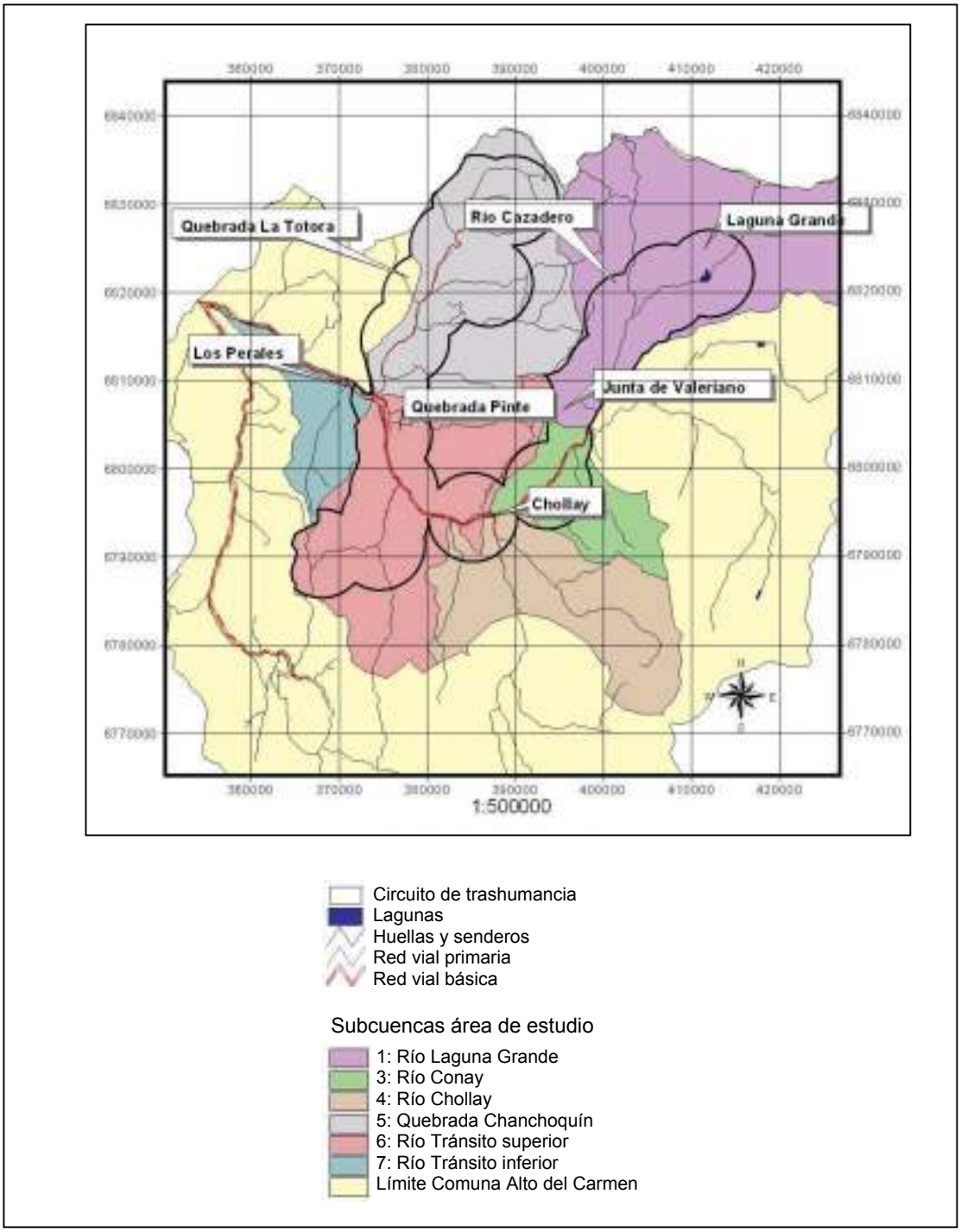
Fuente: Elaboración propia, 2005

Cabe considerar que según los entrevistados, el sitio Laguna Grande, en período de veranada puede llegar a albergar entre 8 y 10 familias. Si se efectúa la extensión de tenencia animal, que según los datos registrados, puede llegar a ser de 215 cabezas por familia, entonces, este sitio en verano, recibe anualmente un promedio de 3500 animales.

Tomando en cuenta que la población ganadera (cabras) se desplazan en promedio 5 kilómetros diarios desde el sitio de resguardo cotidiano, la figura 14 muestra los buffer de desplazamiento de los crianceros y su ganado hasta los principales sitios de pastaje. (circuito de trashumancia). Donde 1 y 4 son sitios de pastaje fijo en veranada y 2 y 3 son sitios de pastaje fijo de invernada.

Folio017811

FIGURA 14: CIRCUITO DE TRASHUMANCIA Y PRINCIPALES SITIOS DE PASTAJE EN HUASCO ALTO

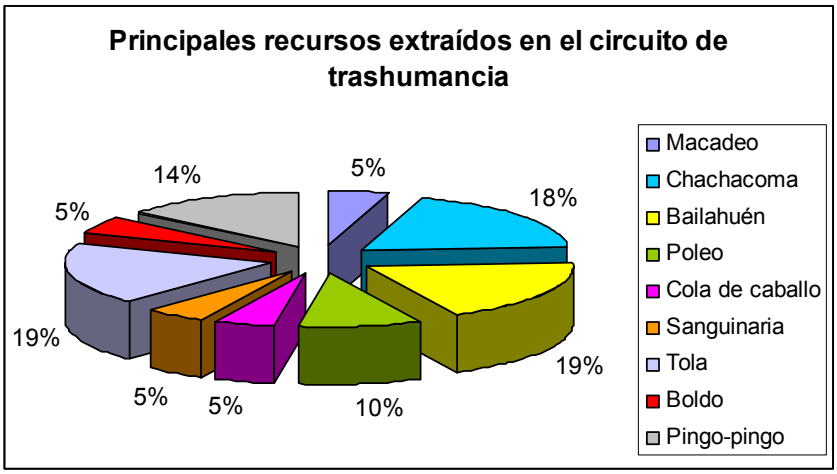


Fuente: Elaboración propia.

Folio017812

Así mismo, se logró determinar las principales extracciones de recursos territoriales, lo cual se observa en el gráfico N º 6.

GRÁFICO N º 6



Fuente: Elaboración propia, 2005

Cabe hacer mención que los crianceros han mencionado la extracción de “boldo” en un 5%, sin embargo no se registran individuos de *Peumus boldus* para la zona, de manera que debiera ser una denominación local (nombre vernáculo), y no existió la posibilidad de identificar en terreno la especie en mención.

Entre las más colectadas, con una participación del 19 y 18% respectivamente, están la Tola (*Baccharis tola Phil), l*a cual es utilizada en la prevención de la gripe y el resfrío, el Bailahuén (*Haplopappus baylahuen),* utilizado para *el frío*, y malestares estomacales y la Chachacoma (*Senecio sp.*), muy conocida por sus propiedades curativas del *mal de altura (puna)*, así mismo, esta última se comercializa en pequeños montos de extracción, ya que también colabora en la regulación de la presión sanguínea.

Considerando que la comunidad local utiliza el espacio en circuitos de trashumancia, y, que los recursos utilizados en ello son renovables, estos tienen la posibilidad de

Folio017813

regenerarse entre un período de uso y otro, y por lo tanto, se puede deducir que el uso que realiza la comunidad local del espacio es sustentable, pues no presenta un sobreuso o agotamiento de los recursos territoriales locales.

Por otra parte, cabe recordar que los objetivos de la conservación ambiental al decir de KANOWSKI *et al*.(2001) son:

- Mantener los procesos ecológicos y la dinámica de los ecosistemas naturales a un nivel de paisaje.
- Mantener ejemplos viables de éstos ecosistemas a lo largo de su rango de distribución natural.
- Mantener poblaciones viables de especies nativas a lo largo de su rango de distribución natural y
- Mantener la diversidad genética de las especies

Con ello se comprueba la hipótesis de investigación N º 3, acerca de la compatibilidad del uso con los objetivos de conservación ambiental definidos en los instrumentos normativos, pues la comunidad estaría realizando un manejo del espacio con la temporalidad y extensión de espacio definida entre los crianceros y ello permite mantener las características nombradas por Kanowski en su identificación de objetivos de conservación.

Por otra parte, si se considera el espacio ocupado en trashumancia por cada subcuenca y el promedio de cabezas de ganado que se desplazan en ellas, se obtiene la categorización de la actividad funcional, la actividad ganadera extensiva, por parte de la comunidad local, lo cual se observa en la siguiente tabla:

Folio017814

TABLA N º 81: VALOR DE USO DE RECURSOS TERRITORIALES, GANADERÍA EXTENSIVA POR PARTE DE LA COMUNIDAD LOCAL.

SUBCUENCA	CANTIDAD DE GANADO PROMEDIO	SUPERFICIE UTILIZADA EN CRIANCERÍA (hás)	DENSIDAD DE USO	% DE SUPERFICIE	VALOR DE USO
1: Laguna Grande	3182	23212	0,14	35.2	2
3: Conay	468	8548	0,06	50.3	2
4: Chollay	774	3070	0,25	8.8	1
5: Chanchoquín	992	30448	0,03	62.2	2
6: Río Tránsito Superior	858	28936	0,03	55.3	2
7: Río Tránsito Inferior	1853	690	2,69	5.4	1

Por lo tanto, aproximadamente un 20,4% del espacio de la Comunidad es utilizado en criancería extensiva (98.583 hás aprox.), Así, la comunidad utiliza el espacio en valores bajo y medio, sin provocar mayor impacto en él.

TABLA N º 82: VALORIZACIÓN DEL COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO

COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	3	4	5	6	7
Vestigios arqueológicos -históricos	2	2	1	2	2	1
Uso de recursos por parte de la Comunidad local	2	2	1	2	2	1
Sumatoria de valores	4	4	2	4	4	2
Normalización	0.67	0.67	0.33	0.67	0.67	0.33
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO	**2**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**
IMPORTANCIA	**M**	**M**	**B**	**M**	**M**	**B**

Folio017815

4.4.5 Principales inversiones empresariales en la Comuna de Alto del Carmen.

a) Minería

De acuerdo a la información recopilada, los proyectos que se encuentran en la comuna y que están en operación actual son:

TABLA N º 83: PRINCIPALES INVERSIONES EMPRESARIALES MINERAS EN LA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

NOMBRE EMPRESA	NOMBRE DE FAENA	OPERACIÓN O PROCESO	PASTA PRINCIPAL
Héctor Lagues	Mina Engreída	Subterránea	Cobre
Pierluigi Indri Giordani	Mina Gabriela	Rajo abierto	Mármol
Salazar Hermanos Limitada	Mina Santa Carmen	Subterránea	Cobre
CM Barrick Chile	Arroyo Blanco	Proyecto	Oro
CM Nevada S.A.	Proyecto El Encierro	Proyecto	Oro
CM Nevada S.A	Proyecto Pascua	Mina	Oro

Fuente: SERNAGEOMIN: Atlas de Faenas Mineras de las Regiones III y IV (2000). Actualizado Mapa Minero en: http://www.minmineria.cl.

En el territorio no regularizado legalmente de la Comunidad Agrícola los Huascoaltinos, se localizan los proyectos mineros Arroyo Blanco, Proyecto el Encierro y Pascua de la Compañía Minera Barrick Chile y Nevada S.A., todas filiales de Barrick Gold Corporation. El proyecto Pascua Lama involucra una inversión entre 1.400 y 1.500 millones de dólares americanos (TEPU, 2005). También se localiza en esta propiedad el Proyecto Minero El Morro de la Compañía Minera Noranda.

A continuación se realiza un breve análisis de los potenciales impactos de los proyectos más controversiales con la Comunidad local: Pascua Lama y El Morro.

<u>Pascua-Lama</u>

El titular de este proyecto es la Compañía Minera Nevada S.A., empresa subsidiaria de Barrick Gold Corporation, cuya casa matriz se ubica en Toronto, Canadá. El objetivo de

Folio017816

este proyecto es la producción y comercialización de minerales de oro, plata y cobre, en la forma de metal doré (oro y plata) y concentrado de cobre. De acuerdo a lo señalado en los informes de la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto, éste se localiza en la Cordillera de los Andes, en la zona limítrofe entre Chile y Argentina, en las coordenadas geográficas 29º 19´ de latitud sur y 70º 02´ de longitud oeste. Se ubica entre los 4.400 y 5.500 m.s.n.m., en la cabecera de dos subcuencas tributarias del Río Huasco: la subcuenca del Río Estrecho por el norte (tributario del Río Chollay), y la subcuenca del Río El Toro por el sur (tributario del Río El Carmen). Durante el año 2004 la empresa presentó un nuevo Estudio de Impacto Ambiental, donde se señalan un conjunto de modificaciones, las que incluyen básicamente: la explotación de un nuevo yacimiento denominado Penélope, ubicado unos 2,5 km al sureste del yacimiento principal, en territorio argentino; aumento del ritmo de extracción de mineral de 37.000 toneladas por día a 48.800 toneladas por día; aumento de la tasa de procesamiento a partir del cuarto año, de 33.000 toneladas por día a 44.000 toneladas por día; modificación del punto de captación de agua en el río del Estrecho; reubicación del sistema de manejo y tratamiento de drenajes del depósito de estéril para asegurar un flujo gravitacional; y ampliación del campamento ubicado en Chile. Se mantiene sin modificación el caudal de captación de agua, el flujo vehicular desde Chile, y la cantidad y calidad de drenaje a ser manejado y tratado. La inversión se estima entre 1.400 y 1.500 millones de dólares. El requerimiento total de mano de obra incluyendo ambos países alcanzará un máximo estimado de 6.000 personas en la etapa de construcción, y será de 1.660 personas en la etapa de operación. El campamento en Chile tendrá capacidad para 750 personas en la etapa de construcción y 500 a 600 personas en la etapa de operación.

Según CONAMA, este proyecto presenta efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire y por ello aún se encuentra en proceso de evaluación por parte de los organismos competentes en la materia.

Folio017817

Potenciales Impactos:

1.- Aguas:

- Aguas de riego:

Un aspecto de gran riesgo es la generación de aguas ácidas, más conocido como el drenaje ácido de minas, lo cual pone en riesgo la calidad de agua que riega el valle. La empresa se compromete a limpiar el agua hasta calidad de riego. Actualmente hay comunidades que se abastecen de las aguas para el consumo humano.(OLCA, 2005).

Barrick está consciente de que existen temores en la comunidad sobre la conservación y calidad del agua una vez que el proyecto empiece su etapa de construcción, durante su fase de producción y una vez que finalice. Como parte de los emprendimientos, la conservación y calidad del agua en las comunidades del valle del Huasco es una prioridad. Por ello, desde 1993 Barrick realiza un extenso monitoreo de las aguas superficiales y subterráneas de la zona cordillerana cercanas a dónde se ubicará el proyecto Pascua-Lama, con el fin de observar su calidad y comportamiento a través del tiempo. A partir de 2000, las mediciones de caudal se realizan hora a hora y esta información es compartida con la autoridad mediante informes que son entregados a la CONAMA periódicamente. Para evitar una posible alteración de las aguas se construirá un canal que desviará los deshielos, evitando que éstos lleguen al depósito de estériles y a la zona de roca removida para la explotación del mineral. De esta manera, esta agua conservarán sus características naturales. El agua que pudiera llegar a tocar los estériles por nevadas o lluvia será captada y canalizada hacia una planta de tratamiento, para posteriormente devolverla a los ríos en condiciones similares a las naturales, tal como lo establece la ley. Este tratamiento de aguas se mantendrá después de finalizadas las operaciones de la mina por el tiempo que sea necesario. Las aguas servidas que genere el proyecto Pascua-Lama serán tratadas en una planta especialmente habilitada en el campamento. (BARRICK, 2005)

En la región de Coquimbo, cerca del valle del Elqui, se encuentra el yacimiento El Indio, una de las dos minas que Barrick tiene en Chile. En 1993, filtraciones de relaves de su planta contaminaron con arsénico las aguas usadas para riego

Folio017818

y consumo humano, perjudicando a las ciudades de Vicuña, La Serena y Coquimbo. En 1997 volvió a ocurrir. (OLCA, 2005).

- Impacto en cuerpos glaciarios:

Barrick quiere remover 20 hectáreas de tres glaciares (unos 850.000 metros cúbicos de glaciar). No existe en el mundo ejemplo probado de la intervención de glaciares sin que haya significado su severa disminución o desaparición. Una investigación realizada por OLCA demostró que Barrick a través de su subsidiaria Cameco destruyó un glaciar a fines de los 90 y pone en riesgo otros dos en su operación en la mina Kumtor en Kyrgistán. (OLCA, 2005).

La protección de los glaciares es de vital importancia para Barrick. Es por esto que el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Pascua-Lama presentado por la compañía y aprobado en 2001, compromete un plan de manejo de glaciares que será entregado a las autoridades durante el primer semestre de 2005. (BARRICK, 2005)

Desde un inicio en los procesos de diseño y permisos para el proyecto Pascua-Lama se incorporó la minimización de los efectos potenciales sobre los glaciares, tomando en cuenta que éstos están en constante evolución. Para ello, se están realizando programas de monitoreo y evaluación de los glaciares y de las condiciones hidrológicas. Estos seguimientos están siendo presentados a la Conama e incluyen reconocimientos anuales de los glaciares aledaños al proyecto, monitoreos de caudal y calidad del agua en los ríos y quebradas bajo el área. Los hielos intervenidos no se destruirán, sino que parte de ellos serán trasladados a un área estudiada científicamente de similar elevación y características de superficie para su conservación, ubicada en la misma cuenca. El traslado se realizará bajo la supervisión de un equipo de expertos de la empresa en el área. El traslado de estos hielos no tendrá un impacto en el suministro de agua de los usuarios del valle. La superficie que se intervendrá representa menos del 1% del volumen total de hielos de la cuenca de Potrerillos. Barrick realizará un seguimiento de los hielos trasladados durante los años posteriores a su emplazamiento.(BARRICK, 2005).

Folio017819

En los últimos 20 años, entre el 50 y el 70 por ciento de la superficie de los glaciares Toro I, Toro II y Esperanza ha sido destruida por las exploraciones mineras en busca de oro. Aunque es probable que existan otros factores de por medio, como el calentamiento global, "*la zona destruida coincide con la ocupada por la Barrick mientras los lugares lejanos a la mina siguen intactos*", concluye César Padilla, del Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales (OLCA) (El Periodista, 2005).

Por lo tanto, ya que no existen pruebas contundentes de los efectos de la extracción de masas de hielos permanentes o cuerpos glaciarios, se concluye que el potencial impacto de la remoción de estos cuerpos por parte de la empresa Barrick es negativo para el sistema local.

2. Suelos:

Depósitos de Estériles

Las fuertes pendientes y las condiciones climáticas extremas condicionan una baja pedogénesis y consecuentemente la casi inexistencia de suelos con aptitudes agrícolas en el área del proyecto. Los “suelos” se restringen a rellenos aluviales en el piso de pequeños valles intermontanos, en depósitos morrénicos pequeños y en depósitos aluvio-coluviales de pendientes moderadas donde se ha logrado formar material fino y asentarse alguna vegetación menor. De acuerdo a las características físicas de los suelos, el uso productivo es marginal. La única actividad reconocida es la ganadería, localizada en algunos sectores de la cuenca del Río El Toro y a lo largo de la cuenca del Río El Estrecho.

Más de 2.000 millones de toneladas de roca se depositarían en la naciente del río Estrecho. EL arsénico y los metales pesados que contienen los estériles contaminarían tarde o temprano el agua del río y todo el valle. (OLCA, 2005)

Según el inventario anual de derrames de tóxicos de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), las compañías mineras multinacionales, en especial las que explotan oro, producen seis veces más basura tóxica que los 260

Folio017820

millones de habitantes de ese país. Por esta razón, este método de extracción de minerales es rechazado en casi todo el mundo. (OLCA, 2005)

3.- Flora y Fauna:

Pascua Lama tendrá impacto en la biodiversidad del sector, en particular, en animales que dependen de las fuentes de agua que hayan sido contaminadas por la minería. Estos pueden ser daño al cerebro, hígado, corazón y pulmones.

Al mismo tiempo y al incidir sobre los cuerpos hídricos del sector, se generan efectos adversos en las vegas y bofedales de altura, sitios de anidamiento y hábitat de especies migratorias y alteraciones en los ciclos biológicos de especies con problemas de conservación que transitan por la zona, tales como *Lama guanicoe.*

4.- Vestigios arqueológicos:

El emplazamiento del proyecto se localiza en sectores donde no se han identificado sitios o vestigios arqueológicos, sin embargo, y de acuerdo a la normativa vigente, cualquier hallazgo se deberá denunciar ante la Gobernación Provincial de manera inmediata.(BARRICK, 2004)

5.- Salud humana: La minería del oro emite un 96% de arsénico y expele gran cantidad de mercurio. Por la diaria y permanente exposición, los trabajadores acumulan el mercurio en sus ropas contaminando también sus casas. El mercurio produce enfermedades respiratorias y alergias, además de erupciones en la piel. El consumo de mercurio en el agua puede producir ceguera e inconciencia, hasta la muerte. La contaminación de arsénico en el agua provoca en las personas intoxicaciones y hasta cáncer. (OLCA, 2005)

Folio017821

6.- Otros potenciales impactos:

Derrame de sustancias tóxicas y aumento del material particulado en los sinuosos caminos del valle, debido al tránsito de:

• 12O Camiones al mes de Concentrado de cobre
• 70 Camiones al mes de Reactivos Químicos
• 17 Camiones al mes de Cianuro de Sodio
• 200 Camiones de Explosivos
• 180 Camiones al mes de Petróleo
• 1 Camión de Bencina
• 2 Camiones al año de Mercurio (OLCA, 2005)

Impacto socioeconómico en la población local: Julio comenzó con anuncios importantes: Barrick informó de la firma de un protocolo de acuerdo con la directiva de la Junta de Vigilancia del río Huasco y sus afluentes. Los temas principales son el traspaso de US$ 60 millones a la Junta para obras de infraestructura a modo de compensación por los efectos ambientales del proyecto. A cambio, la Junta se hará cargo de responder sus propias observaciones al Estudio de Impacto Ambiental, contratará monitoreo de aguas, construirá un embalse de cabecera para asegurar el flujo de aguas y no se opondrá a la aprobación ambiental del proyecto. Para la administración de los US$ 60 millones se propone un comité compuesto por agricultores, por miembros de la empresa minera y de la Intendencia regional, como una forma de incorporar al gobierno en este mecanismo de mercado que pretende resolver las falencias ambientales del proyecto. Esta estrategia de Barrick obedece a la utilización de mecanismos de cooptación de las comunidades afectadas para lograr apoyo al proyecto. (OLCA, 2005)

Frente a la promesa de nuevos puestos de trabajo, los habitantes de Huasco son escépticos. Durante los tres años que durará la construcción de la mina, habría empleo para 5 mil 500 personas, entre chilenos y argentinos, pero una vez que se inicien las operaciones sólo quedarán mil 600. (El Periodista, 2005).

Folio017822

"*A nuestro juicio había aspectos insuficientemente tratados en el informe*", dice a El Periodista el director regional de CONAMA, Plácido Avila. Según la entidad, el estudio de Barrick "*no considera el impacto que generarán las 48 mil toneladas diarias de material que serán removidas para la construcción de la mina; tampoco el impacto de un campamento con 750 trabajadores temporales que se instalará en la zona, ni la contaminación con material particulado que generará el tránsito permanente de camiones. Tampoco se hacen cargo del impacto en el medio ambiente humano. Hay que considerar el cambio social y cultural que significa para la gente del lugar*".(El Periodista, 2005)

Según lo analizado, el Proyecto Minero Pascua Lama, generaría impactos negativos en los sistemas hídricos (donde el río El Estrecho es tributario del río Chollay), por lo cual, en los sistemas bióticos inmediatos, en los suelos locales y en la salud humana; siendo lo más emblemático el potencial impacto en las aguas de riego y en los cuerpos glaciarios que se encuentran localizados en la parte alta de la cuenca El Estrecho y El Toro.

Yacimiento Minero El Morro

El titular de este proyecto es Noranda Chile Ltda. El objetivo de este proyecto es la producción y comercialización de minerales de oro, plata y cobre. Se localiza en la Cordillera de los Andes, en las comunas de Alto del Carmen y Tierra Amarilla. El sitio del proyecto se localiza a una altura aproximada de 4.000 m.s.n.m. El monto estimado de la inversión es de 10 millones de dólares.

El acceso al área del proyecto se realizará desde la ciudad de Vallenar, por la Ruta C-5 hasta la localidad de Alto del Carmen. Posteriormente se continúa por la Ruta C-495 hasta Chanchoquin. En este punto se debe continuar por un camino de tierra en regular estado que conduce hasta el Portezuelo El Gaucho. Luego se debe seguir por la misma ruta hacia el Este, 20 kms, hasta el sitio en que estará el campamento.

La Resolución de COREMA, del día 28 de diciembre del año 2001, expresa lo siguiente: Con relación a los efectos, características y circunstancias señalados en la

Folio017823

letra a) del artículo 11 de la Ley 19.300 (riesgo para la salud de la población) debe indicarse que el proyecto se ubica a 44 Kms (en línea recta) de la localidad de Chachoquin, siendo este el lugar poblado más cercano. El proyecto no genera efluentes que pudieran representar un riesgo para la salud de la población. Los residuos sólidos generados por el proyecto serán manejados adecuadamente, según se ha señalado en puntos anteriores, y las emisiones se consideran temporales y de bajo impacto. Asimismo, dicha Resolución garantiza que no existirán efluentes líquidos, residuos sólidos ni emisiones a la atmósfera que pudieran causar efectos adversos sobre los recursos naturales renovables. Con relación a los efectos, características y circunstancias señalados en la letra c) del artículo 11 de la Ley 19.300 (reasentamiento de comunidades indígenas), es posible señalar que el proyecto no generará dichas características, en atención a la naturaleza propia del tipo de actividad sujeta a evaluación, esto es, actividades de exploraciones mineras, sin embargo, el titular dará las facilidades para que la comunidad agrícola de los Huascoaltinos continúen accediendo a los sitios donde se realicen actividades culturales y otras. (COREMA, 2001).

Vistas estas consideraciones, la Prospección Minera El Morro obtuvo su aprobación de evaluación ambiental en la fecha antes señalada, sin embargo, el megaproyecto minero que ejecuta la empresa Noranda S.A., denominado “El Morro”, hoy se presenta como uno de lo más controversiales con la comunidad, puesto que a pesar de existir una escritura por Servidumbre de Tránsito otorgada por la propia Comunidad Huascoaltinos el año 2003, los comuneros sienten vulnerados sus recursos naturales y paisajísticos con la eventual explotación de la zona, sobre todo porque el área de emplazamiento de este proyecto coincide con los sectores de veranada de muchos crianceros locales, quienes ven en este proyecto, una amenaza a sus actividades cotidianas y un atentado contra los recursos naturales del sector. Por otra parte, cabe considerar la extensión de la pertenencia minera de esta compañía minera en la zona, la cual abarca un espacio significativo que incluye a la Laguna Grande, uno de los principales sitios de veranada de los crianceros locales y un *hot spot* de biodiversidad local, sin embargo la zona prospectada fue menor a la envergadura de la pertenencia completa.

Folio017824

b) Agricultura de exportación

El Valle del Río El Tránsito ha sido definido en el Plan Regional de Desarrollo Urbano y Territorial (MINVU, 2004) como zona de vocación agrícola, con especial énfasis en los parronales de exportación.

En la actualidad existen cuatro empresas que producen uva para mercados de exportación, utilizando para ello 5.394 hás.

El principal impacto de esta actividad dice relación con el uso de herbicidas y plaguicidas, sin embargo no fue posible determinar el efecto de su uso en la zona. De todas maneras es sabido que el uso de estos agrotóxicos genera modificación de las cadenas tróficas naturales y la eliminación de otras especies no contempladas en la planificación de erradicación de especies nocivas para los cultivos (caso de especies de flora nativa que circundan los cultivos). Sin embargo, y tal como se analizó en el desarrollo del subcapítulo 4.2, existe aún una baja tasa de reproducción de las especies alóctonas y una alta tasa de reproducción de especies autóctonas en la zona, lo cual augura cierto control en el uso de estos agrotóxicos.

c) Exploraciones de aguas subterráneas

Hasta el mes de julio del presente año, 10 personas naturales y jurídicas han solicitado permisos para exploración de aguas subterráneas en la zona de Huasco Alto. Los potenciales impactos de uso de las aguas subterráneas tienen relación con la disminución de la calidad de las aguas, con el detrimento de alimentación hídrica para la flora y por ende, un detrimento en el alimento de la fauna asociada a estos ecosistemas.

A continuación se describen los seis potenciales impactos que pueden generar por subcuenca las inversiones empresariales y otras inversiones descritas para la zona.

Folio017825

TABLA N º 84: POTENCIALES IMPACTOS DE LAS INVERSIONES EMPRESARIALES Y OTRAS INVERSIONES POR SUBCUENCA.

SUBCUENCA	PROYECTOS MINEROS		AGRICULTURA DE EXPORTACIÓN	EXPLORACIÓN AGUAS SUBTERRÁNEAS	CANTIDAD DE POSIBLES IMPACTOS
	Pascua Lama	El Morro			
Laguna Grande	--	Aguas, flora y fauna, suelos, vestigios arqueológicos	--	Aguas, flora y fauna	5
Conay	--	--	Flora y fauna, vestigios arqueológicos, salud humana, suelos	Aguas, flora y fauna	6
Chollay	Aguas, suelos, salud humana, flora y fauna	--	Flora y fauna, vestigios arqueológicos, salud humana, suelos	Aguas, flora y fauna	6
Chanchoquín	--	Vestigios arqueológicos, salud humana, flora, fauna, suelos	Flora y fauna, vestigios arqueológicos, salud humana, suelos	Aguas, flora y fauna	6
Río El Tránsito superior	Aguas, salud humana	--	Flora y fauna, vestigios arqueológicos, salud humana, suelos	Aguas, flora y fauna	6
Río El Tránsito inferior	Aguas, salud humana	Aguas, salud humana	Flora y fauna, vestigios arqueológicos, salud humana, suelos	Aguas, flora y fauna	6

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo señalado en el diagnóstico ambiental de la Región de Atacama (CONAMA, 2004), los principales problemas ambientales de la cuenca alta del Río Huasco (Ríos El Tránsito y El Carmen) son:

Folio017826

Contaminación hídrica

Tiene su origen en la disposición sin tratamiento de residuos líquidos, domiciliarios e industriales.

Amenazas a los ecosistemas naturales

Producto de la carencia de medidas adecuadas de protección, de conductas ciudadanas y prácticas productivas de empresas, se constata una seria amenaza para los diversos ecosistemas presentes en los sectores altoandinos (cuerpos lagunares, humedales, valles altoandinos).

Deterioro y degradación de los recursos paisajísticos

Se señala que como consecuencia de prácticas de esparcimiento y modalidades productivas, de la ausencia de ordenanzas municipales claras para el desarrollo de ciertas actividades; y producto de la carencia de normativas específicas para el resguardo del patrimonio paisajístico y turístico local, la comuna está experimentando un creciente deterioro y degradación de la calidad de sus recursos escénicos.

Escasez de recursos hídricos

Si bien el valle cuenta con afluentes permanentes, en los predios agrícolas existe escasez de agua para riego en razón de una falta de iniciativas que promuevan el uso de riego tecnificado y la incorporación de cultivos adaptados a suelos áridos.

Por lo tanto, se puede concluir que el área posee potenciales impactos bastante nocivos, tanto para los recursos presentes en ella como para la salud humana, por ello es menester promover la fiscalización estatal de las actividades realizadas por las inversiones empresariales, de manera de evitar que estos potenciales impactos se concreticen, y con ello, sea la población local la que asuma los costos negativos de la explotación a gran escala.

Finalmente, el valor de las inversiones empresariales en el área, es posible de observar en la Tabla N º 85.

Folio017827

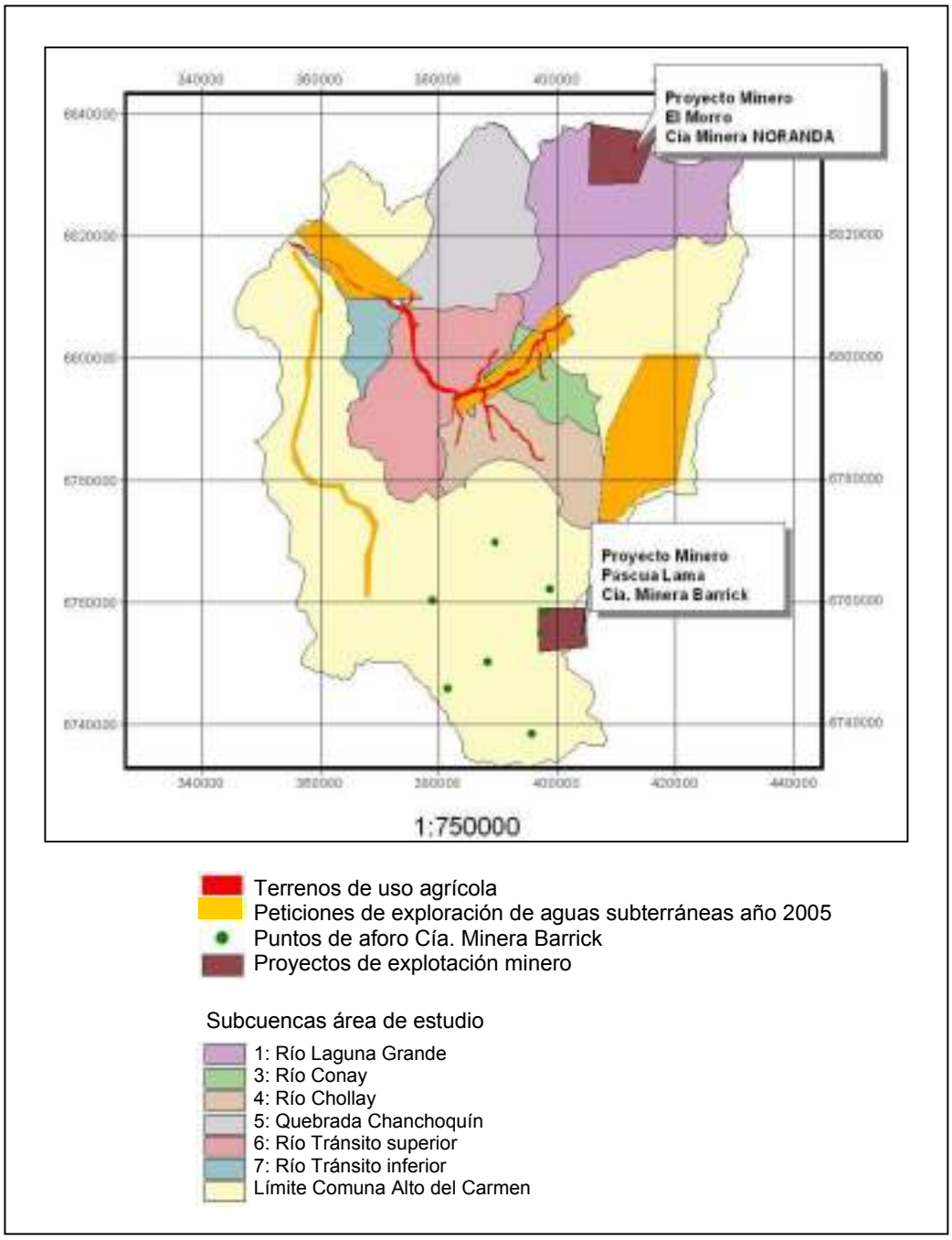
TABLA N º 85: VALORIZACIÓN DE LAS INVERSIONES EMPRESARIALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

SUBCUENCA	CANTIDAD DE INVERSIONES EMPRESARIALES	SUPERFICIE UTILIZADA EN LA INVERSIÓN (hás)	% DE SUPERFICIE
1: Laguna Grande	2	6.874	10.4
3: Conay	3	4.649	27.4
4: Chollay	3	2.542	7.3
5: Chanchoquín	2	641	1.3
6: Río Tránsito Superior	3	3.631	6.9
7: Río Tránsito Inferior	2	1.333	10.4

Un 8.19% (19.670 hás aprox.) del espacio de la Comunidad es utilizado por las inversiones empresariales. En la figura 15 se localizan las principales inversiones empresariales en el área de estudio y en la comuna de Alto del Carmen.

Folio017828

FIGURA 15 INVERSIONES EMPRESARIALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y EN LA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN.



Fuente: Elaboración propia, agosto 2005

Folio017829

La valorización del componente uso de recursos territoriales, según la Tabla n º 6 de la metodología, entrega los siguientes resultados:

TABLA N º 86: VALORIZACIÓN DEL COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES

COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Cantidad de inversiones empresariales	2	1	1	2	1	2
Valor de porcentaje de uso de la subcuenca en inversión empresarial	2	3	2	1	2	2
Cantidad de potenciales impactos	1	1	1	1	1	1
Sumatoria de valores	5	5	4	4	4	5
Normalización	0.56	0.56	0.44	0.44	0.44	0.56
VALORIZACIÓN COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**
IMPORTANCIA	**M**	**M**	**M**	**M**	**M**	**M**

Folio017830

4.5 PROPUESTA DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL COMO APOYO A LA GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL ÁREA.

Para promover la conservación ambiental del área de estudio, se diseñó un sistema de valorizaciones de los componentes que inciden en el espacio, siendo éstos los componentes biótico y humano. A ello, se agrega la valorización del tercer componente requerido en la planificación para la conservación, a saber, el componente físico.

4.5.1 Componente físico

El componente físico, se compone de la Red de drenaje, la presencia de lagunas y glaciares, los accesos y la altitud que posee cada subcuenca en estudio. Los resultados de la valorización de estos atributos, es posible observar en la Tabla N º 87.

TABLA N º 87: VALORIZACIÓN COMPONENTE FÍSICO

COMPONENTE FÍSICO	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Valor red de drenaje	3	2	3	2	2	1
Valor presencia de cuerpos de agua	3	0	2	0	0	0
Valor presencia de cuerpos de nieves y glaciares	3	1	3	1	1	1
Valor de accesos	1	1	1	1	1	3
Valor de altitud	1	2	2	2	3	3
Sumatoria de valores	11	6	11	6	7	8
Normalización	0.73	0.40	0.73	0.40	0.47	0.53
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÍSICO	**3**	**2**	**3**	**2**	**2**	**2**
IMPORTANCIA	**A**	**M**	**A**	**M**	**M**	**M**

Folio017831

4.5.2 Bases de datos alfanuméricas y cartográficas que apoyan la gestión del área.

Considerando los resultados obtenidos en la valorización de los componentes biótico, socio cultural e histórico y físico, como factores relevantes del uso actual del territorio, se obtiene la siguiente tabla:

TABLA N º 88: VALORIZACIÓN FINAL COMPONENTES

COMPONENTES	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	3	4	5	6	7
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO	3	3	3	2	3	2
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO	2	2	1	2	2	1
VALORIZACIÓN COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES	2	2	2	2	2	2
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÏSICO	3	2	3	2	2	2

La valorización final del área de estudio como espacio de conservación tiene 2 aristas:

3) El valor de conservación visto desde los componentes biótico, socio cultural e histórico y físico: El valor de conservación ambiental medido desde estos aspectos, entrega valores de conservación de importancia *Alta* para la subcuenca Laguna Grande, *Media* para las subcuencas Conay, Chollay, Chanchoquin y Río Tránsito Superior; y, *Baja* para la subcuenca Río Tránsito inferior. En efecto, la Tabla N º 89 entrega los resultados numéricos de esta aseveración.

Folio017832

TABLA N º 89: VALOR DE LA UNIDAD COMO OBJETO DE CONSERVACIÓN EN BASE A COMPONENTES BIÓTICO, SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO Y FÍSICO

COMPONENTES	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	3	4	5	6	7
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO	3	3	2	2	3	2
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO	2	2	1	2	2	1
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÏSICO	3	2	3	2	2	2
Sumatoria de valores	**8**	**7**	**6**	**6**	**7**	**5**
Valor de la Unidad como objeto de conservación	**A**	**M**	**M**	**M**	**M**	**B**

2) El valor de conservación incorporando al análisis los potenciales impactos que producirían las inversiones empresariales de extracción de recursos naturales en el lugar, o en sus inmediaciones, por ello, si se comparan los resultados obtenidos de la tabla anterior con los resultados de valorización de los potenciales impactos de las inversiones empresariales, se obtiene:

TABLA N º 90: VALOR DE LA UNIDAD COMO OBJETO DE CONSERVACIÓN EN BASE A COMPONENTES BIÓTICO, SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO, DE INVERSIONES EMPRESARIALES Y FÍSICO

COMPONENTES	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	3	4	5	6	7
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO	3	3	2	2	3	2
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO	2	2	1	2	2	1
VALORIZACIÓN COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES	2	2	2	2	2	2
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÏSICO	3	2	3	2	2	2
Sumatoria de valores	**10**	**9**	**8**	**8**	**9**	**7**
Valor de la Unidad como objeto de conservación	**M**	**M**	**M**	**M**	**M**	**B**

Analizando ambos resultados se observa que el área alberga en un 91.2 % de su superficie valores atractivos para la conservación ambiental (Alto y Medio), sin

Folio017833

considerar los potenciales impactos de las inversiones empresariales. Al considerarlas, el área factible de conservar no disminuye en cantidad, pero si en la calidad de la conservación. Así, se podría determinar por ejemplo que la subcuenca Laguna Grande sin la consideración de potencial impacto de la compañía minera Noranda, podría ser postulada a afectación como Parque Natural Privado, segregando de ella las áreas de trashumancia, destinándolas en un futuro plan de manejo a áreas de uso público intensivo. Sin embargo, de ejecutarse la explotación del Yacimiento Minero el Morro, esta categoría necesariamente debería bajar a homologarse al resto de la Unidad, es decir, a la categoría de manejo denominada Reserva Natural Privada, donde de todas maneras se requiere elaborar un concienzudo Plan de Manejo local.

Las figuras 16, 17, 18, 19, 20 y 21 muestran los resultados alfanuméricos del análisis realizado en la investigación, llevados a lenguaje cartográfico.

FIGURA 16: VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO

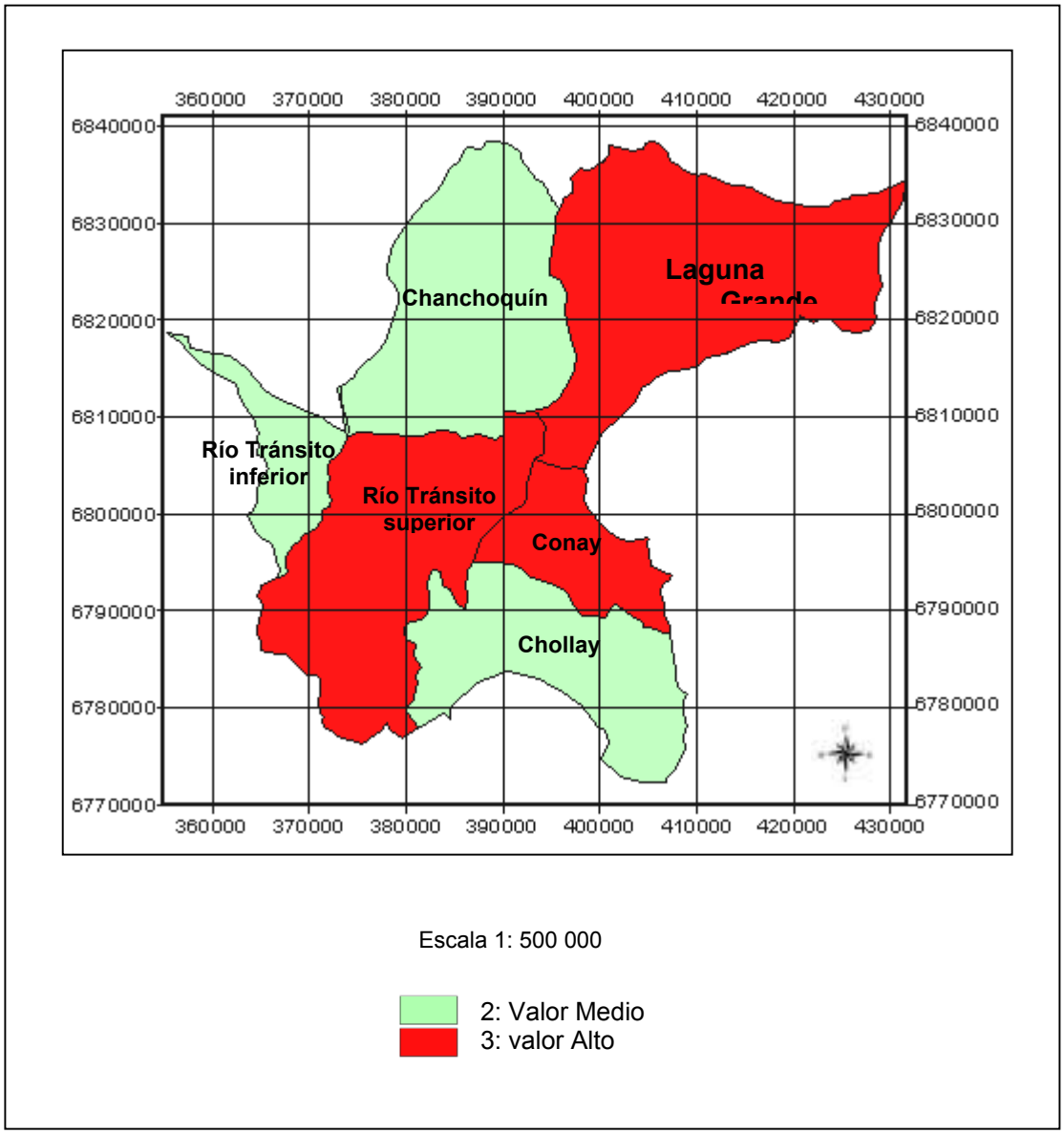
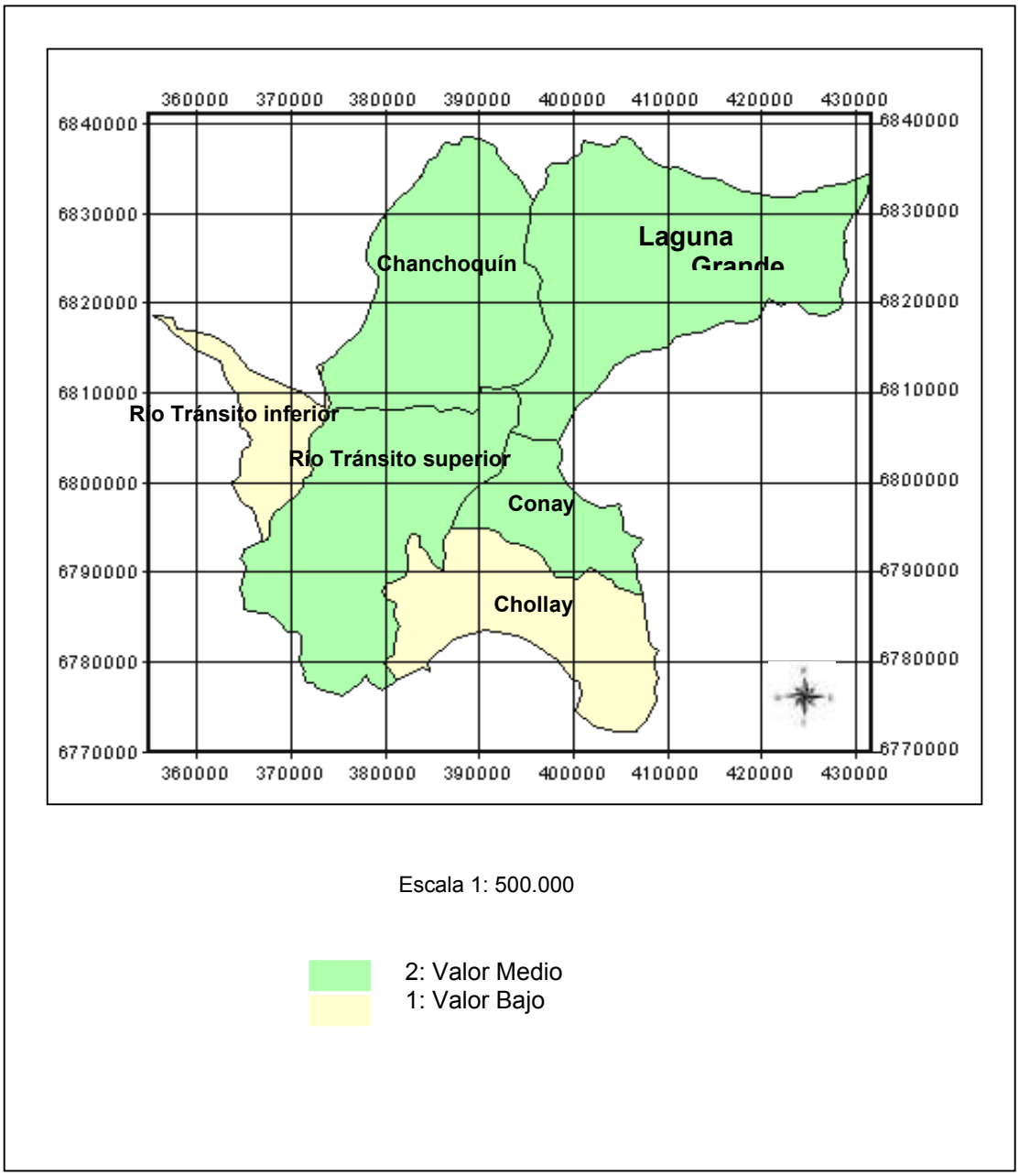
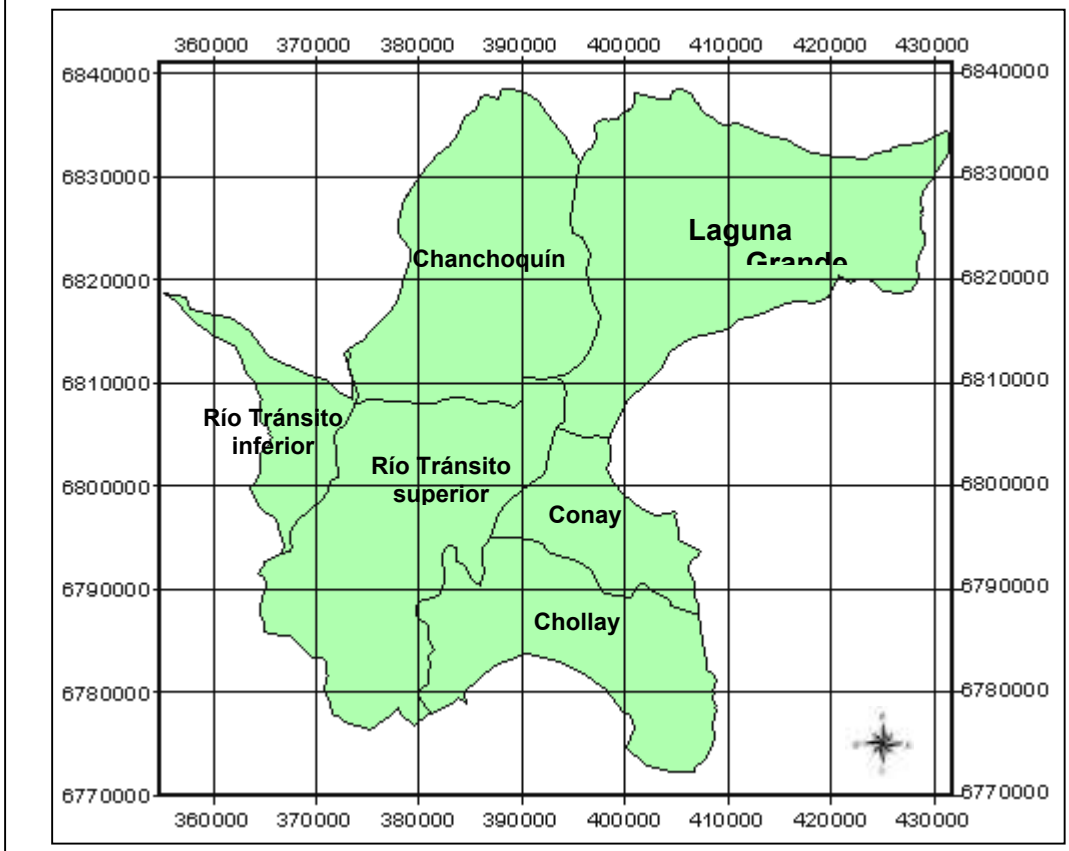


FIGURA 17: VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO.



Folio017836

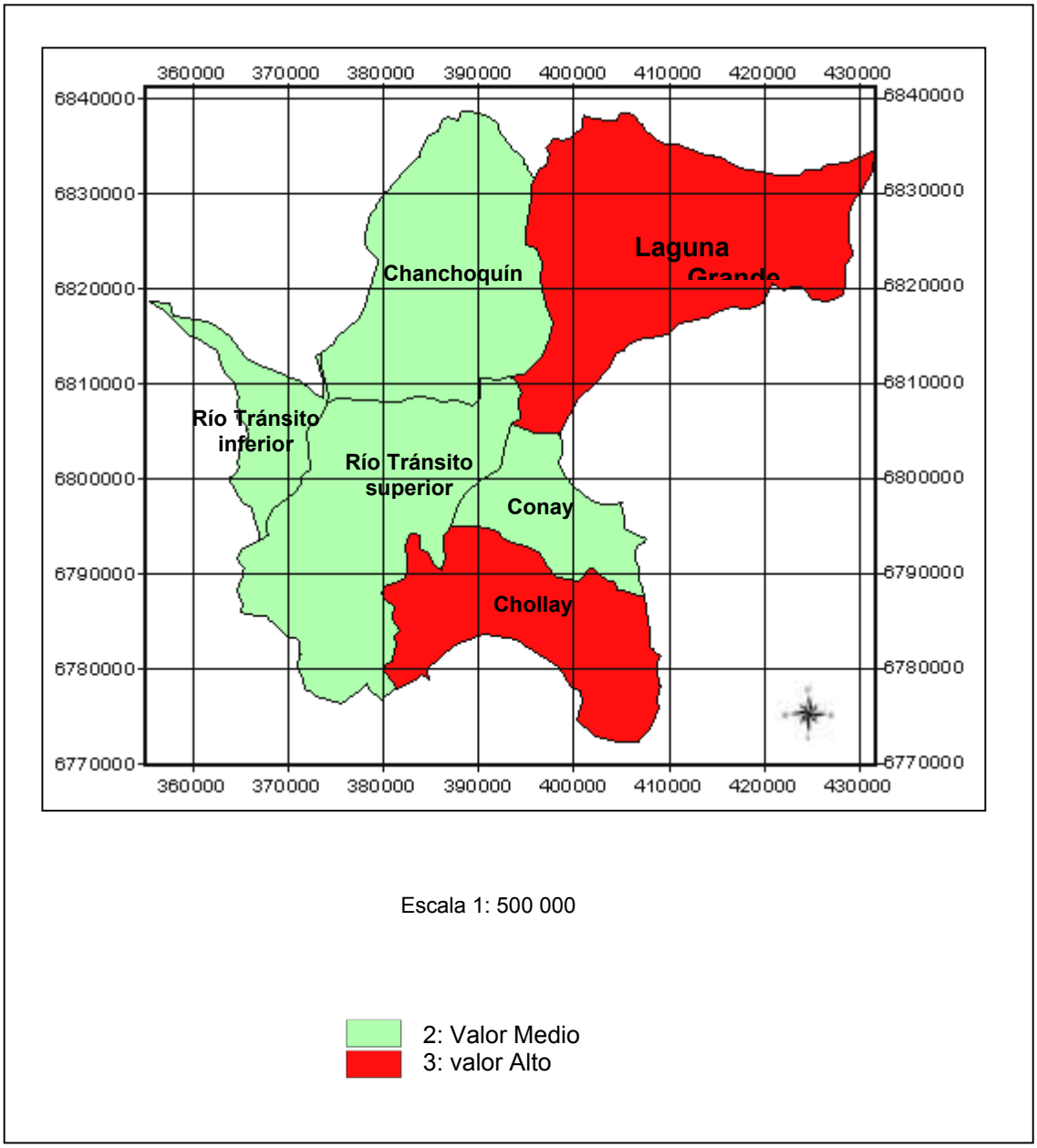
FIGURA 18: VALORIZACIÓN COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES



Escala 1: 500.000

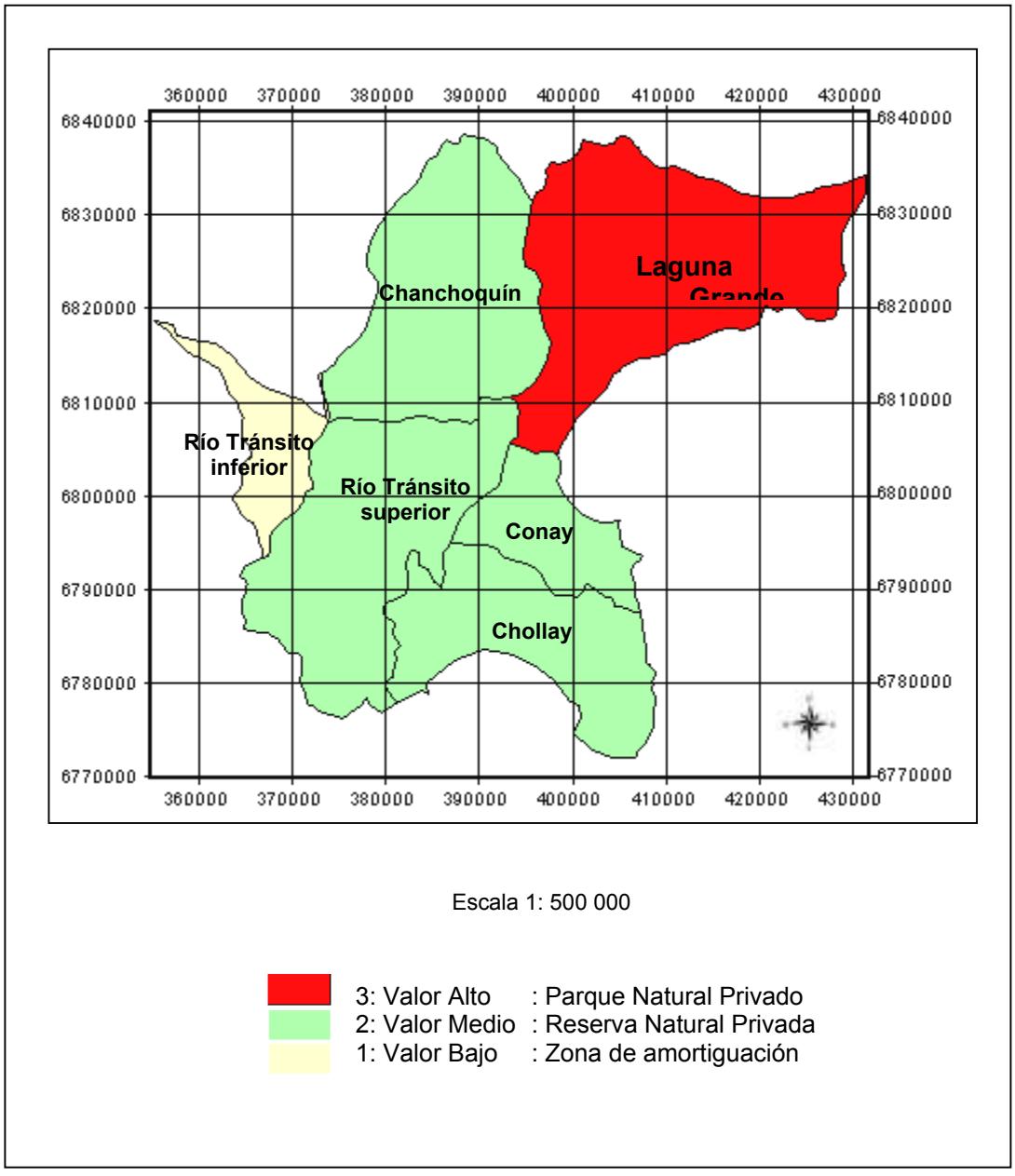
2: Valor Medio

FIGURA 19: VALORIZACIÓN COMPONENTE FÍSICO



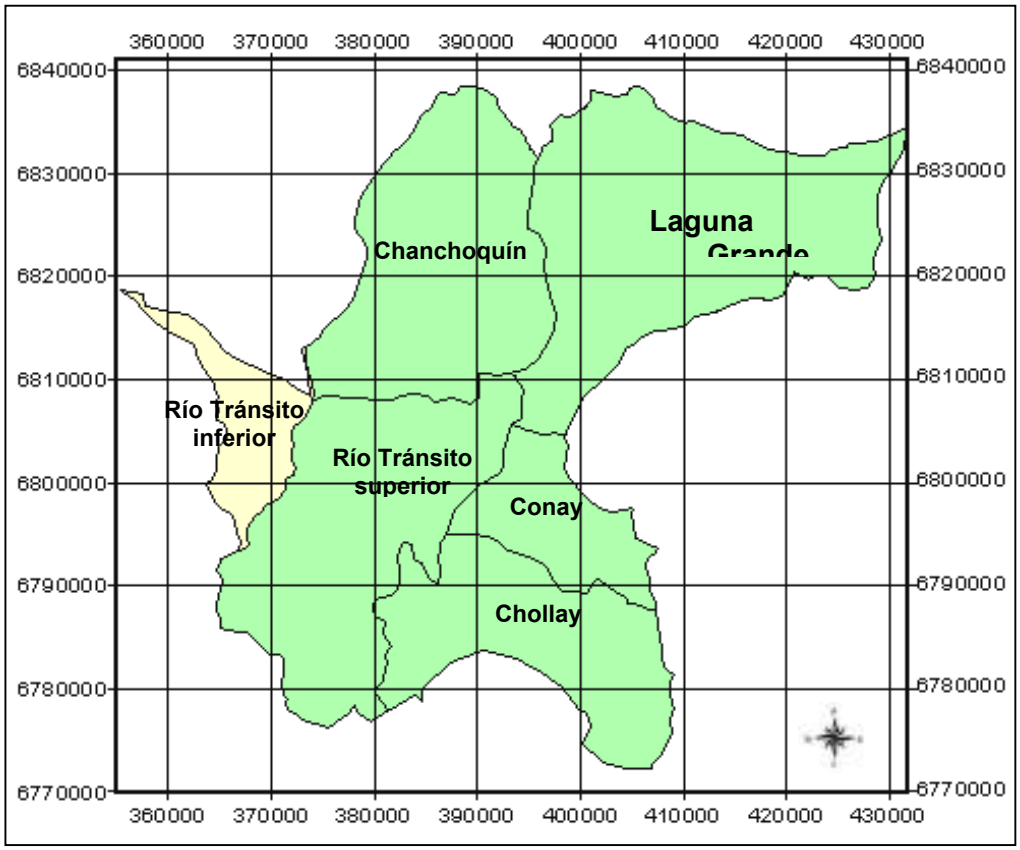
Folio017838

FIGURA 20: VALOR DEL ÁREA DE ESTUDIO COMO OBJETO DE CONSERVACIÓN EN BASE A COMPONENTES BIÓTICO, SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO Y FÍSICO. PROPUESTA DE CATEGORÍA DE MANEJO.



Folio017839

FIGURA 22: VALOR DEL ÁREA DE ESTUDIO COMO OBJETO DE CONSERVACIÓN EN BASE A COMPONENTES BIÓTICO, SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO, INVERSIONES EMPRESARIALES Y FÍSICO. PROPUESTA DE CATEGORÍA DE MANEJO PARA EL ÁREA DE ESTUDIO CONSIDERANDO POTENCIALES IMPACTOS DE LAS INVERSIONES EMPRESARIALES EN EL ÁREA.



Escala 1: 500.000

2: Valor Medio : Reserva Natural Privada
1: Valor Bajo : Zona de amortiguación

Folio017840

V CONCLUSIONES

De acuerdo a los 24 Tratados Internacionales de materia medioambiental suscritos por Chile, los 13 cuerpos normativos nacionales que se pronuncian sobre la protección de la naturaleza, las 4 Políticas y Planes Nacionales Sectoriales de medio ambiente y las 4 Estrategias y Políticas que inciden en las decisiones sobre medio ambiente en la región de Atacama, se observa que existe un alto grado de incumplimiento de los compromisos adquiridos como país, principalmente por la falta de recursos de que disponen las instituciones públicas para operar en el área, las cuales deben competir con las prioridades presupuestarias asignadas por los gobiernos de turno, aunque también existe la percepción general del incumplimiento de las labores de fiscalización y control, lo cual fue ratificado en el informe emitido por la misión OCDE.

De esta forma, Chile cuenta con cuestionamientos internacionales en materia medioambiental, y sobre todo en lo que se refiere al cumplimiento del Convenio de Diversidad Biológica, ratificado por nuestro país el año 1994, puesto que no existe protección oficial para todas las muestras ecosistémicas que alberga nuestro territorio nacional. La protección oficial está encausada sólo a aquellas muestras representativas de ecosistemas que se encuentran localizadas en propiedad fiscal, y, por lo tanto, las que se encuentran en terrenos de propiedad privada quedan a merced del valor de conservación que le otorgue el propietario.

En un esfuerzo por superar el nivel de conservación ambiental del país, se formuló un Proyecto de Reglamento para áreas silvestres protegidas de propiedad privada, el que, sin embargo, éste no cuenta con reconocimiento oficial a la fecha.

Atendiendo al análisis de los cuerpos normativos que rigen a la conservación de diversidad biológica, al SNASPE y al proyecto de reglamento de áreas silvestres protegidas privadas, se pueden efectuar análisis de las condiciones naturales de ciertas áreas de propiedad privada como para someterlas a dicha afectación en el futuro.

Folio017841

Así, luego de efectuar una descripción de los ecosistemas, y del uso de recursos territoriales y de las inversiones empresariales en el espacio de la Comunidad Agrícola Huascoaltinos, se concluye que ésta área cumple con las exigencias de representatividad, escasez y organización espacial de los ecosistemas naturales y los usos humanos y culturales del espacio que le permiten ser declarada Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada según los instrumentos normativos de conservación ambiental vigentes en el país. Con ello, la hipótesis de investigación N º 1 queda comprobada.

Sin embargo, para asegurar la sostenibilidad de la conservación y la preservación ambiental, no basta con que las áreas cumplan con los requisitos o condiciones de afectación, sino que también es necesario que cuenten con planes de manejo pertinentes, participativos y legibles por la población que ocupa el espacio, pues ellos son el motor principal de resguardo de estas áreas. Se observó que más del 40% de las áreas protegidas estatales y más del 90% de las áreas protegidas privadas destinadas a la conservación ambiental en Chile, aún no disponen de un plan de manejo que oriente su desarrollo futuro.

Por otra parte, es importante destacar que no existe hasta la fecha una compatibilización entre las áreas identificadas por CONAMA en la Estrategia Nacional de Biodiversidad y las áreas identificadas por CONAF en el Libro Rojo de Sitios Prioritarios para la conservación. Tampoco existe dicha compatibilización entre las iniciativas privadas para la conservación y las identificaciones de estas áreas prioritarias.

El área analizada, desde el punto de vista florístico, cumple con la condición de representatividad y organización espacial de los ecosistemas, en tanto alberga tres muestras de formaciones vegetacionales no representadas en el SNASPE, las cuales corresponden a las formaciones del **Desierto Florido de las Serranías** (46.763,59 hás del área estudio), **Desierto Florido de los Llanos** (768,21 hás del área estudio) y **Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana** (191.384, 77 hás del área estudio).

Folio017842

Sin embargo, las unidades con mayor valoración pertenecen a las formaciones vegetacionales del Desierto Florido de las Serranías y Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana, en tanto ambas cumplen con el requisito de área dinámica mínima para el desenvolvimiento de las especies que alberga, y, por lo tanto, aseguran la sostenibilidad de sus ciclos biológicos.

También alberga trece especies de flora con problemas de conservación, de las cuales cinco se encuentran en categoría Vulnerable a nivel nacional, a saber *Prosopis chilensis y flexuosa, Laretia acaulis, Krameria cistoidea* y *Equisetum giganteum;* tres especies Vulnerable a nivel regional, *Balsamocarpon brevifolium, Opuntia glomerata y Eriosyce aurata;* cuatro en categoría Rara a nivel nacional, a saber, *Alstroemeria andina ssp venustula*, *Alstroemeria polyphylla*, *Pintoa chilensis* y *Neoporteria vallenarensis* y una especie en categoría Rara a nivel regional, la *Bulnesia chilensis*.

En cuanto a la fauna, el área de estudio contiene 158 especies, con 30 de ellas presentes en alguna categoría de problemas de conservación.

Desde el punto de vista de la conservación de la fauna, esta área destaca por albergar una especie de reptil endémica regional (*Liolaemus atacamensis*) que además se encuentra en categoría Rara a nivel nacional, además de 7 especies en categoría En Peligro de extinción, 15 en categoría Vulnerable, 4 en categoría Rara (además de la nombrada) y 3 Insuficientemente Conocidas.

La subcuenca Río Laguna Grande debe ser considerada como un *hot spot*, debido a que es la unidad estudiada donde confluye flora altiplánica y andina mediterránea, acogiendo 279 especies de flora (265 autóctonas y 14 alóctonas) y 115 de fauna (65 detectadas y 50 potenciales). Al mismo tiempo, esta subcuenca es la que alberga la mayor cantidad de especies con problemas de conservación, a saber, 3 especies de flora y 21 especies de fauna.

Por lo tanto, desde el punto de vista biótico y sobre la base de la Alta valoración que alcanzan cuatro de las seis subcuencas en estudio, el área seleccionada cumple con

Folio017843

las condiciones y requisitos a los que se refiere el manual de procedimientos para afectación de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada, dependiente del Proyecto de Reglamento respectivo.

Sin embargo, los espacios albergan usos culturales e inversiones empresariales que muchas veces se contraponen a los objetivos de conservación ambiental. He ahí la importancia de profundizar en cuáles son los circuitos de trashumancia y de pastoreo que realiza la comunidad local y en los potenciales impactos generados por esta actividad, además de las inversiones empresariales de corte agrícola y minera que se desarrollan en la zona de Huasco Alto. Se concluye que mientras los usos culturales y humanos de la población local no generan impactos negativos a la biota del sector y por lo tanto son compatibles con los objetivos de conservación, de la naturaleza las inversiones empresariales y sus potenciales impactos si constituyen una amenaza a la instalación de un área silvestre protegida en la zona. Con ello se comprueban la segunda y tercera hipótesis de investigación.

En efecto, los ciclos de trashumancia de la comunidad local, permiten al ecosistema alto andino completar su ciclo biológico y regenerarse entre el período de uso (veranada) y no uso (invernada), y al ecosistema andino mediterráneo completar su ciclo biológico y regenerarse entre el período de uso (invernada) y no uso (veranada).

En tanto, los potenciales impactos de las inversiones empresariales de la compañía Minera Noranda, del proyecto minero Pascua Lama, de las empresas agro exportadoras y de las exploraciones subterráneas de aguas, son actividades que afectan severamente la calidad y cantidad de los recursos hídricos. La minería, por otra parte, extrae además recursos naturales no renovables, y la agricultura genera prácticas de uso intensivo de los espacios. Por lo anterior, se puede concluir en que las inversiones empresariales neutralizan los efectos positivos de la actividad tradicional de esta zona, reduciendo el valor del componente socio económico y cultural para la conservación ambiental.

Folio017844

Es por esto que los resultados de la valoración ambiental indican que de las seis subcuencas estudiadas, cuatro de ellas se encuentran en la categoría de conservación Baja, mientras que las subcuencas Laguna Grande y Chollay (y en realidad una parte de la subcuenca Chollay) se ubican en la categoría Media.

El valor de conservación ambiental en términos bióticos es considerable para el área de estudio (valores Alto y Medio), lo cual es altamente atractivo para la conservación de sitios y paisajes funcionales. En términos físicos, posee valores Alto y Bajo y en términos socio económicos y culturales Bajo y Medio, categorías éstas que determinan el bajo grado de cumplimiento de las actividades humanas para la sostenibilidad de la conservación ambiental de la zona.

Así, se concluye que es la subcuenca Laguna Grande la que albergan el mayor valor territorial como espacio de conservación, tanto por su componente biótico, físico y socio económico y cultural.

Por lo tanto, considerando el análisis de confluencia de argumentos de carácter físico, económico y social que inciden en un territorio como para someterlo a conservación ambiental, sólo cumple el 91.2 % de la superficie del área de estudio cumple con los objetivos de conservación ambiental que dictaminan las normativas vigentes en el país sumado a los usos de recursos territoriales por parte de la comunidad local y de las inversiones empresariales, en una categoría de conservación Media.

Al considerar las inversiones empresariales, el área factible de conservar no disminuye en cantidad, pero si en la calidad de la conservación. Si para la subcuenca Laguna Grande, no se considerara el potencial impacto de la inminente explotación del proyecto Minero El Morro de la compañía minera Noranda, podría ser postulada a afectación como Parque Natural Privado, segregando de ella las áreas de trashumancia, destinándolas en un futuro plan de manejo a áreas de uso público intensivo. Sin embargo, de ejecutarse la explotación del Yacimiento Minero el Morro, esta categoría necesariamente debería bajar de valor al homologarse al resto de la unidad territorial, es decir, a la categoría de manejo denominada Reserva Natural

Folio017845

Privada, donde de todas maneras se requiere elaborar un riguroso Plan de Manejo local.

Por lo tanto, la categoría de manejo que más se adecua a la realidad del es la de Reserva Natural Privada.

Como la categoría Reserva Natural Privada permite efectuar manejo del espacio, y, por lo tanto, somete a conservación y no preservación estricta, la hipótesis N º 4 no se cumple, es decir, la actividad funcional de la comunidad, esto es la ganadería extensiva en ciclos de trashumancia, no se ve restringida con la categoría de manejo propuesta para la instalación de un Área Silvestre Protegida en la zona.

Folio017846

VI RECOMENDACIONES

- Con la concreción de un ASPP en Huasco Alto, se contribuirá a asegurar la representatividad de la Biodiversidad de al menos dos muestras de Ecosistemas actualmente no incluidos en el SNASPE, colaborando a la vez, con ello al cumplimiento de mandatos legales, políticos y técnicos en que se ha empeñado el Estado en estos últimos años. También se contribuirá significativamente a mantener el alto valor ambiental que ha ido adquiriendo el derecho a la autogestión de las Comunidades Locales, de importancia relevante en nuestra sociedad actual. Además, se contribuirá significativamente con los procesos de Ordenamiento Territorial de la Región de Atacama, ya que se demuestra la aptitud de determinados territorios para la conservación.

- Sin embargo, para que las iniciativas privadas destinadas a crear áreas protegidas representen un aporte real a la conservación de la naturaleza, es necesario que se integren mejor con las iniciativas del gobierno. El gobierno debe desarrollar una visión estratégica general en la cual el SNASPE podría operar como un sistema de áreas centrales con un alto nivel de protección, rodeadas y vinculadas por áreas privadas que sirvan como zonas de amortiguamiento y corredores ecológicos. El artículo 35 de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente se orienta a la promoción de las áreas protegidas por el sector privado, pero aún se encuentra en la etapa de anteproyecto el reglamento que pondrá en práctica este propósito. Estas áreas requieren alguna forma de reconocimiento jurídico, y las iniciativas privadas deben orientarse hacia áreas específicas identificadas como prioritarias por su diversidad biológica.

- De esta forma, y con el afán de contribuir a la gestión y administración del área, se propone el siguiente Diseño de Plan de Gestión:

    1) Generación de medidas tendientes a:

Folio017847

• Conservación de la flora, fauna, y por ende, de la biodiversidad del área potencial (con énfasis en el área Laguna Grande).

• Consideración del valor social, cultural, histórico, económico/productivo y ambiental del área y su entorno en el proceso de creación del ASPP.

• Determinación de los mejores medios para resolver conflictos entre las partes involucradas respecto a los objetivos del ASPP, considerando usos productivos actuales y potenciales, usos ambientales, funciones y servicios de los ecosistemas, entre otras.

• Aumento de la participación de la Comunidad Huascoaltinos y del sector privado en el proceso de toma de decisiones y financiamiento.

Estas medidas, se debieran materializar en los siguientes componentes y actividades:

Componente 1 : Afectación y operativización del ASPP

Actividades:

Presentación formal de Informe Técnico Justificatorio de afectación ante el organismo supervisor del SNASPE, esto es, CONAF.

Elaboración del Plan de Manejo para la Reserva Natural Privada Huascoaltinos.

Estudio de la capacidad de carga de las áreas de uso público.

Elaboración de modelos de monitoreo y control biológico local.

Desarrollo de un modelo de gestión y administración territorial para la Reserva Natural Privada Huascoaltinos.

Componente 2: Plan de desarrollo turístico sustentable para el destino Comuna de Alto del Carmen - Reserva Natural Privada Huascoaltinos.

Folio017848

Actividades: Identificar la demanda turística actual y potencial del territorio en términos cuantitativos y cualitativos.
Determinar la oferta turística con orientación hacia la demanda.
Generación de capacidades humanas para el turismo de intereses especiales.
Inducción y orientación a la creación de microempresas de turismo de intereses especiales.
Promoción de la oferta turística del área.

- Asimismo, se propone que en el sitio Laguna Grande, definido como *hot spot*, se profundicen los estudios de biota acuática para ser postulado a afectación como Sitio Ramsar, y así reforzar su protección.

- Por otra parte, también se debiera materializar la protección de las prácticas de turismo sustentable a través de las Zonas de Interés Turístico (ZOIT), promulgados por SERNATUR, pues la oportunidad que presenta este instrumento como apoyo a la conservación es primordial, ya que además de proteger un espacio, promueve las prácticas de turismo sustentable en el sector, con énfasis en el desarrollo de las comunidades locales. Frente a ello, se propone que la subcuenca Laguna Grande pudiera ser protegida bajo este instrumento, principalmente por la presión de uso que alberga con la inminente explotación de la Compañía Minera Noranda y su proyecto minero El Morro.

Folio017849

VII BIBLIOGRAFÍA

ARAYA, B., BERNAL M., SCHLATTER R., SALLABERRY M. 1995. Lista patrón de las aves chilenas. Tercera edición, Edición de los autores, Santiago, 35pp.

ARAYA, B., MILLIE G. 1996. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, 389 pp.

BAERISWYL F. 2001. Introducción al Ordenamiento Territorial Rural en Chile.

BAEZA, M., E. BARRERA, J. FLORES, C. RAMÍREZ & R. RODRÍGUEZ. 1998. Categorías de conservación de Pteridophytas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 23- 46.

BARRICK GOLD CORPORATION. 2005. Informativo Proyecto Pascua Lama. Abril 2005. Edición N º 1. pp

BEIER Y NOSS. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? *ConservationBiology* 12: 1241-1252

BENOIT IVAN. 1989. CONAF: Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Santiago. Impresora Creces Ltda. 157 pp.

BERTRAND. 1972. Le paysage entre la nature et la societé. Revista L´Espace Géographique 3: 161-163.

BIOTA. 2003. Factibilidad Legal de Creación de un Área Silvestre Protegida de Propiedad de Pequeños Crianceros de la Cuenca Alta del Valle del Huasco.

BISSONETTE J. A. 2002. Landscape ecology and resource management: linking theory with practice . Island Press. 322 pp.

BURROUGH, 1998. Principles of Geographical Information Systems and Land Resources Assessment . Clarendon Press, Oxford.

CABEZA Y MOILANEN. 2001. Design of reserve networks and the persistence of biodiversity. Revista Trends in Ecology & Evolution 16: 242-248.

CABRERA, A. y WILLINK ,A. 1973. Biogeografía de América Latina. Monografía N°13, Serie Biología, O.E.A. 120 p.

CASTILLO. 2000. Ecological Information Systems: analyzing the communication and utilization of scientific information in Mexico. Environmental Management 25(4): 383-392

Folio017850

CDB. CONVENIO SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA. 1992. Decreto Supremo N° 1963 Ministerio de Relaciones Exteriores de 1994.

CEI, J.M. 1962. Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, 128 pp.

CODEFF. COMITÉ NACIONAL PRO DEFENSA DE FAUNA Y FLORA. 1999. Las Áreas Silvestres Protegidas Privadas en Chile, una herramienta para la conservación. Santiago. Chile. 96 pp.

CONAF & CONAMA. **1997.** Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Primera a Cuarta Región. Proyecto CONAFCONAMA- BIRF, U. Austral de Chile, P. U. Católica de Chile, U. C. de Temuco. 234 p.

CONAF & CONAMA. **2004.** Manual de Procedimientos de Afectación de ASPP.

CONAF. CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (). 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile. M. Muñoz, H. Nuñez, J. Yáñez (eds.). Santiago, Chile. 203 pp.

CONAF. CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. 1988. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. Santiago, Chile. Glade A .Eds. 65 pp.

CONAF. CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. 2003. Estrategia CONAF para el Desarrollo Regional. Región de Atacama. Copiapó.17 pp.

CONAF. CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. 2004. Programa Desarrollo Territorial Forestal en la Provincia del Huasco. 75 pp.

CONAF. CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. 2003. Guía para la preparación de solicitudes de afectación de Áreas Silvestres Protegidas de propiedad Privada. E. Núñez, A. Illanes (Eds.). // GEOP

CONAF CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. 2003. Pautas Técnicas para la evaluación de solicitudes de afectación de Áreas Silvestres Protegidas de propiedad Privada. E. Núñez, A. Illanes (Eds.). // GEOP

CONAMA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2001. Agenda Ambiental País, por un desarrollo limpio y sustentable 2002-2006. 15 pp.

CONAMA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 1998. Una Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable. Chile.

CONAMA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2003. Estrategia Nacional de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad. Santiago. Chile. 21 pp.

Folio017851

CONAMA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2004. Diagnóstico ambiental de la Región de Atacama.

CONAMA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2004. Política Ambiental para la Región de Atacama. 16 pp.

CONAMA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2004. Estrategia y plan de acción para la conservación y protección de la biodiversidad en Atacama. 22 pp.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE CHILE. 1980. Promulgado por DTO 1.150 del Ministerio del Interior con fecha 21.10.1980.

CRESSIE. 1991. Statistics for Spatial Data. New York: John Wiley & Sons.

D.L. 1939 (1977) sobre Adquisición, Administración y Disposición de Bienes del Estado

D.L. 3557 (1980) de Protección Agrícola.

D.L. 701. 1974. Establece normas sobre Fomento Forestal y su reglamento **D.S. 5/98** del Ministerio de Agricultura

D.S. 133 DE 1992. REGLAMENTO DE LA LEY DE CAZA. Establece las disposiciones aplicables a la caza de animales, con excepción de los recursos hidrobiógicos, los que se rigen por la Ley 18.892.

DE LIMA Y GASCON. 1999. The conservation value of linear forest remnants in central Amazonia. Biological Conservation.

DÍAZ, N. 1984. Sapos y ranas, las 35 especies chilenas. Naturaleza, 3:8-13.

DINERSTEIN, E., D.M. OLSEN, D.J. GRAHAM, A.L. WEBSTER, S.A. PRIMM, M.P. BOOKBINDER & G. LEDEC. 1995. A Conservaton Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean. WWF – The World Bank. Washington D.C.

DIRZO, R. [s.a.] Biodiversidad: concepto, magnitud y reseña de una crisis ambiental. s/pag. en: G. Halffter (ed.) Conservación de la biodiversidad: un reto del fin de siglo. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz, México.

DONOSO-BARROS, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.

ESCOBAR, J. 1996. Políticas, estrategias y acciones para la conservación de la diversidad biológica en los sistemas costeros – marinos de áreas protegidas. Documento de Trabajo N° 22. Proyecto FAO/ PNUMA FP/0312-94-14. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 103pp.

FAITH Y WALKER. 1996. How do indicator groups provide information about the relative biodiversity of different sets of areas? On hotspots, complementarity and pattern based approaches. Revista Biodiversity Nº 3, pp 18-25.

FAVILA Y HALFFTER. 1997. La utilización de grupos parámetro para medir la biodiversidad en relación a la estructura y función de los ecosistemas. Acta Zoológica Mexicana N º 70, pp 1- 12.

FORMAN R. T. T Y M. GODRON. 1986. Landscape ecology . John Wiley & Sons, New York, USA.

FUENZALIDA, H. 1967. Clima. En Geografía Económica de Chile. Texto Refundido. CORFO. Santiago, Chile. 152 p.

GAJARDO R. 1983. Sistema básico de clasificación de la vegetación nativa chilena. Corporación Nacional Forestal/Universidad de Chile, Fac. Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Santiago, Chile. 297 p.

GAJARDO, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Edit. Universitaria, Santiago. 166 p.

GASTON, K. J. 2000. Global patterns in biodiversity. Revista Nature Nº 405, pp 220-227.

GILBERT F., A. GONZALEZ AND I. L EVANS-FREKE. 1998. Corridors maintain species richness in the fragmented landscapes of a microecosystem. 265 pp.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON, R.A. PHILIPPI-B. 1946. Las aves de Chile. Tomo I. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires, 358 pp.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON, R.A. PHILIPPI-B. 1951. Las aves de Chile. Tomo II. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires, 445 pp.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON, R.A. PHILIPPI-B. 1957. Suplemento de las Aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires, pp.349-425.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON, R.A. PHILIPPI-B. 1964. 2º Suplemento de las aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires, pp.443-521.

GUTZWILLER K. J. 2002. Applying landscape ecology in biological conservation. Springer- Verlag, Telos

HADDAD N. 1999. Corridor Use Predicted from Behaviors at Habitat Boundaries. The American Naturalist. *The American Naturalist* 153: 215-227

HELLMAYR, CH. E. 1932. The birds of Chile. Field Museum of Natural History, Zoological Series 19:1-472.

HEYWOOD, V. 1994. The measurement of biodiversity and the politics of implementation. Pp. 15- 22 en: P. Forey, C. Humphries y R. Vane-Wright (eds.) Systematics and conservation evaluation. Clarendon Press, Oxford. Systematics Association Special, Vol. 50.

HILTON-TAYLOR, 2000. Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

INE. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. 1997. Censo Agropecuario

INE. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. 2002. Censo Nacional de Población y Vivienda.

JAKSIC, F.M. 1996. Ecología de los vertebrados de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 262 pp

JOHNSON, A.W. 1965. The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Vol. I. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, 398 pp.

JOHNSON, A.W. 1967. The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Vol. II. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, 447 pp.

JOHNSON, A.W. 1972. Supplement to the birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, 116 pp.

KACZENSKY *et al*. 2003. The impact of high speed, high volume traffic axes on brown bears in Slovenia. Revista Biological Conservation Nº 111.

KING A. Y WITH K. 2002. Dispersal success on spatially structured landscapes: when do spatial pattern and dispersal behavior really matter? Revista Ecological Modelling Nº 147, pp 23–39.

KRAWCHUK M. Y TAYLOR P. 2003. Changing importance of habitat structure across multiple spatial scales for three species of insects. Revista Oikos Nº 103, pp 153–161.

LARA *et al*., 2002. Componentes científicos clave para una política nacional sobre usos, servicios y conservación de los bosques nativos chilenos.

LATCHAM, RICARDO. 1923. Los Indios Antiguos de Copiapó y Coquimbo. Revista Universitaria. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

LAURANCE S. Y LAURANCE W. 1999. Tropical wildlife corridors: use of linear rainforest remnants by arboreal mammals. Revista Biological Conservation N º 91, pp 231-239.

LAZO, I. Y E. SILVA. 1993. Diagnóstico de la ornitología en Chile y recopilación de la literatura científica publicada desde 1970 a 1992. Revista Chilena de Historia Natural 66:103-118.

Folio017854

LEE *et al*., 2002. Appraising Adaptive Management. Revista Conservation Ecology N º *3*.

LEY 17.288 SOBRE MONUMENTOS NACIONALES. 1970. Diario Oficial el 4/02/1970. Ministerio de Educación. República de Chile.

LEY 18.362 CREA EL SISTEMA NACIONAL DE AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DEL ESTADO. 1984. Ministerio de Agricultura.

LEY DE BASES DEL MEDIO AMBIENTE N º 19.300. 1994. Comisión Nacional del Medio Ambiente. República de Chile.

LEY DE BOSQUES. 1931. D.F.L. 265 DE 1931. Texto refundido por D.S. 4.363/31. Tierras y Colonización.

LEY DE CAZA Nº 19.473 DE 1998. Ministerio de Agricultura**.** Sustituye texto de Ley 4.601 sobre caza y artículo 60 del código civil. La Ley de Caza y su reglamento (D.S. 5/98, Agricultura)

LEY DE PESCA Nº 18.892 DE 1991. Ley General de Pesca y Acuicultura y DS 430/1991 Ministerio de Economía.

LEY INDÍGENA Nº 19.253. **1993.** Diario Oficial 5/10/1993 "Establece normas sobre Protección, Fomento y Desarrollo Indígena". Ministerio de Planificación y Cooperación. Corporación Nacional de Desarrollo Indígena. República de Chile.

LOBO, J.M. Y HORTAL, J. 2003. Modelos predictivos, un atajo para describir la distribución de la diversidad biológica. Revista Ecosistemas Nº 1, pp 1 -8.

MACNEELY, J. A., K. R. MILLER, W. V. REID, R. A. MITTERMEIER Y T. B. 1996. Conservation- the social science? *World Conservation* Vol.27(2): 2 UICN. Gland, Suiza.

MANN, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. Gayana, Zoología 40:1-342.

MARGULES, C.R **Y PRESSEY,** R.L.**. 2000.** , Systematic conservation planning. Revista Nature N º 405: 243-253.

MEFFE Y CARROLL. 1994. The desing of Conservation Reserves. En: Meffe GK y CR Carroll (eds) Principles of Conservation Biology, Sinauer, Sunderland. Pag 284-290.

MIDEPLAN. MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN Y COOPERACIÓN. 1998. Resultados Encuesta Caracterización socioeconómica (CASEN 1998).

MILLER, S. Y J. ROTTMANN. 1976. Guía para el reconocimiento de Mamíferos chilenos. Serie Expedición a Chile, Editorial G. Mistral, Santiago, 200 pp.

Folio017855

MINVU. MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. 2004. Diagnóstico analítico Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU). Informe Diagnóstico Intercomunal Provincia de Huasco. Copiapó. 46 pp.

MÖNKKÖNEN Y MUTANEN. 2003. Occurrence of Moths in Boreal Forest Corridors Revista Conservation Biology Nº 17, pp. 468–475

MONTANE, J. 1969. "En torno a la cronología del Norte chico". Actas de V Congreso Nacional de Arqueología. La Serena. 169 pp.

MONTENEGRO, SERGIO; HERVÉ, DOMINIQUE Y DURÁN, VALENTINA. 2001. Los Tratados Ambientales: Principio y Aplicación en Chile. CONAMA, Centro de Derecho Ambiental. Santiago. 403 p.

NORSE, E. A., K. L. ROSENBAUM, D. WILCOVE, B. A. WILCOX, W. ROMME, D. JOHNSTON Y M. L. STOUT. 1986. Conserving Biological diversity in our national forests. The Wilderness Society. Washington, USA.

JOHNSTON Y M. L. STOUT. 1986. Conserving Biological diversity in our national forests. The Wilderness.

NOSS Y CSUTI. 1994. Saving nature's legacy: protecting and restoring biodiversity. Washington (DC): Island Press.

NÚÑEZ, H. Y F. JAKSIC. 1992. Lista comentada de los reptiles terrestres de Chile continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 43:63-91.

OCDE-CEPAL. 2005. Evaluaciones de desempeño ambiental Chile. 246 pp.

OLCA. OBSERVATORIO LATINOAMERICANO DE CONFLICTO AMBIENTAL 2005. Edición especial Pascua Lama. 8 pp.

OSGOOD,W. H. 1943. The mammals of Chile. Field Museum Natural History, Zoological Series 30:1-268.

PINE, R. H., S. D. MILLER Y M. L. SCHAMBERGER. 1979. Contributions to the mammalogy of Chile. Mammalia, 43:339-376.

PONCE, C. 1996a. Políticas, estrategias y acciones para la conservación de la diversidad biológica en los sistemas andinos de áreas protegidas. Documento Técnico N° 20. Proyecto FAO/PNUMA FP/0312-94-14. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 83pp.

PONCE, C. 1996b. Políticas, estrategias y acciones para la conservación de la diversidad biológica en los sistemas amazónicos de áreas protegidas. Documento Técnico N° 21. Proyecto FAO/PNUMA FP/0312- 94-14. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 105pp.

Folio017856

PRESSEY Y TAFFS, 2001. Scheduling conservation action in production landscapes: priority areas in western New South Wales defined by irreplaceability and vulnerability to vegetation loss. Revista Biological Conservation Nº **100:**355–376.

PURVIS A. Y A. HECTOR. 2000. Getting the measure of biodiversity. Nature 405: 212-219.

QUINTANILLA V. 1983. Biogeografía, en Geografía de Chile, Tomo III, Instituto Geográfico Militar. Santiago.

REISE, D. Y W. VENEGAS. 1987. Catálogo de registros, localidades y biotopos del trabajo de investigación acerca de los pequeños mamíferos de Chile y Argentina. Gayana, Zoología 51:103-130.

RICKETTS *et al.* 1999. Aligning conservation goals: are patterns of species richness and endemism concordant at regional scales? Revista Animal Biodiversity and Conservation Nº 24: 91-99.

ROMERO PATRICIO. 2003. Determinación de zonas prioritarias para conservación biológica en la VII Región usando un Sistema de Información Geográfico (SIG) U. Austral de Chile. Profesor Patrocinante: Sr. Antonio Lara A. Trabajo de Titulación presentado como parte de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Forestal. Valdivia Chile

ROSLIN T. 2000. Dung beetle movements at two spatial scales. Revista Oikos Nº 91, pp 323–335.

SALVAT. 1984. Enciclopedia Visual. Tomo III El Mundo Viviente. Salvat Editores. España. 252 p.

SCHLUTER Y RICKLEFS. 1993. Species diversity, an introduction to the problem. Pp. 1-12 en: R. Ricklefs y D. Schluter (eds.) Species diversity in ecological communities, historical and geographical perspectives. The University of Chicago Press. Chicago, USA.

SCHTICKZELLE Y BAGUETTE. 2003. Behavioural responses to habitat patch boundaries restrict dispersal and generate emigration–patch area relationships in fragmented landscapes. Revista Journal of Animal Ecology Nº 72, pp 533–545.

SEMARNAP. 1997. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México.

SEPÚLVEDA, CLAUDIA. 2002. Áreas privadas protegidas y territorio: la conectividad que falta. Ambiente y Desarrollo, Vol XVIII, N°2-3-4. CIPMA. Valdivia.

Folio017857

SERNAGEOMIN. 2000. Atlas de Faenas Mineras de las Regiones III y IV.

SERPLAC ATACAMA. SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL DE PLANIFICACIÓN Y COOPERACIÓN. 2001. Estrategia Regional de Desarrollo Atacama 2001-2006. 112 pp.

SERPLAC ATACAMA. SECRETARÍA REGIONAL MINISTERIAL DE PLANIFICACIÓN REGIÓN DE ATACAMA. 2001. Carpeta de información comunal Alto del Carmen. 14 pp.

SOLBRIG, O.T. 1991. From genes to ecosystems: a research agenda for biodiversity. International Union of Biological Sciences. Cambridge, Mass., USA.

SOSA ESCALANTE JAVIER. [s.a.]. Valoración y seguimiento de la biodiversidad: Implicaciones en conservación y manejo. Departamento de Zoología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Apartado postal 116-4 Itzimná, Mérida, Yucatán, México. 24 pp.

SPACKMAN Y HUGHES. 1995. Assessment of minimun stream corridor width for biological conservation: species richness and distribution along mid-order streams in Vermont, USA *Biological Conservation* 71: 325-332

TAMAYO M. Y D. FRASSINETTI. 1980. Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. Boletín Museo Nacional Historia Natural, Chile, 37:323-399.

TAMAYO, M., H. NÚÑEZ Y J. YÁÑEZ. 1987. Lista sistemática actualizada de los mamíferos vivientes en Chile y sus nombres comunes. Noticiario Mensual Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 312:1-13.

TEPU. TERRITORIOS Y PUELOS INDÍGENAS. 2005. Informe preliminar estudio etno-histórico y etno-territorial en Huasco Alto. 159 pp.

THE NATURE CONSERVANCY. TNC. 2000. Diseño de una geografía de la esperanza. Manual para la planificación de la conservación ecorregional. 215 pp.

THE NATURE CONSERVANCY. TNC. [s.a.]. Paisajes funcionales y la conservación de la biodiversidad. Documentos de trabajo para la ciencia de la conservación N º 1. Poiani & Richter eds. 12 pp.

TISCHENDORF Y FAHRIG. 2000. On the usage and measurement of landscape Connectivity. Revista Oikos N º 90, pp 7–19.

TOLEDO *et al*., 1993. Zoología evolutiva de los vertebrados. Síntesis. Madrid, España.

TORRES-MURA, J. C. 1994. Fauna terrestre de Chile. En “Perfil ambiental de Chile”. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, 596pp.

Folio017858

TURPIE K.J; E.L. BECKLEY; M.S. KATUA. 2000. Biogeography and the selection of priority areas for conservation of South African coastal fishes. Biological Conservation 92 (1): 59-72

UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 33 pp.

VALENCIA, J. Y A. VELOSO. 1981. Zoogeografía de los saurios de Chile, proposiciones para un esquema ecológico de distribución. Medio Ambiente 5:5-14.

VAN DER ZEE Y ZONNEVELD. 2001.

VAN DER ZEE, D. AND ZONNEVELD, I.S. (EDS.). 2001. Landscape ecology applied in land evaluation, development and conservation : some worldwide selected examples. Enschede : ITC. 412 p. (ITC Publication ; 81) (IALE Publication : International Association for Landscape Ecology ; MM-1)

VELÁZQUEZ, A., G. BOCCO Y A. TORRES. 2001. Turning scientific approaches into practical conservation actions: The case of comunidad indigena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mexico. *Environmental Management* 27(5): 655-665.

VELOSO, A. Y J. NAVARRO. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino 6:481-539.

WALTER. 1979. Vegetation of the Earth, and ecological systems of the geobiosphere. Springer-Verlag, New York, New York.

WERNER. 1990. Conserving the world's biological diversity. IUCN, WRI, WWF, WB. Washington, USA.

WILLIAMS *et al*., 1996. Los bordes de selvas y bosques. Revista Ciencia y desarrollo, N º 17: 65-71.

WILSON, E. O. 1988. Biodiversity. National Academy Press. Washington, USA.

WILSON E. O.. 2002. The Future of Life. Alfred A. Knopf (ed.), New York.

WITH K. 1994. Using fractal analysis to assess how species perceive landscape structure. Revista Landscape Ecology Nº 9, pp 25-36.

WITH K. Y CRIST T. 1995. Critical thresholds in species responses to landscape structure. Revista Ecology Nº 76, pp 2446-2459.

WITH Y KING. 1999. Dispersal success on fractal landscapes: a consequence of lacunarity thresholds. Revista *Landscape Ecology* Nº 14, pp 73-82.

Folio017859

ZONNEVELD . 1988. The land unit a fundamental concept in landscape ecology, and its application. Landscape Ecology 3:67 86.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

<http://www.conaf.cl> Visitado entre Julio 2004 y Agosto 2005.

<http://www.conama.cl> Visitado entre Julio 2004 y Agosto 2005.

<http://www.elbosquechileno.cl> Extraído el 15 de Julio de 2005.

<http://www.fao.org> Visitado entre Julio 2004 y Agosto 2005.

<http://www.ine.gob.mx> Extraído el 30 de marzo de 2005.

<http://www.inbio.ac.cr> Extraído el 27 de enero de 2005.

<http://usuarios.lycos.es/nnl/ecologia/biodiver.htm> Extraído el 19 de noviembre de 2003.

<http://araneus.humboldt.org.co/conservacion/cons_ex_situ.htm> Extraído el 18 de abril de 2005.

<http://usuarios.lycos.es/nnl/ecologia/biodiver.htm> Extraído el 19 de noviembre de 2003.

<http://www.conam.gob.pe/modulos/CHM/chm_exsitu.asp> Consejo Nacional del Ambiente. Perú. Extraído el 25 de mayo de 2005.

Folio017860

ANEXO Nº 1: ENCUESTA DE CARACTERIZACIÓN DE USO DE RECURSOS TERRITORIALES EN LA COMUNIDAD HUASCOALTINOS

Nº Encuesta	
Localidad	
Encuestador	
Fecha	

I IDENTIFICACIÓN:

¿Cuál es su nombre?.....

¿Don (ña).....cuántos años tiene?.....

¿Cuántas personas componen su hogar? .....

(Son miembros del **Hogar** las personas con o sin vínculo de parentesco que habitan en la misma vivienda y tienen presupuesto de alimentación común.)

4. ***¿Don (ña)..... me podría decir el nombre de las personas que componen su hogar, la edad y el parentesco con usted (o sea, si son sus hermanos, su papá, su señora (o marido), sus hijos, etc.)?***

	Parentesco de los miembros del Hogar con el Jefe de Hogar. Son miembros del Hogar las personas con o sin vínculo de parentesco que habitan en la misma vivienda y tienen presupuesto de alimentación común: Jefe de Hogar Cónyuge, pareja Hijo(a) Padre, madre Suegro(a) Yerno, nuera Nieto(a) Hermano(a) Cuñado(a) Otro familiar Otro no familiar		
	NOMBRE	**PARENTESCO**	**EDAD (años cumplidos)**
1			
2			
3			
4			
5			

Folio017861

II ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL GRUPO FAMILIAR

5. ¿En qué trabaja usted?	***6. ¿Cuánto tiempo trabaja en cada una de estas actividades?***			
	A. Todo el año	**B.** Algunos meses (Indicar cuántos)	**C.** Algunas semanas (indicar cuántas semanas)	**D.** Algunos días (Indicar cuántos días)
A. Ganadería				
B. Parronales pisqueros				
C. Agricultura (de verduras u otros frutales)				
D. Minería o Pirquinería				
E. Venta de productos ganaderos o agrícolas				
F. Construcción				
G. Artesanías				
H. Pesca				
I. Empleo público				
J. Recolección (plantas medicinales, flores, semillas y posterior venta, etc)				
K. Otros (especificar)				

7. ¿ La familia percibió algunos de los siguientes ingresos los últimos meses?

Tipo de ingreso	Monto ($)
A. Sueldos por Trabajo Ganadero	
B. Sueldos por Trabajo Agrícola	
C. Sueldos por otros trabajos	
D. Asignaciones familiares	
E. Pensiones	
F. Jubilaciones	
G. Subsidios	
H. Otros ingresos monetarios	

8. Ventas de:	**9. Cantidad de unidades vendidas**	**10. Valor Unitario ($)** Cuánto le Pagaron por cada unidad que vendió (kg, saco, unidad, etc.)	**11. Monto ($)** Cantidad total de dinero que recibió.
Carne			
Leche			
Queso			
Lana			
Guano			
Hortalizas			
Cereales			
Frutas			
Fardos de pasto			
Carbón			
Leña			
Cortezas			
Semillas			
Vacas			
Caballos, mulas y burros			
Ovejas			
Cabras			
Chanchos			
Conejos, liebres			
Pavos, gansos, patos, gallinas			
Miel, jalea real, cera de abejas			
Mantas, morrales			
Riendas, lazos			
Pingo – pingo			
Chachacoma			
Bailahuén			
Llareta			
Caspiche			
Zonas de Camping			
Cabalgatas			
Arriendo de caballos			
Guía			
Otros ingresos (especificar)			

Folio017863

III DOTACIÓN DE ANIMALES EN EL SISTEMA

12. ¿Qué animales tiene?	13. ¿Cuántos tiene de cada uno?	14. ¿Cuántos consumieron el año pasado (incluyendo regalados y cambiados)?	15. ¿Cuántos murieron el año pasado?	16.¿Cuál es el alimento principal de ellos?
Caballos, mulas y burros				
Ovejas				
Cabras				
Llamas, alpacas, vicuñas, guanacos				
Vacas				
Chanchos				
Otros (especificar)				

IV UBICACIÓN Y USO DE ZONAS DE CRIANCERÍA

¿Podría nombrar los sitios de veranada e invernada según el siguiente cuadro?

17. Nombre los sitios ocupados o de tránsito en la VERANADA	19. ¿Cuántas hectáreas ocupa en la criancería en cada sitio?	20. ¿Comparte el lugar con otro criancero? (SI/NO)	21. ¿cuántos meses se usa en el año?)
18. Nombre los sitios ocupados o de tránsito en la INVERNADA?			

Folio017864

V DISPONIBILIDAD DE AGUA Y MANEJO EN EL SECTOR DE CRIANCERÍA

¿De dónde saca agua?

	22. Para tomar o cocinar	23. Para que tomen los animales	24. Para regar
A. Pozo			
B. Aguada			
C. Acequia			
D. Río			
E. Vertiente			
F. Otro			

25. ¿Cuánta superficie riega?

26. ¿Cómo es el sistema de riego?

VI EXTRACCIÓN DE RECURSOS NATURALES EN EL LUGAR DE PASTOREO:

27. Recursos que usted saca del lugar de pastoreo	28. Cuánto camina para sacar estos recursos desde la majada	29. Cuántos días se demora en recoger estos recursos	30. ¿Para qué usa este recurso?	31. ¿Cuánto saca en promedio al mes?	32. ¿Cuáles son los principales sitios para sacar estos recursos?	33. ¿Cuánto se consume de este recurso en la familia?
1. Varillas						
2. Llaretas						
3. Semillas algarrobo						
4. Semillas y frutos de Chañares						
5. Semillas de churque						
6. Ramas de churque						
7. Otras Plantas medicinales						
8. Animales cazados						
9. Cachiyuyos						
10. Bailahuén						
11. Chachacoma						
12. Otras Plantas Medicinales						
13. Otros (especificar)						

Folio017866

ANEXO Nº 2: TRATADOS AMBIENTALES SUSCRITOS POR EL ESTADO CHILENO.

	CONVENIO, ACUERDO O TRATADO	LUGAR Y FECHA DE LA FIRMA	DECRETO QUE LO PROMULGA Y ORDENA SU CUMPLIMIENTO COMO LEY DE LA REPUBLICA	OBJETIVO GENERAL	COORDINACION EN CHILE Y PUNTO FOCAL
1	**Convención para la Protección de la flora, la fauna y las bellezas escénicas naturales de América**	12/10/1940Washington, EEUU	D.S. Nº531 de 1967 de RR.EE., (D.O. 4/10/67)	Preservar todas las especies y géneros de la flora y fauna de América de la extinción y preservar áreas de extraordinaria belleza, con énfasis en formaciones geológicas o con valor estético, histórico o científico	Ministerio de Relaciones Exteriores y Corporación Nacional Forestal
2	Convenio Internacional para la regulación de la caza de la ballena	2/12/1946 Washington, EEUU	D.S. Nº489 de 1979 de RR.EE. (D.O. 21/9/79)	Proteger a todas las especies de ballenas de la sobre- explotación y salvaguardar para las futuras generaciones este gran recurso natural y establecer un sistema de regulación internacional para la pesca de la ballena para asegurar su preservación y el desarrollo de su stock.	Ministerio de Relaciones Exteriores
3	Tratado Antártico	1/12/1959, Washington, EEUU	D.S. Nº361 de 1961 de RR.EE. (D.O. 14/07/61) Se considera texto oficial el publicado en el D.O. de 2/12/1961	Asegurar que el continente Antártico sea utilizado para fines pacíficos, fomentando la cooperación internacional en la investigación científica y previendo que el área no se convierta en escenario u objeto de disputas internacionales.	Ministerio de Relaciones Exteriores Consejo de Política Antártica Instituto Antártico Chileno (INACH)
4	**Convenio sobre zonas húmedas de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (RAMSAR)**	2/2/1971, Ramsar, Irán	D.S. Nº771 de 1981 de RR.EE. (D.O 11/11/81)	Detener la progresiva ocupación y desaparición de los humedales, en la actualidad y en el futuro, reconociendo sus fundamentales funciones ecológicas y su valor económico, cultural, científico y recreacional	Ministerio de Relaciones Exteriores Corporación Nacional Forestal
5	Convención sobre Conservación de Focas Antárticas	1/6/1972 Reino Unido	D.S. Nº191 de 1980 de RR.EE. (D.O. 24/4/80)	Promover y alcanzar la protección, el estudio científico y el uso racional de las focas antárticas y mantener un balance satisfactorio en el sistema ecológico antártico	Ministerio de Relaciones Exteriores SERNAP
6	**Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)**	3/3/1973, Washington, EEUU	D.S. Nº141 de 1975 de RR.EE. (D.O. 25/3/75)	Proteger ciertas especies en peligro de la sobre-explotación producida por el sistema de comercio internacional (importación - exportación).	Ministerio de Relaciones Exteriores Autoridades administrativas: Servicio Agrícola y Ganadero,

Folio017867

					Corporación Nacional Forestal y Servicio Nacional de Pesca Autoridad Científica: CONICYT
7	**Convenio sobre la conservación de especies migratorias de la fauna salvaje**	23/6/1979 Bonn, Alemania	D.S. Nº 868 de 1981 de RR.EE. (D.O. 12/12/81	Proteger a aquellas especies de animales salvajes que migran a través de los límites nacionales	Ministerio de Relaciones Exteriores Servicio Agrícola y Ganadero, Corporación Nacional Forestal y Subsecretaría de Pesca
8	Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos	11/9/1980 Canberra, Australia	D.S. Nº662 de 1981 de RR.EE. (D.O. 12/12/81)	Salvaguardar el medio ambiente y proteger la integridad del ecosistema de los mares que rodean a la Antártica y conservar sus recursos marinos vivos	Ministerio de Relaciones Exteriores
9	Convenio para la protección del medio ambiente y la zona costera del Pacífico Sudeste	12/11/1981 Lima, Perú	D.S. Nº 296 de 1986 de RR.EE. (D.O. 14/6/86)	Proteger el medio ambiente marino y de las zonas costeras del Pacífico Sudeste en las 200 millas marinas de soberanía bajo jurisdicción de las Partes y más allá de esa área, la alta mar hasta la distancia en que su contaminación pueda afectar las 200 millas marinas.	Ministerio de Relaciones Exteriores
10	Acuerdo sobre la cooperación regional para el combate contra la contaminación del Pacífico Sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas en caso de emergencia	12/11/1981 Lima, Perú	D.S. 425 de 1986 de RR.EE. (D.O. 11/8/86)	Proteger a los Estados costeros y el ecosistema marino de la contaminación del Pacífico Sudeste por hidrocarburos y otras sustancias peligrosas, en casos de emergencia	Ministerio de Relaciones Exteriores
11	Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar	10/12/1982 Montego Bay, Jamaica	D.S. Nº1.393 de 1997 de RR.EE. (D.O. 18.11.97)	Establecer un nuevo régimen jurídico para los mares y océanos que facilite las comunicaciones y promueva el uso con fines pacíficos de los mares y océanos y la utilización equitativa y eficiente de sus recursos	Ministerio de Relaciones Exteriores
12	Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono	22/3/1985 Viena, Austria	D.S. Nº719 de 1989 de RR.EE. (D.O. 8/3/90)	Proteger la salud humana y al medio ambiente de los efectos negativos producidos por las modificaciones en la capa de ozono.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
13	Protocolo de Montreal relativo a	16/9/1987, Montreal,	D.S. Nº238 de 1990 de RR.EE.	Proteger la capa de ozono tomando medidas precautorias	Ministerio de Relaciones

Folio017868

	las sustancias agotadoras de la capa de ozono	Canadá	(D.O. 28/4/90)	para controlar las emisiones globales de las sustancias que provocan su disminución	Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
14	Convenio de Basilea para el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación	22/3/1989, Basilea, Suiza	D.S. Nº685 de 1992 de RR.EE. (D.O. 13/10/92)	Reducir el movimiento transfronterizo de los desechos peligrosos definidos por el Convenio, en una forma que sea consistente con un manejo eficiente y ambientalmente adecuado de dichos desechos.	Ministerio de Relaciones Exteriores Ministerio de Salud
15	**Tratado entre la República de Chile y la República de Argentina sobre Medio Ambiente**	2/8/1991 Buenos Aires, Argentina	D.S. Nº 67 de 1992 de RR.EE. (14/4/93)	Emprender acciones coordinadas o conjuntas en materia de protección, preservación, conservación y saneamiento del medio ambiente e impulsarán la utilización racional y equilibrada de los recursos naturales, teniendo en cuenta el vínculo existente entre medio ambiente y desarrollo.	Ministerio de Relaciones Exteriores
16	Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente	4/10/1991, Madrid, España	D.S. Nº396 de 1995 de RR.EE. (18/2/98)	Reafirmar el status de la Antártica como un área especial de conservación y realzar el marco de protección del ambiente antártico y sus ecosistemas dependientes y asociados.	Ministerio de Relaciones Exteriores e Instituto Antártico Chileno (INACH)
17	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático	9/5/1992, New York, EEUU	D.S. Nº 123 de 1995 de RR.EE. (D.O. 13/4/95)	Estabilizar las concentraciones de los Gases de Efecto Invernadero en la atmósfera, a un nivel tal que ya no existan interferencias antropógenas significativas en el sistema climático.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
18	**Convenio sobre la Diversidad Biológica**	5/6/1992, Río de Janeiro, Brasil	D.S. Nº 1.963 de 1994 de RR.EE. (D.O. 6/5/95)	Promover el uso sustentable de los componentes de la biodiversidad y fomentar una distribución equitativa de los beneficios generados por la utilización de los recursos genéticos.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
19	Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África	17/6/1994, París, Francia	D.S. Nº 2.065 de 1997 de RR.EE. (D.O. 13/2/98)	Combatir la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados, especialmente en África	Ministerio de Relaciones Exteriores Corporación Nacional Forestal

Folio017869

20	Acuerdo de Cooperación Ambiental Chile – Canadá	6/2/1997 Ottawa, Canadá	D.S. Nº1.020 de 1997 de RR.EE. (D.O). 5/7/97	Fortalecer la cooperación ambiental entre las Partes y asegurar la ejecución eficaz de las leyes y regulaciones ambientales de cada una de ellas, favoreciendo, además, que se alcancen las metas y los objetivos ambientales del Tratado de Libre Comercio Chile – Canadá.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
21	Protocolo de Kioto	11/12/1997 Kioto	Chile suscribió el convenio el día 17/06/98 y lo ratificó el 28/08/02	Establece compromisos vinculantes que fijan objetivos cuantificados y calendarizados de reducción de emisiones de gases efecto invernadero.	
22	Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo aplicable a ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos objeto de comercio internacional	10/9/1998, Rotterdam, Países Bajos	Chile suscribió el convenio el día 11/9/1998	Promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos en la esfera del comercio internacional de ciertos compuestos químicos peligroso y plaguicidas, a fin de proteger la vida humana y el medio ambiente.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente SAG Ministerio De Salud
23	Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología	29/1/2000 Montreal, Canadá	Chile suscribió el convenio el día 24/5/2000	Contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambient
24	Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes	Estocolmo,Suecia 23/5/2001	Chile suscribió el convenio el día 23/5/2001	Teniendo presente el principio de precaución, consagrado en el principio 15 de la Declaración de Río, el objetivo del Convenio de Estocolmo es proteger a la salud humana y el medio ambiente frente a los contaminantes orgánicos persistentes.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente

Fuente: <http://www.conama.cl>

Folio017870

ANEXO N º 3: INSTRUMENTOS LEGALES DE PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD NACIONAL

NORMATIVA JURÍDICA	AREA DE PROTECCIÓN	INSTITUCIÓN COMPETENTE
DS. Nº4363 / 31. "Ley de Bosques"	Reservas de Bosques Parques Nacionales Turismo	CONAF
DS. Nº531 / 67 (Convención de Washington) Ley Nº 18.362 / 84	Parques Nacionales Reservas Nacionales Monumentos Naturales Reservas de Región Virgen	Min. Agricultura (CONAF)
Ley Nº17.288 / 70	Santuarios de la Naturaleza terrestres o marinos	Consejo Monumentos Nacionales DIRECTEMAR CONAF
DL. Nº1939 / 77	Reservas Forestales Parques Nacionales	Min. Bienes Nacionales Min. Agricultura (CONAF)
DS. N°771 / 81, Min. Relac. Ext. (Convención de RAMSAR)	Humedales de Importancia Internacional	Ministerio de Relaciones Exteriores, CONAF
Ley Nº18.378 / 84	Áreas de Conservación de Riqueza Turística	Min. Agricultura SERNATUR
Ley Nº18.378 / 84	Distritos de Conservación de suelos, bosques, aguas	Min. Agricultura
Ley Nº19.473 / 94	Lugares de prohibición de caza	Min. Agricultura SAG – CONAF SERNAPESCA
Ley Nº19.300 / 94, Ley de Bases Generales del Medio Ambiente	Áreas Silvestres protegidas de Propiedad Privada	

Folio017871

NORMATIVA JURÍDICA	AREA DE PROTECCIÓN	INSTITUCIÓN COMPETENTE
DS. Nº1.963 / 94, Min. Relac.Ext. DS. 95 / 2002 Min. Segpres, art.2º, a)	Áreas Protegidas	Organismo supervisor del SNASPE (CONAF)
DS. Nº95 / 2002, Min. Segpres, art.2º, f)	Zonas con Valor Paisajístico	SERNATUR
Código de Minería y Reglamento	Lugares de Interés Histórico o Científico	Presidente de la República Min. De Minería Min. Agricultura
Ley Gral. De Urbanismo MINVU y Construcciones y su Ordenanza General	Áreas especiales en planificación territorial	Municipios

Fuente: BIOTA. 2003, completado por E. Núñez y C. Peña. Abril 2004.

Folio017872

ANEXO N º 4: FORMACIONES VEGETALES (GAJARDO, 1994) Y SU PRESENCIA EN EL SNASPE (CONAF, 1997) **

REGIONES, SUB-REGIONES, FORMACIONES	*TOTAL PRESENCIA SNASPE (ha)*	*%*
1 . Región del Desierto		
A. Sub-Región del Desierto Absoluto		
1.1. Desierto Interior	*63.951*	*1,0*
1.2. Desierto del Tamarugal	*37.142*	*60,6*
1.3. Desierto de los Salares y de las Pampas	***SP***	-
1.4. Matorral Ripario de las Quebradas y los Oasis	***SP***	-
1.5. Desierto Interior de Tal –Tal	***SP***	-
1.6. Desierto Estepario de las Sierras Costeras.	*9.127*	*0,8*
B. Sub-Región del Desierto Andino		
1.7. Matorral Desértico con Suculentas Columnares	*11.354*	*3,9*
1.8. Desierto de los Aluviones	***SP***	-
1.9. Desierto de la Cuenca Superior del Río Loa	*1.250*	*0,3*
1.10. Desierto Montano de la Cordillera de Domeyko	*	-
1.11. Desierto Estepario de El Salvador	***SP***	-
1.12. Desierto del Salar de Atacama	*19.381*	*2,9*
C. Sub-Región del Desierto Costero		
1.13. Desierto Costero de Tocopilla	*2.142*	*0,5*
1.14. Desierto Costero de Tal –Tal	*34.127*	*5,2*
1.15. Desierto Costero del Huasco	*46.046*	*7,3*
D. Sub-Región del Desierto Florido		
1.16. Desierto Florido de los Llanos	***SP***	-
1.17. Desierto Florido de las Serranías	***SP***	-
2. Región de la Estepa Alto – Andina		
A. Sub-Región del Altiplano y de la Puna		
2.1. Estepa Alto-Andina Altiplánica	*396.510*	*39,6*
2.2. Estepa Alto-Andina Sub-Desértica	*36.445*	*4,4*
2.3. Estepa Arbustiva Pre-Altiplánica	*25.205*	*7,5*
2.4. Estepa Arbustiva Pre-Puneña	*	-
2.5. Estepa Sub-Desértica de la Puna de Atacama	*50.355*	*3,2*
2.6. Estepa Desértica de los Salares Andinos	*	-
2.7. Desierto Alto-Andino del Ojos del Salado	***SP***	-
B. Sub-Región de los Andes Mediterráneos		
2.8. Estepa Alto-Andina de la Cordillera de Doña Ana	***SP***	-
2.9. Estepa Pre-Andina de la Cordillera de Coquimbo	***SP***	-
2.10. Matorral Esclerófilo Andino	*23.927*	*3,0*
2.11. Estepa Alto-Andina de la Cordillera de Santiago	*32.390*	*3,2*
2.12. Estepa Alto-Andina de los Andes Maulinos	*	-
3. Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo		
A. Sub-Región del Matorral Estepario		
3.1. Matorral Estepario Costero	*9.959*	*2,1*
3.2. Matorral estepario Interior	*4.357*	*0,6*
3.3. Matorral Estepario Boscoso	*300*	*13,1*

Folio017873

REGIONES, SUB-REGIONES, FORMACIONES	*TOTAL PRESENCIA SNASPE (ha)*	*%*
3.4. Matorral Estepario Arborescente	***SP***	-
B. Sub-Región del Matorral y del Bosque Espinoso		
3.5. Matorral Espinoso de las Serranías	***SP***	-
3.6. Bosque Espinoso Abierto	***SP***	-
3.7. Matorral Espinoso de la Cordillera de la Costa	***SP***	-
3.8. Matorral Espinoso del Secano Costero	***SP***	-
3.9. Matorral Espinoso del Secano Interior	***SP***	-
C. Sub-Región del Bosque Esclerófilo		
3.10. Bosque Esclerófilo Costero	*7.928*	*1,1*
3.11. Bosque Esclerófilo de la Pre-Cordillera Andina	*5.601*	*3,1*
3.12. Bosque Esclerófilo Montano	*	-
3.13. Bosque esclerófilo Maulino	***SP***	-
3.14. Bosque Esclerófilo de los Arenales	***SP***	-
4. Región del Bosque Caducifolio		
A. Sub-Región del Bosque Caducifolio Montano		
4.1. Bosque Caducifolio de Santiago	*5.146*	*4,9*
4.2. Bosque Caducifolio de La Montaña	*	-
4.3. Bosque Caducifolio Maulino	*192*	*0,1*
4.4. Bosque Caducifolio de la Pre-Cordillera	*	-
B. Sub-Región del Bosque Caducifolio del Llano		
4.5. Bosque Caducifolio de Concepción	*6.131*	*0,5*
4.6. Bosque Caducifolio de La Frontera	***SP***	-
4.7. Bosque Caducifolio Interior	*156*	*0,1*
4.8. Bosque Caducifolio del Sur	*97*	*0,0*
C. Sub-Región del Bosque Caducifolio Andino		
4.9. Bosque Caducifolio Andino del Bío-Bío	*8.406*	*2,7*
4.10. Bosque Caducifolio Mixto de la Cordillera de los Andes	*17.846*	*3,5*
5. Región del Bosque Laurifolio		
A. Sub-Región del Bosque Laurifolio de Valdivia		
5.1. Bosque Laurifolio Valdiviano	*8.594*	*1,5*
5.2. Bosque Laurifolio de los Lagos	*48.281*	*7,3*
5.3. Bosque Laurifolio de Chiloé	*59.687*	*5,2*
5.4. Bosque Laurifolio Andino	*126.250*	*55,9*
B. Sub-Región del Bosque Laurifolio del Archipiélago de Juan Fernández		
5.5. Bosque y Matorral Laurifolio de Más a Tierra	*98*	-
5.6. Bosque y Matorral Laurifolio de Más afuera	*100*	-
6. Región del Bosque Andino-Patagónico		
A. Sub-Región de las Cordilleras de la Araucanía		
6.1. Estepa Alto-Andina Sub-Húmeda	*46.779*	*15,1*
6.2. Bosque Caducifolio Alto-Andino de Chillán	*41.250*	*41,9*
6.3. Bosque Caducifolio Alto-Andino con Araucaria	*251.537*	*35,1*
6.4. Bosque Alto-Montano de Nahuelbuta	*2.996*	*2,0*
6.5. Matorral Patagónico con Araucaria	*12.823*	*9,0*
B. Sub-Región de las Cordilleras Patagónicas		
6.6. Bosque Caducifolio Alto-Andino Húmedo	*158.906*	*30,4*
6.7. Bosque Patagónico con Coníferas	***SP***	-

Folio017874

REGIONES, SUB-REGIONES, FORMACIONES	*TOTAL PRESENCIA SNASPE (ha)*	*%*
6.8. Matorral Caducifolio Alto-Montanos	*88.409*	*18,2*
6.9. Bosque Caducifolio de Aisén	*183.251*	*10,4*
6.10. Bosque Caducifolio de Magallanes	*166.264*	*8,5*
7. Región del Bosque Siempreverde y de las Turberas		
A. Sub-Región del Bosque Siempreverde con Coníferas		
7.1. Bosque Siempreverde de la Cordillera Pelada	*3.438*	*2,2*
7.2. Bosque Siempreverde de la Cordillera de los Andes	*72.032*	*22,4*
7.3. Bosque Siempreverde con Turberas de la Isla de Chiloé	*12.500*	*4,9*
7.4. Bosque Siempreverde con Turberas de los Chonos	*467.998*	*56,8*
7.5. Bosque Siempreverde de Puyuhuapi	*276.645*	*17,4*
B. Sub-Región del Bosque Siempreverde Micrófilo		
7.6. Bosque Siempreverde Montano	*43.006*	*6,6*
7.7. Bosque Siempreverde Mixto del Baker	*41.559*	*13,2*
7.8. Bosque Siempreverde de Magallanes	*146.250*	*14,5*
7.9. Bosque Siempreverde y Matorral Turboso de la Isla Navarino	*230.000*	*22,9*
C. Sub-Región de las Turberas, del Matorral y de la Estepa Pantanosa		
7.10. Matorrales Siempreverdes Oceánicos	*325.765*	*98,6*
7.11. Matorrales Peri-Glaciares	*557.523*	*99,0*
7.12. Turberas y Matorral Siempreverde Pantanoso del Canal de Messier	*3.789.251*	*96,1*
7.13. Turberas y Estepa Pantanosa de los Archipiélagos Magallánicos	*2.138.950*	*47,6*
7.14. Turberas y Desierto Frío del Cabo de Hornos	*390.593*	*52,4*
8. Región de la Estepa Patagónica		
A. Sub-Región del Matorral y de la Estepa Patagónica de Aisén		
8.1. Estepa Patagónica de Aisén	*10.251*	*2,3*
B. Sub-Región de la Estepa Patagónica de Magallanes		
8.2. Estepa Patagónica de Magallanes	*5.152*	*0,3*

* = Áreas creadas recientemente a las que no se ha calculado la cobertura

** = Los antecedentes presentados corresponden a la información disponible de CONAF la cual data de 1997. Desde esta fecha a la actual (año 2005) han existido algunos cambios los cuales también influyen en la representatividad ecosistémica del SNASPE. Sin embargo, estos cambios se han realizado en la zona sur-austral de Chile por lo que no afectarían la cuantificación de las formaciones vegetacionales de la zona de estudio.

SP = Sin presencia

ANEXO Nº 5: LISTADO FLORÍSTICO, COMUNA ALTO DEL CARMEN.

División		
Clase		
Familia		

Folio017875

Especie	Origen	Est. Conserv.
Polypodiopsida		
Adiantaceae		
Adiantum chilense Kaulf. var. chilense	Autóctona	FP©
Cheilanthes hypoleuca (Kunze) Mett.	Autóctona	SP
Cheilanthes mollis (Kunze) K. Presl.	Autóctona	SI
Sphenopsida		
Equisetaceae		
Equisetum giganteum L.	Autóctona	V©
Pinophyt		
Gnetopsida		
Ephedraceae		
Ephedra breana Phil.	Autóctona	SP
Ephedra chilensis C. Presl	Autóctona	SP
Magnoliophyta		
Magnoliopsida		
Amaranthaceae		
Amaranthus hybridus L.	Alóctona	NC
Anacardiaceae		
Schinus molle L. var. areira (L.) DC.	Autóctona	SP
Schinus polygamus (Cav.) Cabr.	Autóctona	SP
Apiaceae		
Apium andinum Phil.	Autóctona	SI
Apium leptophyllum (Pers.) F. Muell. ex Benth.	Autóctona	SI
Apium sp.	Autóctona	SI
Asteriscium chilense Cham. et Schlecht.	Autóctona	SI
Azorella cryptantha (Clos) Reiche	Autóctona	SP
Azorella madreporica Clos	Autóctona	SP
Azorella trifoliolata Clos	Autóctona	SI
Foeniculum vulgare Mill.	Alóctona	NC
Gymnophyton flexuosum Clos	Autóctona	SP
Gymnophyton robustum Clos	Autóctona	SP
Gymnophyton sp.	Autóctona	SP
Gymnophyton spinosissimum Phil.	Autóctona	SP
Homalocarpus dichotomus (Poepp. ex DC.) Math. et Const.	Autóctona	SI
Hydrocotyle ranunculoides L. f.	Autóctona	SI
Laretia acaulis (Cav.) Gill. et Hook.	Autóctona	V
Lilaeopsis macloviana (Gand.) A.W. Hill	Autóctona	SI
Mulinum cfr. pauciflorum Reiche	Autóctona	SP
Mulinum spinosum (Cav.) Pers.	Autóctona	SP

Folio017876

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Aristolochiaceae		
Aristolochia bridgesii (Klotzsch) Duchart.	Autóctona	SI
Asclepiadaceae		
Cynanchum viride (Phil.) Reiche	Autóctona	SI
Asteraceae		
Anthemis cotula L.	Alóctona	NC
Aphyllocladus denticulatus (Remy) Cabr. var. denticulatus	Autóctona	SP
Arctium minus (J. Hill) Bernh.	Alóctona	NC
Aster squamatus (Spreng.) Hieron.	Autóctona	SI
Baccharis incarum Wedd.	Autóctona	SP
Baccharis linearis (R. et P.) Pers.	Autóctona	SP
Baccharis pingraea DC.	Autóctona	SI
Baccharis sagittalis (Less.) DC.	Autóctona	SP
Baccharis salicifolia (R. et P.) Pers.	Autóctona	SP
Baccharis spartioides (H. et A.) Remy	Autóctona	SP
Baccharis tola Phil.	Autóctona	SP
Baccharis volckmannii Phil.	Autóctona	SP
Bahia ambrosioides Lag.	Autóctona	SP
Bidens pilosa L.	Alóctona	NC
Centaurea cachinalensis Phil.	Autóctona	SP
Centaurea floccosa H. et A.	Autóctona	SI
Centaurea melitensis L.	Alóctona	NC
Chaetanthera acerosa (Remy) B. et H. ex Griseb.	Autóctona	SI
Chaetanthera glabrata (DC.) Meigen	Autóctona	SI
Chaetanthera gnaphalioides (Remy) Johnst.	Autóctona	SI
Chaetanthera lanata (Phil.) Johnst.	Autóctona	SI
Chaetanthera leptocephala Cabr.	Autóctona	SI
Chaetanthera limbata (D. Don) Less.	Autóctona	SI
Chaetanthera linearis Poepp. ex Less.	Autóctona	SI
Chaetanthera minuta (Phil.) Cabr.	Autóctona	SI
Chaetanthera pulvinata (Phil.) Haum.	Autóctona	SI
Chaetanthera sp.	Autóctona	SI
Chaetanthera sphaeroidalis (Reiche) Hicken	Autóctona	SI
Chuquiraga acicularis D. Don	Autóctona	SP
Cichorium intybus L.	Alóctona	NC
Conyza bonariensis (L.) Cronq.	Autóctona	SI
Conyza sp.	Autóctona	SI

Folio017877

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Cotula coronopifolia L.	Alóctona	NC
Doniophyton anomalum (D. Don) Kurtz	Autóctona	SI
Doniophyton weddellii Katinas et Stuessy	Autóctona	SI
Encelia canescens Lam.	Autóctona	SP
Erigeron leptopetalus Phil.	Autóctona	SI
Flaveria bidentis (L.) O.K.	Alóctona	NC
Gamochaeta sp.	Autóctona	SI
Gamochaeta stachydifolia (Lam.) Cabr.	Autóctona	SI
Gnapalium cf. coquimbense Phil.	Autóctona	SI
Gnaphalium coquimbense Phil.	Autóctona	SI
Gnaphalium sp. 1	Autóctona	SI
Gnaphalium sp. 2	Autóctona	SI
Gutierrezia neaeana (DC.) Blake	Autóctona	SP
Haplopappus angustifolius (DC.) Reiche	Autóctona	SP
Haplopappus baylahuen Remy	Autóctona	SP
Haplopappus baylahuen x linifolius	Autóctona	SP
Haplopappus linifolius (Phil.) Reiche	Autóctona	SP
Haplopappus parvifolius (DC.) A. Gray	Autóctona	SP
Haplopappus rigidus Phil.	Autóctona	SP
Haplopappus sp.1	Autóctona	SP
Haplopappus sp. 2	Autóctona	SP
Haplopappus sp. 3	Autóctona	SP
Haplopappus sp.4	Autóctona	SP
Helenium atacamense Cabr.	Autóctona	SI
Hinterhubera scoparia (Phil.) Cabr.	Autóctona	SP
Lactuca serriola L.	Alóctona	NC
Leucheria polyclados (Remy) Reiche	Autóctona	SI
Leucheria runcinata D. Don	Autóctona	SI
Leucheria salina (Remy) Hieron	Autóctona	SI
Madia chilensis (Nutt.) Reiche	Autóctona	SI
Madia sativa Mol.	Autóctona	SI
Mutisia cana Poepp. ex P. et E.	Autóctona	SI
Mutisia sinuata Cav.	Autóctona	SP
Ophryosporus paradoxus (H. et A.) Benth. ex B.L. Rob.	Autóctona	SP
Pachylaena atriplicifolia D. Don ex H. et A.	Autóctona	SI
Pachylaena sp.	Autóctona	SI
Perezia atacamensis (Phil.) Reiche	Autóctona	SI
Perezia purpurata Wedd.	Autóctona	SI

Folio017878

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Perityle emoryi Torr.	Autóctona	SI
Pluchea absinthioides (H. et A.)H. Rob. ex Cuatr.	Autóctona	SI
Polyachyrus carduoides Phil.	Autóctona	SP
Polyachyrus fuscus Meyen et Walp.	Autóctona	SP
Polyachyrus sphaerocephalus D. Don	Autóctona	SI
Proustia ilicifolia H. et A.	Autóctona	SP
Proustia sp.	Autóctona	SP
Schkuhria pinnata (Lam.) O.K.	Autóctona	SI
Senecio benaventianus Remy	Autóctona	SP
Senecio brachylobus Phil.	Autóctona	SP
Senecio breviscapus DC.	Autóctona	SI
Senecio crepidiodes Phil.	Autóctona	SP
Senecio haenkei DC.	Autóctona	SP
Senecio johnstonianus Cabr.	Autóctona	SP
Senecio jorquerae Phil.	Autóctona	SP
Senecio luridus Phil.	Autóctona	SP
Senecio micropifolius DC.	Autóctona	SP
Senecio microtis Phil.	Autóctona	SP
Senecio minutifolius Phil.	Autóctona	SP
Senecio murinus Phil.	Autóctona	SI
Senecio oreinus Cabr.	Autóctona	SI
Senecio oreophyton Remy	Autóctona	SP
Senecio proteus Remy	Autóctona	SP
Senecio santelicis Phil.	Autóctona	SI
Senecio segethii Phil.	Autóctona	SP
Senecio sp. 1	Autóctona	SP
Senecio sp. 2	Autóctona	SP
Senecio sp. 3	Autóctona	SP
Senecio tinctolobus Johnst.	Autóctona	SP
Senecio troncosii Phil.	Autóctona	SI
Senecio volckmannii Phil.	Autóctona	SP
Sonchus asper (L.) J. Hill.	Alóctona	NC
Sonchus oleraceus L.	Alóctona	NC
Tagetes minuta L.	Alóctona	NC
Tagetes multiflora H.B.K.	Autóctona	SI
Tanacetum parthenium (L.) Sch. Bip.	Alóctona	NC
Tanacetum vulgare L.	Alóctona	NC
Taraxacum officinale Weber	Alóctona	NC

Folio017879

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Tessaria absinthioides (H. et A.) DC.	Autóctona	SI
Viguiera adenotricha Blake	Autóctona	SP
Viguiera gayana (Phil.) Cabr. ex Esp.	Autóctona	SP
Viguiera sp.	Autóctona	SP
Werneria pinnatifida Remy	Autóctona	SI
Werneria pygmaea Gill. ex H. et A.	Autóctona	SI
Xanthium spinosum L.	Alóctona	NC
Bignoniaceae		
Argylia checoensis (Meyen) Johnst.	Autóctona	SI
Argylia geranioides DC.	Autóctona	SI
Argylia potentillifolia DC.	Autóctona	SI
Boraginaceae		
Cordia decandra H. et A.	Autóctona	V
Cryptantha calycina (Phil.) Reiche	Autóctona	SI
Cryptantha diffusa (Phil.) Johnst.	Autóctona	SI
Cryptantha gnaphalioides (A. DC.) Reiche	Autóctona	SP
Cryptantha involucrata (Phil.) Reiche	Autóctona	SI
Cryptantha kingii (Phil.) Reiche	Autóctona	SI
Cryptantha sp. 1	Autóctona	SI
Cryptantha sp. 2	Autóctona	SI
Cryptantha sp. 3	Autóctona	SI
Cryptantha sp. 4	Autóctona	SI
Heliotropium chenopodiaceum (A. DC.) Clos var. ericoideum	Autóctona	SP
Heliotropium chenopodiaceum (A.DC.) Clos	Autóctona	SP
Heliotropium sinuatum (Miers) Johnst.	Autóctona	SP
Pectocarya dimorpha (Johnst.) Johnst.	Autóctona	SI
Pectocarya gracilis (R et P) Johnst.	Autóctona	SI
Brassicaceae		
Brassica nigra Koch	Alóctona	NC
Brassica rapa L.	Alóctona	NC
Cardamine glacialis (G. Forster) DC.	Autóctona	SI
Descurainia erodiifolia (Phil.) Reiche	Autóctona	SI
Descurainia pimpinellifolia (Barn.) O.E. Schultz	Autóctona	SI
Descurainia sp. 1	Autóctona	SI
Descurainia sp. 2	Autóctona	SI
Descurainia stricta (Phil.) Prantl ex Reiche	Autóctona	SI
Hirschfeldia incana (L.) Lagrése - Fossat	Alóctona	NC

Folio017880

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Hymenolobus procumbens (L.) Nutt. ex Torr.	Autóctona	SI
Lepidium bonariense L.	Alóctona	NC
Lepidium brevicaule Barn.	Autóctona	SI
Lepidium sp. 1	Autóctona	SI
Lepidium sp. 2	Autóctona	SI
Lepidium strictum (S. Wats.) Rattan	Autóctona	SI
Mathewsia sp.	Autóctona	SI
Menonvillea alata Rollins	Autóctona	SI
Menonvillea cuneata (Gill. et Hook.) Rollins	Autóctona	SI
Menonvillea macrocarpa (Johnst.) Rollins	Autóctona	SI
Menonvillea orbiculata Phil.	Autóctona	SI
Menonvillea sp.	Autóctona	SP
Nasturtium officinale R. Br.	Alóctona	NC
Rapistrum rugosum (L.) All.	Alóctona	NC
Schizopetalon rupestre (Barn.) Reiche	Autóctona	SI
Schizopetalon sp.	Autóctona	SI
Sisymbrium officinale (L.) Scop.	Alóctona	NC
Sisymbrium sp. 1	Autóctona	SI
Sisymbrium sp. 2	Autóctona	SI
Sisymbrium sp. 3	Autóctona	SI
Weberbauera lagunae (O. E. Schulz) Al-Shehbaz	Autóctona	SI
Werdermannia pinnata (Barn.) O.E. Schultz	Autóctona	SI
Buddlejaceae		
Buddleja suaveolens Kunth et Bouché	Autóctona	SP
Cactaceae		
Eriosyce aurata (Pfeiff.) Backeb.	Autóctona	SP
Eriosyce lapampaensis F. Ritter	Autóctona	SP
Eulychnia acida Phil. var. procumbens Ritt.	Autóctona	SP
Maihueniopsis archiconoidea F.Ritter	Autóctona	SP
Neoporteria vallenarensis (Ritt.) A. Hoffman J.	Autóctona	R©
Opuntia berteri (Colla) A. Hoffmann	Autóctona	FP©
Opuntia glomerata Britton & Rose	Autóctona	SP
Pyrrhocactus eriosyzoides (F. Ritter) F. Ritter	Autóctona	SP
Trichocereus chilensis (Colla) Britton et Rose	Autóctona	SP
Calyceraceae		
Nastanthus caespitosus (Phil.) Reiche	Autóctona	SI
Nastanthus sp.	Autóctona	SI
Campanulaceae		

Folio017881

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Cyphocarpus rigescens Miers	Autóctona	SI
Hypsela reniformis (H.B.K.) K. Presl	Autóctona	SI
Hypsela sp.	Autóctona	NA
Pratia repens Gaud.	Autóctona	SI
Caryophyllaceae		
Arenaria rivularis Phil.	Autóctona	SI
Arenaria serpens H.B.K.	Autóctona	SI
Colobanthus quitensis (H.B.K.) Bartl.	Autóctona	SI
Spergularia pissisii (Phil.) Johnst.	Autóctona	SI
Spergularia sp.	Autóctona	SI
Stellaria stenopetala Phil.	Autóctona	SI
Celastraceae		
Maytenus boaria Mol.	Autóctona	SP
Chenopodiaceae		
Atriplex atacamensis Phil.	Autóctona	SP
Atriplex clivicola Johnst.	Autóctona	SP
Atriplex deserticola Phil.	Autóctona	SP
Atriplex imbricata (Moq.) Dietr.	Autóctona	SP
Atriplex madariagae Phil.	Autóctona	SP
Atriplex oreophila Phil.	Autóctona	SI
Atriplex suberecta Verd.	Alóctona	NC
Chenopodium album L.	Alóctona	NC
Chenopodium ambrosioides L.	Autóctona	SP
Chenopodium frigidum Phil.	Autóctona	SI
Chenopodium murale L.	Autóctona	SI
Chenopodium sp.	Autóctona	SI
Convolvulaceae		
Convolvulus arvensis L.	Alóctona	NC
Convolvulus bonariensis Cav.	Autóctona	SI
Convolvulus chilensis Pers.	Autóctona	SI
Cuscutaceae		
Cuscuta suaveolens Ser.	Autóctona	SI
Euphorbiaceae		
Euphorbia engelmannii Boiss.	Alóctona	NC
Euphorbia peplus L.	Alóctona	NC
Euphorbia sp.1	Autóctona	SI
Ricinus communis L.	Alóctona	NC
Fabaceae		

Folio017882

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Acacia caven (Mol.) Mol.	Autóctona	SP
Adesmia aegiceras Phil.	Autóctona	SP
Adesmia aphylla Clos	Autóctona	SP
Adesmia argyrophylla Phil.	Autóctona	SP
Adesmia atacamensis Phil.	Autóctona	SP
Adesmia capitellata (Clos) Haum.	Autóctona	SI
Adesmia coquimbensis Burk.	Autóctona	NA
Adesmia echinus K. Presl	Autóctona	SP
Adesmia eremophila Phil.	Autóctona	SI
Adesmia filifolia Clos	Autóctona	SI
Adesmia glutinosa H. et A.	Autóctona	SP
Adesmia hystrix Phil.	Autóctona	SP
Adesmia kingii Phil.	Autóctona	SP
Adesmia obscura Clos	Autóctona	SP
Adesmia parviflora Clos	Autóctona	SI
Adesmia pedicellata H. et A.	Autóctona	SP
Adesmia sessiliflora Phil.	Autóctona	SP
Adesmia sp. 1	Autóctona	SP
Adesmia sp. 2	Autóctona	SP
Adesmia sp. 3	Autóctona	SP
Adesmia sp. 4	Autóctona	SP
Adesmia sp. 5	Autóctona	SP
Adesmia sp. 6	Autóctona	SP
Adesmia sp. 7	Autóctona	SP
Adesmia sp. 8	Autóctona	SP
Adesmia sp. 9	Autóctona	SP
Adesmia spuma Werd. Ex Burk.	Autóctona	SI
Adesmia subterranea Clos	Autóctona	SP
Astragalus bustillosii Clos	Autóctona	SI
Astragalus cruckshanksii (H. et A.) Griseb	Autóctona	SI
Astragalus sp. 1	Autóctona	SI
Astragalus sp. 2	Autóctona	SI
Astragalus vagus (Clos) Reiche	Autóctona	SI
Astragalus valerianensis Johnst.	Autóctona	SI
Balsamocarpon brevifolium Clos	Autóctona	V®
Geoffroea decorticans (Gill. ex H. et A.) Burk.	Autóctona	SP
Hoffmanseggia glauca (Ort.) Eifert	Autóctona	SI
Lupinus microcarpus Sims	Alóctona	NC

Folio017883

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Medicago lupulina L.	Alóctona	NC
Medicago sativa L.	Alóctona	NC
Melilotus alba Desr.	Alóctona	NC
Melilotus indica (L.) All.	Alóctona	NC
Prosopis chilensis (Mol.) Stuntz	Autóctona	V
Senna acuta (Meyen) Zollner et San Martín.	Autóctona	SP
Senna urmenetae (Phil.) Irw. et Barneby	Autóctona	SP
Trifolium polymorphum Poir.	Alóctona	NC
Gentianaceae		
Gentiana prostrata Haenke var. prostata	Autóctona	SI
Gentianella gilliesii (Gilg) Martic. et Arroyo	Autóctona	SI
Geraniaceae		
Erodium cicutarium (L.) L'Hérit. ex Aiton	Alóctona	NC
Erodium moschatum (L.) L'Hérit. ex Aiton	Alóctona	NC
Geranium core-core Steud.	Autóctona	SI
Geranium pusillum L.	Alóctona	NC
Haloragaceae		
Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verde	Autóctona	SI
Hydrophyllaceae		
Phacelia cumingii (Benth.) A. Gray	Autóctona	SI
Phacelia nana Wedd.	Autóctona	SI
Phacelia pinnatifida Griseb. ex Wedd.	Autóctona	SI
Krameriaceae		
Krameria cistoidea H. et A.	Autóctona	V
Labiatae		
Kurzamra pulchella (Clos.) O.K.	Autóctona	SI
Lamiaceae		
Kurzamra pulchella (Clos.) O.K.	Autóctona	SI
Marrubium vulgare L.	Alóctona	NC
Mentha citrata Ehrh.	Alóctona	NC
Mentha piperita L.	Alóctona	NC
Mentha pulegium L.	Alóctona	NC
Mentha sp.	Alóctona	NC
Teucrium nudicaule Hook.	Autóctona	SP
Loasaceae		
Cajophora coronata (Gill. ex Arn.) H. et A.	Autóctona	SI
Loasa chilensis (Gay) Urban et Gilg	Autóctona	SP
Loasa longiseta Phil	Autóctona	SI

Folio017884

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Loasa malesherbioides Phil.	Autóctona	SI
Loasa sp.	Autóctona	SP
Mentzelia albescens (Gill. ex Arn.) Griseb.	Autóctona	SI
Loranthaceae		
Tristerix verticillatus (R. et P.) Barlow et Wiens	Autóctona	SP
Lythraceae		
Lythrum hyssopifolia L.	Alóctona	NC
Pleurophora pungens D. Don	Autóctona	SP
Pleurophora pusilla H. et A.	Autóctona	SI
Malesherbiaceae		
Malesherbia auristipulata Ricardi	Autóctona	R
Malesherbia humilis Poepp. var. humilis	Autóctona	SI
Malesherbia lactea Phil	Autóctona	SI
Malesherbia lirana Gay	Autóctona	SI
Malesherbia multiflora Ricardi	Autóctona	SI
Malesherbia paniculata D. Don	Autóctona	SI
Malesherbia rugosa Gay	Autóctona	SI
Malesherbia sp.	Autóctona	SI
Malpighiaceae		
Dinemagonum gayanum A.H.L. Juss. var. gayanum	Autóctona	SP
Dinemagonum maculigerum Phil.	Autóctona	SI
Malvaceae		
Cristaria andicola Gay	Autóctona	SI
Cristaria cordato-rotundifolia Gay	Autóctona	SI
Cristaria cyanea Phil. ex E. Baker	Autóctona	SI
Cristaria dissecta H. et A.	Autóctona	SI
Cristaria eriantha H. et A.	Autóctona	SI
Cristaria inconspicua F. Phil. ex Phil.	Autóctona	SI
Cristaria patens Phil.	Autóctona	SI
Cristaria sp.	Autóctona	SI
Cristaria univittata Hochr.	Autóctona	SI
Malva nicaensis All.	Alóctona	NC
Modiola caroliniana (L.) G. Don	Alóctona	NC
Nototriche holoserica A. W. Hill	Autóctona	SI
Nolanaceae		
Alona rostrata Lindl.	Autóctona	SP
Nolana crassulifolia ssp. crassulifolia	Autóctona	SP
Nolana pterocarpa Phil. ex Wettst.	Autóctona	SI

Folio017885

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Nolana rostrata (Lindl) Miers var. rostrata	Autóctona	SP
Nolana werdermannii Johnst.	Autóctona	SI
Nyctaginaceae		
Boerhavia diffusa L.	Alóctona	NC
Boerhavia discolor H.B.K.	Alóctona	NC
Boerhavia sp.	Alóctona	NC
Oxybaphus elegans Choisy	Autóctona	SI
Oxybaphus ovatus (R. et P.) Vahl var. ovatus	Autóctona	SI
Onagraceae		
Camissonia dentata (Cav.) Reiche	Autóctona	SI
Epilobium barbeyanum Lév.	Autóctona	SI
Epilobium ciliatum Rafin.	Autóctona	SI
Epilobium sp. 1	Autóctona	SI
Epilobium sp. 2	Autóctona	SI
Gayophytum micranthum H. et A.	Autóctona	SI
Oenothera acaulis Cav.	Autóctona	SI
Oenothera affinis Cambess.	Autóctona	SI
Oenothera coquimbensis Gay	Autóctona	SI
Oenothera mollissima	Autóctona	SI
Oenothera sp. 1	Autóctona	SI
Oenothera sp. 2	Autóctona	SI
Oxalidaceae		
Oxalis aff. glutinosa Phil.	Autóctona	SI
Oxalis cfr. puberula Phil.	Autóctona	SI
Oxalis compacta Gill. ex H. et A.	Autóctona	SI
Oxalis hypsophila Phil.	Autóctona	SI
Oxalis puberula Phil.	Autóctona	SI
Oxalis sp.	Autóctona	NA
Oxalis uspallatensis Knuth	Autóctona	SI
Papaveraceae		
Argemone crassifolia Ownbey	Autóctona	SI
Argemone subfusiformis Ownbey ssp. subfusiformis	Autóctona	SI
Plantaginaceae		
Plantago barbata G. Forster	Autóctona	SI
Plantago barbata G. Forster var. pauciflora (Hook.) Pilger	Autóctona	SI
Plantago hispidula R. et P.	Autóctona	SI
Plantago lanceolata L.	Alóctona	NC
Plantago major L.	Alóctona	NC

Folio017886

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Plantago pachyneura Steud.	Autóctona	SI
Plantago sp.	Autóctona	SI
Polemoniaceae		
Gilia crassifolia Benth.	Autóctona	SP
Gilia sp.	Autóctona	SI
Polygonaceae		
Chorizanthe commisuralis Remy	Autóctona	SI
Chorizanthe umbellata Phil.	Autóctona	SI
Muehlenbeckia hastulata (J.E. Sm.) Johnst.	Autóctona	SP
Oxyteca sp.	Autóctona	SI
Oxytheca dendroidea Nutt. ssp. chilensis (Remy) Ertter	Autóctona	SI
Oxytheca sp.	Autóctona	SI
Polygonum aviculare L.	Alóctona	NC
Polygonum sp.	Autóctona	SI
Polypogon monspeliensis (L.) Desf.	Alóctona	NC
Rumex conglomeratus Murr.	Autóctona	SI
Portulacaceae		
Calandrinia bandurriae Phil.	Autóctona	SI
Calandrinia caespitosa Gill. ex Arn. var. caespitosa	Autóctona	SI
Calandrinia cf. longiscapa Barn.	Autóctona	SI
Calandrinia compacta Barn.	Autóctona	SI
Calandrinia copiapina Phil.	Autóctona	SI
Calandrinia discolor Schrad.	Autóctona	SI
Calandrinia fasciculata Phil.	Autóctona	SI
Calandrinia floribunda Phil.	Autóctona	SI
Calandrinia grandiflora Lindl.	Autóctona	SI
Calandrinia leucocephala Phil.	Autóctona	SI
Calandrinia longiscapa Barn.	Autóctona	SI
Calandrinia modesta Phil.	Autóctona	SI
Calandrinia occulta Phil.	Autóctona	SI
Calandrinia picta Gill. ex Arn.	Autóctona	SI
Calandrinia salsoloides Barn.	Autóctona	SI
Calandrinia sp. 1	Autóctona	SI
Calandrinia sp. 2	Autóctona	SI
Calandrinia spicata Phil.	Autóctona	SI
Lenzia chamaepitys Phil.	Autóctona	SI
Philippiamra celosioides (Phil.) O.K.	Autóctona	SI
Philippiamra fastigiata (Phil.) Pax	Autóctona	SI

Folio017887

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Portulaca oleracea L.	Alóctona	NC
Primulaceae		
Anagallis alternifolia Cav.	Autóctona	SI
Anagallis alternifolia Cav. var. repens (D´Urv.) Knuth	Autóctona	SI
Anagallis arvensis L.	Autóctona	SI
Rafflesiaceae		
Pilostyles berteroi Guill.	Autóctona	SI
Ranunculaceae		
Ranunculus chilensis DC.	Autóctona	SI
Ranunculus cymbalaria Pursh	Autóctona	SI
Ranunculus uniflorus Phil. ex Reiche fma. uniflorus	Autóctona	SI
Rhamnaceae		
Discaria trinervis (Gill. ex H. et A.) Reiche	Autóctona	SP
Rosaceae		
Acaena magellanica (Lam.) Vahl	Autóctona	SI
Tetraglochin alatum (Gill. ex H. et A.) O.K.	Autóctona	SP
Rubiaceae		
Cruckshanksia hymenodon H. et A.	Autóctona	SI
Cruckshanksia macrantha Phil.	Autóctona	SI
Cruckshanksia pumila Clos	Autóctona	SI
Oreopolus macranthus (Phil.) Ricardi	Autóctona	NA
Salicaceae		
Populus nigra L.	Alóctona	NC
Salix babylonica L.	Autóctona	SP
Salix humboldtiana Willd.	Autóctona	SP
Saxifragaceae		
Escallonia angustifolia K. Presl.	Autóctona	SP
Escallonia sp.	Autóctona	SP
Scrophulariaceae		
Agalinis linarioides (Cham. et Schlecht.) D'Arcy	Autóctona	SI
Agalinis sp.	Autóctona	SI
Calceolaria arachnoidea Graham	Autóctona	SI
Calceolaria biflora Lam.	Autóctona	SI
Calceolaria cf. kingii Phil.	Autóctona	SI
Calceolaria filicaulis Clos	Autóctona	SI
Calceolaria lepida Phil.	Autóctona	SP
Calceolaria pinifolia Cav.	Autóctona	SP
Calceolaria sp. 1	Autóctona	SI

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Calceolaria sp. 2	Autóctona	SI
Calceolaria sp. 3	Autóctona	SP
Mimulus depressus Phil. var. depressus	Autóctona	SI
Mimulus glabratus H.B.K. var. parviflorus (Lindl.) A. Grant	Autóctona	SI
Mimulus luteus L.	Autóctona	SI
Mimulus sp. 1	Autóctona	SI
Mimulus sp. 2	Autóctona	SI
Stemodia durantifolia (L.) Sw.	Alóctona	NC
Veronica anagallis-aquatica L.	Alóctona	NC
Solanaceae		
Cestrum parqui L'Hérit.	Autóctona	SP
Datura ferox L.	Alóctona	NC
Datura stramonium L.	Alóctona	NC
Fabiana cordifolia	Autóctona	SP
Fabiana imbricata R. et P.	Autóctona	SP
Fabiana viscosa H. et A.	Autóctona	SP
Jaborosa caulescens Gill. et Hook. var. caulescens	Autóctona	SI
Lycium deserti Phil.	Autóctona	SP
Lycium humile Phil.	Autóctona	SI
Lycium minutifolium Remy	Autóctona	SP
Lycium rachidocladum Dunal	Autóctona	SP
Lycium sp1.	Autóctona	SP
Lycium vergarae Phil.	Autóctona	SI
Lycopersicon esculentum Mill.	Alóctona	NC
Nicotiana acuminata (Graham) Hook.	Autóctona	SI
Nicotiana corymbosa Remy	Autóctona	SI
Nicotiana glauca Graham	Alóctona	NC
Nicotiana miersii Remy var miersii	Autóctona	SI
Nicotiana pauciflora Remy	Autóctona	SI
Nicotiana sp.	Autóctona	SI
Phrodus microphyllus (Miers) Miers	Autóctona	SP
Physalis pubescens L.	Autóctona	SI
Physalis sp.	Autóctona	SI
Reyesia chilensis Gay	Autóctona	SI
Reyesia parviflora (Phil.) Hunz.	Autóctona	SI
Reyesia sp.	Autóctona	SI
Schizanthus integrifolius Phil.	Autóctona	SI
Solanum elaeagnifolium Cav. var. leprosum (Ort.) Dunal	Autóctona	SI

Folio017889

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Solanum elaeagnifolium Cav. var. obtusifolium (Dunal)	Autóctona	SI
Solanum eleagnifolium Cav.	Autóctona	SI
Solanum phyllanthum Cav.	Autóctona	SI
Solanum sp.	Autóctona	SI
Urticaceae		
Urtica dioica L. var. mollis (Steud.) Wedd.	Autóctona	SI
Urtica pseudo-dioica Steud.	Autóctona	SI
Valerianaceae		
Valeriana atacamensis Phil.	Autóctona	SP
Valeriana sp. 1	Autóctona	SP
Valeriana sp. 2	Autóctona	SP
Valeriana stricta Clos	Autóctona	SI
Valeriana vaga Clos	Autóctona	SI
Verbenaceae		
Aloysia salviifolia (H. et A.) Mold.	Autóctona	SP
Glandularia origenes (Phil.) Schnack et Covas	Autóctona	SI
Junellia aff. asparagoides (Gill. et Hook.) Mold.	Autóctona	SP
Junellia asparagoides (Gill. Et Hook.) Mold.	Autóctona	SP
Junellia caespitosa (Gill.) Mold.	Autóctona	SP
Junellia erinacea (Gill.) Mold.	Autóctona	SP
Junellia sp.	Autóctona	SP
Junellia uniflora (Phil.) Mold.	Autóctona	SP
Phyla nodiflora (L.) Greene	Alóctona	NC
Pitraea cuneato-ovata (Cav.) Caro	Alóctona	NC
Verbena bonariensis L.	Alóctona	NC
Verbena litoralis H.B.K.	Autóctona	SI
Verbena origenes Phil.	Autóctona	SI
Violaceae		
Viola chrysantha Phil.	Autóctona	SI
Viola frigida Phil.	Autóctona	SI
Viola montagnei Gay	Autóctona	SI
Viola sp. 1	Autóctona	SI
Viola sp. 2	Autóctona	SI
Vivianiaceae		
Viviania marifolia Cav.	Autóctona	SP
Zygophyllaceae		
Bulnesia chilensis Gay	Autóctona	R®
Fagonia chilensis H. et A.	Autóctona	SP

Folio017890

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Larrea divaricata Cav.	Autóctona	SP
Larrea nitida Cav.	Autóctona	SP
Pintoa chilensis Gay	Autóctona	R
Liliopsida		
Amaryllidaceae		
Alstroemeria andina Phil. ssp. andina	Autóctona	SP
Alstroemeria andina Phil. ssp. venustula	Autóctona	R©
Alstroemeria crispata Phil.	Autóctona	SP
Alstroemeria polyphylla Phil.	Autóctona	R©
Cyperaceae		
Carex atropicta Steud.	Autóctona	SI
Carex barrosii Nelmes	Autóctona	SI
Carex gayana Desv.	Autóctona	SI
Carex malmei Kalela	Autóctona	SI
Carex maritima Gunn. var. misera (Phil.) Fern.	Autóctona	SI
Carex microglochin Wahlenb. ssp. fuegina Kuek.	Autóctona	SI
Carex pseudocyperus L.	Autóctona	SI
Carex riparia Curtis var. chilensis (Brongn.) Kuek.	Autóctona	SI
Carex sp. 1	Autóctona	SI
Carex sp. 2	Autóctona	SI
Carex vallis-pulchrae Phil.	Autóctona	SI
Cyperus eragrostis Lam.	Alóctona	NC
Cyperus rotundus L.	Alóctona	NC
Cyperus sp.	Autóctona	SI
Eleocharis albibracteata Nees et Meyen ex Kunth	Autóctona	SI
Eleocharis dombeyana Kunth	Autóctona	SI
Eleocharis melanostachys (D´Urv) C.B. Clarke	Autóctona	SI
Eleocharis sp. 1	Autóctona	SI
Eleocharis sp. 2	Autóctona	SI
Scirpus acaulis Phil.	Autóctona	SI
Scirpus americanus Pers. ssp. monophyllus (J. et K. Presl) Koyama	Autóctona	SI
Scirpus asper J. Et K. Presl	Autóctona	SI
Scirpus atacamensis (Phil.) Boeck.	Autóctona	SI
Scirpus californicus (C.A. Mey.) Steud.	Autóctona	SI
Scirpus cernuus Vahl	Autóctona	SI
Scirpus deserticola Phil.	Autóctona	SI
Scirpus maritimus L.	Autóctona	SI

Folio017891

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Scirpus sp. 1	Autóctona	SI
Scirpus sp. 2	Autóctona	SI
Iridaceae		
Sisyrinchium arenarium Poepp.	Autóctona	SP
Sisyrinchium iridifolium H.B.K.	Autóctona	SI
Juncaceae		
Juncus balticus Willd.	Autóctona	SI
Juncus bufonius L. var. condensatus Cout.	Autóctona	SI
Juncus chilensis Gay	Autóctona	SI
Juncus depauperatus Phil.	Autóctona	SI
Juncus dombeyanus J. Gay ex Lah.	Autóctona	SI
Juncus scheuchzerioides Gaud.	Autóctona	SI
Juncus sp.	Autóctona	SI
Juncus stipulatus Nees et Meyen	Autóctona	SI
Oxychloe andina Phil.	Autóctona	SI
Patosia clandestina (Phil.) Buch.	Autóctona	SI
Viguiera sp.	Autóctona	SP
Juncaginaceae		
Triglochin palustris L.	Autóctona	SI
Triglochin striata R. et P.	Autóctona	SI
Liliaceae		
Leucocoryne incrassata Phil.	Autóctona	SP
Orchidaceae		
Habenaria paucifolia Lindl.	Autóctona	SI
Poaceae		
Agrostis kuntzei Mez	Autóctona	SI
Agrostis semiverticillata (Forsk.) C. Christ	Alóctona	NC
Aristida adscensionis L.	Alóctona	NC
Arundo donax L.	Alóctona	NC
Avena barbata Pott ex Link	Alóctona	NC
Bromus berteroanus Colla	Autóctona	SI
Bromus catharticus Vahl	Autóctona	SI
Bromus setifolius J. Presl	Autóctona	SI
Bromus setifolius J. Presl var. brevifolius Ness	Autóctona	SI
Bromus sp.	Autóctona	SI
Bromus unioloides H.B.K.	Autóctona	SI
Catabrosa werdermannii (Pilger) Nic. et Rúg.	Autóctona	SI
Cortaderia atacamensis (Phil.) Pilger	Autóctona	SI

Folio017892

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Cortaderia speciosa (Ness) Stapf	Autóctona	SI
Critesion comosum (J. Presl) Löve	Autóctona	SI
Critesion santacrucense (Parodi et Nicora) Löve	Autóctona	SI
Cynodon dactylon (L.) Pers.	Alóctona	NC
Deschapmsia caespitosa (L.) P. Beauv.	Autóctona	SI
Deyeuxia eminens J. Presl.	Autóctona	SI
Deyeuxia sp.	Autóctona	SI
Deyeuxia velutina Nees et Meyen	Autóctona	SI
Distichlis sp.	Autóctona	SI
Distichlis spicata (L.) Greene	Autóctona	SI
Eleocharis albibracteata Nees et Meyen ex Kunth	Autóctona	SI
Eragrostis virescens J. Presl.	Autóctona	SI
Festuca deserticola Phil.	Autóctona	SI
Festuca hypsophila Phil.	Autóctona	SI
Festuca sp.	Autóctona	SI
Festuca werdermannii St.-Yves	Autóctona	SI
Hordeum comosum J. Presl.	Autóctona	SI
Hordeum halophilum var. halophilum	Autóctona	SI
Hordeum santacrucense Parodi	Autóctona	SI
Hordeum sp.	Autóctona	SI
Imperata condensata Steud.	Autóctona	SI
Imperata cylindrica (L.) Raeuschel	Autóctona	SI
Lolium multiflorum Lam.	Alóctona	NC
Lolium perenne L.	Alóctona	NC
Muhlenbergia asperifolia (Nees et Meyen ex Trin.) Parodi	Autóctona	SI
Paspalum sp.	Autóctona	SI
Pennisetum chilense (Desv.) Jacks. ex R.E. Fries	Autóctona	SI
Pennisetum clandestinum Hochst. ex Chiok	Alóctona	NC
Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.	Autóctona	SI
Poa annua L.	Alóctona	NC
Poa brevis Hitchc	Autóctona	SI
Poa pratensis L.	Alóctona	NC
Poa sp. 1	Autóctona	SI
Poa sp. 2	Autóctona	SI
Polypogon australis Brongn.	Autóctona	SI
Polypogon linearis Trin.	Autóctona	SI
Polypogon semiverticillatus (Forsk.) Hyl.	Alóctona	NC
Puccinellia oresigena (Phil.)	Autóctona	SI

Folio017893

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Schismus sp.	Autóctona	SI
Setaria verticillata (L.) P. Beauv.	Alóctona	NC
Sorghum halepense (L.) Pers.	Alóctona	NC
Stipa atacamensis Parodi	Autóctona	SI
Stipa chrysophylla Desv.	Autóctona	SI
Stipa duriuscula Phil.	Autóctona	SI
Stipa frigida Phil.	Autóctona	SI
Stipa pogonathera Desv.	Autóctona	SI
Stipa speciosa Trin. et Rupr.	Autóctona	SI
Stipa tortuosa Desv.	Autóctona	SI
Trisetum preslei (Kunth) Desv.	Autóctona	SI
Potamogetonaceae		
Potamogeton strictus Phil.	Autóctona	SI
Typhaceae		
Typha angustifolia L.	Autóctona	SI

****Cabe considerar que no existen especies en la categoría "En Peligro de Extinción" descritas para la región de Atacama**

Códigos Estados de Conservación de flora:

V Vulnerable a nivel nacional (Benoit, 1989)
R Rara a nivel nacional (Benoit, 1989)
V® Vulnerable a nivel regional (Benoit, 1989)
R® Rara a nivel regional (Benoit, 1989)
V© Vulnerable a nivel nacional (Bol Mus. Nac. Hist. Nat. 47:(1998))
R© Rara a nivel nacional (Bol Mus. Nac. Hist. Nat. 47:(1998))
FP© Fuera de Peligro (Bol Mus. Nac. Hist. Nat. 47:(1998)
SP Sin Problemas a nivel nacional (Benoit, 1989)
SI Sin Información a nivel nacional (Benoit, 1989)
NC No Clasifica (especie alóctona)(Benoit, 1989)
NA No Atributada

Folio017894

ANEXO N º 6: LISTADO FAUNÍSTICO, COMUNA ALTO DEL CARMEN.

CLASE *ORDEN* FAMILIA Especie (nombre común)	Est. Conserv.	Estado Comunal
ANFIBIOS		
ANURA		
BUFONIDAE		
Bufo spinolosus (Sapo espinoso)	V	D
LEPTODACTYLIDAE		
Pleurodema thaul (Sapito cuatro ojos)	P	D
REPTILES		
SQUAMATA		
COLUBRIDAE		
Philodryas chamissonis (Culebra de cola larga)	R	D
TEIIDAE		
Callopistes palluma (Iguana)	V	D
TROPIDURIDAE		
Liolaemus alticolor	NA	P
Liolaemus atacamensis (Lagartija de Atacama)	R	D
*Liolaemus cf platei (*Lagartija)	NA	D
Liolaemus cf. vallecurensis	R	D
Liolaemus lorenzmuelleri	V	D
Liolaemus multiformis	NA	P
Liolaemus nitidus (Lagarto nítido)	V	D
*Liolaemus platei (*Lagartija de Plate)	R	D
Liolaemus sp. (Lagarto)	NA	D
Phymaturus flagelifer	P	P
AVES		
ANSERIFORMES		
ANATIDAE		
Anas flavorostris (Pato jergón chico)	CP	P
Chloephaga melanoptera (Piuquén)	V	D
Lophonetta specularioides (Pato juarjual)	CP	D
Merganetta armata (Pato cortacorrientes)	NA	D
APODIFORMES		
TROCHILIDAE		
Oreotrochilus leucopleurus (Picaflor cordilleranao)	NA	D
Patagona gigas (Picaflor gigante)	NA	D
Rhodopis vesper (Picaflor del norte)	NA	D
Sephanoides galeritus (Picaflor chico)	NA	P

Folio017895

CLASE *ORDEN* FAMILIA Especie (nombre común)	Est. Conserv.	Estado Comunal
Sephanoides sephanoides (Picaflor chico)	NA	D
CAPRIMULGIFORMES		
CAPRIMULGIDAE		
Caprimulgus longirostris (Gallina ciega)	NA	D
CHARADRIFORMES		
CHARADRIIDAE		
Oreopholus ruficollis (Chorlo del campo)	NA	P
Phegornis mitchellii (Chorlo cordillerano)	NA	P
Vanellus chilensis (Queltehue)	NA	D
CICONIFORMES		
ARDEIDAE		
Bubulcus ibis (Garza boyera)	NA	P
Casmerodius albus (Garza grande)	NA	D
Egretta thula (Garza chica)	NA	P
Nycticorax nicticorax (Huairavo)	NA	D
PHOENICOPTERIDAE		
Phoenicoparrus andinus (Parina grande o Flamenco Andino)	V	D
Phoenicoparrus jamesi (Parina o Flamenco de James)	V	D
THRESKIORNITHIDAE		
Theristicus caudatus (Bandurria)	P	P
CICONIIFORMES		
LARIDAE		
Larus serranus (Gaviota andina)	R	P
COLUMBIFORMES		
COLUMBIDAE		
Columba livia (Paloma)	CP	D
Columbina picui (Tortolita cuyana)	NA	D
Metriopelia aymara (Tortolita de la puna)	NA	D
Metriopelia melanoptera (Tortolita cordillerana)	CP	D
Zenaida auriculata (Tórtola)	CP	D
Zenaida meloda	CP	P
FALCONIFORMES		
ACCIPITRIDAE		
Buteo polyosoma (Aguilucho)	NA	D
Elanus leucurus (Bailarín)	NA	D
Geranoaetus melanoleucus (Aguila)	NA	D
Parabuteo unicinctus (Peuco)	NA	P
CATHARTIDAE		

Folio017896

CLASE *ORDEN* FAMILIA Especie (nombre común)	Est. Conserv.	Estado Comunal
Cathartes aura (Gallinazo)	NA	P
Coragyps atratus (Jote cabeza negra)	NA	D
Vultur gryphus (Cóndor)	V	P
FALCONIDAE		
Falco femoralis (Halcón perdiguero)	NA	P
Falco peregrinus (Halcón peregrino)	V	P
Falco sparverius (Cernícalo)	NA	D
Milvago chimango (Tiuque)	NA	D
Phalcoboenus megalopterus (Carancho cordillerano)	NA	D
Polyborus plancus (Traro)	NA	D
GALLIFORMES		
PHASIANIDAE		
Callipepla californica (Codorniz)	CP	D
GRUIFORMES		
RALLIDAE		
Fulica cornuta (Tagua cornuda)	V	D
Pardirallus sanguinolentus (Pidén)	NA	P
PASSERIFORMES		
EMBERIZIDAE		
Agelaius thilius (Trile)	NA	P
Curaeus curaeus (Tordo)	CP	D
Molothrus bonariensis (Mirlo)	NA	D
Sicalis aurantus	NA	P
Sicalis auriventris (Chirihue dorado)	CP	D
Sicalis luteoventris (Chirihue)	NA	D
Sicalis olivascens (Chirihue verdoso)	NA	D
Sicalis uropygialis (Chirihue cordillerano)	NA	P
Sturnella loica (Loica)	NA	D
Zonotrichia capensis (Chincol)	NA	D
FRINGILLIDAE		
Carduelis barbatus (Jilguero)	NA	P
Carduelis uropygialis (Jilguero cordillerano)	NA	D
Diuca diuca (Diuca)	NA	D
Phrygilus alaudinus (Platero)	NA	D
Phrygilus atriceps (Cometocino del norte)	NA	D
Phrygilus fruticeti (Yal)	CP	D
Phrygilus gayi (Cometocino de gay)	NA	D
Phrygilus unicolor (Pájaro plomo)	NA	D

Folio017897

CLASE *ORDEN* FAMILIA Especie (nombre común)	Est. Conserv.	Estado Comunal
FURNARIIDAE		
Asthenes humicola (Canastero)	NA	D
Asthenes modesta (Canastero chico)	NA	D
Chilia melanura (Chiricoca)	NA	P
Cinclodes atacamensis (Churrete de alas blancas)	NA	D
Cinclodes fuscus (Churrete acanelado)	NA	D
Cinclodes oustaleti (Churrete chico)	NA	D
Cinclodes patagonicus (Churrete)	NA	P
Geositta cunicularia (Minero)	NA	P
Geositta isabellina (Minero grande)	NA	D
Geositta punensis (Minero de la puna)	NA	D
Geositta rufipennis (Minero cordillerano)	NA	D
Leptasthenura aegithaloides (Tijeral)	NA	D
Tripophaga modesta	NA	P
Upucerthia dumetaria (Bandurrilla)	NA	P
Upucerthia ruficauda (Bandurrilla de pico recto)	NA	P
HURUNDINIDAE		
Hirundo rustica (Golondrina bermeja)	NA	D
Pygochelidon cyanoleuca (Golongrina de dorso negro)	NA	D
Tachycineta leucopyga (Golondrina chilena)	NA	D
Tachycineta meyeni (Golondrina chilena)	NA	D
MIMIDAE		
Mimus thenca (Tenca)	NA	D
MOTACILLIDAE		
Anthus correndera (Bailarín chico)	NA	D
MUSCICAPIDAE		
Turdus falcklandii (Zorzal)	CP	D
PASSERIDAE		
Passer domesticus (Gorrión)	CP	D
RHYNOCRYPTIDAE		P
Pteroptochos megapodius (Turca)	NA	D
TROGLODYTIDAE		
Troglodytes aedon (Chercán)	NA	D
TYRANNIDAE		
Agriornis montana (Mero gaucho)	NA	D
Anairetes parulus (Cachudito)	NA	D
Elaenia albiceps (Fío fío)	NA	D
Lessonia oreas (Colegial andino)	NA	P

	Est. Conserv.	Estado Comunal
CLASE		
ORDEN		
FAMILIA		
Especie (nombre común)		
Lessonia rufa (Colegial)	NA	D
Muscisaxicola flavinucha (Dormilona traile)	NA	D
Muscisaxicola frontalis (Dormilona de frente negra)	NA	D
Muscisaxicola juninensis (Dormilona de la puna)	NA	P
Muscisaxicola macloviana (Dormilona tontita)	NA	D
Muscisaxicola rufivertex (Dormilona de nuca rojiza)	NA	D
Pyrope pyrope (Diucón)	NA	D
RHEIFORMES		
RHEIDAE		
Pterocnemia pennata (Suri)	NA	P
SCOLOPACIDAE		
SCOLOPACINAE		
Calidris bairdii (Playero de baird)	NA	P
Gallinago paraguaiae (Becasina)	NA	P
THINOCORIDAE		
Attagis gayi (Perdicita cordillerana)	R	D
Thinocorus orbignyanus (Perdicita cojón)	NA	P
Thinocorus rimicivorus (Perdicita)	NA	D
STRIGIFORMES		
STRIGIDAE		
Athene cunicularia (Pequén)	NA	D
Bubo magellanicus (Tucúquere)	NA	P
Bubo virginianus (Tucúquere)	NA	D
Glaucidium nanum (Chuncho)	NA	D
TYTONIDAE		
Tyto alba (Lechuza)	NA	D
TINAMIFORMES		
TINAMIDAE		
Nothoprocta perdicaria (Perdiz chilena)	NA	D
Tinamotis pentlandii	V	P
MAMÍFEROS		
ARTIODACTYLA		
CAMELIDAE		
Lama guanicoe (Guanaco)	P	D
Vicugna vicugna (Vicuña)	P	P
CARNIVORA		
CANIDAE		
Pseudalopex culpaeus (Zorro culpeo)	I	D

CLASE *ORDEN* FAMILIA Especie (nombre común)	Est. Conserv.	Estado Comunal
Pseudalopex griseus (Zorro chilla)	I	D
FELIDAE		
Felis colocola (Gato colocolo)	P	P
Felis concolor (Puma)	V	P
Felis jacobita (Gato montés andino)	R	P
MUSTELIDAE		
Galictis cuja (Quique)	V	P
CHIROPTERA		
MOLOSSIDAE		
Histiotus macrotus (Murciélago orejón)	NA	P
Histiotus montanus (Murciélago orejudo)	NA	P
Myotis atacamensis (Murciélago de Atacama)	NA	P
Tadarida brasiliensis (Murciélago común)	NA	P
DIDELPHIMORPHIA		
DIDELPHIDAE		
Thylamys elegans (Marmosa de la Puna)	R	P
Thylamys pallidior (Marmosa de la Puna)	NA	D
LAGOMORPHOS		
LEPORIDAE		
Lepus capensis (Liebre)	NA	D
Oryctolagus cuniculus (Conejo)	NA	D
RODENTIA		
ABROCOMIDAE		
Abracoma spp.	I o AI	P
Abrocoma bennetti (Ratón chinchilla común)	NA	D
CHINCHILLIDAE		
Chinchilla brevicaudata	P	P
Lagidium viscacia (Vizcacha)	P	D
CRICETIDAE		
Phyllotis x. vaccarum	NA	D
Phyllotis xanthopygus (Lauchón orejudo andino)	NA	P
MURIDAE		
Abrothrix andinus (Ratoncito andino)	CP	P
Abrothrix longipilis	I	P
Abrothrix olivaceus	CP	P
Abrothrix olivaceus (Ratón oliváceo)	NA	D
Phillotis darwini (Ratón orejudo de Darwin)	NA	D
Rattus norvergicus (Guarén)	CP	D

Folio017900

	Est. Conserv.	Estado Comunal
CLASE		
ORDEN		
FAMILIA		
Especie (nombre común)		
OCTODONTIDAE		
Ctenomys fulvus	V	P
Spalacopus cyanus (Cururo)	NA	P
PECES		
ATHERINIFORMES		
ATHERINIDAE		
Cauque brevianalis	V	P
CHARACIFORMES		
CHARACIDAE		
Cheirodon pisciculus	V	P
SILURIFORMES		
TRICHOMYCTERIDAE		
Trichomycterus areolatus	V	P

Estado de conservación: en la zona norte (I a III regiones) de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (SAG, 1998) que utiliza las categoría:

P En Peligro
V Vulnerable
R Rara
IC Inadecuadamente conocida
CP Especies con Caza Permitida
NA No Citadas en el Reglamento.
Estado Comunal: indica el estado de información de fauna
P Especie potencial
D Especie detectada en el área.

Folio017901

ANEXO N º 7: VERANADAS: VEGAS DE PASTOREO DE FAMILIAS DIAGUITAS

VEGAS DEL RIO CAZADERO	**VEGAS DEL RIO CHOLLAY**	**VEGAS QUEBRADA COLPE**	V. Vizcachas
V Los Pozos	V. Chañarcillo	V. La Cortadera	V. El Pintado
V. Peña Blanca	V. El Pantano	V. Ojos de Agua	V. Del Medio
V. Las Papas	Junta de Río Blanco	V. El Chivato	V. Casa de Piedra
V. Las Pichanas	**VEGAS RIO BLANCO**	V. Los Troncos	V. El Chape
V. El Chape	V. La Ternera	V. La Cruz	V. del Mediecito
V. Ojos de Agua	V. Del Indio	V. Colpe	V. Qda. Del medio
V. Amarra del Negro	V. Ojos de Agua[17]	V. Las Papas.[18]	Vs. De Chililo 1,2,y3
V. León Muerto	V. El Durazno	**VEGAS QUEBRADA LA TOTORA**	**VEGAS QUEBRADA LAS PIRCAS**
V. El Cobre	V. El Espinal[19]	V. La Totora	
V. Junta del Pescado	**VEGAS RIO DEL ESTRECHO**	V. La Cortadera	
V. Barros Negros	V. La Guitarra	V. El Morado	
V. Tranca de Juanillo	V. del Tapado[20]	**VEGAS QUEBRADA DE COLINAY**	**VEGAS DE LA QUEBRADA DE PINTE**
V. de Hornos	V. Borde de río	V. Colinay[21]	V. El Pasto
Vegas en Qdas. Afluentes del Cazadero	V. del Estrecho V. Aguas de la Falda	**VEGAS DE LA QUEBRADA SECA**	V. La Cortadera
Vegas Los Barriales[22]	**VEGAS DEL RIO TORO**	V. La Tola	V. La Pichana
V. El Espinal	V. Barrancas Negras	V. Los Barros	V. Burro Muerto
V. Los Helados[23]	V. Las Vacas	V. Quebrada Seca	V. Berraquito
V. Lagunillas	**VEGAS RIO PACHUY**	**VEGAS DE LA QUEBRADA AGUA GRANDE**	V. Descolgadero
V. Los Amarillos	V. El Chape	V. EL Agua Grande	V. La Jarilla[24]
V. León Muerto[25]	V. Las Carachas	V. El Agua grande Interior	V. El Ají
V. Piedra Parada	V. La Tola	V. El Pingo	V. del Medio[26]
V. Del Mario[27]	V. Pozos Negros	**VEGAS DE LA QUEBRADA PITONES y**	Vs. Paculito

[17] La vega de Ojos de Agua es el último lugar donde se realiza el pastoreo de veranada. Allí se encuentra la última majada ocupada por familias de Chollay.
[18] Las Vegas de Colpe y Las Papas, son largas extensiones de pastos que se encuentran en las nacientes de la quebrada, hasta la junta de la quebrada de Colpe y Las Papas.
[19] Las Vegas el Durazno y del Espinal, son vegas que se ocupaban para la caza de guanacos.
[20] En esta vega termina el pastoreo de veranda, allí se encuentra la última majada.
[21] Las vegas de Colinay se extienden a los largo de toda la quebrada, siendo las de mayor expresión las ubicadas al interior de la quebrada
[22] En Quebrada Barriales, las vegas a largo de toda la quebrada.
[23] Las vegas Los Helados y El Espinal se encuentran en la Quebrada El Espinal. Los helados es una Quebrada tributaria de la Quebrada Espinal.
[24] La Vega de Jarilla se ubica en la quebrada del mismo nombre, tributaria de la quebrada Pinte.
[25] Las vegas Lagunillas y Los Amarillos se encuentran en la quebrada Lagunillas, y la vega León Muerto, en una quebrada del mismo nombre tributaria de quebrada Lagunillas.
[26] Las vegas del Ají se encuentran en la quebrada del mismo nombre tributaria de la quebrada de Pinte, y las del Medio, corresponden a la quebrada del mismo nombre tributaria de la quebrada El Ají. Son vegas largas.

Folio017902

		Qdas. Afluentes	
	V. Tinajillas[28]	V. Rodeo	V. Redonda
	V. El Sombrío	V. Junta Las Cruces	
	V. Los Amarillos	V. Las Pampitas	
	V. Los Heladitos	V. Colinaicito o Las Cruces	
	V. El Repecho		
	V. Pastalito		
	Vs. Los Rincones		

Fuente: TEPU, 2005.

[27] Las vegas Piedra Parada y Del Mario se encuentran en la quebrada tributaria denominada Pastos Redondos.
[28] La quebrada Tinajillas tiene extensas vegas desde la confluencia en el Pachuy hasta sus nacientes.

Folio017903

ANEXO N º 8: LISTADO DE CRIANCEROS DE HUASCO ALTO.

N°	Nombre	Invernada	Veranada	caprino	caballos	burros	ovinos	Total
1	Sergio Carmona	J. De Valeriano	El Pozo	130	3			133
2	Andrés Araya	J. De Valeriano	Alto del Burro	160	1	2	1	164
3	Angela Rojas	J. De Valeriano	Los Corrales	115	6	19	11	151
4	Briselda Alcayaga	J. De Valeriano	Laguna Grande	300				300
5	Fermin Alcayaga	J. De Valeriano	Laguna Grande	30	3			33
6	Ibar Rojas	J. De Valeriano	El Chacay	40	10			50
7	Ibar Villegas	J. De Valeriano	Rio Cazadero	350	28	3		381
8	Manuela Villegas Peralta	J. De Valeriano	J. De Valeriano	70	6	6		82
9	Pascual Villegas	J. De Valeriano	Laguna Grande	160	7	5	6	178
10	Sinforosa Rojas	J. De Valeriano	El Corral	180	8	6		194
11	Vicente Bordones Cayo	J. De Valeriano	Las Guias	210	9	12		231
12	Guillermo Rojas	J. De Valeriano	J. De Valeriano	80				80
13	Teodosio Carmona	J. De Valeriano	El Pozo	200	3	7		210
14	Florencio Rojas	J. De Valeriano	Los Corrales	500	20	50	4	574
15	Rosalindo Rojas Villegas	J. De Valeriano	Laguna Grande	400	15	6		421
16	Juan Frits C.	Chollay	Chañarcillo	180	4	5	40	229
17	Rosa Santander	Chollay	Pachuy -El Encierro	500	8	7	30	545
18	Maria Villegas	Quebrada Pinte	Vega Redonda	200	9	12		221
19	Rosendo Mena Villegas	Pinte	Vega Redonda	250	3			253
20	Seferino Cayo Rojas	Pinte	Quebrada Pinte	214	2	2		218
21	Pedro Sepulveda	Pinte	El Berraco-Vega redonda	198	2	9		209
22	Sinforosa Santibañez	Pinte	Quebrada Pinte	160	6		12	178
23	José Campillay	Malaguin	Candilla	180		9	2	191
24	Dominga Campillay C.	La Totora	Quebrada Colpe	50		2		52
25	Carlos Villegas	La Totora	Los Bronces-Cazaderos	800	10	10	120	940
26	Edencio Araya	El Corral	Laguna Grande	120	1	7		128
27	Segundo Macaya	El Corral	La Tola-El Encierro	200	6	3	17	226
28	Abraham Cortez	Qda La Plata	Estero La Plata	250	8	12	50	320
29	Enrique Santander Alquinta	Qda La Paradita	El Encierro	343	38	2	40	423
30	Lidema Carmona Bordones	Qda La Plata	Qda Los Morados	100	5	1		106
31	Rafael Arostica	Qda Colpe	Laguna Grande	120	5	2	23	150
32	Melira Villegas Rodriguez	Los Perales	La Cuesta-La Totora	237	4	8	38	287
33	José Campillay Campillay	Los Perales	La Tamberia	135	1	4		140
34	Sara Villegas	Los Perales	La Tola Alta	112	3	11		126
35	Belisario González Villegas	Los Perales	Qda Las Pircas	200	12	20		232
36	Domingo Barrera Gonzalez	Los Perales	El Pintado-Qda Larga	200	6	2	2	210
37	Ruperto Rojas Pallauta	El Tránsito	Rio Cazadero	155	3			158
38	Orlando Bordones Farías	Los Tambos	La Laguna	267	10			277
	TOTAL			8096	265	244	396	9001

Fuente: Programa Sanidad Animal. Servicio Agrícola y Ganadero. Provincia del Huasco , III Región de Atacama, en TEPU 2005.

Folio017904

MONITOREO DE BIOINDICADORES PROYECTO PASCUA LAMA

MARZO 2014





CIA. MINERA BARRICK.

CONTROL REVISIÓN DOCUMENTOS				
Versión	**Fecha**	**Elaborado por:**	**Revisado por:**	**Aprobado por:**
0	01-07-2014	Oscar Guerra Gabriela Mancilla	Gabriela Mancilla	Elizabeth Araya

Julio 2014

Folio017906

RESUMEN EJECUTIVO

El "*Plan de uso de Bioindicadores Proceso de Validación Índice Biótico SIGNAL-2PL (Pascua Lama)"* es desarrollado en la parte alta de la Cuenca del río Huasco, específicamente en las cuencas del río del Estrecho y del río de las Tres Quebradas. El presente informe expone los resultados de la campaña realizada en Marzo 2014, correspondiente a campaña de verano.

El índice biótico SIGNAL-2PL se utilizó para determinar la calidad de agua presente en las dos cuencas en estudio. Esto fue comparado con las calidades de agua obtenida de las variables abióticas monitoreadas para relacionar los resultados de calidad de ambos análisis.

Para la aplicación del IB SIGNAL-2PL, se utilizaron los **macroinvertebrados bentónicos** presentes en las estaciones de monitoreo ubicadas en los ríos Del Estrecho, Chollay, Conay, del Tránsito y los ríos Toro, Potrerillos, De las Tres Quebradas y del Carmen, registrando una riqueza total de 37 taxa, que fue representado en un 70,2% por insectos, entre los cuales predominaron los dípteros, tricopteros y efemerópteros. El 29,8% restante estuvo conformado por moluscos, crustáceos, anélidos y platelmintos.

La aplicación del índice SIGNAL-2PL determinó que en la cuenca Del Estrecho predominaron, en la presente campaña, las categorías de calidad "regular" y "mala". Por su parte, en la cuenca de las Tres Quebradas predominaron las categorías de calidad "regular" y "mala"

En la presente campaña, fueron colectadas 11 de los 13 taxa identificados como indicadores de contaminación o perturbación, al relacionar estos macroinvertebrados con algunas variables monitoreadas se observó que la mayor parte de los taxa escogidos, presentaron correlación con al menos una variable ambiental.

Folio017907

RESUMEN EJECUTIVO 2
1 INTRODUCCIÓN 4
2 OBJETIVOS 5
2.1 Objetivo general 5
2.2 Objetivos específicos 5
3 ÁREA DE ESTUDIO 6
4 METODOLOGÍA 9
4.1 Parámetros de la calidad del agua 9
4.1.1 Clases de calidad según Norma Secundaria (guía CONAMA, 2004) 9
4.2 Muestreo biológico 10
4.2.1 Aplicación de índices bióticos 10
4.3 Taxa indicadora 14
4.4 Validación estadística 16
4.4.1 SIGNAL-2PL 16
4.4.2 Taxa indicadora 16
5 RESULTADOS 18
5.1 Parámetros de calidad del agua 18
5.1.1 Clases de Calidad de Agua 18
5.2 Comunidad zoobentónica e Índices Bióticos (IB) 23
5.2.1 Aplicación de Índice Biótico (IB): SIGNAL-2PL 24
5.3 Validación estadística 27
6 CONCLUSIONES 31
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 33

PLAN DE MONITOREO DE BIOINDICADORES PROYECTO PASCUA LAMA

1 INTRODUCCIÓN

Con el fin de manejar y gestionar los recursos hídricos en conjunto con los ecosistemas que sustentan, los países de mayor desarrollo han incorporado progresivamente las evaluaciones biológicas a su normativa de calidad de aguas (Woodiwis 1978, Ghetti 1980, 1997, Barbour *et al.*1995, 1997, Lemly*et al.* 2000, Simon 2000, Verdonschot 2000). Esto con el fin de complementar los análisis físicos y químicos, que por sí solos no proveen una adecuada información de los efectos de la perturbación sobre los ecosistemas acuáticos.

Este tipo de enfoque ya ha sido abordado en Norteamérica (Plaftkin *et al.,*1989; Resh *et al.*, 1995, 1996; Barbour 1997), Australia (Chessman 1995, 2003; Schofield & Davis 1996, Metzelling *et al.,* 2002; Tiller & Metzelling 2002), Inglaterra (Wright *et al.,*1984, 2000), África (Chuter 1972) y en general, por varios países de Europa que se encuentran ajustando metodologías dentro de la Directiva Marco del Agua (Bonada, 2003). Los principales instrumentos de regulación de la calidad de las aguas en Chile, corresponden a las “Normas Secundarias de Calidad Ambiental para aguas continentales superficiales y marinas”, llamada guía CONAMA (2004) y la Norma Chilena Oficial 1.333 of78 “Requisitos para la calidad del agua en diferentes usos”.

En contraste con la cantidad de estudios desarrollados en países desarrollados, en Chile los componentes biológicos de los ecosistemas acuáticos, han sido poco abordados y sólo de manera general en las últimas décadas (e.g., Campos *et al.*, 1984; Arenas 1995; Habit *et al.*,1998; Figueroa *et al.,* 2000, 2006 y 2007). El primer estudio realizado por Figueroa que utiliza los Índices Bióticos (IB), corresponde a una adaptación y aplicación del índice biótico de las Familias (IBF) de Hinselhoff (1988) en aguas del río Damas, Osorno, encontrando una buena correlación entre índices bióticos y variables ambientales asociadas a la carga orgánica y de nutrientes, relacionadas a la actividad agrícola de la zona. El segundo es una comparación de niveles taxonómicos, con datos del río Damas, Osorno; Estero Nonguén, Concepción y río Chillán, demostrando que a nivel de familia es aceptable el uso de biocriterios, especialmente por el desconocimiento de la fauna de invertebrados a niveles más específicos. El tercer estudio realiza una adaptación y análisis crítico de los índices de diversidad e índices bióticos (IB) aplicados en la cuenca del río Chillán, caracterizando la calidad ecológica de la cuenca. Sin embargo, estos estudios fueron realizados en la zona centro-sur del país, careciendo de información validada, que nos entreguen suficiente antecedentes sobre otras áreas del país (zona norte y centro norte).

Es por los motivos antes descritos, que el presente estudio se diferencia de experiencias anteriores a nivel nacional donde se han aplicado distintos índices desarrollados en el extranjero con pocas modificaciones. La presente aproximación incluyó en una primera etapa (campañas de septiembre 2007 a septiembre 2008) la evaluación de distintos índices biológicos basados en macro invertebrados bentónicos, en la Región de Atacama, específicamente en la cuenca alta del río Huasco.

Folio017909

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar la calidad de agua utilizando a los macro invertebrados bentónicos como indicadores de calidad en la zona de estudio, georeferenciar los gradientes de calidad de aguas y contrastar parámetros físicos-químicos de calidad del agua con cambios en la comunidad biológica.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar y catalogar la calidad del agua mediante parámetros físico-químicos presentes en la campaña.
- Caracterizar la calidad de agua mediante el uso de del Bioindicador SIGNAL-2PL.
- Determinar espacialmente la calidad de la cuenca Del Estrecho y cuenca de las Tres Quebradas
- Validar el Índice Biótico calibrado en Plan de Uso de Bioindicadores, correspondiente al SIGNAL-2PL.
- Correlacionar la calidad del agua mediante parámetros físico-químicos y especies bioindicadoras.

3 ÁREA DE ESTUDIO

La validación de índice SIGNAL-2PL fue parte del Plan de Uso de Bioindicadores, que llevó a cabo el proyecto Pascua-Lama. Por lo tanto el análisis de la información necesaria para el proceso de "Validación" se obtuvo del área de influencia del proyecto, que corresponde a la cuenca alta del río Huasco, específicamente en los ríos Del Estrecho, Chollay, Conay, y Del Tránsito y los ríos El Toro, Tres Quebradas, Potrerillos, Del Carmen, abarcando desde el área de nacientes de los ríos Del Estrecho y El Toro hasta la localidad de Alto del Carmen; La zona de estudio presenta un clima de tipo seco-desértico frío cambiando hacia la zona de mayor altura a un clima de tundra por efecto de la altura (INE, 2007); El río Huasco, considerado como uno de los ríos más importantes de los valles transversales, nace en el sector andino y posee un caudal permanente por efecto de las lluvias y los deshielos originados en la alta cordillera, ocurriendo los caudales máximos durante el mes de diciembre.

Un rasgo interesante de destacar, y que se repite en la mayoría de los ríos chilenos, es que la red hidrográfica del río Huasco se encuentra orientada en un sentido general sureste a noreste, de tal manera que el Huasco desemboca al mar a la misma altura que el nacimiento del río septentrional de los dos cordilleranos que lo forman. La hoya del río Del tránsito se desarrolla al NE y comprende una superficie de 4.135 km2. La longitud de este río tomada desde el nacimiento de su sub-tributario principal es de 108 km hasta la Junta del Carmen. Se forma de la confluencia de los ríos Conay y Chollay, en la Junta de Chollay 45 km aguas arriba de la Junta del Carmen. A su vez, el Conay proviene de la confluencia en plena cordillera andina de los ríos Laguna Grande y Laguna Chica, que se generan en sendas lagunas homónimas. La hoya del río del Carmen tiene una superficie de 2.860 km^2. En su límite norte se encuentra la sierra del Medio o Tatul, que disminuye paulatinamente de altura desde la frontera hasta la Junta del Carmen (Cade - Idepe, 2004).

En la campaña de marzo 2014, fueron muestreadas un total de 30 estaciones en los dos sectores ubicados en la parte alta del río Huasco; Los códigos y descripción de cada una de las estaciones de muestreo se detallan en la **Tabla 1** y su ubicación espacial en la **Figura 1**.

Folio017911

Tabla 1. Códigos, descripción y ubicación UTM de las 30 estaciones de muestreo. RP: Río Principal; T: Tributarios. Marzo 2014.

CUENCA RÍO DEL ESTRECHO/CHOLLAY/DEL TRÁNSITO			
Estaciones de Muestreo	**Descripción**	**Coordenadas (UTM)**	
		Norte	**Este**
RP-1	Río Del Estrecho sector nacimiento	6.760.140	397.043
RP-2	Río Del Estrecho aguas arriba confluencia río Los Barriales	6.760.108	396.771
RP-3	Río Del Estrecho aguas abajo confluencia río Los Barriales	6.764.120	392.760
ST-6	Río Del Estrecho aguas abajo confluencia con Quebrada Agua de la Falda	6.769.448	389.479
RP-4	Río Del Estrecho aguas abajo confluencia río Del Toro	6.772.630	387.870
RP-5	Río Chollay aguas abajo confluencia río Blanco	6.776.750	389.633
RP-6	Río Chollay aguas abajo confluencia río Chañarcillo	6.781.314	390.842
RP-7	Río Chollay aguas abajo confluencia río Pachuy	6.791.879	387.747
RP-8	Río Chollay aguas arriba confluencia río Conay	6.794.085	387.556
R-C	Río Conay, antes confluencia río Chollay	6.794.600	387.081
R-TR1	Río Del Tránsito, bajo confluencias con río Conay/Chollay	6.794.260	386.283
R-TR2	Río Del Tránsito, aguas arriba río Huasco	6.816.945	358.117
T1	Río Los Barriales	6.761.817	396.699
ST-R3	Quebrada Agua de la Falda	6.766.333	391.453
T2	Río Del Toro	6.772.501	387.660
T3	Río Blanco	6.776.101	389.268
T4	Río Chañarcillo	6.780.690	391.006
T5	Río Pachuy	6.792.122	388.055
CUENCA RÍO DE LAS TRES QUEBRADAS /POTRERILLO/DEL CARMEN/TORO			
Estaciones de Muestreo	**Descripción**	**Coordenadas (UTM)**	
		Norte	**Este**
R-TO1	Río Toro, área de nacimiento	6.775.004	396.187
R-TO2	Río De las Tres Quebradas, aguas arriba Quebrada Las Ortigas	6.750.582	388.471
Q-LO	Quebradas Las Ortigas	6.748.051	386.049
R-3Q	Río De las Tres Quebradas, agua abajo Quebrada Las Ortigas	6.745.429	383.228
R-PT1	Río Potrerillos, aguas arriba De las Tres Quebradas	6.744.627	382.382
R-PT2	Río Potrerillos, aguas abajo De las Tres Quebradas	6.745.398	381.512
R-DC1	Río Del Carmen, aguas abajo río Potrerillos	6.755.895	368.431
R-DC2	Río Del Carmen, aguas arriba Estero La Plata	6.766.963	367.768
R-DC3	Río Del Carmen, aguas abajo Estero La Plata	6.768.540	368.129
R-DC4	Río Del Carmen, aguas abajo Quebrada López	6.786.653	355.634
R-DC5	Río Del Carmen, aguas arriba río Huasco	6.817.807	355.182
R-H	Río Huasco, aguas abajo confluencia Del Tránsito/Del Carmen	6.818.784	353.751

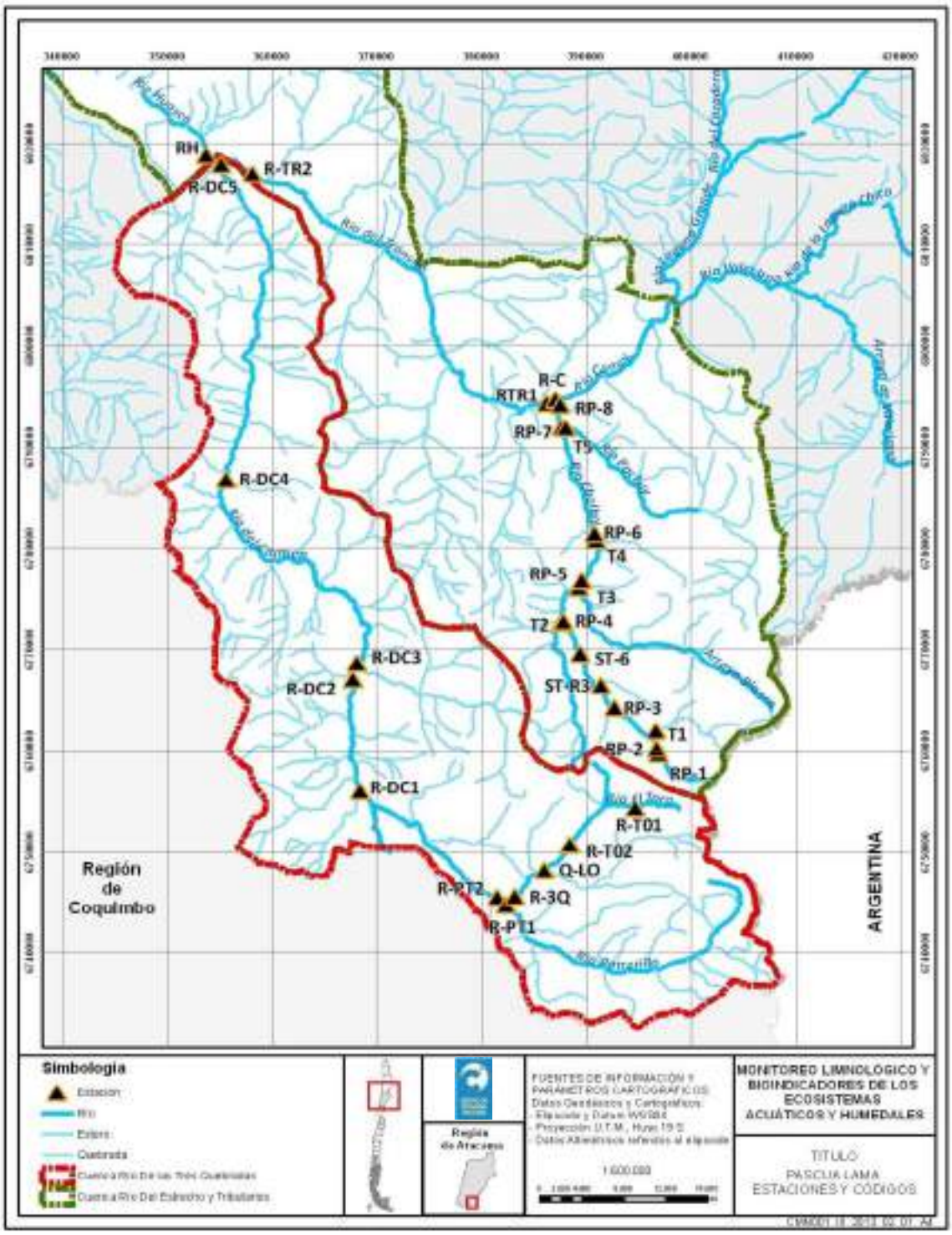


Figura 1. Ubicación espacial (UTM) de las 30 estaciones de muestreo evaluadas en el curso principal (RP) y afluentes (T) de los ríos Del Estrecho, Chollay, Conay (R-C) y Del Tránsito (R-TR) y ríos Toro (R-TO1), De Las Tres Quebradas (R-TO2 y R-3Q), Potrerillos (R-PT), Del Carmen (R-DC) y Huasco (R-H).

Folio017913

4 METODOLOGÍA

Se analizó la calidad de las aguas en los cursos superficiales dentro del área de estudio, en los aspectos físicos, químicos y biológicos. Realizando análisis de laboratorio de la calidad de las aguas de los ríos Del Estrecho, Chollay, Conay y Del Tránsito y ríos Toro, De Las Tres Quebradas, Potrerillos, Del Carmen y Huasco. Los parámetros analizados como también las metodologías empleadas se describen a continuación.

4.1 Parámetros de la calidad del agua

El procedimiento de toma de muestras y preservación de ellas, se realizó de acuerdo a lo establecido en el *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA-AWWA-WEF, 2005). Luego se categorizaron los segmentos analizados según las clases de calidad descritas en el anteproyecto de Norma Secundaria (CONAMA, 2004).

La metodología analítica para cada uno de los parámetros utilizados se detalla en el “Plan de monitoreo limnológico proyecto Pascua-Lama”.

4.1.1 Clases de calidad según Norma Secundaria (guía CONAMA, 2004)

Esta tipificación del agua permitió establecer de acuerdo a niveles de calidad por elemento o compuesto obtenidos en la campaña, los distintos tipos de calidades del agua que se encuentran en el área de estudio. Estas calidades de agua presentan cinco categorías que van de Clase de excepción (Muy buena) a Clase cuatro (Muy mala), según lo descrito en la**Tabla 2**.

Tabla 2 Clases de calidad de agua identificadas en guía CONAMA (2004).

Clase “De Excepción”	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Indica Agua de mejor calidad que clase uno, que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la república	Muy buena calidad. Indica un agua adecuada para la protección y conservación de las comunidades acuáticas, para el riego irrestricto y para los usos comprendidos en las clases dos y tres	Buena Calidad. Indica un agua adecuada para el desarrollo de la acuicultura, de la pesca deportiva y recreativa, y para los usos comprendidos en la clase tres	Regular calidad. Indica un agua adecuada para bebida de animales y para riego restringido	Las aguas que excedan los límites establecidos para la clase tres, indicarán un agua de mala calidad, en general no adecuada para la conservación de las comunidades acuáticas o su aprovechamiento para los usos prioritarios sin el tratamiento adecuado

Para establecer la calidad del agua según sus características físicas y químicas, los parámetros se agruparon en indicadores físicos y químicos, compuestos inorgánicos, metales esenciales disueltos, metales no esenciales disueltos e indicadores

Folio017914

microbiológicos. De esta forma, según las distintas agrupaciones, se obtuvo una calidad de agua final única, utilizando el criterio del peor escenario. Es decir, si dentro de las variables físicas y químicas la mayoría de las variables presentaron calidad de "buena" y sólo una variable fue "mala, a la categoría se le otorgó la calidad de "mala" (homologada con las categorías de SIGNAL-2PL; Tabla 8).

Todas las clases de calidad definidas en el presente informe, corresponden a aquellas establecidas en la Norma Secundaria (Guía CONAMA, 2004). Para lo cual, mediante la evaluación de diferentes variables en la columna de agua, se consideró a la calidad "De excepción" como "muy buena" para tener una categoría homóloga a los descrito por los índices bióticos aplicados en el presente estudio.

4.2 Muestreo biológico

Se obtuvieron seis muestras cuantitativas con una red surber de 0,09m^2, con malla de apertura de 250μm. La estimación de la fauna bentónica se realizó mediante el recuento directo por grupo de organismos. El método de análisis consistió en examinar las muestras bajo lupa ZeiisStemi 2000-C, separando la totalidad de los organismos, clasificándolos y contándolos. La clasificación de los organismos se realizó según los trabajos de Bertrand (1995); Lugo-Ortiz & Mac Cafferty (1999a y 1999b); Lopreto & Tell (1995); Merrit & Cummins (1996); Fernández & Domínguez (2001).

4.2.1 Aplicación de índices bióticos

SIGNAL-2PL

En este trabajo se aplica el IB seleccionado en el Plan de Uso de Bioindicadores (SIGNAL-2PL), con el fin de validar su utilización para evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos del área de estudio.

Tras la utilización del SIGNAL-2 y en base a los antecedentes ya obtenidos en el proceso de calibración de las campañas anteriores para las áreas estudiadas, se adaptó el índice biótico denominándolo SIGNAL-2PL. Este IB utiliza la identificación de los macro invertebrados hasta el nivel taxonómico de familia. Cada familia tiene una puntuación entre 1 y 10 (**Tabla 2**). Una puntuación baja significa que las familias son tolerantes para un amplio rango de condiciones medioambientales, incluidas formas comunes de contaminación; una alta puntuación denota que la familia es sensible a la mayoría de las formas de contaminación. Para la determinación de las tolerancias de esta adaptación (SIGNAL-2PL), las Familias fueron ordenadas en función de su asociación con la calidad ambiental en los sitios de muestreo y se les asignó el valor máximo a las que presentan una asociación mayor y a las familias restantes fue asignada la tolerancia en forma proporcional.

Este índice en su forma original presenta sólo cuatro categorías de calidad, siendo cualquier valor superior a seis una calidad de tipo Buena y valores inferiores a cuatro significan una calidad Muy Mala. Figueroa *et al.*, (2007) propuso adicionar una nueva categoría (**Tabla 5**), siendo esta categorización la que se utiliza en este estudio, debido a

Folio017915

que permite la comparación directa con las categorías asignadas en la Guía de CONAMA (**Tabla 2**).

Además, siguiendo la metodología descrita por Chessman (2003), para el índice SIGNAL-2, a cada taxón se le aplicó un factor de peso (**Tabla 3**) que depende de la abundancia de este, valor que es asignado según la **Tabla 4**.

El índice se calculó de la manera siguiente:

$$SIGNAL-2PL = \frac{\sum t_i w_i}{\sum w_i}$$

donde t_i es el valor de tolerancia del taxón y w_i corresponde al factor de peso del número de individuos en el taxón.

La aplicación de los grados de calidad de aguas, derivó de la identificación de las familias encontradas en el área de estudio, las cuales se le asignaron un valor de tolerancia correspondiente al Índice SIGNAL-2PL, siendo el valor mayor obtenido para aquellas familias más sensibles y los menores para aquellas familias más tolerantes a perturbaciones ambientales naturales y/o antrópicas. Estos valores totales son sumados y se obtiene un valor final asociado a las cinco Clases de Calidad identificadas (**Tabla 5**). Estas calidades están asociadas a características ambientales las que permiten determinar si el agua es Muy buena (aguas limpias) hasta Muy mala (aguas fuertemente contaminadas), donde finalmente se les asigna un color determinado. Este color es el que se usa luego para marcar los ríos y corrientes en el mapa del área en estudio dando como resultado un mapa de calidad de aguas.

Tabla 3 Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macro invertebrados acuáticos para la obtención de los distintos índices utilizados. Stream Invertebrate Grade Number-AverageLevel, versión 2 (SIGNAL-2) y versión SIGNAL-2PL.

Familias	Valores SIGNAL-2	Valores SIGNAL-2PL
Acari	*	5
Aeshnidae	4	3
Amnicolidae*	4	4
Athericidae	8	5
Baetidae	5	9
Belostomatindae	1	2
Blephariceridae	10	7
Ceratopogonidae	4	4
Caenidae	4	4
Chironomidae	3	1
Collembola	*	3
Cordulliidae	5	5
Culicidae	1	6
Delphacidae	*	4
Dixidae	8	7
Dolichopodidae	3	3
Dugesiidae	2	5
Dytiscidae	2	3
Elmidae	7	10
Empididae	5	2
Ephydridae	2	5
Glossosomatidae	8	7
Gyrinidae	4	5
Hemiptera	*	4
Hirudinea	*	3
Hyalellidae	*	3
Hydrobiosidae	8	6
Hydrophilidae	2	5
Hydropsychidae	6	9
Hydroptilidae	4	5
Hygrobatidae	*	4
Lepidoptera	*	3
Leptoceridae	6	4
Leptophlebiidae	8	7
Libellulidae	4	5
Limnephilidae	8	5
Limoniinae	*	4
Muscidae	*	2
Nematoda	*	3
Oligochaeta	*	1
Orthocladiinae	4	3
Physidae	1	2
Platyhelminthes	*	2
Podonominae	6	4
Policentropodidae	7	10
Simuliidae	5	3
Sphaeriidae	*	5
Tabanidae	3	4
Tipulidae	5	3
Tubificidae	*	4

*: Taxa no incluidas en el IB SIGNAL 2.

Tabla 4 Factor de peso asignado a las diferentes familias de macro invertebrados acuáticos dependiendo de su abundancia, para la obtención del índice SIGNAL-2PL.

Número de individuos	Factor de peso (Figueroa, 2007, modificado)	Factor de Peso (SIGNAL-2PL)
1 – 2	1	1
3 – 5	2	2
6 – 10	3	3
11 – 20	4	4
Sobre 20	5	5

Tabla 5 Tabla de transformación a cinco clases de calidad para el índice biótico, su relación con las características ambientales y el color para su representación cartográfica (Figueroa *et al.*, 2007. Modificado).

Clase	SIGNAL 2	SIGNAL-2PL	Características ambientales	Color
I	> 7	> 7	Muy Buena, no perturbado	**Azul**
II	6 - 7	6 - 7	Buena, moderadamente perturbado	**Verde**
III	5 - 6	5 - 6	Regular, perturbado	**Amarillo**
IV	4 - 5	4 - 5	Mala, muy perturbado	**Naranjo**
V	< 4	< 4	Muy Mala, fuertemente perturbado	**Rojo**

Folio017918

4.3 Taxa indicadora

Los taxa indicadores o bioindicadores son aquellos organismos que ayudan a descifrar cualquier fenómeno o acontecimiento actual (o pasado) relacionado con el estudio de un ambiente, estos taxa tienen requerimientos físicos, químicos, de estructura del hábitat y de relaciones con otras especies, específicos que los diferencias de otros taxa.

A partir del análisis de las variables ambientales que fueron estadísticamente significativas en la estructuración de la comunidad en la etapa de elección y calibración de los índices (campañas de marzo 2007 a septiembre 2008), sumada a aquellas identificadas en el proceso de validación (campañas de marzo 2007 a septiembre 2010) a través del Análisis de Correspondencia Canónica en el cual se identificaron patrones de asociación entre las variables ambientales y taxa particulares utilizando la data histórica del proyecto, se determinaron los siguientes taxa indicadores de calidad de agua para el estudio (**Tabla 6)**, además de variables que podrían estar determinando la distribución y abundancia de la comunidad de macro invertebrados **(Tabla 7**).

Tabla 6 Taxa indicadores y su tolerancia a cambios ambientales y/o a altas cargas de materia orgánica.

TOLERANCIA	TAXA INDICADORA
Baja tolerancia	Blephareceridae
Tolerancia media	Acari
	Baetidae
	Elmidae
	Hydropsychidae
	Hydroptilidae
	Leptoceridae
Alta tolerancia	Oligochaeta
	Physidae
	Podonominae
	Simuliidae
	Chironomidae
	Empididae

Tabla 7 Variables Ambientales relacionadas con los taxa indicadores

VARIABLE
Temperatura
Oxígeno Disuelto
pH
Sólidos totales disueltos
Demanda bioquímica de oxígeno
Amonio (N-NH4)
Bicarbonato
Cadmio disuelto
Calcio
Clorofila "a"
Cobalto disuelto
Cobre disuelto
Fósforo total
Hierro disuelto
Molibdeno disuelto
Nitrato (N-NO3)
Nitrógeno orgánico total
Sílice
Sulfato
Zinc disuelto

Folio017920

4.4 Validación estadística

4.4.1 Relación entre calidades de SIGNAL-2PL y Guía CONAMA

Para la validación del índice SIGNAL-2PL, se utilizó las clases de calidad obtenidas con respecto a SIGNAL-2PL y la Guía CONAMA.

La evaluación del grado de asociación entre las categorías obtenidas con el índice SIGNAL-2PL con las categorías asignadas a la calidad del agua (variables ambientales; Guía CONAMA), se utilizó un análisis de χ^2 (Sokal & Rohlf 1995). De este análisis se descartaron las variables que históricamente han presentado la misma calidad. Estas son: Nitrito, cloruro, amonio y entre los metales, níquel y selenio. La diferencia entre los resultados observados (Clase Guía CONAMA) y esperados (Clase SIGNAL-2PL), nos pueden afirmar si las variables en estudio están asociadas o bien son independientes unas de las otras. De esta forma, si se encuentran diferencias significativas ($p<0,05$) nos indica que no existe asociación entre las calidades de agua analizadas. Para esta comparación se utilizará la nomenclatura de los índices bióticos.

La fórmula que da el estadístico es la siguiente:

$$x^2 = \sum_i \frac{(observado_i - esperado_i)^2}{esperado_i}$$

Tabla 8 Equivalencia de las clases del IB SIGNAL-2PL y Guía CONAMA (2004).

Característica Ambiental	Clase SIGNAL-2PL	Clase Guía CONAMA, 2004	Color
Muy Mala	**V**	**IV**	
Mala	**IV**	**III**	
Regular	**III**	**II**	
Buena	**II**	**I**	
Muy Buena	**I**	**De Excepción**	

4.4.2 Taxa indicadores versus variables ambientales

Este análisis utilizó las abundancias de los taxa identificados como indicadoras en los procesos de Calibración y Validación del Plan de Uso de Bioindicadores (**Tabla 6**), así como las variables ambientales significativas (**Tabla 7**). La correlación realizada permitió calcular el grado de asociación entre las variables ambientales y la abundancia de los posibles taxa indicadores, mediante el cálculo del coeficiente de correlación de Spearman (r_s).

El estadístico r_s se calcula según la expresión:

Folio017921

$$r_s = 1 - \frac{6\sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

Donde *D* es la diferencia entre los correspondientes valores de *x* - *y*. *N* es el número de parejas.

Folio017922

5 RESULTADOS

5.1 Parámetros de calidad del agua

5.1.1 Clases de Calidad de Agua

En términos generales la campaña de Marzo 2014 determinó que existe un gradiente de calidad que incluye a todas las categorías de calidad (desde “de excepción” o “muy buena” a “muy mala”) en las 30 estaciones monitoreadas (Tabla 8). En la cuenca Del Estrecho se observó en base a 18 estaciones monitoreadas un porcentaje de ocurrencia de calidad de: 11% “muy buena”, 6% “buena”, 39% “regular”, 11% “mala” y 33% “muy mala” (Tabla 9). En la cuenca de las Tres Quebradas se observó en base a 12 estaciones monitoreadas un porcentaje de ocurrencia de calidad de: 17% “buena”, 58% “regular”, 8% “mala” y 17% “muy mala”. (Tabla 9).

El grupo de variables físicas y químicas presentaron valores para categorías de calidad del agua que varían desde “muy buena” a “muy mala” a lo largo de las dos cuencas en estudio del Estrecho y de las Tres Quebradas. En ambas cuencas, prevaleció la calidad de “regular” con un 38,8% para la **cuenca del Estrecho** (siete estaciones) y con un 58,3% en la **cuenca de las Tres Quebradas**, (siete estaciones; Tabla 9).

Las categorías de calidad en relación a los compuestos inorgánicos estuvieron regidas por las concentraciones del ion sulfato, ya que el amonio, nitrito y cloruro, sólo presentaron calidades de “muy buena” o “de excepción”. En la **cuenca Del Estrecho** el porcentaje de ocurrencia principal fue de un 72% “regular” no registrando la calidad “muy mala”. En la **cuenca de las Tres Quebradas** el porcentaje de ocurrencia de calidad principal fue un 83% “regular”, no registrando la calidad “buena”, “mala” y “muy mala” (Tabla 10).

Entre los metales esenciales, en las dos cuencas fueron encontradas calidades de “regular” y “muy mala”, regidas por las concentraciones de manganeso disuelto, principalmente. Prevaleciendo en la **cuenca Del Estrecho** la calidad de “muy mala” con un 67% de ocurrencia y en la **cuenca de las Tres Quebradas** la calidad “regular”, con un 75% (Tabla 11).

Los metales no esenciales, en la **cuenca Del Estrecho**, presentaron un porcentaje de ocurrencia de: 67% “regular” y 33% “muy mala”, en la **cuenca de las Tres Quebradas** se determinó solamente la calidad de tipo “mala” con 100% (**Tabla 12**).

En las variables microbiológicas en la **cuenca Del Estrecho** se observó un porcentaje de ocurrencia de calidad predominante de la categoría “muy buena” y “regular”, a su vez en la **cuenca de las Tres Quebradas** se observó que el porcentaje de calidad mayor lo tuvo la categoría “regular” (Tabla 12).

Tabla 9 Clases de calidad de variables ambientales establecidas en guía CONAMA (2004) y categoría final obtenida de la equivalencia de estas dos variables. Marzo 2014. Variables Físicas y Químicas

Físicas y Químicas									Categoría Final Equivale a
Clase Guía CONAMA 2004									
Estación		Oxígeno Disuelto	pH	Conduct.	Sólidos totales suspendidos	Sólidos totales disueltos	Color verdadero	Demanda bioquímica de oxígeno	SIGNAL-2PL
Cuenca Del Estrecho	RP-1	De excepción	IV	II	De excepción	II	De excepción	I	V
	RP-2	II	IV	II	De excepción	II	De excepción	De excepción	V
	RP-3	II	IV	II	De excepción	II	De excepción	De excepción	V
	RP-4	De excepción	IV	De excepción	II	De excepción	De excepción	De excepción	V
	RP-5	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	De excepción	De excepción	III
	RP-6	De excepción	De excepción	I	III	I	De excepción	De excepción	IV
	RP-7	II	De excepción	De excepción	De excepción	I	De excepción	De excepción	III
	RP-8	II	De excepción	I	De excepción	I	De excepción	De excepción	III
	ST-6	De excepción	IV	I	De excepción	I	De excepción	De excepción	V
	RC	II	De excepción	I	De excepción	II	De excepción	De excepción	III
	ST-R3	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I
	T1	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I	II
	T2	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I
	T3	De excepción	IV	I	II	I	De excepción	De excepción	V
	T4	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	III
	T5	II	De excepción	I	III	I	De excepción	De excepción	IV
	R-TR1	II	De excepción	I	De excepción	I	De excepción	De excepción	III
	R-TR2	De excepción	De excepción	II	De excepción	II	De excepción	De excepción	III
Cuenca Tres Quebradas	R-TO1	De excepción	De excepción	I	De excepción	I	De excepción	De excepción	II
	R-TO2	II	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	III
	Q-LO	II	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	III
	R-3Q	II	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	III
	R-PT1	II	De excepción	I	De excepción	II	De excepción	De excepción	III
	R-PT2	II	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I	III
	R-DC1	De excepción	De excepción	I	De excepción	I	De excepción	De excepción	II
	R-DC2	II	IV	I	De excepción	I	De excepción	De excepción	V
	R-DC3	De excepción	IV	I	De excepción	I	De excepción	De excepción	V
	R-DC4	De excepción	De excepción	II	De excepción	II	De excepción	De excepción	III
	R-DC5	De excepción	De excepción	II	De excepción	II	De excepción	De excepción	III
	RH	De excepción	De excepción	III	De excepción	II	De excepción	De excepción	IV

Tabla 10 Clases de calidad de variables ambientales establecidas en guía CONAMA (2004) y categoría final obtenida de la equivalencia de estas dos variables. Marzo 2014. Compuestos inorgánicos.

Inorgánicos						Categoría Final Equivale a SIGNAL-2PL
Clase Guía CONAMA 2004						
Estación		Amonio (N-NH4)	Nitrito (N-NO2)	Cloruro	Sulfato	
Cuenca Del Estrecho	RP-1	De excepción	De excepción	De excepción	III	IV
	RP-2	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RP-3	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RP-4	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RP-5	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RP-6	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RP-7	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RP-8	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	ST-6	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RC	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	ST-R3	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I
	T1	De excepción	De excepción	De excepción	I	II
	T2	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I
	T3	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	T4	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I
	T5	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-TR1	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-TR2	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
Cuenca Tres Quebradas	R-TO1	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-TO2	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	Q-LO	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I
	R-3Q	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I
	R-PT1	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-PT2	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-DC1	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-DC2	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-DC3	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-DC4	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-DC5	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RH	De excepción	De excepción	De excepción	II	III

Folio017925

Tabla 11 Clases de calidad de variables ambientales establecidas en guía CONAMA (2004) y categoría final obtenida de la equivalencia de estas dos variables. Marzo 2014. Metales esenciales

		Metales Esenciales									Categoría final
		Guía CONAMA 2004									Equivale a
	Estación	Boro disuelto	Cobre disuelto	Cromo disuelto	Hierro disuelto	Manganeso disuelto	Molibdeno disuelto	Níquel disuelto	Selenio disuelto	Zinc disuelto	SIGNAL-2PL
Cuenca Del Estrecho	RP-1	De excepción	III	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	IV	V
	RP-2	De excepción	III	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	III	V
	RP-3	De excepción	III	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	III	V
	RP-4	De excepción	III	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	III	V
	RP-5	De excepción	II	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	III	V
	RP-6	De excepción	II	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	III	V
	RP-7	De excepción	II	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	II	V
	RP-8	De excepción	II	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	II	V
	ST-6	De excepción	III	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	III	V
	RC	I	II	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	I	V
	ST-R3	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	III
	T1	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	III
	T2	De excepción	I	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	II	De excepción	III
	T3	De excepción	II	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	II	V
	T4	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	II	De excepción	IV
	T5	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	De excepción	II	De excepción	IV
	R-TR1	De excepción	II	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	II	V
	R-TR2	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	III
Cuenca Tres Quebradas	R-TO1	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I	De excepción	De excepción	II	De excepción	III
	R-TO2	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	III
	Q-LO	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	III
	R-3Q	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	De excepción	II	De excepción	IV
	R-PT1	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	I	V
	R-PT2	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	De excepción	II	De excepción	IV
	R-DC1	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	III
	R-DC2	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	III
	R-DC3	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	III
	R-DC4	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	III
	R-DC5	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	III
	RH	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	III

Folio017926

Tabla 12 Clases de calidad de variables ambientales establecidas en guía CONAMA (2004) y categoría final obtenida de la equivalencia de estas dos variables. Marzo 2014. Metales No esenciales y Biológicos.

		Guía CONAMA 2004			Equivale a	Guía CONAMA 2004		Equivale a
Estación		Arsénico disuelto	Cadmio disuelto	Plomo disuelto	SIGNAL-2PL	Coliformes fecales	Coliformes totales	SIGNAL-2PL
Cuenca Del Estrecho	RP-1	De excepción	IV	II	V	De excepción	De excepción	I
	RP-2	De excepción	IV	II	V	De excepción	De excepción	I
	RP-3	De excepción	IV	II	V	De excepción	De excepción	I
	RP-4	De excepción	IV	II	V	De excepción	De excepción	I
	RP-5	De excepción	IV	II	V	De excepción	De excepción	I
	RP-6	De excepción	De excepción	II	III	De excepción	De excepción	I
	RP-7	De excepción	II	II	III	I	I	II
	RP-8	De excepción	II	II	III	De excepción	I	II
	ST-6	De excepción	IV	II	V	De excepción	De excepción	I
	RC	De excepción	De excepción	II	III	De excepción	I	II
	ST-R3	De excepción	De excepción	II	III	De excepción	De excepción	I
	T1	De excepción	De excepción	II	III	De excepción	De excepción	I
	T2	De excepción	De excepción	II	III	I	I	II
	T3	De excepción	De excepción	II	III	I	De excepción	II
	T4	De excepción	De excepción	II	III	I	I	II
	T5	De excepción	De excepción	II	III	I	II	III
	R-TR1	De excepción	De excepción	II	III	I	II	III
	R-TR2	De excepción	De excepción	II	III	I	I	II
Cuenca Tres Quebradas	R-TO1	De excepción	De excepción	II	III	I	II	III
	R-TO2	De excepción	De excepción	II	III	De excepción	De excepción	I
	Q-LO	De excepción	De excepción	II	III	De excepción	I	II
	R-3Q	De excepción	De excepción	II	III	I	I	II
	R-PT1	De excepción	De excepción	II	III	I	I	II
	R-PT2	De excepción	De excepción	II	III	I	I	II
	R-DC1	De excepción	De excepción	II	III	De excepción	De excepción	I
	R-DC2	De excepción	De excepción	II	III	De excepción	I	II
	R-DC3	De excepción	De excepción	II	III	De excepción	I	II
	R-DC4	De excepción	De excepción	II	III	I	I	II
	R-DC5	De excepción	De excepción	II	III	I	II	III
	RH	De excepción	De excepción	II	III	I	II	III

Folio017927

5.2 Comunidad zoobentónica e Índices Bióticos (IB)

Fueron reconocidos un total de 37 taxa zoobentónicas en las dos cuencas estudiadas (**Tabla 13**). De éstos, la mayor proporción correspondió al grupo de los insectos, con un 70% de representación. El resto de los grupos presentaron un número muy inferior de representantes, como los moluscos, con 8,1% de los taxa registrados, los anélidos, crustáceos y platelmintos, recurrentemente se ven representados con un porcentaje del 13,5%.

Entre los insectos, el orden que estuvo mejor representado fue Diptera con 9 taxa (24,3%), seguido por Trichoptera con 7 taxa (18,9%) y Ephemeroptera con 4 taxa (10,8%), además de Coleoptera y Odonata, ambos órdenes representados con 3 taxa cada uno (8,1%).

Folio017928

Tabla 13 Listado taxonómico de los macro invertebrados encontrados en los sectores Del Estrecho y De las Tres Quebradas. Marzo 2014.

Phylum	Clase/Orden		Familia	Taxa
ANNELIDA	**OLIGOCHAETA**	Oligochaeta	Oligochaeta	Oligochaeta indet.
			Naididae	*Nais* sp.
NEMATODA	**NEMATODA**	Nematoda	Nematoda	Nematoda indet.
NEMATOMORPHA	**NEMATOMORPHA**	Nematomorpha	Gordiidae	*Gordius* sp.
MOLLUSCA	**GASTROPODA**	Mesogastropoda	Hidrobiidae	*Littoridina* sp.
		Basommatophora	Physidae	*Physa* sp.
	BIVALVIA	Bivalvia	Sphaeridae	*Pisidium chilensis*
PLATYHELMINTHES	**TURBELLARIA**	Tricladida	Dugesiidae	*Dugesia* sp.
ARTHROPODA	**CRUSTACEA**	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella* sp.
	ARACHNOIDEA	Acari	Hydracarina	Hydracarina indet.
	Collembola	Collembola	Collembola	Collembola indet.
	INSECTA	Coleoptera	Elmidae	Elmidae indet.
			Scirtidae	Scirtidae indet.
			Hydrophilidae	Hydrophilidae indet
		Diptera	Athericidae	Athericidae indet.
			Blephariceridae	Blephariceridae indet.
			Ceratopogonidae	Ceratopogonidae indet.
			Chironomidae	Chironomidae indet.
			Empididae	Empididae indet.
			Ephydridae	Ephydridae indet.
			Stratiomydae	Stratiomydae indet.
			Simulidae.	*Simulium* sp.
			Tipulidae	Tipulidae indet.
		Ephemeroptera	Baetidae	*Andesiops torrens*
			Leptophlebidae	*Massartellopsis irarrazavali*
				Meridialaris laminata
				Penaphlebia (Penaphlebia) barriai
		Odonata	Aeshnidae	Aeshnidae indet.
			Libelullidae	Libelullidae indet.
			Coenaegrionidae	Coenaegrionidae indet.
		Trichoptera	Hydrobiosidae	Hydrobiosidae indet.
				Brachysetodes sp.
				Metachorema sp.
			Hydroptilidae	*Metrichia* sp.
			Hydropsychidae	*Smicridea* sp.
			Leptoceridae	*Nectopsyche* sp.
			Limnephilidae	Limnephilidae indet.

5.2.1 Aplicación de Índice Biótico (IB): SIGNAL-2PL

Al aplicar el índice SIGNAL-2PL, para toda el área de estudio, fueron encontradas calidades desde “muy buena” a “muy mala”. Entre las cuales, la calidad que presentó el mayor porcentaje de ocurrencia fue “regular” con 40%, seguido por la categoría de “mala” con 30% y “muy mala” con un 13% de representación (Figura 2).

En la **cuenca Del Estrecho** se determinaron los siguientes porcentajes de ocurrencia de calidad de agua: 6% “buena”, 39% “regular”, 39% “mala” y 16% “muy mala”.

La parte alta de la cuenca, en el curso principal del río del Estrecho, desde su nacimiento (RP-1) a aguas abajo de su confluencia con el río Los Barriales (RP-3) presentaron calidades de “mala”, principalmente por la presencia de dípteros de las familias

Folio017929

Chironomidae y Simulidae de alta tolerancia y los efemerópteros Lepthoplhlaebidae sensibles a la contaminación. Luego, la calidad fue de “muy mala” (calidad más baja en la cuenca) desde el río Chollay aguas abajo del río Del Toro (ST-6) hasta aguas abajo del río Blanco (RP-4), sector en el cual no se observan organismo con baja tolerancia. Este sector, recibe aporte de los tributarios río Barriales (T1), Quebrada Agua de La Falda (ST-R3) y río del Toro (T2) que mostraron una calidad de “regular”, determinadas por la presencia de Chironomidae y Oligochaeta. El río Chollay aguas abajo de su confluencia con el río Blanco (RP-5) hasta aguas abajo del río Chañarcillo (RP-6), presentó calidad de “rmala”. Aguas abajo del río Pachuy (RP-7) hasta aguas arriba del río Conay (RP8), la calidad fue de “regular”, la mejora de la calidad se debería a la aparición de familias más sensibles como Hydropsichidae (Trichoptera), Batidae (Ephemeroptera) y Elmidae (Coleoptera). A lo largo del río Chollay recibió del río Blanco (T3) aportes con calidades de “mala”, del río Chañarcillo (T4) de “regular” y del río Pachuy (T5) de “muy mala”. Esta última calidad debido a la presencia en el río Pachuy de taxa con tolerancia alta y media. El río Conay (R-C), presentó dentro de la cuenca la mejor calidad de “buena”, debido a la presencia de las familias Hydropsichidae, Batidae y Elmidae con abundancias mayores a 20 individuos. Finalmente, el río Potrerillos presentó calidades de “regular” en (R-TR1) y de “mala” en (R-TR2), aumentan la dominancia, nuevamente de Chironomidae y Oligochaeta.

En la cuenca de las Tres Quebradas se determinaron los siguientes porcentajes de ocurrencia de calidad de agua: 8% “buena”, 58% “regular”, 25% “mala” y 8% “muy mala”.

En la parte alta de la cuenca fueron registradas calidades de “regular” en (R-TO1) y el río Potrerillos (R-PT1 y R-PT2), se observa una mezcla de organismos con baja y alta tolerancia como Chironomidae y Batidae, respectivamente. Con aportes de la Quebrada La Ortiga (Q-LO) y río Tres Quebradas (R-3Q) de calidades “mala”, con organismos de alta y media tolerancia, con excepción de Elmidae definido como sensible. En el comienzo del río del Carmen (R-DC1) fue registrada la mejor calidad de “buena”, por la combinación de las familias Elmidae, Batidae y Leptophlaebidae con más de 20 individuos cada una. Hacia aguas abajo hasta (R-DC4) la calidad fue de “regular”, cambiando a “mala”, aguas arriba de la confluencia con el río del Tránsito (R-DC5). Finalizando con calidad de “muy mala” en el río Huasco (RH). Estas calidades determinadas por la mayor presencia d organismos con tolerancia media y alta.

Folio017930

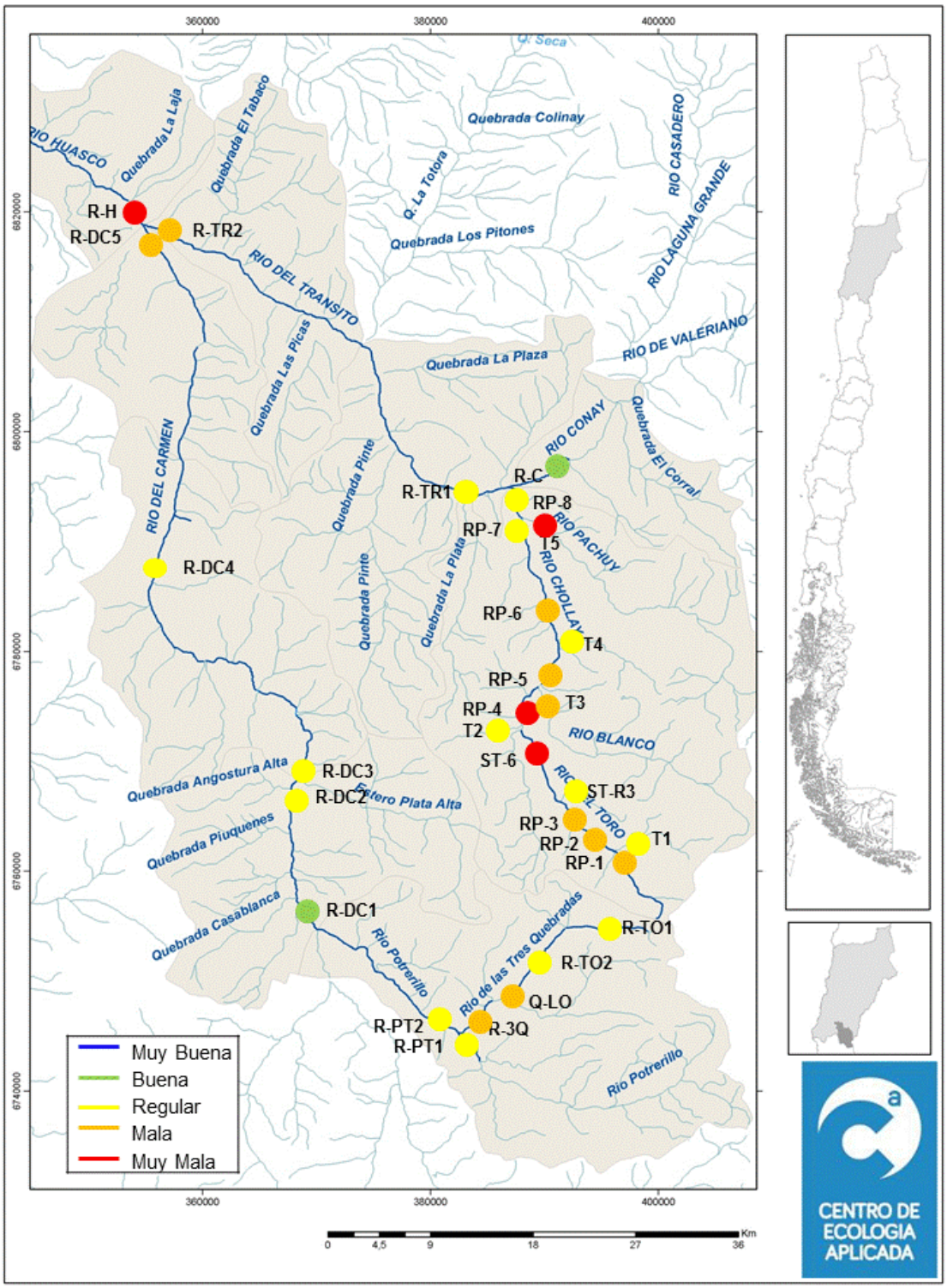


Figura 2 Mapa Calidades de índice Biótico SIGNAL-2PL de las estaciones con los colores correspondientes a su calidad. Marzo 2014.

Folio017931

5.3 Validación estadística

En base a los resultados obtenidos en las mediciones de las variables abióticas (físicas y químicas, inorgánicos, metales esenciales, metales no esenciales y biológicos) estandarizadas en base al documento de norma secundaria y los resultados de calidad obtenidas de las comunidades de macroinvertebrados (SIGNAL-2PL) se procedió a comparar ambos resultados para determinar si coinciden las calidad obtenidas por el IB con las definidas en la Guía de CONAMA.

La comparación de los resultados observados (Calidades basados en Guía de CONAMA) y los esperados (SIGNAL-2PL) no registró diferencias significativas de lo mostrado con el Índice biótico en relación con las variables Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Sólidos totales disueltos, Sulfato, los metales Cadmio, Cobre, Manganeso, Zinc y Plomo, y los Coliformes y totales (X^2 , p>0,05) (Tabla 15).

Por el contrario se determinó diferencias significativas para Sólidos suspendidos totales, Color verdadero, DBO y los metales Arsénico, Boro, Hierro, Molibdeno, y Cromo (X^2 , p<0,05) (Tabla 15).

Entre los taxa indicadores, ocho fueron definidos en el proceso de elección y calibración del índice SIGNAL-2PL, las cuales fueron los moluscos Physidae; dípteros Blephareceridae, Chironomidae, Podonomidae y Simulidae, los tricópteros Hydropsichidae; y los anélidos Oligochaeta. Los cinco taxa restantes se sumaron con posterioridad por su relación con variables ambientales particulares a través de todas las campañas. Estos fueron los dípteros Empididae, efemerópteros Baetidae, tricópteros Leptoceridae e Hydroptilidae y Acari.

De los trece taxa indicadores, once presentaron correlaciones (correlación de Spearman: p<0,05) en la cuenca **Del Estrecho** y 9 taxa para la cuenca de las **Tres Quebradas** para la campaña de Marzo 2014, exceptuando a los taxa indicadores Leptoceridae y Podonominae que no estuvieron presentes en la presente campaña.

Entre las correlaciones encontradas, destacan (R>0,500; p<0,05) las registradas para la familia Elmidae con DBO (R=0,526), Bicarbonatos (R=0,589), sólidos totales disueltos (R=0,579) y negativamente con Cobalto disuelto (R=-0,504). Para Batidae fueron registradas correlaciones con Bicarbonato (R=0,537) y negativamente con Cobalto disuelto (R=-0,536), para Chironomidae con DBO (R=0,526) y el caracol *Physa*, con pH (R=0,561),

Las variables que no presentaron relación con los taxa indicadores fueron Calcio, Molibdeno y Nitrógeno orgánico total (Tabla 17).

Folio017932

Tabla 14 Clases de calidad de aguas en base a índices biológicos SIGNAL-2PL (campañas año 2013 y campaña actual) y clases de calidad final de cada categoría de variables ambientales establecidas en guía CONAMA (2004). Marzo 2014.

Estación		ÍNDICE BIOLÓGICO SIGNAL-2PL			VARIABLES AMBIENTALES DE CALIDAD				
		MARZO 2013	SEPTIEMBRE 2013	MARZO 2014	FÍSICOS-QUÍMICOS	INORGÁNICOS	METALES ESENCIALES	METALES NO ESENCIALES	BIOLÓGICOS
Cuenca Del Estrecho	RP-1	V	V	IV	V	IV	V	V	I
	RP-2	V	IV	IV	V	III	V	V	I
	RP-3	V	V	IV	V	III	V	V	I
	RP-4	IV	IV	V	V	III	V	V	I
	RP-5	V	V	IV	III	III	V	V	I
	RP-6	II	I	IV	IV	III	V	III	I
	RP-7	II	IV	III	III	III	V	III	II
	RP-8	IV	I	III	III	III	V	III	II
	ST-6	V	III	V	V	III	V	V	I
	RC	IV	I	II	III	III	V	III	II
	ST-R3	III	IV	III	I	I	III	III	I
	T1	IV	IV	III	II	II	III	III	I
	T2	IV	V	III	I	I	III	III	II
	T3	I	II	IV	V	III	V	III	II
	T4	IV	IV	III	III	I	IV	III	II
	T5	I	V	V	IV	III	IV	III	III
	R-TR1	IV	I	III	III	III	V	III	III
	R-TR2	V	IV	IV	III	III	III	III	II
Cuenca Tres Quebradas	R-TO1	SIN REG.	SIN REG.	III	II	III	III	III	III
	R-TO2	II	IV	III	III	III	III	III	I
	Q-LO	IV	V	IV	III	I	III	III	II
	R-3Q	IV	III	IV	III	I	IV	III	II
	R-PT1	I	II	III	III	III	V	III	II
	R-PT2	I	III	III	III	III	IV	III	II
	R-DC1	II	II	II	II	III	III	III	I
	R-DC2	II	II	III	V	III	III	III	II
	R-DC3	II	II	III	V	III	III	III	II
	R-DC4	IV	IV	III	III	III	III	III	II
	R-DC5	V	V	IV	III	III	III	III	III
	RH	IV	IV	V	IV	III	III	III	III

Folio017933

Tabla 15 Comparación de las calidades obtenidas mediante el índice biótico SIGNAL-2PL y las establecidas por el proyecto de norma secundaria para las variables de físicas, químicas, biológicas y metales. (X= Sin diferencias entre lo observado y esperado)

	Arsénico disuelto	**Boro disuelto**	**Cadmio disuelto**	**Cobre disuelto**	**Coliformes fecales**	**Coliformes totales**	**Color verdadero**
SIGNAL-2PL			x	x	x	x	
	Conductividad	**DBO5**	**Hierro disuelto**	**Magnesio**	**Molibdeno disuelto**	**Oxígeno Disuelto**	**pH**
SIGNAL-2PL	x			x		x	x
	Sólidos totales disueltos	**Sólidos totales suspendidos**	**Sulfato**	**Zinc disuelto**	**Plomo disuelto**	**Cromo disuelto**	
SIGNAL-2PL	x		x	x	x		

Tabla 16 Correlación de Spearman (rs) v/s Variables Ambientales históricas. Las correlaciones significativas para la presente campaña se indican en rojo. Los superíndices del 1 al 6 indican las correlaciones registradas en campañas anteriores: [1] marzo 2011; [2]septiembre 2011; [3]marzo 2012; [4]septiembre 2012; [5]marzo 2013; [6]septiembre 2013.

VARIABLES AMBIENTALES										
	Amonio (N-NH4)	Bicarbonato	Cadmio disuelto	Calcio	Cobalto disuelto	Cobre disuelto	Clorofila "a"	Demanda bioquímica de oxígeno	Fósforo total	Hierro disuelto
Acari	-0,261	0,134	0,013	-0,320[1,2,4]	-0,052	0,209	-0,071	0,008	0,156	-0,034
Baetidae	-0,055	**0,537**	**-0,426**[4,5]	-0,159[1,2,4]	-0,536[4]	0,058[4]	**0,421**[3,5]	0,075[4]	-0,463[3,4]	-0,420[6]
Blephareceridae	-0,055	0,161	-0,110	-0,311	-0,136	-0,150	0,314	0,225	0,204	-0,160
Chironomidae	0.139	0,294	**-0,394**[1,2]	0,123	-0,326	**-0,362**[2]	0,154	**0,526**	**-0,426**[2]	0,276[2]
Elmidae	0,475[6]	**0,589**[4]	**-0,397**[4]	-0,087[6]	**-0503**[4,5]	-0,308	**0,458**[4,5]	0,181[5]	-0,095	-0,336
Empididae	-0,101	0,280	-0,150 [4]	-0,345	-0,261[4]	-0,152	0,228	0,111	-0,017[4]	**-0,455**
Hydropsychidae	0,067	0,285[6]	**-0,379**[6]	-0,064	-0,542[6]	-0,257	**0,468**	0,316[1]	-0,282[4]	-0,119[4]
Hidroptilidae	-0,034	-0,248	0,261	-0,117	0,235	0,204	-0,043	0,075	0,258	0,096
Leptoceridae	-0,034	0,161	-0,110	-0,311 [2,4]	-0,136	-0,150[3,4]	0,314	0,225	0,204[3]	-0,160[4]
Oligochaeta	-0,137	0,062[2,3,4,5]	**0,386**[4]	0,269	-0,264[2,4,5]	-0,348[4]	0,369[5]	**-0,499**	-0,104	-0,216
***Physa* sp.**	**0,380**	0,273	-0,264	0,205	-0,327	**-0,479**[3]	0,239	0,800[1]	0,632[1]	**-0,433**
***Podonomus*sp.**										
Simulidae	-0,163	-0,221[1]	-0,015[4]	-0,058[5]	-0,463[1]	-0,249759	-0,007[5]	-0,551[6]	-0,028[2,4]	**-0,433**[4]
VARIABLES AMBIENTALES										
	Molibdeno disuelto	Nitrato (N-NO3)	Nitrógeno orgánico total	Oxígeno Disuelto	pH	Sílice	Sólidos totales disueltos	Sulfato	Temperatura	Zinc disuelto
Acari	0,277[5]	-0,129	-0,025	-0,229 [5]	-0,059	-0,112	-0,272 [4]	-0,324 [4]	-0,076	0,081
Baetidae	-0,033	-0,080[6]	-0,262	-0,183	**0,416**	0,461 [4]	-0,216[2,3,4]	**-0,425**[2,3,4]	0,329	**-0,393**
Blephareceridae	0,305	-0,311	0,225	-0,0107	0,064	-0,117	-0,311	-0,311	-0,021	-0,118
Chironomidae	0,197	-0,243	0,162	0,265	-0,069[1,2,4]	-0,191	0,095	0,027[1,3]	0,147	-0,336
Elmidae	-0,264	0,094	0,299[1]	**-0,443**[5]	**0,477**[2,3,4]	-0,241	-0,094[6]	-0,287	0,253	**-0,419**
Empididae	0,223	-0,139[5]	-0,191	0,038 [4]	0,270	-0,267	**-0,361**	**-0,423**	-0,138	-0,302
Hydropsychidae	-0,160	-0,058[4]	-0,316	-0,322	**0,459**[2]	-0,140[2]	-0,152[2]	-0,283[2,3]	**0,390**[2,4]	-0,226[6]
Hidroptilidae	0,237	0,032	-0,118	0,096	-0,182	-0,075	-0,117	-0,085	-0,118	0,203
Leptoceridae	0,305 [3,4]	-0,311[4]	0,225	-0,010 [4]	0,064[2]	-0,075[2]	-0,311[2,4]	-0,311[2,4]	-0,021	-0,118
Oligochaeta	0,029	**-0,382**	0,126	0,188	-0,327[2,3,4,5]	**0,406**	0,208	-0,273	0,108	0.310[4,5]
***Physa* sp.**	-0,283	-0,800[5]	0,076	-0,800[3,4]	**0,561**[2,3,4,5]	-0,234	0,400[2,3,5]	-0,800[6]	0,344[2,3,4,5]	**-0,431**[2]
***Podonomus*sp.**							-0,250[5]	-0,226[5]		
Simulidae	0,038	-0,104	-0,348[4]	-0,147	0,175	-0,204	-0,104[5]	-0,221[4,5]	0,160	-0,228

Folio017935

6 CONCLUSIONES

Durante la campaña de Marzo del 2014, en la cuenca del Estrecho la familia de dípteros Chironomidae, fue la se distribuyó en todas las estaciones muestreadas. Esta familia se caracteriza por una alta tolerancia a la contaminación (Figueroa 2004). Además destacan con su abundancia en algunas estaciones las familias Elmidae (Coleoptrea), Baetidae (Ephemeroptera) e Hydrosychidae (Trichoptera) con tolerancia media a la contaminación. Las diferencias abundancias de estos organismos así como su presencia o ausencia son las que estarían determinando las calidades de los hábitat en las estaciones estudiadas. Además, destaca la presencia, en esta cuenca de la familia de dípteros Blephareceridae, aunque en bajas abundancias. Esta familia es característica de ambientes de aguas corriente y una alta oxigenación (Lancaster & Briers 2007).

En la cuenca de las Tres Quebradas, nuevamente Chironomidae fue obtenida en todas las estaciones, sin embargo con menores abundancias y proporciones que en la cuenca del Estrecho. En esta cuenca, destaca también la presencia de la familia de coleópteros Elmidae y de efemerópteros Leptophlaebidae, sensibles al estrés ambiental (Merrit & Cummins 1978, Cordova *et al.* 2009). La familia Leptophlaebidae, durante la campaña anterior (septiembre 2013), también fue abundante.

En ambas cuenca, aunque con diferentes abundancias y presente en sólo algunas estaciones, la clase Oligochaeta, como grupo con alta tolerancia que soporta alta carga de materia orgánica (Figueroa 2004; Córdova 2009) aportó a las calidades definidas en las estaciones estudiadas.

Las familias que registraron las mayores correlaciones fueron Elmidae, Batidae, Chironomidae y *Physa* (Physidae). Entre estas se han repetido en algunas campañas las correlaciones de Elmidae con DBO, Bicarbonatos, sólidos totales disueltos y Cobalto disuelto (R=-0,504), Batidae con Cobalto, y *Physa* con pH.

Por su parte, en la cuenca del Estrecho, las calidades obtenidas mediante el índice SIGNAL-2PL, mostraron las peores calidades de “mala” y “muy mala” concentradas en la parte alta de la cuenca, semejante a lo que ocurre con las calidades de la Guía de CONAMA (2004) con excepción de las variables biológicas.

En la cuenca de las Tres Quebradas, tanto para SIGNAL-2PL como para las calidades de la Guía Conama (2004), prevalecieron las calidades de “regular” a lo largo de la cuenca. Destaca, la mejor calidad encontrada en la parte alta del río del Carmen (R-DC1) tanto para SIGNAL-2PL como para las variables físico-químicas y biológicas.

Para ambas cuencas, se mantuvo como en campañas anteriores que, las malas calidades obtenidas para el grupo de variables físicas y químicas fue regido por el valor de pH. Las sustancias inorgánicas por las concentraciones de sulfato. El grupo de los metales esenciales por las concentraciones, principalmente de manganeso y para los no esenciales las concentraciones de cadmio. Esto fue confirmado con los resultados obtenidos de la comparación de las calidades obtenidas desde los índices bióticos y las calidades de la Guía de CONAMA, que indicaría a estas variables entre otras que no serían diferentes en su calidad con los índices bióticos.

Folio017936

Entre las variables que no presentaron diferencias con las calidades de SIGNAL-2PL, prevalecen conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos. Esto debido a que coincide con lo registrado por algunos autores como Azrina *et al.* (2006) y Córdoba *et al.* (2009) que demostraron que estas variables regían sobre la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y Mancilla *et al.* (2009) que encontró correlaciones positivas de dichas variables, además del sulfato con el índice biótico de familias (IBF, también basado en macroinvertebrados).

Es importante destacar que en la presente campaña, el oxígeno disuelto tampoco presentó diferencias con las calidades entregadas por el índice SIGNAL-2PL, lo que coincide con estudios realizados en cuencas del centro sur de Chile (Debels 2005, Mancilla 2010).

De esta forma, la utilización del IB SIGNAL-2PL en conjunto con las calidades obtenidas desde las características físicas y químicas de la columna de agua permiten tener una visión integral del estado de los sistemas fluviales estudiados.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, AWWA, WEF (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition.

Arenas JN (1995) Composición y distribución del macrozoobentos del curso principal del río Biobío, Chile. Medio Ambiente, 12 (2):39-50.

Armitage PD, D Moss, JF Wright& MT Furse (1983) The performance of a new biological a water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. Water Research 17: 333-347.

Azrina MZ, CK Yap, A Rahim Ismail, A Ismail & SG Tan (2006) Anthropogenic impacts on the distribution and biodiversity of benthic macroinvertebrates and water quality of the Langat River, Peninsular Malaysia. Ecotoxicology and Environmental Safety 64: 337-347.

Barbour MT, JM Stribling& J Karr (1995) Multimetric approach for establishing biocriteria and measuring biological condition. In: Davis W.S & T.P. Simon (eds) Biological assesment and criteria: Tools for wáter resource planning and decisión making. Lewis Publishers, USA.63-77 pp.

Barbour MT (1997) The re-invention of biological assessment in the U.S. Humn and ecological Risk Assessment 3(6): 933-940.

Bertrand H (1995) Les insectes aquatiques d"Europe. Encyclopédie Entomologique. Volume II: Trichoptères, Lepidoptères, Diptères, Hyménoptères. Paul Lechevalier Editeur (Paris) 543 pp.

Bonada N (2003). *Ecology of the macroinvertebrate communities in Mediterranean rivers at different scales and organization levels*.Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 1010 pp.

Cade-Idepe. 2004. Cuenca Del Río Huasco, diagnóstico y clasificación de los cursos de agua y cuerpos de aguas según objetivos de calidad. http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Huasco.pdf

Campos H, J Arénas, C Jara, T Gonser& R Prins (1984) Macrozoobentos y faunaíctica de las aguas limnéticas de Chiloé y Aysén continentales (Chile). Medio ambiente (Chile) 7(1): 52-64.

Chessman BC (1995) Rapid assessment of rivers using macroinvertebrates: a procedure based on hábitat-especificsamling, family-level identification and a biotic index. Australian Journal Ecology 20:122-129.

Chessman BC (2003) New sensitivity grades for Australian river macroinvertebrates. Marine and Freshwater Research 54:95-103.

Chutter FM (1972) An empirical biotic index of the quality of water in South African streams and rivers. WaterResearch 6: 19-30.

CONAMA (2004) Guía para el desarrollo de Normas para la protección de las aguas Continentales Superficiales. Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA. Gobierno de Chile. 23 pp.

Córdova S, H Gaete, F Aránguiz& R Figueroa (2009) Evaluación de la calidad de las aguas del estero Limache (Chile central), mediante bioindicadores y bioensayos. Latin American Journal of Aquatic Research 37(2):199-209.

Fernández HR & E Domínguez (2001) Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos. Editorial Universitaria de Tucumán, Argentina. 282 pp.

Figueroa R. (2004) Calidad ambiental de la cuenca hidrográfica del río Chillán, VIII Región, Chile, Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad de Málaga, 260 pp.

Figueroa R, E Araya & C Valdovinos (2000) Deriva de macro invertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua de ríos del sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76 (2): 275-285.

Figueroa R, Palma R, V Ruiz & X Niell (2007) Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. Revista Chilena de Historia Natural 80 (2): 225-242.

Figueroa R, VH Ruiz, E Araya, X Niell& A Palma (2006) Invertebratescolonizationpatterns in a mediterraneanChileanStream. Hidrobiología 571:409-417.

Ghetti PF (1980) Biological Indicators of the quality of running waters. BolletinZoologique, 47:381-390.

Habit E, C Beltran, S Arévalo& P Victoriano (1998) Benthonic fauna of the Itata river and irrigation Canals (Chile). IrrigationScience 18 (2):91-99.

Helling B, SA Reinecke, AJ Reinecke (2000) Efectos del fungicida oxicloruro de cobre en el crecimiento y la reproducción de Eiseniafetida (Oligochaeta). Ecotoxicología y Medio Ambiente ISSN 0147-6513 CODEN EESADV. Vol. 46, Nº1, pp. 108-116.

Hinselhoff WL (1988) Rapid field assessment of organic pollution with a family-level bioticindex. Journal of the North American Benthological Society 7:65-68.

Instituto Nacional de Estadística, INE(2007) Informe Anual. MedioAmbiente

Lancaster J & R Briers, Eds (2007) Aquatic Insects: Challenges to Populations. Proceedings of the Royal Entomological Society's 24th Symposium.University of Edinburgh 342 pp.

Lemly AD & RH Hilderbrand (2000) Influence of large woody on stream insect community abd benthic detritus. Hydrobiologia, 421:179-185.

Lopretto E.C. & G. Tell. 1995. Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Tomo III. Ediciones Sur, República Argentina. 1403 pp.

Lugo-Ortiz CR & WP McCafferty (1999a). Revision of South America species of Baetidae (Ephemeroptera) previously placed in *Baetis* Leach and *Psudocloeon*Klapàlik. Annals of Limnology 35: 257-262.

Lugo-Ortiz CR & WP McCafferty (1999b) Three new genera of small minnow mayflies (Insecta: Ephemeroptera: Baetidae) from the Andes and Patagonia. StudiesonNeotropical Fauna and Environment 34: 88-104.

Mancilla G, C Valdovinos, M Azocar, M Henríquez & R Figueroa (2009) Aproximación Multimétrica a la Evaluación de la Calidad del Agua en Cuencas con Diferentes Niveles de Intervención Antrópica. Interciencia 34(12) 857-864.

Márquez-García M,I Vila, LF Hinojosa, MA Méndez, JL Carvajal&MC Sabando(2009) Distribution and seasonal fluctuations in the aquatic biodiversity of the southern Altiplano. Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters 39(4): 314-318.

MattiVuoriand, K & J Kukkonen. 1996. Metal concentrations in Hydropsyche*pellucidula*larvae (Trichoptera, Hydropsychidae) in relation to the anal papillae abnormalities and age of exocuticle. Department of Biology, University of Joensuu, P.O. Box 111, FIN-80101, Joensuu, Finland. Water Research, Volume 30, Issue 10, October 1996, pages 2265-2272.

Merritt RW & KW Cummins (1978) An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, 320 pp.

Merritt RW & KW Cummins (1996).An introduction to the Aquatic Insect of North America.Third Edition.Kendall / Hunt Publishing Company.862 pp.

Metzelling L, F Wells & P Newell (2002) The development and testing of biological objectives for the protection of rivers and streams in victoria, Australia. Verthandlundgen der internationale Vereinigung fur theoretische und angewandte. Limnologie (Germany) 28:106-111.

Miserendino, M. L. & Lino A. Pizzolon. 1999. Rapid assessment of river water quality using macroinvertebrates: a family level biotic index for the Patagonic Andean zone.

ActaLimnol.Brasiliensa, 11 (2): 137-148.

Plaftkin JL, KD Barbour, SK Poter, P Gross & RM Hughes (1989) Rapid Bioassessment Protocols for use in stream and rivers. Benthic macroinvertebrates and Fish.EPA/444/4-89/0001.Office of wáter regulations and estándar, United States Environmental Protection Agency, Washinton, DC.EEUU.196 pp.

Puig M (1999) Elsmacroinvertebratsdelsriuscatalans, guisil-lustrada.Generalitat de Catalunya Departament de MediAmbient.Primera edició.251pp.

Rathore RS, & BS Khangarot. (2002) Effects of temperature on the sensitivity of sludge worm Tubifextubifex Muller to selected heavy metals. Ecotoxicology and Environmental Safety, 53(1):27–36.

Resh VH, R Norris & MT Barbour (1995) Design and implementtion of rapid assessment for wáter resource monitoring using benthic macroinvertebrates. Australian Journal of Ecology 20:108-121.

Resh VM, MM Myers & MJ Hannford (1996) Macroinvertebrates as biotic indicators of enviromental quality. In: HauerFr& GA Lamberty (Eds) Methods in Stream Ecology. AcademicPress, San Diego, California, USA. 674 pp.

Roldan GA (2003) Bioindicación de la Calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Editorial universidad de Antioquia.170 pp.

Schofield NJ & PE Davis (1996) Measuring the helth of rivers. Water (Australia) 23:39-43.

Simon T (2000) The use of biological criteria as a tool for wáter resource management. Environmental Science & Policy 3:43-49.

Sokal RR & FJ Rohlf (1995) Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 3rd edition. W. H. Freeman and Co.: New York. 887 pp. ISBN: 0-7167-2411-1.

Tiller D & L Metzeling (2002) Australia-Wide assessment of river health: Victorian Ausrivas sampling and processing manual.Monitoring river helth. Initiative Technical report no 15, Commonwealth of Australia and VIC Environmental Protection Authority, Camberra and Melbourne. Australia. 20 pp.

Verdonschot PF (2000) Integrated ecological assessment methods as a basis for suatainable catchment mangement. Hydrobiologia.422/423:389-412.

Woodiwis FS (1978) Biological wáter assessment methods.Severn Trent River Authorities, U.K.

Wright JF, D Moss, PD Armitage & MT Furse (1984) A preliminary classification of running wáter sites in Great Britain base don macroinvertebrate species and the prediction of

community type using environmental data. Freshwater Biology 14:221-256.

Wright JF, DW Sutclife& MT Furse (2000) Assessing the biological quality of fresh waters: RIVPACS and other techniques. Ambleside: Freshwater Biological Association. Cumbria, England. 23 pp.

Zilli, F y Gagneten, A. 2005.Efectos de la contaminación por metales pesados sobre la comunidad bentónica de la cuenca del arroyo cululú (río salado del norte, Argentina). INCI, mar, vol.30, no.3, p.159-165. ISSN 0378-1844.

MONITOREO DE BIOINDICADORES PROYECTO PASCUA LAMA

SEPTIEMBRE 2013







CIA. MINERA BARRICK.

CONTROL REVISIÓN DOCUMENTOS				
Versión	**Fecha**	**Elaborado por:**	**Revisado por:**	**Aprobado por:**
0	18-11-2013	Gabriela Mancilla	Fernanda Fischer	

NOVIEMBRE 2013

Folio017943

RESUMEN EJECUTIVO

El “Monitoreo de Bioindicadores Proceso de Validación Índice Biótico SIGNAL-2PL (Pascua Lama)” es desarrollado en la parte alta de la Cuenca del río Huasco, específicamente en las cuencas del río del Estrecho y del río de las Tres Quebradas. El presente informe expone los resultados de la campaña realizada en septiembre 2013, correspondiente a campaña de invierno.

En busca del mejor bioindicador para las cuencas en estudio se realizó una descripción de la calidad del agua de acuerdo a las variables físicas y químicas, así como con los índices bióticos SIGNAL-2PL y BMPS. Las calidades encontradas fueron relacionadas entre ellas para cada cuenca. Además, se identifican, organismos (taxa) que son posibles indicadores de las calidades encontradas, y sus relaciones con ciertas variables físico-químicas.

De esta forma, la comunidad de **macroinvertebrados bentónicos** registrada en las estaciones de monitoreo ubicadas en los ríos Del Estrecho, Chollay, Conay, del Tránsito y los ríos Toro, Potrerillos y De las Tres Quebradas registraron una baja diversidad de organismos, pudiendo reconocerse un total de 30 taxa, que fue representado en un 83,3% por insectos, entre los cuales predominaron los ephemerópteros y dípteros. El 16,7% restante estuvo conformado por moluscos, crustáceos, anélidos y platelmintos.

La aplicación del índice SIGNAL-2PL mostró que el área evaluada presentó una calidad de agua “muy mala” en el 41,2% de las estaciones muestreadas en la cuenca del Estrecho y de 40,0% de ocurrencia la calidad “buena” en la cuenca De las Tres Quebradas.

En la presente campaña, las calidades en la columna de agua acuerdo a la Guía de CONAMA y la calidad entregada por el índice biótico SIGNAL-2PL, no fueron distintas para algunas variables físico-químicas, biológicas, inorgánicos y metales

Por su parte, el estudio de los taxa indicadoras de calidad de agua obtenidas a partir del monitoreo en la etapa de calibración (ocho taxa), sumado a los taxa indicadoras determinadas a partir del Análisis Canónico realizado durante la etapa de validación, permitió identificar un total de trece taxa y sus variables asociadas. Con esto, durante esta campaña de septiembre 2013 se correlacionaron cinco taxa pertenecientes a los efemerópteros Baetidae, dípteros Simulidae, los coleópteros Elmidae, tricóptera Hydropsychidae y los moluscos Physidae.

Folio017944

RESUMEN EJECUTIVO 2
1 INTRODUCCIÓN 4
2 OBJETIVOS 5
2.1 Objetivo general 5
2.2 Objetivos específicos 5
3 ÁREA DE ESTUDIO 6
4 METODOLOGÍA 9
4.1 Parámetros de la calidad del agua 9
4.1.1 Clases de calidad según Norma Secundaria (guía CONAMA, 2004) 9
4.2 Muestreo biológico 10
4.2.1 Aplicación de índices bióticos 10
4.3 Taxa indicadora 14
4.4 Validación estadística 15
4.4.1 SIGNAL-2PL 15
4.4.2 Taxa indicadora 16
5 RESULTADOS 17
5.1 Parámetros de calidad del agua 17
5.1.1 Clases de Calidad de Agua 17
5.2 Comunidad zoobentónica e Índices Bióticos (IB) 24
5.2.1 Aplicación de Índice Biótico (IB): SIGNAL-2PL 26
5.3 Validación estadística 29
6 CONCLUSIONES 34
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 36

MONITOREO DE BIOINDICADORES PROYECTO PASCUA LAMA

1 INTRODUCCIÓN

Con el fin de manejar y gestionar los recursos hídricos en conjunto con los ecosistemas que sustentan, los países de mayor desarrollo han incorporado progresivamente las evaluaciones biológicas a su normativa de calidad de aguas (Woodiwis 1978, Ghetti 1980, 1997, Barbour *et al.*.1995, 1997, Lemly *et al.*.2000, Simon 2000, Verdonschot 2000). Esto con el fin de complementar los análisis físicos y químicos, que por sí solos no proveen una adecuada información de los efectos de la perturbación sobre los ecosistemas acuáticos.

Este tipo de enfoque ya ha sido abordado en Norteamérica (Plaftkin *et al..* 1989, Resh *et al.*. 1995, 1996, Barbour 1997), Australia (Chessman 1995, 2003, Schofield & Davis 1996, Metzelling *et al..* 2002, Tiller & Metzelling 2002), Inglaterra (Wright *et al..* 1984, 2000), África (Chuter 1972) y en general, por varios países de Europa que se encuentran ajustando metodologías dentro de la Directiva Marco del Agua (Bonada, 2003). Los principales instrumentos de regulación de la calidad de las aguas en Chile, corresponden a las “Normas Secundarias de Calidad Ambiental para aguas continentales superficiales y marinas”, llamada guía CONAMA (2004) y la Norma Chilena Oficial 1.333 of78 “Requisitos para la calidad del agua en diferentes usos”.

En contraste con la cantidad de estudios desarrollados en países desarrollados, en Chile los componentes biológicos de los ecosistemas acuáticos, han sido poco abordados y sólo de manera general en las últimas décadas (e.g., Campos *et al.*. 1984, Arenas 1995, Habit *et al.*. 1998, Figueroa *et al..* 2000, 2006 y 2007). El primer estudio realizado por Figueroa que utiliza los Índices Bióticos (IB), corresponde a una adaptación y aplicación del índice biótico de las Familias (IBF) de Hinselhoff (1988) en aguas del río Damas, Osorno, encontrando una buena correlación entre índices bióticos y variables ambientales asociadas a la carga orgánica y de nutrientes, relacionadas a la actividad agrícola de la zona. El segundo es una comparación de niveles taxonómicos, con datos del río Damas, Osorno; Estero Nonguén, Concepción y río Chillán, demostrando que a nivel de familia es aceptable el uso de biocriterios, especialmente por el desconocimiento de la fauna de invertebrados a niveles más específicos. El tercer estudio realiza una adaptación y análisis crítico de los índices de diversidad e índices bióticos (IB) aplicados en la cuenca del río Chillán, caracterizando la calidad ecológica de la cuenca. Sin embargo, estos estudios fueron realizados en la zona centro-sur del país, careciendo de información validada, que nos entreguen suficiente antecedentes sobre otras áreas del país (zona norte y centro norte).

Es por los motivos antes descritos, que el presente estudio se diferencia de experiencias anteriores a nivel nacional donde se han aplicado distintos índices desarrollados en el extranjero con pocas modificaciones. La presente aproximación incluyó en una primera etapa (campañas de septiembre 2007 a septiembre 2008) la evaluación de distintos índices biológicos basados en macroinvertebrados bentónicos, en la Región de Atacama, específicamente en la cuenca alta del río Huasco, así como también en una segunda etapa, la validación del índice biótico previamente calibrado y la aplicación de otros índices que potencialmente puedan ser aplicados en el área, dentro de los cuales se

Folio017946

determinó al BMPS como el que se ajusta mayormente.

Entre los índices utilizados, se observa que las calidades obtenidas tienen tendencias similares entre sí en ambas cuencas. Además se observa que los procesos naturales de los sistemas acuáticos de las cuencas en estudio, son regidos por variables diferentes a pesar de ser cuencas vecinas.

Las taxa indicadoras presentaron correlaciones que en algunas han sido reiteradas en las últimas campañas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Desarrollar un programa de validación del IB SIGNAL-2PL, utilizando a los macroinvertebrados bentónicos como herramienta biológica (indicadores), en conjunto con los análisis físicos y químicos, de manera que sea posible evaluar la relación entre los cambios en la calidad del agua y los cambios en la comunidad biológica.

2.2 Objetivos específicos

- Validar el Índice Biótico calibrado en el Monitoreo de Bioindicadores, correspondiente al SIGNAL-2PL.
- Validar el Índice Biótico calibrado en Monitroreo de Bioindicadores, SIGNAL-2PL, en conjunto con el índice BMPS.
- Caracterizar la calidad del agua de las cuencas Del Estrecho y De las Tres Quebradas mediante la aplicación del índice biótico SIGNAL-2PL y BMPS
- Elaborar una colección de referencia de la fauna de macroinvertebrados bentónicos, con énfasis en los grupos más sensibles (*i.e*. efemerópteros, tricópteros y coleópteros).
- Elaborar una base de datos georeferenciada de la información colectada/generada

Folio017947

3 ÁREA DE ESTUDIO

La validación de índice SIGNAL-2PL fue parte del Monitoreo de Bioindicadores, que llevó a cabo el proyecto Pascua-Lama. Por lo tanto el análisis de la información necesaria para el proceso de "Validación" se obtuvo del área de influencia del proyecto, que corresponde a la cuenca alta del río Huasco, específicamente en los ríos Del Estrecho, Chollay, Conay, y Del Tránsito y los ríos El Toro, Tres Quebradas, Potrerillos, Del Carmen, abarcando desde el área de nacientes de los ríos Del Estrecho y El Toro hasta la localidad de Alto del Carmen. La zona de estudio presenta un clima de tipo seco-desértico frío cambiando hacia la zona de mayor altura a un clima de tundra por efecto de la altura (INE, 2007). El río Huasco, considerado como uno de los ríos más importantes de los valles transversales, nace en el sector andino y posee un caudal permanente por efecto de las lluvias y los deshielos originados en la alta cordillera, ocurriendo los caudales máximos durante el mes de diciembre. Un rasgo interesante de destacar, y que se repite en la mayoría de los ríos chilenos, es que la red hidrográfica del río Huasco se encuentra orientada en un sentido general sureste a noreste, de tal manera que el Huasco desemboca al mar a la misma altura que el nacimiento del río septentrional de los dos cordilleranos que lo forman. La hoya del río Del tránsito se desarrolla al NE y comprende una superficie de 4.135 km2. La longitud de este río tomada desde el nacimiento de su sub-tributario principal es de 108 km hasta la Junta del Carmen. Se forma de la confluencia de los ríos Conay y Chollay, en la Junta de Chollay 45 km aguas arriba de la Junta del Carmen. A su vez, el Conay proviene de la confluencia en plena cordillera andina de los ríos Laguna Grande y Laguna Chica, que se generan en sendas lagunas homónimas. La hoya del río del Carmen tiene una superficie de 2.860 km^2. En su límite norte se encuentra la sierra del Medio o Tatul, que disminuye paulatinamente de altura desde la frontera hasta la Junta del Carmen (Cade - Idepe, 2004).

En la campaña de septiembre de 2013, fueron muestreadas un total de 30 estaciones en los dos sectores ubicados en la parte alta del río Huasco, pero sólo se obtuvo muestras en 29 de ellas, debido a que la estación R-TO1, no presentó un acceso seguro. Los códigos y descripción de cada una de las estaciones de muestreo se detallan en la **Tabla 1** y su ubicación espacial en la **Figura 1**.

En la presente campaña, además se incluye el análisis del IB BMPS, como en informes anteriores, debido a que de acuerdo al informe consolidado, se llegó a la conclusión que es el índice que mejor se relaciona con las variables físico-químicas de la calidad de la columna de agua de los sistemas en estudio, considerando todo el periodo de muestreo.

Folio017948

Tabla 1. Códigos, descripción y ubicación UTM de las 30 estaciones de muestreo. RP: Río Principal; T: Tributarios. Septiembre 2013

CUENCA RÍO DEL ESTRECHO/CHOLLAY/DEL TRÁNSITO			
Estaciones de Muestreo	**Descripción**	**Coordenadas (UTM)**	
RP-1	Río Del Estrecho sector nacimiento	397.043	6.760.140
RP-2	Río Del Estrecho aguas arriba confluencia río Los Barriales	396.771	6.760.108
RP-3	Río Del Estrecho aguas abajo confluencia río Los Barriales	392.760	6.764.120
ST-6	Río Del Estrecho aguas abajo confluencia con Quebrada Agua de la Falda	389.479	6.769.448
RP-4	Río Del Estrecho aguas abajo confluencia río Del Toro	387.870	6.772.630
RP-5	Río Chollay aguas abajo confluencia río Blanco	389.633	6.776.750
RP-6	Río Chollay aguas abajo confluencia río Chañarcillo	390.842	6.781.314
RP-7	Río Chollay aguas abajo confluencia río Pachuy	387.747	6.791.879
RP-8	Río Chollay aguas arriba confluencia río Conay	387.556	6.794.085
R-C	Río Conay, antes confluencia río Chollay	387.081	6.794.600
R-TR1	Río Del Tránsito, bajo confluencias con río Conay/Chollay	386.283	6.794.260
R-TR2	Río Del Tránsito, aguas arriba río Huasco	358.117	6.816.945
T1	Río Los Barriales	396.699	6.761.817
ST-R3	Quebrada Agua de la Falda	391.453	6.766.333
T2	Río Del Toro	387.660	6.772.501
T3	Río Blanco	389.268	6.776.101
T4	Río Chañarcillo	391.006	6.780.690
T5	Río Pachuy	388.055	6.792.122
CUENCA RÍO DE LAS TRES QUEBRADAS /POTRERILLO/DEL CARMEN/TORO			
R-TO1	Río Toro, área de nacimiento	396.187	6.775.004
R-TO2	Río De las Tres Quebradas, aguas arriba Quebrada Las Ortigas	388.471	6.750.582
Q-LO	Quebradas Las Ortigas	386.049	6.748.051
R-3Q	Río De las Tres Quebradas, agua abajo Quebrada Las Ortigas	383.228	6.745.429
R-PT1	Río Potrerillos, aguas arriba De las Tres Quebradas	382.382	6.744.627
R-PT2	Río Potrerillos, aguas abajo De las Tres Quebradas	381.512	6.745.398
R-DC1	Río Del Carmen, aguas abajo río Potrerillos	368.431	6.755.895
R-DC2	Río Del Carmen, aguas arriba Estero La Plata	367.768	6.766.963
R-DC3	Río Del Carmen, aguas abajo Estero La Plata	368.129	6.768.540
R-DC4	Río Del Carmen, aguas abajo Quebrada López	355.634	6.786.653
R-DC5	Río Del Carmen, aguas arriba río Huasco	355.182	6.817.807
R-H	Río Huasco, aguas abajo confluencia Del Tránsito/Del Carmen	353.751	6.818.784

Folio017949

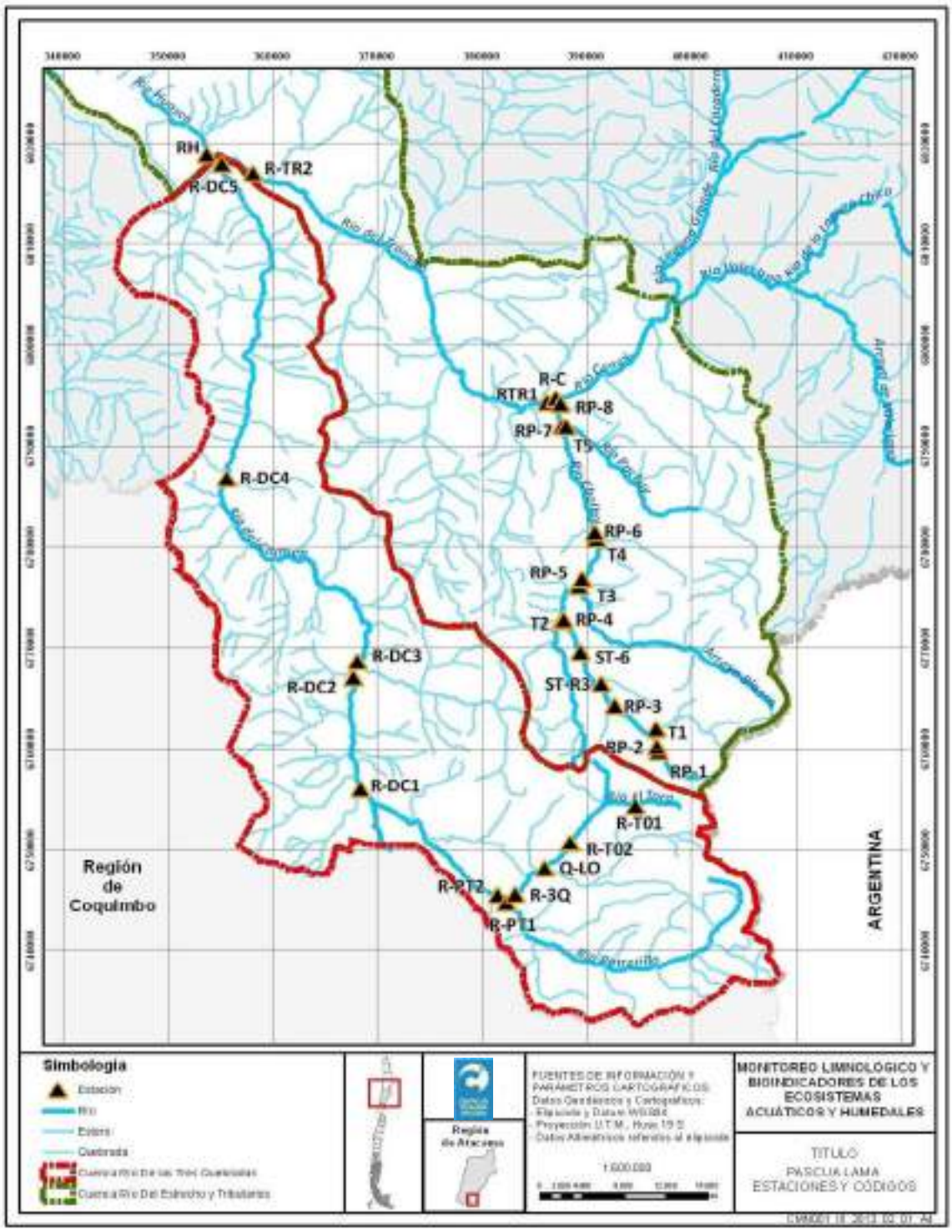


Figura 1. Ubicación espacial (UTM) de las 30 estaciones de muestreo evaluadas en el curso principal (RP) y afluentes (T) de los ríos Del Estrecho, Chollay, Conay (R-C) y Del Tránsito (R-TR) y ríos Toro (R-TO1), De Las Tres Quebradas (R-TO2 y R-3Q), Potrerillos (R-PT), Del Carmen (R-DC) y Huasco (R-H).

Folio017950

4 METODOLOGÍA

Se analizó la calidad de las aguas en los cursos superficiales dentro del área de estudio, en los aspectos físicos, químicos y biológicos. Realizando análisis de laboratorio de la calidad de las aguas de los ríos Del Estrecho, Chollay, Conay y Del Tránsito y ríos Toro, De Las Tres Quebradas, Potrerillos, Del Carmen y Huasco. Los parámetros analizados como también las metodologías empleadas se describen a continuación.

4.1 Parámetros de la calidad del agua

El procedimiento de toma de muestras y preservación de ellas, se realizó de acuerdo a lo establecido en el *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA-AWWA-WEF, 2005). Luego se categorizaron los segmentos analizados según las clases de calidad descritas en el anteproyecto de Norma Secundaria (CONAMA, 2004).

La metodología analítica para cada uno de los parámetros utilizados se detalla en el "Monitoreo limnológico proyecto Pascua-Lama".

4.1.1 Clases de calidad según Norma Secundaria (guía CONAMA, 2004)

Esta tipificación del agua permitió establecer de acuerdo a niveles de calidad por elemento o compuesto obtenidos en la campaña, los distintos tipos de calidades del agua que se encuentran en el área de estudio. Estas calidades de agua presentan cinco categorías que van de Clase de excepción (Muy buena) a Clase cuatro (Muy mala), según lo descrito en la **Tabla 2**.

Tabla 2 Clases de calidad de agua identificadas en guía CONAMA (2004).

Clase de Excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Indica Agua de mejor calidad que clase uno, que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la república	Muy buena calidad. Indica un agua adecuada para la protección y conservación de las comunidades acuáticas, para el riego irrestricto y para los usos comprendidos en las clases dos y tres	Buena Calidad. Indica un agua adecuada para el desarrollo de la acuicultura, de la pesca deportiva y recreativa, y para los usos comprendidos en la clase tres	Regular calidad. Indica un agua adecuada para bebida de animales y para riego restringido	Las aguas que excedan los límites establecidos para la clase tres, indicarán un agua de mala calidad, en general no adecuada para la conservación de las comunidades acuáticas o su aprovechamiento para los usos prioritarios sin el tratamiento adecuado

Para establecer la calidad del agua según sus características físicas y químicas, los parámetros se agruparon en indicadores físicos y químicos, compuestos inorgánicos, metales esenciales disueltos, metales no esenciales disueltos e indicadores

Folio017951

microbiológicos. De esta forma, según las distintas agrupaciones, se obtuvo una calidad de agua final única, utilizando el criterio del peor escenario.

Todas las clases de calidad definidas en el presente informe, corresponden a aquellas establecidas en la Norma Secundaria (Guía CONAMA, 2004). Para lo cual, mediante la evaluación de diferentes variables en la columna de agua, se consideró a la calidad "De excepción" como "muy buena" para tener una categoría homóloga a los descrito por los índices bióticos aplicados en el presente estudio.

4.2 Muestreo biológico

Se obtuvieron seis muestras cuantitativas con una red surber de 0,09 m^2, con malla de apertura de 250 μm. La estimación de la fauna bentónica se realizó mediante el recuento directo por grupo de organismos. El método de análisis consistió en examinar las muestras bajo lupa Zeiis Stemi 2000-C, separando la totalidad de los organismos, clasificándolos y contándolos. La clasificación de los organismos se realizó según los trabajos de Bertrand (1995), Lugo-Ortiz & MacCafferty (1999a y 1999b), Lopreto & Tell (1995), Merrit & Cummins (1996), Fernández & Domínguez (2001).

4.2.1 Aplicación de índices bióticos

SIGNAL-2PL

En este trabajo se aplica el IB seleccionado en el Monitoreo de Bioindicadores (SIGNAL-2PL), con el fin de validar su utilización para evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos del área de estudio, sumado a lo cual, se aplicará también el IB BMPS (Biotic Monitoring Patagonian Stream) con el mismo fin.

Tras la utilización del SIGNAL-2 y en base a los antecedentes ya obtenidos en el proceso de calibración de las campañas anteriores para las áreas estudiadas, se adaptó el índice biótico denominándolo SIGNAL-2PL. Este IB utiliza la identificación de los macroinvertebrados hasta el nivel taxonómico de familia. Cada familia tiene una puntuación entre 1 y 10 (**Tabla 2**). Una puntuación baja significa que las familias son tolerantes para un amplio rango de condiciones medioambientales, incluidas formas comunes de contaminación; una alta puntuación denota que la familia es sensible a la mayoría de las formas de contaminación. Este índice en su forma original presenta sólo cuatro categorías de calidad, siendo cualquier valor superior a seis una calidad de tipo Buena y valores inferiores a cuatro significan una calidad Muy Mala. Figueroa *et al.*. (2007) propuso adicionar una nueva categoría (**Tabla 5**), siendo esta categorización la que se utiliza en este estudio, debido a que permite la comparación directa con las categorías asignadas en la Guía de CONAMA (**Tabla 2**).

Además, siguiendo la metodología descrita por Chessman (2003), para el índice SIGNAL-2, a cada taxón se le aplicó un factor de peso (**Tabla 3**) que depende de la abundancia de este, valor que es asignado según la **Tabla 4**.

Folio017952

El índice se calculó de la manera siguiente:

$$SIGNAL - 2PL = \frac{\sum t_i w_i}{\sum w_i}$$

donde t_i es el valor de tolerancia del taxón y w_i corresponde al factor de peso del número de individuos en el taxón.

La aplicación de los grados de calidad de aguas, derivó de la identificación de las familias encontradas en el área de estudio, las cuales se le asignaron un valor de tolerancia correspondiente al Índice SIGNAL-2PL, siendo el valor mayor obtenido para aquellas familias más sensibles y los menores para aquellas familias más tolerantes a perturbaciones ambientales naturales y/o antrópicas. Estos valores totales son sumados y se obtiene un valor final asociado a las cinco Clases de Calidad identificadas (ver **Tabla 5**). Estas calidades están asociadas a características ambientales las que permiten determinar si el agua es Muy buena (aguas limpias) hasta Muy mala (aguas fuertemente contaminadas), donde finalmente se les asigna un color determinado. Este color es el que se usa luego para marcar los ríos y corrientes en el mapa del área en estudio dando como resultado un mapa de calidad de aguas.

Tabla 3 Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención de los distintos índices utilizados. Stream Invertebrate Grade Number-Average Level, versión 2 (SIGNAL-2) y versión SIGNAL-2PL.

Familias	Valores SIGNAL-2	Valores SIGNAL-2PL
Acari	*	5
Aeshnidae	4	3
Amnicolidae*	4	4
Athericidae	8	5
Baetidae	5	9
Belostomatindae	1	2
Blephariceridae	10	7
Ceratopogonidae	4	4
Caenidae	4	4
Chironomidae	3	1
Collembola	*	3
Cordulliidae	5	5
Culicidae	1	6
Delphacidae	*	4
Dixidae	8	7
Dolichopodidae	3	3
Dugesiidae	2	5
Dytiscidae	2	3
Elmidae	7	10
Empididae	5	2
Ephydridae	2	5
Glossosomatidae	8	7
Gyrinidae	4	5
Hemiptera	*	4
Hirudinea	*	3
Hyalellidae	*	3
Hydrobiosidae	8	6
Hydrophilidae	2	5
Hydropsychidae	6	9
Hydroptilidae	4	5
Hygrobatidae	*	4
Lepidoptera	*	3
Leptoceridae	6	4
Leptophlebiidae	8	7
Libellulidae	4	5
Limnephilidae	8	5
Limoniinae	*	4
Muscidae	*	2
Nematoda	*	3
Oligochaeta	*	1
Orthocladiinae	4	3
Physidae	1	2
Platyhelminthes	*	2
Podonominae	6	4
Policentropodidae	7	10
Simuliidae	5	3
Sphaeriidae	*	5
Tabanidae	3	4
Tipulidae	5	3
Tubificidae	*	4

*****: Taxa no incluidas en el IB SIGNAL 2.

Folio017954

Tabla 4 Factor de peso asignado a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos dependiendo de su abundancia, para la obtención del índice SIGNAL-2PL.

Número de individuos	Factor de peso (Figueroa, 2007, modificado)	Factor de Peso (SIGNAL-2PL)
1 – 2	1	1
3 – 5	2	2
6 – 10	3	3
11 – 20	4	4
Sobre 20	5	5

Tabla 5 Tabla de transformación a cinco clases de calidad para el índice biótico, su relación con las características ambientales y el color para su representación cartográfica (Figueroa *et al.*, 2007. Modificado).

Clase	SIGNAL 2	SIGNAL-2PL	Características ambientales	Color
I	> 7	> 7	Muy Buena, no perturbado	**Azul**
II	6 - 7	6 - 7	Buena, moderadamente perturbado	**Verde**
III	5 - 6	5 - 6	Regular, perturbado	**Amarillo**
IV	4 - 5	4 - 5	Mala, muy perturbado	**Naranjo**
V	< 4	< 4	Muy Mala, fuertemente perturbado	**Rojo**

Folio017955

4.3 Taxa indicadora

Las taxa indicadoras o bioindicadoras son aquellos organismos que ayudan a descifrar cualquier fenómeno o acontecimiento actual (o pasado) relacionado con el estudio de un ambiente, estas taxa tienen requerimientos físicos, químicos, de estructura del hábitat y de relaciones con otras especies, específicos que los diferencias de otros taxa.

A partir del análisis de las variables ambientales que fueron estadísticamente significativas en la estructuración de la comunidad en la etapa de elección y calibración de los índices (campañas de marzo 2007 a septiembre 2008), sumada a aquellas identificadas en el proceso de validación (campañas de marzo 2007 a septiembre 2010) a través del Análisis de Correspondencia Canónica en el cual se identificaron patrones de asociación entre las variables ambientales y taxa particulares utilizando la data histórica del proyecto, se determinaron taxa indicadoras de calidad de agua para el presente estudio (**Tabla 6)** además de variables que podrían estar determinando la distribución y abundanca de la comunidad de macroinvertebrados **(Tabla 7**).

Tabla 6 Taxa indicadores y su tolerancia a cambios ambientales y/o a altas cargas de materia orgánica.

TOLERANCIA	TAXA INDICADORA
Baja tolerancia	Blephareceridae
Tolerancia media	Acari
	Baetidae
	Elmidae
	Hydropsychidae
	Hydroptilidae
	Leptoceridae
Alta tolerancia	Oligochaeta
	Physidae
	Podonominae
	Simuliidae
	Chironomidae
	Empididae
	Chironomidae

Folio017956

Tabla 7 Variables Ambientales relacionadas con las taxa indicadoras

VARIABLE
Temperatura
Oxígeno Disuelto
pH
Sólidos totales disueltos
Demanda bioquímica de oxígeno
Amonio (N-NH4)
Bicarbonato
Cadmio disuelto
Calcio
Clorofila "a"
Cobalto disuelto
Cobre disuelto
Fósforo total
Hierro disuelto
Molibdeno disuelto
Nitrato (N-NO3)
Nitrógeno orgánico total
Sílice
Sulfato
Zinc disuelto

4.4 Validación estadística

4.4.1 SIGNAL-2PL

Para la validación de los índices SIGNAL-2PL, se utilizaron las clases de calidad obtenidas con respecto de ambos índices y las variables físicas y químicas en el área de estudio. La categorización se realizó mediante las clases de calidad descritas en el anteproyecto de Norma Secundaria, como se observa en las equivalencias de la **Tabla 8**. En el caso, de la calidad del agua con respecto a las variables caracterizadas en la columna de agua, fueron separadas en grupos de variables (variables físicas y químicas, compuestos inorgánicos, metales esenciales, metales no esenciales, indicadores microbiológicos). Por cada categoría, fue otorgada la calidad a la estación de acuerdo a la peor calidad registrada entre las variables utilizadas.

Folio017957

Tabla 8 Equivalencia de las clases del IB SIGNAL-2PL y Guía CONAMA (2004).

Característica Ambiental	Clase SIGNAL-2PL	Clase Guía CONAMA, 2004	Color
Muy Mala	**V**	**IV**	
Mala	**IV**	**III**	
Regular	**III**	**II**	
Buena	**II**	**I**	
Muy Buena	**I**	**De Excepción**	

Para evaluar el grado de asociación entre las categorías obtenidas con el índice SIGNAL-2PL con las categorías asignadas a la calidad del agua (variables ambientales), se utilizó un análisis de χ^2 (Sokal & Rohlf 1995). De este análisis se descartaron las variables que históricamente han presentado la misma calidad. Estas son: Nitrito, cloruro, amonio y entre los metales, níquel y selenio. En especial en esta campaña se descarta el Color verdadero, pues en todas las estaciones presentó la misma calidad. La diferencia entre los resultados observados y esperados (clase SIGNAL-2PL), nos puede afirmar si las variables en estudio están asociadas o bien son independientes unas de las otras. De esta forma, si se encuentran diferencias significativas ($p<0,05$) nos indica que no existe asociación entre las calidades de agua analizadas. Para esta comparación se utilizará la nomenclatura de los índices bióticos.

La fórmula que da el estadístico es la siguiente:

$$x^2 = \sum_i \frac{(observado_i - esperado_i)^2}{esperado_i}$$

4.4.2 Taxa indicadora

Este análisis utilizó las abundancias de las taxa identificadas en los procesos de Calibración y Validación del Monitoreo de Bioindicadores (**Tabla 6**), así como las variables ambientales significativas (**Tabla 7**). La correlación realizada permitió calcular el grado de asociación entre las variables ambientales y la abundancia de los posibles taxa indicadores, mediante el cálculo del coeficiente de correlación de Spearman (r_s).

El estadístico r_s se calcula según la expresión:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum D^2}{N(N^2-1)}$$

donde *D* es la diferencia entre los correspondientes valores de *x* - *y*. *N* es el número de parejas.

Folio017958

5 RESULTADOS

5.1 Parámetros de calidad del agua

5.1.1 Clases de Calidad de Agua

El grupo de variables físicas y químicas presentaron valores para categorías de calidad del agua que varían desde “muy buena” a “muy mala” a lo largo de las dos cuencas en estudio del Estrecho y de las Tres Quebradas. En la **cuenca del Estrecho**, en un total de 18 estaciones monitoreadas, prevalecieron en igual porcentaje de ocurrencia las calidades “muy buena” y “muy mala” (27,7%, cinco estaciones). En la **cuenca de las Tres Quebradas**, en un total de 10 estaciones monitoreadas, la calidad “regular” con un 60,0% de ocurrencia (seis estaciones; Tabla 9).

Las categorías de calidad en relación a los compuestos inorgánicos están regidas por las concentraciones del ion sulfato, ya que el amonio, nitrito y cloruro, sólo presentan calidades de “muy buena” o “de excepción”. De esta forma, en la **cuenca del Estrecho** fueron registradas calidades de “muy buena” a “muy mala”, prevaleciendo la categoría “regular” con un 66,7% de ocurrencia. En el caso de la **cuenca de las Tres Quebradas,** las calidades fueron de buena y regular, prevaleciendo esta última en un 90,0% de ocurrencia (**Tabla 9**). Situación en ambas cuencas semejante a las campañas del año 2012 y marzo 2013.

Entre los metales esenciales, en las dos cuencas fueron encontradas calidades de “regular” y “muy mala” calidad. Prevaleciendo en ambas cuencas, la calidad de “muy mala”, en la **cuenca del Estrecho** con un 88,9% de ocurrencia y en la **cuenca de las Tres Quebradas**, con un 90% (**Tabla 10**).

Los metales no esenciales, en la **cuenca del Estrecho**, presentaron categoría de “regular” y “muy mala” donde dominó la calidad “muy mala” con un 85,7% de ocurrencia. Por su parte, la **cuenca de las Tres Quebradas**, presentó sólo calidades “regular” (100%; **Tabla 12**).

Finalmente, las variables microbiológicas, en la **cuenca del Estrecho** registraron calidades de “muy buena” a “buena”, con igual porcentaje de ocurrencia para cada calidad (50%). En la **cuenca de las Tres Quebradas**, fueron obtenidas sólo calidades de “buena” (100%, **Tabla 12**).

En la **cuenca del Estrecho**, en relación a los parámetros físicos y químicos, se obtuvieron calidades “muy mala”, en el curso principal desde el sector del nacimiento del río del Estrecho (RP-1) hasta aguas abajo de la quebrada Aguas de las Faldas (ST-6). En la parte media, cuando el río se denomina Chollay, se observaron sólo calidades de “regular” (RP-5 y RP-6), “muy buena” en RP-7 y “buena” en RP-8, aguas arriba de la confluencia con el río Conay. Esta misma calidad, se observa en la parte baja de la cuenca, en el río del Tránsito (R-TR1) cambiando aguas abajo a “regular”, aguas arriba del río Huasco (R-TR2). Entre los tributarios fueron observadas calidad de “De excepción” y “buena”. Las calidades “De excepción” fueron registradas en los ríos de la quebrada Agua de las Faldas (ST-R3), Barriales (T1), del Toro (T2) y Chañarcillo (T4). Por su parte, tuvieron calidad “buena” los ríos Blanco (T3) y Pachuy (T5; **Tabla 9**).

Folio017959

Para los compuestos inorgánicos, en la parte alta del curso principal, desde el nacimiento (RP-1) hasta aguas arriba de la confluencia con el río Barriales (RP-2) la calidad fue "muy mala". La parte media y baja del río, registraron calidad de "regular" (río Chollay y río del Tránsito). Nuevamente, en los tributarios se registró la mejor calidad. Esta fue de "muy buena" o "de excepción", en río del Toro (T2), río Chañarcillo (T4) y quebrada Agua de las Faldas (ST-R3). La peor calidad entre los tributarios fue de "regular" en río Blanco (T3) y río Pachuy (T5; **Tabla 9**). Estas calidades se repiten de la campaña anterior

Los metales esenciales, a lo largo del curso principal, registraron calidades de "regular" y "muy mala", calidad determinada por las concentraciones de manganeso, las cuales fueron muy superiores a 0,2 mg/L. La mejor calidad de "regular" fue registrada en la parte baja de la cuenca, a lo largo del río del Tránsito (R-TR1 y R-TR2; **Tabla 10**).

Para los metales no esenciales, en la parte alta del curso principal, desde su nacimiento hasta aguas abajo del río del Toro (RP-4) tuvo calidad de "muy mala". Desde aguas abajo de la confluencia con el río Chollay con el río Blanco (RP-5) hasta la parte baja del río, R-TR1 y R-TR2 la calidad fue de "regular" con respecto a los metales no esenciales. Todos los tributarios presentaron calidades de "regular" (**Tabla 12**).

Las variables microbiológicas presentaron, en el curso principal, desde su parte más alta estudiada (RP-1) hasta el río Chollay aguas abajo río Blanco (RP-5), calidad de "De excepción" o "muy buena", semejante a la campaña anterior marzo 2013. Desde aguas abajo de la confluencia con el río Chañarcillo (RP-6), antes de confluir con el río Conay (RP7 y RP-8), hasta la parte baja de la cuenca (río del Tránsito; R-TR1 y R-TR2), la calidad fue de "buena". Entre los tributarios, fueron observadas calidades de "muy buena" en el río Barriales (T1), Quebrada del as faldas (ST-R3) y río Blanco (T3), de "buena" en río del Toro (T2), río Chañarcillo (T4), río Pachuy (T5) y río Conay (R-C; **Tabla 12)**

En la cuenca del **río de las Tres Quebradas**, en cuanto a los parámetros físicos y químicos, en la parte más alta monitoreada, se registraron calidades de "muy buena" o "De excepción" en R-TO2 y "muy mala" en el río Tres Quebradas (R-3Q). En el río Potrerillo aguas arriba la calidad fue de "regular" (R-PT1) y aguas abajo de "buena" antes de su confluencia con el río Tres Quebradas. El río del Carmen desde aguas abajo del río Potrerillo (R-DC1) hasta el río Huasco (R-H), la calidad fue de "regular", con excepción de la estación ubicada aguas arriba del estero de la Plata (R-DC2) que registró calidad de "muy mala" (**Tabla 9**).

Los compuestos inorgánicos, presentaron concentraciones para una calidad de agua "regular" a lo largo de toda la cuenca, con la excepción del río Tres Quebradas (R-3Q), que registró calidad de "buena" (**Tabla 10**).

Por su parte los metales esenciales, en la parte alta de la cuenca, sólo en el río Toro (R-TO2) la calidad fue de "regular". Desde el río Tres Quebradas hacia aguas abajo, incluido río Potrerillos y del Carmen hasta llegar al río Huasco, la calidad fue de "muy mala" (**Tabla 11**).

Para los metales no esenciales, la categoría de calidad registrada fue de "regular" desde la parte alta hasta llegar al río Huasco (R-H) (**Tabla 12**).

En cuanto a las variables microbiológicas, todas las estaciones evaluadas de la cuenca

Folio017960

presentaron calidad de agua “buena”, sin excepción (**Tabla 12**).

Tabla 9 Clases de calidad de variables ambientales establecidas en guía CONAMA (2004) y categoría final obtenida de la equivalencia de estas dos variables. Septiembre 2013. Variables Físicas y Químicas

		Físicas y Químicas							
		Clase Guía CONAMA 2004							
Estación		Oxígeno Disuelto	pH	Conductividad	Sólidos totales suspendidos	Sólidos totales disueltos	Color verdadero	Demanda bioquímica de oxígeno	Categoría final
Cuenca del estrecho/del Tránsito	**RP-1**	De excepción	IV	III	II	III	De excepción	De excepción	V
	RP-2	De excepción	IV	III	III	III	De excepción	De excepción	V
	RP-3	De excepción	IV	I	II	II	De excepción	De excepción	V
	RP-4	De excepción	IV	De excepción	I	De excepción	De excepción	De excepción	V
	RP-5	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	De excepción	De excepción	III
	RP-6	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	De excepción	De excepción	III
	RP-7	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I
	RP-8	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I	De excepción	De excepción	II
	ST-6	De excepción	IV	De excepción	De excepción	I	De excepción	De excepción	V
	RC	De excepción	De excepción	I	De excepción	I	II	De excepción	III
	ST-R3	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I
	T1	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	i
	T2	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	i
	T3	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I	De excepción	De excepción	II
	T4	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I
	T5	De excepción	De excepción	I	De excepción	I	De excepción	De excepción	II
	R-TR1	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I	De excepción	De excepción	II
	R-TR2	De excepción	De excepción	I	De excepción	II	De excepción	De excepción	III
Cuenca Tres Quebradas/del Carmen	**R-TO2**	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I
	Q-LO		-	-	-	-	-	-	
	R-3Q	De excepción	IV	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	V
	R-PT1	De excepción	De excepción	II	De excepción	II	De excepción	De excepción	III
	R-PT2	De excepción	De excepción	I	De excepción	I	De excepción	De excepción	II
	R-DC1	De excepción	De excepción	I	De excepción	II	De excepción	De excepción	III
	R-DC2	De excepción	IV	II	I	II	De excepción	De excepción	V
	R-DC3	De excepción	De excepción	I	II	II	De excepción	De excepción	III
	R-DC4	De excepción	De excepción	II	De excepción	II	De excepción	De excepción	III
	R-DC5	De excepción	De excepción	II	De excepción	II	De excepción	De excepción	III
	RH	I	De excepción	II	De excepción	II	De excepción	De excepción	III

Folio017962

Tabla 10 Clases de calidad de variables ambientales establecidas en guía CONAMA (2004) y categoría final obtenida de la equivalencia de estas dos variables. Septiembre 2013. Compuestos inorgánicos

		Inorgánicos				
		Clase Guía CONAMA 2004				
Estación		Amonio (N-NH4)	Nitrito (N-NO2)	Cloruro	Sulfato	Categoría Final
Cuenca del estrecho/del Tránsito	**RP-1**	De excepción	De excepción	De excepción	IV	V
	RP-2	De excepción	De excepción	De excepción	IV	V
	RP-3	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RP-4	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RP-5	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RP-6	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RP-7	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RP-8	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	ST-6	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RC	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	ST-R3	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I
	T1	De excepción	De excepción	De excepción	I	II
	T2	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I
	T3	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	T4	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	I
	T5	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-TR1	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-TR2	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
Cuenca Tres Quebradas/del Carmen	**R-TO2**	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	Q-LO	-	-	-	-	
	R-3Q	De excepción	De excepción	De excepción	I	II
	R-PT1	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-PT2	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-DC1	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-DC2	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-DC3	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-DC4	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	R-DC5	De excepción	De excepción	De excepción	II	III
	RH	De excepción	De excepción	De excepción	II	III

Tabla 11 Clases de calidad de variables ambientales establecidas en guía CONAMA (2004) y categoría final obtenida de la equivalencia de estas dos variables. Septiembre 2013. Metales esenciales

		Metales Esenciales									
		Guía CONAMA 2004									
Estación		Boro disuelto	Cobre disuelto	Cromo disuelto	Hierro disuelto	Manganeso disuelto	Molibdeno disuelto	Níquel disuelto	Selenio disuelto	Zinc disuelto	Categoría final
Cuenca del estrecho/del Tránsito	**RP-1**	De excepción	De excepción	De excepción	IV	IV	De excepción	II	II	IV	V
	RP-2	De excepción	De excepción	De excepción	IV	IV	De excepción	II	II	IV	V
	RP-3	De excepción	De excepción	De excepción	I	IV	De excepción	De excepción	II	III	V
	RP-4	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	III	V
	RP-5	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	II	V
	RP-6	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	RP-7	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	II	V
	RP-8	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	II	V
	ST-6	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	RC	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	ST-R3	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	T1	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	T2	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	T3	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	T4	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	T5	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	R-TR1	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	II	III
	R-TR2	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	De excepción	II	De excepción	III
Cuenca Tres Quebradas/del Carmen	**R-TO2**	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	II	De excepción	De excepción	II	De excepción	III
	Q-LO			-		-		-		-	
	R-3Q	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	R-PT1	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	R-PT2	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	R-DC1	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	R-DC2	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	R-DC3	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	R-DC4	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	R-DC5	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V
	RH	De excepción	De excepción	De excepción	De excepción	IV	De excepción	De excepción	II	De excepción	V

Folio017964

Tabla 12 Clases de calidad de variables ambientales establecidas en guía CONAMA (2004) y categoría final obtenida de la equivalencia de estas dos variables. Septiembre 2013. Metales No esenciales y Biológicos

		Metales No esenciales				Biológicos		
		Guía CONAMA 2004				Guía CONAMA 2004		
Estación		Arsénico disuelto	Cadmio disuelto	Plomo disuelto	**Categoría Final**	Coliformes fecales	Coliformes totales	**Categoría Final**
Cuenca del estrecho/del Tránsito	**RP-1**	D.E.	IV	II	V	De excepción	De excepción	I
	RP-2	D.E.	IV	II	V	De excepción	De excepción	I
	RP-3	D.E.	IV	II	V	De excepción	De excepción	I
	RP-4	D.E.	IV	II	V	De excepción	De excepción	I
	RP-5	D.E.	II	II	III	De excepción	De excepción	I
	RP-6	D.E.	D.E.	II	III	I	De excepción	II
	RP-7	D.E.	I	II	III	De excepción	I	II
	RP-8	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	I	II
	ST-6	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	De excepción	I
	RC	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	I	II
	ST-R3	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	De excepción	I
	T1	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	De excepción	I
	T2	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	I	II
	T3	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	De excepción	I
	T4	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	I	II
	T5	D.E.	D.E.	II	III	I	I	II
	R-TR1	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	I	II
	R-TR2	D.E.	D.E.	II	III	I	I	II
Cuenca Tres Quebradas/del Carmen	**R-TO2**	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	I	II
	Q-LO					-	-	
	R-3Q	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	I	II
	R-PT1	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	I	II
	R-PT2	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	I	II
	R-DC1	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	I	II
	R-DC2	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	I	II
	R-DC3	D.E.	D.E.	II	III	De excepción	I	II
	R-DC4	D.E.	D.E.	II	III	I	I	II
	R-DC5	D.E.	D.E.	II	III	I	I	II
	RH	D.E.	D.E.	II	III	I	I	II

Folio017965

5.2 Comunidad zoobentónica e Índices Bióticos (IB)

Fueron reconocidos un total de 30 taxa zoobentónicos en las dos cuencas estudiadas (**Tabla 13**). De éstos, la mayor proporción correspondió al grupo de los insectos, con un 83,3% de representación. El resto de los grupos presentaron un número muy inferior de representantes, como los moluscos, con 6,7% de los taxa registrados. Finalmente los anélidos, crustáceos y platelmintos, recurrentemente se ven representados, con sólo un taxón, mostraron un porcentaje del 3,3%.

Dentro de los insectos, los órdenes más importantes en cuanto a su riqueza total de taxa correspondieron Ephemeroptera con 11 taxa, Diptera con 7 taxa, y Trichoptera con 5 taxa.

Folio017966

Tabla 13 Listado taxonómico de los macroinvertebrados encontrados en los sectores Del Estrecho y De las Tres Quebradas. Septiembre 2013.

Phylum	**Clase/Orden**		**Familia**	**Taxa**
ANNELIDA	**Oligochaeta**		Lumbriculidae	Especie indet.
MOLLUSCA	**GASTROPODA**	Mesogastropoda	Hidrobiidae	*Littoridina* sp.
		Basommatophora	Physidae	*Physa* sp.
PLATYHELMINTHES	**TURBELLARIA**	Tricladida	Dugesiidae	*Dugesia* sp.
ARTHROPODA	**CRUSTACEA**	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella sp.*
	INSECTA	Coleóptera	Elmidae	Especie indet.
		Díptera	Athericidae	*Atheryx* sp.
			Ceratopogonidae	Especie indet.
			Chironomidae	Especie indet.
				Podonomus sp.
			Empididae	Especie indet.
			Simulidae	Especie indet.
			Tabanidae	Especie indet.
		Ephemeroptera	Baetidae	*Andesiops peruvianus*
				Andesiops torrens
				Andesiops sp.
				Especie indet.
			Caenidae	*Caenis* sp.
			Leptophlebidae	*Massartellopsis irarrazavali*
				Meridialaris chiloeensis
				Meridialaris laminata
				Meridialaris sp.
				Nousia sp.
				Especie indet.
		Odonata	Aeshnidae	Especie indet.
		Trichoptera	Hydrobiosidae	Especie indet.
			Hydroptilidae	*Metrichia* sp.
				Oxyethira sp.
			Hydropsychidae	*Smicridea* sp.
			Polycentropodidae	*Polycentropus* sp.

Folio017967

5.2.1 Aplicación de Índice Biótico (IB): SIGNAL-2PL

Al aplicar el índice SIGNAL-2PL, para toda el área de estudio, fueron encontradas calidades desde “muy buena” a “muy mala”. Entre las cuales, la calidad que presentó el mayor porcentaje de ocurrencia fue “mala” con 37,0%, seguido por la categoría de “muy mala” y “buena” calidad con un 18,5% de representación (Figura 2). Estas prevalencias son semejantes a la campaña anterior de marzo 2013.

En la **cuenca del Estrecho**, se obtuvieron calidades de “mala” y “muy mala”, en el curso principal desde el sector del nacimiento del río del Estrecho (RP-1) hasta aguas abajo del río del Toro (RP-4). Estas calidades de “muy mala”, están determinadas por la alta presencia de los anélidos Oligochaeta (de la familia Lumbriculidae). En la parte media, cuando el río se denomina Chollay, se observaron calidad de “buena”, en RP-6 (no fue encontrada comunidad de macroinvertebrados en RP-5) y RP-8 con excepción, debido a la dominancia de grupos con baja y media tolerancia como las familias de efemerópteros Leptophlebiidae y Baetidae, respectivamente. En este tramo, la excepción fue RP-7 que presentó una calidad de “regular”, causado por la alta dominancia de organismos oligoquetos. En la parte baja de la cuenca, en el comienzo del río del Tránsito (R-TR1), la calidad fue “de excepción”, por la dominancia de familias poco tolerantes o indicadoras de buena calidad (coleóptera Elmidae y tricópteros Hydropsychidae). Sin embargo, antes de confluir con el río del Carmen (R-TR2) la calidad fue de “regular”, debido a la reaparición de oligoquetos en abundancias considerables (25%) y la familia Hydroptilidae de tolerancia media.

Entre los tributarios, en la campaña informada sólo el río Conay (R-C), registro calidad “de excepción”, tributario que confluye en el río del Tránsito (parte baja de la cuenca). Esto debido a la presencia sólo de taxa con alta sensibilidad o muy baja tolerancia a las perturbaciones (coleópteros Elmidae, efemeropteros Baetidae y tricópteros Hydropsychidae). Por su parte el río Blanco, registró calidad de “buena” (T3), por la dominancia de los tricópteros Hydropsychidae. Los otros tributarios presentaron calidades de “mala” en el río Barrales (T1), quebrada Agua de las Faldas (ST-R3) y río Chañarcillo y “muy mala” en el río del Toro (T2) y río Pachuy (T5). En todos los casos, la calidad “muy mala” fue definida por la alta abundancia de oligoquetos (**Tabla 9**).

De esta forma, en la cuenca del río del Estrecho, de acuerdo al índice SIGNAL-2PL, la calidad de “mala” fue la que prevaleció en un 41,2% de las estaciones (siete estaciones), seguida por calidades “muy mala” y “muy buena” con un 23,6% de las estaciones (cuatro estaciones).

En la cuenca del río de las Tres Quebradas, el índice SIGNAL (**Tabla 14** y Figura 2), en la parte alta en el río Toro fue registrada una calidad de “mala” (R-TO2), debido a la presencia de oligoquetos. Luego el río Tres Quebradas (R-3Q) mostró calidad de “regular”. La calidad mejora por la colecta, en este río de individuos de la familia Elmidae con baja tolerancia a perturbaciones. Por su parte, el río Potrerillos registró calidades de “buena” y “regular” (R-PT1 y R-PT2, respectivamente), el cambio de calidad des de aguas arriba a aguas abajo, estaría determinada por la aparición de la familia Chironomidae (Diptera) y anélidos Oligochaeta con alta toleranca.

Folio017968

En el río del Carmen, desde aguas abajo del río Potrerillos (R-DC1) hasta aguas abajo del estero de La Plata (R-DC3), la calidad fue de “buena”. En quebrada López, la calidad fue de “regular” y aguas arriba del río Huasco (R-DC5) mostró una calidad de “muy mala”, por la presencia de organismos con alta o regular tolerancia como los dípteros Chironomidae y los moluscos de las familias Physidae y Amnicolidae. Finalmente en el río Huasco (R-H) se registró una calidad de “mala”.

En la cuenca de las Tres Quebradas, en relación al índice SIGNAL-2PL, presentó la mayor ocurrencia de las calidades “buena” con un 40,0% y seguido de “mala” con un 30,0% de ocurrencia.

Folio017969

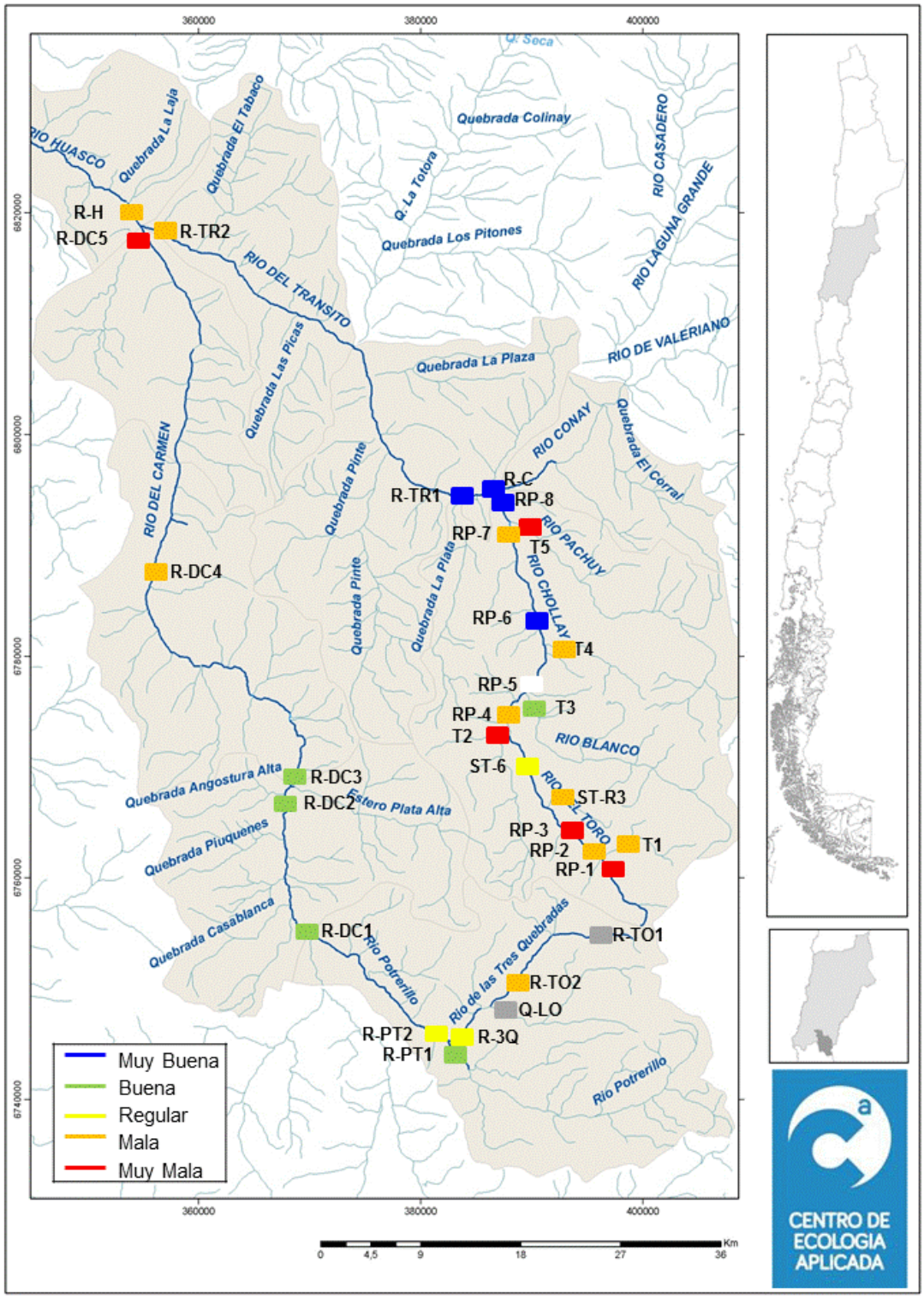


Figura 2 Mapa Bioindicación SIGNAL de las estaciones con los colores correspondientes a su calidad. Septiembre 2013. (□: sin presencia de macroinvertebrados; ■: estación seca o sin acceso)

Folio017970

5.3 Validación estadística

Luego de haber realizado una descripción de la calidad del agua con respecto a diferentes grupos de variables (físicas y químicas, inorgánicos, metales esenciales, metales no esenciales y biológicos), así como los resultados obtenidos con el índice biológico aplicado (SIGNAL-2PL), fueron comparadas las calidades para conocer si existe relación para estas cuencas entre la información obtenidas para variables abióticas y las comunidades de macroinvertebrados (

Tabla 15).

En la presente campaña, al comparar cada variable con la calidad de acuerdo a la Guía de la CONAMA y la calidad entregada por el índice biótico SIGNAL-2PL, se observó que las calidades no serían diferentes para las variables pH, conductividad eléctrica, Sólidos totales disueltos, coliformes totales, sulfato para los metales esenciales cromo, hierro y molibdeno, además de los metales no esenciales cadmio y plomo (p>0,05;

Folio017972

Tabla 15).

En contraste, se encontraron diferencias entre las calidades evaluadas con los criterios de la guía de CONAMA y el índice biótico en las concentraciones de oxígeno disuelto, color verdadero, DBO_5, coliformes fecales, sólidos totales suspendidos y para los metales arsénico, boro, cobre, manganeso y zinc.(χ^2 calculado > χ^2 tabla = 38,89; p<0,05).

Entre las taxa indicadoras, ocho fueron definidas en el proceso de elección y calibración del índice SIGNAL-2PL, las cuales fueron los moluscos Physidae; dípteros Blephareceridae, Chironomidae, Podonomidae y Simulidae, los tricópteros Hydropsichidae; y los anélidos Oligochaeta. Las cinco taxa restantes se sumaron con posterioridad por su relación con variables ambientales particulares a través de todas las campañas. Estos fueron los dípteros Empididae, efemerópteros Baetidae, tricópteros Leptoceridae e Hydroptilidae y Acari. De estas trece taxa seleccionadas, fueron colectadas nueve en la presente campaña (septiembre 2013). Las taxa que no se colectaron fueron Acari, las familias de dípteros Blephareceridae y Empididae, tricópteros Hydroptilidae y Leptoceridae.

De los taxa encontrados, cinco presentaron al menos una correlación significativa (correlación de Spearman: p<0,05) con alguna de las variables ambientales definidas (Tabla 16). Los taxa fueron la familia de efemerópteros Baetidae, coleópteros Elmidae, tricópteros Hydropsychidae, dípteros Simulidae y el molusco Physidae.

En la presente campaña de septiembre 2013, el mayor número de correlaciones fue registrado para el caracol *Physa* (familia Physidae), entre las cuales algunas, fueron observadas en la campaña anterior (marzo 2013) como con bicarbonato (R=1,00), nitrato (R=-0,80), pH (R= 1,00) y temperatura (R= 1,00), además de cobre disuelto (R=-0,80), DBO_5 (R=0,80), fósforo total (R=0,63), oxígeno disuelto (R= -0,80), sulfato (R= -0,80), y zinc disuelto (R= -0,80).

En número de correlaciones le siguió cinco correlaciones de las familias de coleópteros Elmidae y tricópteros Hydropsichidae. Para Elmidae estas fueron con Amonio (R=0,48), calcio (R=0,58), pH (R=0,46), sólidos totales disueltos (R=0,58) y correlacionó al igual que la campaña pasada con el ion bicarbonato (R=0,53), En el caso de Hydropsychidae las correlaciones fueron con bicarbonato (R=0,68), temperatura (R=0,57), los metales disueltos cadmio (R=-0,60), cobalto (R=-0,54) y zinc (R=-0,52)

De acuerdo a esto, en la **Tabla 6**, se muestra que en la presente campaña, de todas las correlaciones significativas encontradas (27 correlaciones en total) ninguna coincide con las determinadas como históricas (**Tabla 16**, destacadas en azul). Sin embargo, si se compara con los dos períodos de muestreo anteriores (2011 y 2012), al menos tres correlaciones coinciden con las cuatro campañas anteriores (septiembre 2011, marzo y septiembre 2012, marzo 2013). Estas han sido bicarbonato, temperatura y pH con Physidae.

Folio017973

Tabla 14 Clases de calidad de aguas de índices biológicos SIGNAL-2PL y BMPS, clases de calidad final de cada categoría de variables ambientales establecidas en guía CONAMA (2004). Septiembre 2013

Estación		ÍNDICE BIOLÓGICO	VARIABLES AMBIENTALES DE CALIDAD				
		SIGNAL-2PL	FÍSICOS-QUÍMICOS	INORGÁNICOS	METALES ESENCIALES	METALES NO ESENCIALES	BIOLÓGICOS
Cuenca del estrecho/del Tránsito	RP-1	V	V	V	V	V	I
	RP-2	IV	V	V	V	V	I
	RP-3	V	V	III	V	V	I
	RP-4	IV	V	III	V	V	I
	RP-5	nada	III	III	V	III	I
	RP-6	I	III	III	V	III	II
	RP-7	IV	I	III	V	III	II
	RP-8	I	II	III	V	III	II
	ST-6	III	V	III	V	III	I
	RC	I	III	III	V	III	II
	ST-R3	IV	I	I	V	III	I
	T1	IV	I	II	V	III	I
	T2	V	I	I	V	III	II
	T3	II	II	III	V	III	I
	T4	IV	I	I	V	III	II
	T5	V	II	III	V	III	II
	R-TR1	I	II	III	III	III	II
	R-TR2	IV	III	III	III	III	II
Cuenca Tres Quebradas/del Carmen	R-TO2	IV	I	III	III	III	II
	Q-LO	-					
	R-3Q	III	V	II	V	III	II
	R-PT1	II	III	III	V	III	II
	R-PT2	III	II	III	V	III	II
	R-DC1	II	III	III	V	III	II
	R-DC2	II	V	III	V	III	II
	R-DC3	II	III	III	V	III	II
	R-DC4	IV	III	III	V	III	II
	R-DC5	V	III	III	V	III	II
	RH	IV	III	III	V	III	II

Folio017974

Tabla 15 Comparación de las calidades obtenidas mediante el índice biótico SIGNAL-2PL y las establecidas por el proyecto de norma secundaria para las variables de físicas, químicas, biológicas y metales. (X) No hay diferencia significativa entre las calidades obtenidas (p>0,05)

	Arsénico disuelto	**Boro disuelto**	**Cadmio disuelto**	**Cobre disuelto**	**Coliformes fecales**	**Coliformes totales**	**Color verdadero**
SIGNAL-2PL			X			X	
	Conductividad	**DBO5**	**Hierro disuelto**	**Manganeso**	**Molibdeno disuelto**	**Oxígeno Disuelto**	**pH**
SIGNAL-2PL	X		X		X		X
	Sólidos totales disueltos	**Sólidos totales suspendidos**	**Sulfato**	**Zinc disuelto**	**Plomo disuelto**	**Cromo disuelto**	
SIGNAL-2PL	X		X		x	x	

Tabla 16 Correlación de Spearman (rs) v/s Variables Ambientales en el área de estudio. Septiembre 2013. (En rojo se entregan las correlaciones significativas de la presente campaña, p<0,05; ▢ correlaciones históricas; [1]correlación campaña marzo 2011; [2]correlación campaña septiembre 2011; [3]correlación campaña marzo 2012; [4]correlaciones campaña septiembre 2012; [5]correlación campaña marzo 2013)

VARIABLES AMBIENTALES										
	Amonio (N-NH4)	Bicarbonato	Cadmio disuelto	Calcio	Cobalto disuelto	Cobre disuelto	Clorofila "a"	Demanda bioquímica de oxígeno	Fósforo total	Hierro disuelto
Acari				1,2,4						
Baetidae	0,394	0,293	0,117 4,5	0,244 1,2,4	0,117 4	0,058 4	-0,015 3,5	0,197 4	-0,463 3,4	-0,420
Blephareceridae										
Chironomidae	-0,018	-0,159	0,082 1,2	0,146	0,084	0,054 2	0,188	-0,103	-0,136 2	0,276 2
Elmidae	0,475	0,526 4	-0,380 4	0,579	-0,380 4,5	-0,244	-0,364 4,5	0,212 5	0,262 4	0,263
Empididae										
Hydropsychidae	0,105	0,678	-0,591	0,056	-0,542	-0,336	0,187	0,316 1	-0,282 4	-0,119 4
Hidroptilidae										
Leptoceridae				2,4		3,4			3	4
Oligochaeta	-0,152	0,062 2,3,4,5	-0,264 4	-0,017	-0,264 2,4,5	-0,348 4	0,369 5	0,255	-0,285	-0,216
Physa sp.	0,200	1,000 2,3,4,5		0,200		-0,800 3	0,400	0,800 1	0,632 1	-0,400
Podonomus sp.	-0,131	0,012	-0,110	-0,250	-0,119	-0,286	0,230	-0,252	-0,252	0,024
Simulidae	0,227	-0,221 1	-0,463 4	-0,058 5	-0,463 1	-0,052	-0,007 5	-0,551	-0,028 2,4	0,117 4
Chironomidae 2	-0,018	-0,159	0,082	0,146	0,084	0,054	0,188	-0,103	-0,136	0,276

VARIABLES AMBIENTALES										
	Molibdeno disuelto	Nitrato (N-NO3)	Nitrógeno orgánico total	Oxígeno Disuelto	ph	Silice	Sólidos totales disueltos	Sulfato	Temperatura	Zinc disuelto
Acari	5			5			4	4		
Baetidae	0,311	-0,426	0,375	-0,118	0,011	0,461 4	0,196 2,3,4	-0,334 2,3,4	0,106	-0,110
Blephareceridae										
Chironomidae	-0,123	-0,031	-0,168	-0,317	-0,069 1,2,4	0,147	0,136	-0,101 1,3	-0,042	0,164 1
Elmidae		0,137	0,299 1	0,305 5	0,456 2,3,4	0,147	0,579	0,088	-0,173	-0,196 5
Empididae		5		4						
Hydropsychidae		0,154 4	-0,042	-0,301	0,371 2	-0,140 2	0,154 2	-0,371 2,3	0,571 2,4	-0,517
Hidroptilidae										
Leptoceridae	3,4	4		4	2	2	2,4	2,4		
Oligochaeta	-0,058	-0,110	-0,193	-0,252	0,087 2,3,4,5	-0,109	-0,094	-0,273	0,134	-0,092 4,5
Physa sp.		-0,800 5	0,000	-0,800 3,4	-1,000 2,3,4,5	-0,200	0,400 2,3,5	-0,800	1,000 2,3,4,5	-0,800 2
Podonomus sp.	-0,053	0,298	0,155	-0,250	0,250	-0,298	-0,250 5	-0,226 5	-0,274	-0,275
Simulidae	0,046	0,143	-0,348 4	0,376	0,208	-0,032	-0,104 5	-0,221 4,5	-0,376	-0,026
Chironomidae 2	-0,123 4	-0,031	-0,168	-0,317	-0,069	0,147	0,136	-0,101	-0,042	0,164

Folio017976

6 CONCLUSIONES

Dentro de la comunidad de macroinvertebrados la mayor abundancia y distribución fue de la familia Lumbriculidae de la clase Oligochaeta, grupo con alta tolerancia que soporta alta carga de materia orgánica (Figueroa 2004, Córdova 2009). Principalmente en la cuenca del Estrecho, donde su abundancia fue alrededor de 10 veces más que los otros grupos. En el caso de la cuenca de Las Tres Quebradas, también fueron observadas altas abundancias de los tricópteros Hydropsýchidae y los gusanos platelmintos Dugesidae, ambos con alta tolerancia a la contaminación (Chironomidae, Hydropsychidae, Amnicolidae, Dugesidae; Figueroa 2004) En esta misma cuenca también presentaron una alta abundancia la familia Letophlaebidae identificada como sensible al estrés ambiental (Merrit & Cummins 1978, Cordova *et al.* 2009).

De las taxa indicadoras parte de este estudio, no fueron colectadas en la presente campaña, la familia de dípteros Blephariceridae, característica de ambientes de aguas corriente y una alta oxigenación y Empididae, familia con capacidad de recuperarse tras perturbaciones (Lancaster & Briers 2007). Además de las familias de tricópteros Hydroptylidae y Leptoceridae, que se han descrito como familias con capacidad de adaptarse a cambios en el hábitat (Lancaster & Briers 2007) y que además tienen una tolerancia media, pudiendo soportar altas cargas de materia orgánica (Figueroa 2004, Córdova 2009). Por otro lado, no fueron colectados ejemplares de Acari.

Entre las taxa indicadoras que si se presentaron el mayor número de correlaciones fueron observadas para los caracoles Physidae. Las variables con las cuales fue correlacionado fueron bicarbonato, nitrato, pH, temperatura, cobre disuelto, DBO_5, fósforo total, oxígeno disuelto, sulfato, y zinc disuelto. De estas la cuatro primeras variables registraron esta alta correlación durante la campaña de marzo 2013.

Por su parte, las calidades obtenidas desde el índice biótico (IB), SIGNAL-2PL para la cuenca del Estrecho, mostraron las peores calidades en la parte alta de la cuenca hasta aguas abajo del río Toro, coincidente con lo observado en las calidades obtenidas desde Guía de CONAMA (2004) para todos los grupos de variables. Dentro de los grupos de variables, son las físico químicas el que presenta una mayor variedad de calidades a lo largo de la cuenca.

Las malas calidades obtenidas para el grupo de variables físicas y químicas fue regido por el valor de pH. Las sustancias inorgánicas por las concentraciones de sulfato. El grupo de los metales esenciales por las concentraciones, principalmente de manganeso y para los no esenciales las concentraciones de cadmio. Esto coincide con los resultados obtenidos de la comparación de las calidades obtenidas desde los índices bióticos y las calidades de la Guía de CONAMA, que indicaría a estas variables entre otras que no serían diferentes en su calidad con los índices bióticos (con excepción del manganeso).

Por su parte en la cuenca de las Tres Quebradas, las semejanza de calidades entre los índices bióticos y las variables físicas y químicas, son regidas principalmente por la conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos, que coinciden nuevamente con la comparación estadística que demostró que no son diferentes entre sí, estas variables con las calidades de los IB. Este resultado, es coincidente con lo registrado por algunos

Folio017977

autores como Azrina *et al.* (2006) y Córdoba *et al.* (2009) que demostraron que estas variables regían sobre la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y Mancilla *et al.* (2009) que encontró correlaciones positivas de dichas variables con el índice bióticos de familias (IBF, también basado en macroinvertebrados).

Con esto se puede afirmar, que los sistemas acuáticos contenidos en las dos cuencas de estudio, están regidos por procesos diferentes a pesar de ser cuencas vecinas. Además, las malas calidades obtenidas en las cuencas estudiadas y las variables de calidad de agua que regirían estas, podrían deberse a características naturales de las propias cuentas, como la composición del suelo y roca madre.

De todas formas, es importante señalar que en cuencas del centro sur de Chile, además se ha registrado la correlación además del oxígeno disuelto y la DBO_5, que en las cuencas del Estrecho y de las Tres Quebradas, fueron observadas como diferentes al compararlas con las calidades obtenidas de los índices bióticos (Debels 2005, Mancilla 2010).

La utilización del IB SIGNAL-2PL en conjunto con las calidades obtenidas desde las características físicas y químicas de la columna de agua permiten tener una visión integral del estado de los sistemas fluviales estudiados.

Folio017978

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, AWWA, WEF (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition.

Arenas JN (1995) Composición y distribución del macrozoobentos del curso principal del río Biobío, Chile. Medio Ambiente, 12 (2):39-50.

Armitage PD, D Moss, JF Wright & MT Furse (1983) The performance of a new biological a water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. Water Research 17: 333-347.

Azrina MZ, CK Yap, A Rahim Ismail, A Ismail & SG Tan (2006) Anthropogenic impacts on the distribution and biodiversity of benthic macroinvertebrates and water quality of the Langat River, Peninsular Malaysia. Ecotoxicology and Environmental Safety 64: 337-347.

Barbour MT, JM Stribling & J Karr (1995) Multimetric approach for establishing biocriteria and measuring biological condition. In: Davis W.S & T.P. Simon (eds) Biological assesment and criteria: Tools for wáter resource planning and decisión making. Lewis Publishers, USA. 63-77 pp.

Barbour MT (1997) The re-invention of biological assessment in the U.S. Humn and ecological Risk Assessment 3(6): 933-940.

Bertrand H (1995) Les insectes aquatiques d"Europe. Encyclopédie Entomologique. Volume II: Trichoptères, Lepidoptères, Diptères, Hyménoptères. Paul Lechevalier Editeur (Paris) 543 pp.

Bonada N (2003). *Ecology of the macroinvertebrate communities in Mediterranean rivers at different scales and organization levels*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 1010 pp.

Cade-Idepe. 2004. Cuenca Del Río Huasco, diagnóstico y clasificación de los cursos de agua y cuerpos de agua según objetivos de calidad. http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Huasco.pdf

Campos H, J Arenas, C Jara, T Gonser & R Prins (1984) Macrozoobentos y fauna íctica de las aguas limnéticas de Chiloé y Aysén continentales (Chile). Medio Aambiente (Chile) 7(1): 52-64.

Chessman BC (1995) Rapid assessment of rivers using macroinvertebrates: a procedure based on hábitat-especific samling, family-level identification and a biotic index. Australian Journal Ecology 20:122-129.

Chessman BC (2003) New sensitivity grades for Australian river macroinvertebrates. Marine and Freshwater Research 54:95-103.

Chutter FM (1972) An empirical biotic index of the quality of water in South African streams and rivers. Water Research 6: 19-30.

CONAMA (2004) Guía para el desarrollo de Normas para la protección de las aguas Continentales Superficiales. Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA. Gobierno de Chile. 23 pp.

Córdova S, H Gaete, F Aránguiz & R Figueroa (2009) Evaluación de la calidad de las aguas del estero Limache (Chile central), mediante bioindicadores y bioensayos. Latin American Journal of Aquatic Research 37(2):199-209.

Debels P, R Figueroa, R Urrutia, R Barra & X Niell (2005) Evaluation of water quality in the Chillán river (Central Chile) using physicochemical parameters and modified water quality index. Environmental Monitoring and Assessment 110: 301-322.

Fernández HR & E Domínguez (2001) Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos. Editorial Universitaria de Tucumán, Argentina. 282 pp.

Figueroa R (2004) Calidad ambiental de la cuenca hidrográfica del río Chillán, VIII Región, Chile, Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad de Málaga, 260 pp.

Figueroa R, E Araya & C Valdovinos (2000) Deriva de macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua de ríos del sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76 (2): 275-285.

Figueroa R, Palma R, V Ruiz & X Niell (2007) Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. Revista Chilena de Historia Natural 80 (2): 225-242.

Figueroa R, VH Ruiz, E Araya, X Niell & A Palma (2006) Invertebrates colonization patterns in a mediterranean Chilean Stream. Hidrobiología 571:409-417.

Ghetti PF (1980) Biological Indicators of the quality of running waters. Bolletin Zoologique, 47:381-390.

Habit E, C Beltran, S Arévalo & P Victoriano (1998) Benthonic fauna of the Itata river and irrigation Canals (Chile). Irrigation Science 18 (2):91-99.

Helling B, SA Reinecke, AJ Reinecke (2000) Efectos del fungicida oxicloruro de cobre en el crecimiento y la reproducción de Eisenia fetida (Oligochaeta). Ecotoxicología y Medio Ambiente ISSN 0147-6513 CODEN EESADV. Vol. 46, Nº1, pp. 108-116.

Hinselhoff WL (1988) Rapid field assessment of organic pollution with a family-level

bioticindex. Journal of the North American Benthological Society 7:65-68.

Instituto Nacional de Estadística, INE (2007) Informe Anual. Medio Ambiente

Lancaster J & R Briers, Eds (2007) Aquatic Insects: Challenges to Populations. Proceedings of the Royal Entomological Society's 24th Symposium. University of Edinburgh 342 pp.

Lemly AD & RH Hilderbrand (2000) Influence of large woody on stream insect community abd benthic detritus. Hydrobiologia, 421:179-185.

Lopretto E.C. & G. Tell. 1995. Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Tomo III. Ediciones Sur, República Argentina. 1403 pp.

Lugo-Ortiz CR & WP McCafferty (1999a). Revision of South America species of Baetidae (Ephemeroptera) previously placed in *Baetis* Leach and *Psudocloeon* Klapàlik. Annals of Limnology 35: 257-262.

Lugo-Ortiz CR & WP McCafferty (1999b) Three new genera of small minnow mayflies (Insecta: Ephemeroptera: Baetidae) from the Andes and Patagonia. Studies on Neotropical Fauna and Environment 34: 88-104.

Mancilla G, C Valdovinos, M Azocar, M Henríquez & R Figueroa (2009) Aproximación Multimétrica a la Evaluación de la Calidad del Agua en Cuencas con Diferentes Niveles de Intervención Antrópica. Interciencia 34(12) 857-864.

Márquez-García M, I Vila, LF Hinojosa, MA Méndez, JL Carvajal & MC Sabando (2009) Distribution and seasonal fluctuations in the aquatic biodiversity of the southern Altiplano. Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters 39(4): 314-318.

Matti Vuoriand, K & J Kukkonen. 1996. Metal concentrations in Hydropsyche *pellucidula* larvae (Trichoptera, Hydropsychidae) in relation to the anal papillae abnormalities and age of exocuticle. Department of Biology, University of Joensuu, P.O. Box 111, FIN-80101, Joensuu, Finland. Water Research, Volume 30, Issue 10, October 1996, pages 2265-2272.

Merritt RW & KW Cummins (1978) An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, 320 pp.

Merritt RW & KW Cummins (1996). An introduction to the Aquatic Insect of North America. Third Edition. Kendall / Hunt Publishing Company. 862 pp.

Metzelling L, F Wells & P Newell (2002) The development and testing of biological objectives for the protection of rivers and streams in victoria, Australia. Verthandlundgen der internationale Vereinigung fur theoretische und angewandte. Limnologie (Germany)

28:106-111.

Miserendino, M. L. & Lino A. Pizzolon. 1999. Rapid assessment of river water quality using macroinvertebrates: a family level biotic index for the Patagonic Andean zone. Acta Limnol. Brasiliensa, 11 (2): 137-148.

Plaftkin JL, KD Barbour, SK Poter, P Gross & RM Hughes (1989) Rapid Bioassessment Protocols for use in stream and rivers. Benthic macroinvertebrates and Fish. EPA/444/4-89/0001. Office of wáter regulations and estándar, United States Environmental Protection Agency, Washinton, DC. EEUU.196 pp.

Puig M (1999) Els macroinvertebrats dels rius catalans, guis il-lustrada.Generalitat de Catalunya Departament de Medi Ambient.Primera edició.251pp.

Rathore RS, & BS Khangarot. (2002) Effects of temperature on the sensitivity of sludge worm Tubifex tubifex Muller to selected heavy metals. Ecotoxicology and Environmental Safety, 53(1):27–36.

Resh VH, R Norris & MT Barbour (1995) Design and implementtion of rapid assessment for wáter resource monitoring using benthic macroinvertebrates. Australian Journal of Ecology 20:108-121.

Resh VM, MM Myers & MJ Hannford (1996) Macroinvertebrates as biotic indicators of enviromental quality. In: Hauer Fr & GA Lamberty (Eds) Methods in Stream Ecology. Academic Press, San Diego, California, USA. 674 pp.

Roldan GA (2003) Bioindicación de la Calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Editorial universidad de Antioquia.170 pp.

Schofield NJ & PE Davis (1996) Measuring the helth of rivers. Water (Australia) 23:39-43.

Simon T (2000) The use of biological criteria as a tool for wáter resource management. Environmental Science & Policy 3:43-49.

Sokal RR & FJ Rohlf (1995) Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 3rd edition. W. H. Freeman and Co.: New York. 887 pp. ISBN: 0-7167-2411-1.

Tiller D & L Metzeling (2002) Australia-Wide assessment of river health: Victorian Ausrivas sampling and processing manual. Monitoring river helth. Initiative Technical report no 15, Commonwealth of Australia and VIC Environmental Protection Authority, Camberra and Melbourne. Australia. 20 pp.

Verdonschot PF (2000) Integrated ecological assessment methods as a basis for suatainable catchment mangement. Hydrobiologia. 422/423:389-412.

Woodiwis FS (1978) Biological wáter assessment methods. Severn Trent River

Authorities, U.K.

Wright JF, D Moss, PD Armitage & MT Furse (1984) A preliminary classification of running wáter sites in Great Britain base don macroinvertebrate species and the prediction of community type using environmental data. Freshwater Biology 14:221-256.

Wright JF, DW Sutclife & MT Furse (2000) Assessing the biological quality of fresh waters: RIVPACS and other techniques. Ambleside: Freshwater Biological Association. Cumbria, England. 23 pp.

Zilli, F y Gagneten, A. 2005. Efectos de la contaminación por metales pesados sobre la comunidad bentónica de la cuenca del arroyo cululú (río salado del norte, Argentina). INCI, mar, vol.30, no.3, p.159-165. ISSN 0378-1844.

Folio017983

INFORME FINAL-corregido

“ESTUDIO MONITOREO Y ACTUALIZACIÓN DE ANTECEDENTES TÉCNICOS PARA DESARROLLAR NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES EN LA CUENCA DEL RÍO HUASCO, REGIÓN DE ATACAMA”

Preparada por el Centro Nacional de Medo Ambiente (CENMA),

Fundación de la Universidad de Chile para el

Ministerio del Medio Ambiente,

Secretaria Ministerial de Atacama

SANTIAGO DE CHILE

22-Diciembre- 2016

Historia del documento

Revisión	Fecha de revisión	Revisado por	Aprobado por	Fecha de aprobación	Tipo de revisión
A	25-04-2016	Isel Cortes			Interna
B	27-06-2016	Isel Cortes			Interna
0					

Distribución de copias

Revisión	Número de copias	Distribuidas a
A	1	Isel Cortes

Imprimido	21 diciembre 2016
Último guardado	21 diciembre 2016 12:29 a.m.
Nombre del archivo	LQA-C01-P06-PRO-022_NSCA-HUASCO-INFORME AVANCE3
Autor	Isel Cortes
Jefe de proyecto	Isel Cortes
Nombre organización	Centro Nacional del Medio Ambiente
Nombre del proyecto	Informe Final-corregido
Nombre del documento	Estudio Monitoreo y Actualización de Antecedentes Técnicos para Desarrollar Norma Secundaria de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales en la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama
Versión	A

Folio017985

ÍNDICE

1 RESUMEN EJECUTIVO. 9
2 METODOLOGIA. 16
2.1 Metodología para el trabajo con antecedentes disponibles. 16
2.1.1 Obtención de antecedentes relevantes al estudio. 16
2.1.2 Sistematización de información desde los antecedentes disponibles. 16
2.1.3 Evaluación cualitativa de la información de calidad fìsicoquìmica de aguas. 17
2.1.4 Evaluación cuantitativa de la información de calidad fìsicoquìmica de aguas. 17
2.2 Metodología para la obtención de nuevos datos de calidad de aguas. 18
2.2.1 Campañas de muestreo. 18
2.2.2 Análisis de muestras 24
3 REFERENCIAS. 31
4 RESULTADOS Y DISCUSION 35
4.1 Presentación del problema de estudio. 35
4.2 Objetivos 37
4.2.1 Objetivo general 37
4.2.2 Objetivos Específicos 37
4.3 Alcance del documento 38
4.4 Historia del proceso normativo para dictar NSCA para las aguas del Río Huasco. 38
4.5 Resultados de la recopilación y ordenamiento de datos de calidad de agua en la cuenca del Río Huasco. 39
4.5.1 Evaluación cualtitativa de la información de calidad de aguas. 71
4.5.1.3 Evaluación cuantitativa de la información de calidad de aguas. 81
4.5.2 Bases para una propuesta de NSCA para la protección de las aguas superficiales de la cuenca del Río Huasco. 147
4.5.3 Referencias en base de datos Science Direct 191
4.6 RECOPILACION DE DATA BIOLOGICA. 191
4.7 CAMPAÑAS DE MUESTREO 193
4.7.1 Planes de Muestreo. 193
4.7.2 Resultados de las mediciones en terreno y resultados de laboratorio. 198
5 CONCLUSIONES. 218
6 ANEXO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA CUENCA DEL RIO HUASCO 221
6.1.1 Clima 224

Folio017986

6.1.2 Hidrología 224
6.1.3 Hidrogeología 225
6.1.4 Geología y geomorfología 225
6.2 Estaciones de monitoreo de la Dirección General de Aguas (DGA) 225
7 ANEXO 2: EVALUACIÓN CUALITATIVA GENERAL DE ANTECEDENTES SOBRE EL ESTADO DE LA CUENCA. 229
7.1.1 DSS Ambiente para DGA (2009): Análisis de Impacto económico y social de anteproyecto de normas secundarias de calidad-Cuenca de Río Huasco 229
7.1.2 Agrosuper (2009). Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal Huasco Bajo, III Región. 230
7.1.3 Agrosuper (2009). Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal de Tatara, III Región. 230
7.1.4 Agrosuper (2009): Informe monitoreo de calidad de aguas superficiales, Río Huasco. 230
7.1.5 Agrosuper (2008). Informe monitoreo de aguas superficiales, Río Huasco. 231
7.1.6 Ecometric (2011). Estudio limnológico en Río Huasco para proyecto "Mejoramiento Planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina". Aguas Chañar SA. 232
7.1.7 Algoritmos SA para MMA (2013): Diagnóstico, inventario de emisiones y monitoreo de la calidad de las aguas de la cuenca del Río Huasco. 233
7.1.8 Barrick (2010): Informe planta aguas servidas. 240
7.1.9 Proust Consultores para Barrick (2009). Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2008 a Junio 2009. Proyecto Pascua Lama. 242
7.1.10 Proust Consultores para Barrick (2010). Informe Programa de monitoreo de aguas Junio 2009 a Julio 2010. Proyecto Pascua Lama. 244
7.1.11 Proust Consultores para Barrick (2012). Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2010 a Junio 2011. Proyecto Pascua Lama. 246
7.1.12 Compañía Minera Nevada SpA (2014). Línea base actualizada de calidad del agua superficial proyecto Pascua Lama. 247
7.1.13 Universidad de Atacama (2009). Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco. 247
7.1.14 Universidad de Atacama (2010). Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco. 248
7.1.15 ANAM (2012) Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco. 248

7.1.16 Knight Piesold para DGA (2013). Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Huasco. Región de Atacama. 249

7.1.17 U. Católica del Norte, SERNAGEOMIN (2010) Evaluación hidrogeológica de la Cuenca del Río Huasco, con énfasis en la cuantificación y dinámica de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. 250

7.1.18 SEREMI Atacama (2012) Informe Piloto basado en metodología APPA. Índice de Funcionalidad Fluvial Río Huasco. Región de Atacama. 253

7.1.19 Anteproyecto de NSCA para la protección de las aguas de la Cuenca del Río Huasco y su Expediente Público. 254

7.1.20 2012-2013: Programas de Vigilancia en Normas Secundarias de Calidad de Aguas Vigente y las que están en proceso, con el objeto de avanzar en el estado ecológico de las aguas superficiales desarrollado por CENMA para la Subsecretaría de Medio Ambiente. 255

7.1.21 2014: “EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES PARA USO AGRÍCOLA EN UNA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL NORTE CHICO, EN EL PERÍODO 2003 -2013” Seminario de Título de la estudiante Carolina Andrea Campos Briones como requisito para obtener el Título de Químico Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. 257

7.1.22 2014: Análisis de metales pesados presentes en sedimentos de las cuencas de los Ríos Huasco, Elqui y Limarí, con el objeto de completar la evaluación del estado ecológico”. Seminario de Título del estudiante Pablo Enrique Cabello Espinoza como requisito para obtener el Título de Químico Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile..... 257

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros a analizar en laboratorio y en terreno..... 24

Tabla 2 : Métodos de análisis en LQA-CENMA..... 27

Tabla 3: Descripción general de los hitos del proceso normativo para dictar NSCA para las aguas del Río Huasco..... 38

Tabla 4: Listado de proyectos aprobados en el SEIA para las comunas de Huasco, Freirina, Vallenar y Alto de Carmen. 41

Tabla 5: Proyectos En Calificación en el SEIA para las comunas Huasco, Freirina, Vallenar y Diego de Almagro. 58

Tabla 6. Listado de estudios analizados en este proyecto. 61

Tabla 7. Compilación de estaciones de monitoreo ubicadas en la cuenca del Río Huasco, provenientes de distintas fuentes de información..... 72

Tabla 8: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 1. 82

Tabla 9: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 2. 86

Tabla 10: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 3. 90

Tabla 12: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 4. 94

Tabla 12: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 5. 97

Tabla 13: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 6. 101

Tabla 14: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 7. 105

Tabla 15: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 8. 109

Tabla 16: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 9. 112

Tabla 17: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 4. 116

Tabla 18: Parámetros para los cuales se encontraron resultados en más de 60 de las 73 estaciones de muestreo. Valor promedio de cada parámetro en la cuenca de estudio. . 120

Tabla 19: Parámetros para los cuales se encontraron resultados en menos de 40% de los datos. Valor promedio de cada parámetro en la cuenca de estudio. 122

Tabla 20: Evaluación cualitativa de la importancia y utilidad de la información aportada con el análisis de cada parámetro..... 125

Tabla 21: Resumen de los parámetros propuestos para incluir en la formulación de NSCA para la protección de las aguas del Río Huasco. 144

Tabla 22: Identificación general del área de vigilancia Río Conay (propuesta)..... 150

Tabla 23: Identificación general del área de vigilancia Río Estrecho (propuesta). 153

Tabla 24: Identificación general del área de vigilancia Río Tres Quebradas (propuesta). 155

Tabla 25: Identificación general del área de vigilancia Río Toro (propuesta). 157

Tabla 26: Identificación general del área de vigilancia Río Chollay (propuesta). 159

Tabla 27: Identificación general del área de vigilancia Río Tránsito (propuesta). 162

Tabla 28: Identificación general del área de vigilancia Río Potrerillo (propuesta). 165

Tabla 29: Identificación general del área de vigilancia Río Carmen (propuesta). 168

Tabla 30: Identificación general del área de vigilancia Naciente Río Huasco (propuesta). 171

Tabla 31: Identificación general del área de vigilancia Embalse Santa Juana (propuesta). 174

Folio017989

Tabla 32: Identificación general del área de vigilancia Río Huasco desde el Embalse Santa Juana hasta Vallenar (propuesta). 177

Tabla 33: Identificación general del área de vigilancia Río Huasco desde Vallenar hasta Freirina (propuesta). 180

Tabla 34: Identificación general del área de vigilancia Río Huasco desde Freirina hasta desembocadura Freirina (propuesta). 183

Tabla 35: Identificación general del área de vigilancia Humedal de la desembocadura Río Huasco (propuesta). 186

Tabla 36: Concentración (mg/kg) de metales en sedimentos del Río Huasco. En rojo se destacan los valores que superan el criterio PEL y en naranja los valores que superan el criterio TEL, ambos de Canadá. 188

Tabla 37: Número de referencias bibliográficas en base de datos Science Direct. 191

Tabla 38: Resultados de mediciones en terreno, todas las estaciones, todas las campañas. 199

Tabla 39: Resultados de concentración (mg/L) de metales totales. Parte 1. 201

Tabla 40: Resultados de concentración (mg/L) de metales totales. Parte 2. 203

Tabla 41: Concentración de metales disueltos (mg/L). Parte 1 205

Tabla 44: Concentración de metales disueltos (mg/L). Parte 2 208

Tabla 43: Concentración de metales As, Se, Hg, Si y DQO, todos los resultados en mg/L. 210

Tabla 44: Concentración de aniones (mg/L). Parte 1 213

Tabla 45: Concentración de aniones (mg/L). Parte 2 215

Tabla 46. Identificación y área de las subsubcuencas para la cuenca del Río Huasco. . 221

Tabla 47. Principales sistemas hídricos de la cuenca del Río Huasco 223

Tabla 48: Resumen de documentos con información de calidad de aguas, consultadas y/o reportadas como antecedentes. 255

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación de las estaciones de muestreo para este estudio. 18

Ilustración 2: Ubicación de proyectos aprobados en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Región de Atacama. 40

Ilustración 3. Ubicación de las distintas estaciones de monitoreo identificadas como válidas para este estudio. Cuenca del Río Huasco 80

Ilustración 4: División general de la cuenca del Río Huasco, en dos sectores divididos por el Embalse Santa Juana. 147

Ilustración 5: Representación aproximada del área de vigilancia Rio Conay, propuesta para la formulación de NSCA. 151

Folio017990

Ilustración 6: Representación aproximada del área de vigilancia Rio Chollay, propuesta para la formulación de NSCA..... 160

Ilustración 7: Representación aproximada del área de vigilancia Rio Tránsito, propuesta para la formulación de NSCA..... 163

Ilustración 8: Representación aproximada del área de vigilancia Rio Tránsito, propuesta para la formulación de NSCA..... 166

Ilustración 9: Representación aproximada del área de vigilancia Rio Carmen, propuesta para la formulación de NSCA..... 169

Ilustración 10: Representación aproximada del área de vigilancia Naciente Rio Huasco, propuesta para la formulación de NSCA. 172

Ilustración 11: Representación aproximada del área de vigilancia Embalse Santa Juana, propuesta para la formulación de NSCA. 175

Ilustración 12: Representación aproximada del área de vigilancia Río Huasco desde el Embalse Santa Juana hasta Vallenar, propuesta para la formulación de NSCA. 178

Ilustración 13: Representación aproximada del área de vigilancia Río Huasco desde Vallenar hasta Freirina, propuesta para la formulación de NSCA..... 181

Ilustración 14: Representación aproximada del área de vigilancia Río Huasco desde Freirina hasta la desembocadura, propuesta para la formulación de NSCA. 184

Ilustración 15: Figura que ilustra las estaciones de monitoreo de parámetros biológicos en la zona alta de la cuenca. 192

Ilustración 16: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-1 (Río Conay), primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior). 193

Ilustración 17: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-2 (Río Potrerillo), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha)..... 194

Ilustración 18: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-3 (R{io Tránsito ante de la junta con Río Carmen). 194

Ilustración 19: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-4 (Río Carmen antes de la junta con Río Tránsito), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha). 195

Ilustración 20: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-5 (Río Carmen), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha)..... 195

Ilustración 21: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-6, (Río Chollay antes de la junta con el Río Conay) primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior). 196

Ilustración 22: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-7 (Río Estrecho), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha)..... 196

Ilustración 23: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-8 (Río Huasco sector Chañar Blanco) , primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior). 197

Folio017991

Ilustración 24: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-9 (Río Huasco aguas debajo de la descarga de la PTAS Vallenar), primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior). 197

Ilustración 25: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-10 (Río Huasco aguas debajo de la descarga PTAS Freirina), primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior). 198

Ilustración 26. Subcuencas y Ríos tributarios del Río Huasco. 223

Ilustración 27. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del Río Huasco. 226

Ilustración 28. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones de Calidad Química) en la cuenca del Río Huasco, destacando 6 estaciones suspendidas. 226

Ilustración 29. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones Fluviométricas) en la cuenca del Río Huasco, destacando 8 estaciones suspendidas... 227

Ilustración 30. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones Sedimentométricas) en la cuenca del Río Huasco. 227

Ilustración 31. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones Meteorológicas) en la cuenca del Río Huasco, destacando 4 estaciones suspendidas. 228

Ilustración 32. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones para medir Niveles de Pozos Vigentes) en la cuenca del Río Huasco. 228

Ilustración 33. Zonas de restricción a los derechos de agua en la cuenca del Río Huasco. 229

Ilustración 34: Resumen del estado ecológico de las aguas en las estaciones de la Cuenca del Río Huasco, según estudio CENMA 256

.....

Folio017992

1 RESUMEN EJECUTIVO.

El proyecto “Estudio Monitoreo y Actualización de Antecedentes Técnicos para Desarrollar Norma Secundaria de Calidad (NSCA) para la Protección de las Aguas Continentales en la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama“ se desarrolló para recopilar, actualizar, sistematizar y analizar toda la información existente, al año 2015, respecto de la calidad de las aguas continentales correspondientes a la cuenca del Río Huasco, proponer una red de observación de metales disueltos y propuesta de campañas de monitoreo de calidad de agua para metales en áreas sin información o relevantes en la cuenca, con límite de detección menores a los utilizados por la Dirección General de Aguas (DGA).

La cuenca del Río Huasco es el segundo eje de crecimiento de la Región de Ataca,a. donde se llevan a cabo diferentes actividades económicas de gran relevancia para la región y el país. En la misma, las aguas constituyen una fuente fundamental para el desarrollo de dichas actividades, uso en riego y doméstico; pero a su vez es el receptor de las descargas de las mismas. Además, dado que en la zona, las precipitaciones son escasas, el recurso hídrico es un factor estratégico para el desarrollo económico, productivo y social de la comuna de Huasco y de la Región de Atacama en general.

En el año 2006 comenzó el proceso de dictación de NSCA cuyo anteproyecto fue sometido a consulta pública en 2008. La intención general de las NSCA es que constituyan un instrumento de gestión ambiental, ya que, al establecer niveles de calidad ambiental en la cuenca, contribuyen a salvaguardar el recurso, maximizando los beneficios sociales, económicos y ambientales. Durante la consulta pública realizada en 2008 se levantaron numerosos antecedentes, sin embargo, el proceso normativo se vió afectado desde el punto de vista reglamentario porque no fue posible disponer del Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) ya que la metodología empleada en la consultoría de apoyo contratada por la DGA no fue validada, impidiendo disponer del mencionado análisis en los tiempos reglamentarios. De este modo, el proceso de dictación de las NSCA de las aguas del Río Huasco, quedó en condición de *inconcluso* y a la fecha de terminar este estudio, ha sido retrotraído y comenzará nuevamente con las actualizaciones que corresponden.

De 2008 a la fecha, se han incrementado los proyectos en la zona con capacidad potencial para afectar la calidad de las aguas y en 2012, además, se modificó el propio reglamento que estipula la dictación de normas de calidad ambiental, en relación con la nueva institucionalidad ambiental, por lo que existen antecedentes actualizados que no fueron considerados en el anteproyecto original.

En el portal del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyectoAction.php) se reportan 696 proyectos aprobados para la III Región, de los cuales 148 se ubican en las comunas de Huasco, Freirina, Vallenar y Alto del Carmen. De ellos 126 proyectos (85%) han sido aprobados por Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y 22 proyectos (15%) mediante Estudios de Impacto Ambiental (EIA). Respecto a las actividades industriales, 54 proyectos (36%) corresponden a Minería, 37 proyectos (25%) corresponden a Energía y 18 proyectos (12%) corresponden a Saneamiento. Además hay otros 13 proyectos En Calificación

El cúmulo de proyectos aprobados y en evaluación en la cuenca, refleja, por una parte, una tendencia evidente al aumento de las presiones sobre la cuenca, tanto por la cantidad

Folio017993

como por la calidad del agua, relacionado especialmente con nuevos proyectos mineros en la cabecera de la cuenca y una cantidad importante de proyectos en la parte baja. En consecuencia, se puede plantear que es una cuenca muy estudiada, con muchos datos, con muchos resultados tanto de análisis físicoquímicos como biológicos y de evaluación ecológica. De la misma manera, hay sectores de la cuenca con amplia repercusión para la conservación de la biodiversidad y el Programa de Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Huasco. Para recuperar las condiciones ambientales y sociales de la comuna de Huasco, es imprescindible disponer de herramientas de gestión ambiental apropiadas para las aguas del Río Huasco en la totalidad de la cuenca.

A la fecha de este informe, se han recibido aproximadamente 250 archivos con antecedentes (en formatos diferentes) que contienen información de la cuenca y resultados de análisis de calidad de agua en diferentes sectores de la cuenca del Río Huasco. Como la información disponible es muy heterogénea en contenido y en formato, se comenzó realizando una compilación detallada en formato Excel[1], donde se identificaron 130 parámetros que han sido analizados (con alguna frecuencia) en las estaciones de la cuenca del Río Huasco. La base de datos, en formato Excel acordado con la contraparte, se encuentra poblada con el 100% de la información disponible.

Se identificaron 63 estaciones o puntos de muestreo donde se ha reportado análisis de calidad de agua, según los diferentes antecedentes, independientemente de la frecuencia y duración de dichos análisis. La siguiente figura ilustra la ubicación de todas las estaciones donde se ha identificado información válida para este estudio.

[1] Se entrega copia de la base de datos elaborada para sistematizar la información contenida en los antecedentes recopilados.

Folio017994



La evaluación inicial de esta figura indica que hay estaciones de muestreo distribuidas en toda la cuenca. Sin embargo, esa impresión es errónea. Las principales diferencias se encuentran en:

- Cobertura temporal de los estudios: algunos datos corresponden a años específicos mientras que otros reflejan evaluaciones de largo tiempo (más de 10 años).
- Frecuencia de los muestreos: Los muestreos se han realizado con diferentes frecuencias: los valores aportados por Barrick corresponden aproximadamente a análisis mensuales durante algunos años mientras que los aportados por DGA corresponden a tres o cuatro valores al año, durante muchos años.
- Parámetros analizados: No ha sido posible identificar una batería de analitos que sea comparable para las distintas estaciones y a lo largo de los años. Es decir, cada estudio consideró analitos diferentes, en ocasiones medidos en la fracción disuelta y en ocasiones en la fracción total, por lo que la serie de tiempo no es homogénea a lo largo de toda la cuenca.
- Análisis en terreno: Algunos resultados tienen mediciones en terreno y otros no.

Se realizó una síntesis de la evaluación cualitativa acerca de la utilidad de la información que se obtiene con el análisis de cada parámetro y su relevancia para ser incorporados en una NSCA, considerando que el objetivo supremo es la protección de los ecosistemas acuáticos en general.

En base a ello, los 27 parámetros de alta utilidad, que debiesen estar contenidos en las NSCA son:

1. Oxígeno disuelto
2. Conductividad eléctrica

3. Temperatura del agua en terreno
4. pH en terreno
5. Sólidos Suspendidos totales
6. Aluminio total (Al_{total})
7. Arsénico total (As_{total})
8. Cadmio total (Cd_{total})
9. Cobre total (Cu_{total})
10. Cromo total (Cr_{total})
11. Hierro total (Fe_{total})
12. Cobalto total (Co_{total})
13. Manganeso total (Mn_{total})
14. Mercurio total (Hg_{total})
15. Molibdeno total (Mo_{total})
16. Níquel total (Ni_{total})
17. Plomo total (Pb_{total})
18. Vanadio total (V_{total})
19. Zinc total (Zn_{total})
20. Sulfato
21. Cianuro
22. Fosfatos
23. Cloruros
24. Nitratos
25. Nitritos
26. Nitrógeno total
27. Amonio

Sin embargo, esta recomendación no significa que todos los parámetros se tengan que establecer como valores normados en todas las áreas de vigilancia.

Se recopiló la data biológica disponible en relación al monitoreo biológico y ecotoxicológico histórico desarrollado a nivel público o privado en la cuenca del Río Huasco. La base de datos se trabajó en formato Excel, considerando el tipo de monitoreo biológico y/o ecotoxicológico, valor, unidad, fecha de muestreo, punto de monitoreo, fuente de información, entre otros.

Este estudio propone 14 áreas de vigilancia para las NSCA en base a la morfología y a las presiones antrópicas que pueden influir en la calidad de las aguas en la cuenca del Rio Huasco. Estas áreas de vigilancia, orientadas desde la parte alta de la cuenca hasta la desembocadura, se han denominado como:

1. Rio Conay
2. Rio Estrecho
3. Rio Tres Quebradas
4. Rio Toro
5. Rio Chollay
6. Rio Transito
7. Rio Potrerillo
8. Rio Carmen
9. Naciente del Río Huasco

10. Embalse Santa Juana
11. Rio Huasco del embalse Santa Juana hasta Vallenar
12. Rio Huasco desde Vallenar hasta Freirina
13. Rio Huasco desde Freirina hasta desembocadura
14. Humedal en la desembocadura Rio Huasco

La propuesta de parámetros a incluir en las NSCA por cada área de vigilancia, es la siguiente:

			Area de vigilancia													
	Parametro	**Unidad**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
1	Oxigeno disuelto	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Conductividad	US/cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Temperatura terreno	C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	pH en terreno	Unidad de pH	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	Sólidos suspendidos totales	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	Aluminio total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
7	Arsenico total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
8	Cadmio total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
9	Cobre total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
10	Cobalto total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
11	Cromo total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
12	Hierro total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
13	Manganeso total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
14	Mercurio total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
15	Molibdeno total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
16	Niquel total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x					

17	Plomo total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
18	Vanadio total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
19	Zinc total	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
20	Cianuro	mg/L	x	x	x	x	x		x							
21	Nitratos	mg/L						x		x		x	x	x	x	x
22	Nitritos	mg/L						x		x		x	x	x	x	x
23	Amonio	mg/L						x		x		x	x	x	x	x
24	Nitrogeno total	mg/L						x		x		x	x	x	x	x
25	Fosfatos	mg/L						x		x		x	x	x	x	x
26	Cloruro	mg/L										x	x	x	x	x
27	Sulfato	mg/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Durante el estudio, además, se han realizado las siguientes campañas de muestreo:

- La primera campaña de muestreo se realizó entre los días 27 de Noviembre al 1 de Diciembre de 2015, coincidiendo con la estación de primavera.
- La segunda campaña de muestreo se realizó entre los días 25 al 27 de Enero de 2016, coincidiendo con la estación del verano.
- La tercera campaña de muestreo se realizó entre los días 27 al 30 de Abril de 2016 coincidiendo con la estación del otoño.
- La cuarta campaña de muestreo se realizó entre los días 18 al 21 de Julio de 2016 coincidiendo con la estación del invierno, con la participación de la contraparte técnica de este estudio.

En el **Anexo 1** de este informe se presentan detalles de antecedentes generales de la cuenca del Río Huasco. En el **Anexo 2** se entrega la evaluación cualitativa general de algunos de los numerosos antecedentes sobre el estado de la cuenca.

Folio017999

2 METODOLOGIA.

En este capítulo se describen los principios metodológicos que se utilizaron en el estudio. En general, el trabajo se dividió en dos grandes bloques: uno para abordar los antecedentes disponibles y otro para obtener nuevos antecedentes mediante muestreo y análisis.

2.1 Metodología para el trabajo con antecedentes disponibles.

2.1.1 Obtención de antecedentes relevantes al estudio.

La secuencia metodológica para obtener los antecedentes evaluados en este estudio, se resume como:

a) Recibir información remitida por la contraparte técnica.

b) Buscar información desde el portal electrónico de la Dirección General de Aguas. Información Oficial Hidrometeorológica y de calidad de aguas en línea, para las estaciones de la cuenca del Río Huasco (http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes).

c) Buscar información en el portal del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyectoAction.php). Consiste en buscar proyectos proyectos aprobados en la III Región, para todos los sectores productivos. Posteriormente, se filtró el listado para identificar los proyectos que se ubican en las comunas de Huasco, Freirina, Vallenar, Alto del Carmen (considerando todas o algunas de ellas).

d) Extraer información del Atlas del Agua 2016 (DGA).

e) Solicitar información por el mecanismo de la Ley de Transparencia a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

f) Buscar información en revistas científicas disponibles en el portal Sciencedirect (http://www.sciencedirect.com/science/journals) para las palabras claves Huasco + valley, Huasco + basin, Huasco + river.

2.1.2 Sistematización de información desde los antecedentes disponibles.

Una vez disponible la información, se procede a su sistematización, lo que incluye los siguientes pasos:

a) Examinar las referencias científicas que no corresponden a estudios en la cuenca del río Huasco y descartarlas.

b) Conformar tabla unificada con toda la información encontrada.

c) Identificar los antecedentes que contienen datos de calidad de agua, tanto físico químicos como biológicos.

d) Identificar los antecedentes que describen las condiciones generales de la cuenca y sus presiones antrópicas.

2.1.3 Evaluación cualitativa de la información de calidad fìsicoquìmica de aguas.

La evaluación cualitativa de la información de calidad fìsicoquìmica de aguas se realiza según la siguiente secuencia de pasos:

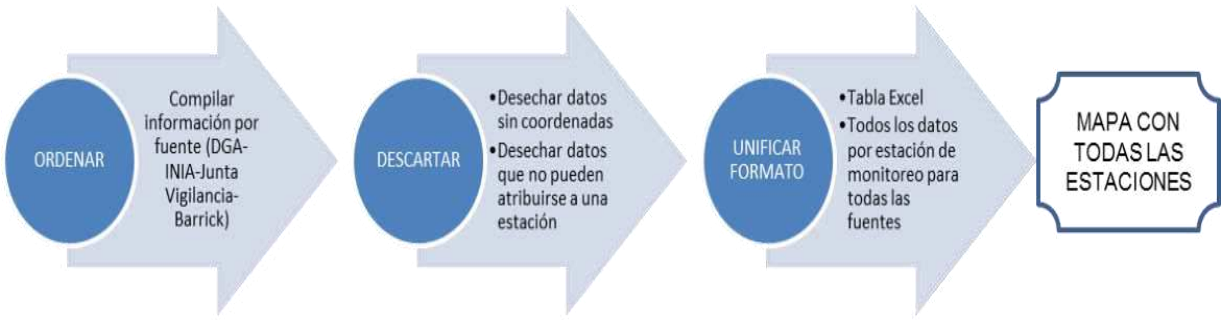


Ilustración 1: Secuencia de pasos ejecutados para sistematizar la información disponible.

El primer paso consistió en **ordenar** la información, identificando las estaciones o puntos de muestreo donde se ha reportado análisis de calidad de agua, según los diferentes antecedentes, independientemente de la frecuencia y duración de dichos análisis.

Posteriormente, se **descartaron** aquellos datos que no tenían coordenadas o que no pudieron atribuirse a una estación específica, porque podrían generar confusiones en la interpretación.

Con esto se construyó una **tabla Excel en formato unificado**, que permite disponer de toda la información y además, filtrar datos, realizar cálculos y otras ventajas generales.

2.1.4 Evaluación cuantitativa de la información de calidad fisicoquìmica de aguas.

La evaluación cuantitativa se desarrolló mediante análisis estadístico, que comenzó con identificar valores estadísticamente desviados o anómalos (outliers) los que fueron detectados mediante el test de Dixon y otros contenidos en el programa ProUCL como se explica más adelante. Los outliers para cada parámetro y para cada estación se eliminaron, lo que significa la depuración estadísitca de la base de datos.

Con la base de datos depurada, se estimaron los descriptores característicos de cada parámetro: valor mínimo, valor máximo, valor promedio, desviación estándar, mediana, percentiles.

Esta evaluación cuantitativa permite identificar tendencias en la composición de las aguas.

2.2 Metodología para la obtención de nuevos datos de calidad de aguas.

Para obtener nuevos datos que permitan estimar la calidad de las aguas en la cuenca del Río Huasco, se realizaron cuatro campañas de muestreo siguiendo la variabilidad estacional (primavera, verano, otoño, invierno).

2.2.1 Campañas de muestreo.

Todas las actividades de muestreo fueron planificadas y ejecutadas según protocolos estandarizados que comienzan con la elaboración del respectivo Plan de Muestreo. En todas las campañas se tomaron muestras puntuales y se realizaron mediciones en terreno.

Los puntos de muestreo se seleccionaron de acuerdo a los antecedentes disponibles, siguiendo las áreas de vigilancia consideradas en el anteproyecto inicial de norma combinado con cubrir la totalidad de la cuenca, como se indica en la siguiente figura:



Ilustración 1: Ubicación de las estaciones de muestreo para este estudio.

Equipos y Elementos para la toma de muestras

- Implemento de extensión para evitar tomar la muestra en los límites del cauce.



- Balde o bidón de 10 L aprox. con cuerda, en caso de disponer de un puente u otra estructura que permita su uso. En caso de toma de muestras microbiológicas, el balde y cuerda deben estar esterilizados.
- Se utilizaron guantes para realizar todas las actividades de manipulación de las muestras hasta su sellado (cierre final del envase), para evitar la contaminación de las mismas y como medida de seguridad para el personal de muestreo (el uso de guantes también es obligatorio durante la medición de los parámetros en terreno).
- Bomba de vacío



- Sistema de Filtración



- Convertidor corriente (conexión bomba vacío con toma corriente camioneta)



- Filtros membrana 0,45 µm tamaño de poro



- Preservantes (Hielo o Ice-pack, HNO_3, H_2SO_4)
- Implementos de seguridad (bototos, botas y ropa de agua, chaleco reflectante)
- Equipo Multiparametro



- Camioneta doble tracción

Método de Muestreo de agua superficial

Consiste en sumergir un recipiente de boca ancha (balde o cubo) de volumen suficiente para realizar los distintos análisis, justo por debajo de la superficie para recolectar la muestra. Es recomendable tomar la muestra en envases previamente preservados y de esta manera, evitar trasvasijes intermedios.

Las muestras en aguas superficiales de ríos y cursos de aguas son muestras puntuales, que se toman como se describe a continuación:

- Se ubica el lugar de geo referencia y se define el punto de muestreo más adecuado, registrando las coordenadas del punto con GPS. En la elección del punto de muestreo se involucran dos aspectos:

- La selección de la zona de muestreo, es decir, el emplazamiento de la sección transversal del muestreo dentro del Tramo correspondiente a cada área de observación.
- La identificación del punto preciso de la zona de muestreo, de acuerdo a las coordenadas dadas en la licitación.
- Para obtener una muestra representativa se efectuó el muestreo donde el cuerpo de agua era lo más homogéneo posible. No se deben tomar muestras cerca de represas, malecón (murallón para defensa y contención de las aguas) o pilares de puentes, debido a que el patrón de flujo no natural altera la representatividad de la muestra.
- Se debe evitar remover el fondo del cuerpo de agua cuando este no es profundo, y tomar muestras en el fondo u orilla del cuerpo de agua. Se debe tener cuidado de no perturbar los sedimentos
- Los puntos de muestreo no deberán estar cerca de los límites de cauce.
- No se deben tomar muestras cerca de la superficie, fondo u orilla. Las muestras deberán tomarse al menos 30 cm bajo la superficie, en caso de que sea posible.

- Tomar el envase de la base y sumergirlo rápidamente unos 30 cm con el cuello hacia abajo, enseguida darlo vuelta de modo que el gollete quede más elevado que la base del envase. La boca del envase debe estar en sentido contrario a la corriente para evitar contacto del agua con las manos.
- Si el agua no tiene corriente natural, entonces crear una corriente artificial con las manos desplazando el envase en sentido horizontal.
- Llenar cada uno de los envases requeridos o dejar un espacio de aireación o para mezcla dependiendo del análisis a realizar.
- Si es utilizado un contenedor intermedio (balde), se debe ambientar al menos 3 veces con la muestra, antes de utilizarlo y posteriormente se vierte la muestra directamente al envase.
- Se debe evitar la extracción de películas superficiales y también la toma de muestras en zonas de orillas. En algunos casos se debe utilizar brazo extensible para la toma de muestras, si procede.
- Las muestras se preservan de acuerdo a los análisis requeridos. La metodología de preservación se encuentra descrita en instructivo “Preservación de las muestras, transporte y recepción conforme”.
- Se debe verificar el pH en aquellos envases que tengan muestras que deban preservarse a un pH determinado, según las indicaciones del laboratorio.

- Si es necesario filtrar la muestra, esta actividad debe ser realizada en terreno, lo más pronto posible, previo a la adición de preservantes.
- Etiquetar y guardar las muestras en un contenedor o cooler de material aislante, con suficiente hielo, ice o gel pack,
- Proceder a efectuar el registro primario de los datos de terreno (identificación del punto de muestreo, fecha y hora de recolección, etc.).

Medición en Terreno de Parámetros Físico-Químicos

Corresponde a la medición de parámetros *in situ*, durante el proceso de toma de muestra, variables que fueron controladas con equipos de propiedad de CENMA y quedaron registradas en la Hoja de terreno. La medición de los parámetros de temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y pH se realizaron *in situ*, utilizando equipos multiparámetros.

Los equipos multiparámetros fueron utilizados de acuerdo a lo señalado en los instructivos técnicos respectivos.

Calibración Equipo Multiparametro.

Al inicio del día de monitoreo se verificó el funcionamiento del equipo, con dos estándares para pH y uno conductividad. Esta verificación quedò registrada en la Planilla Ajuste y/o verificación de equipos.

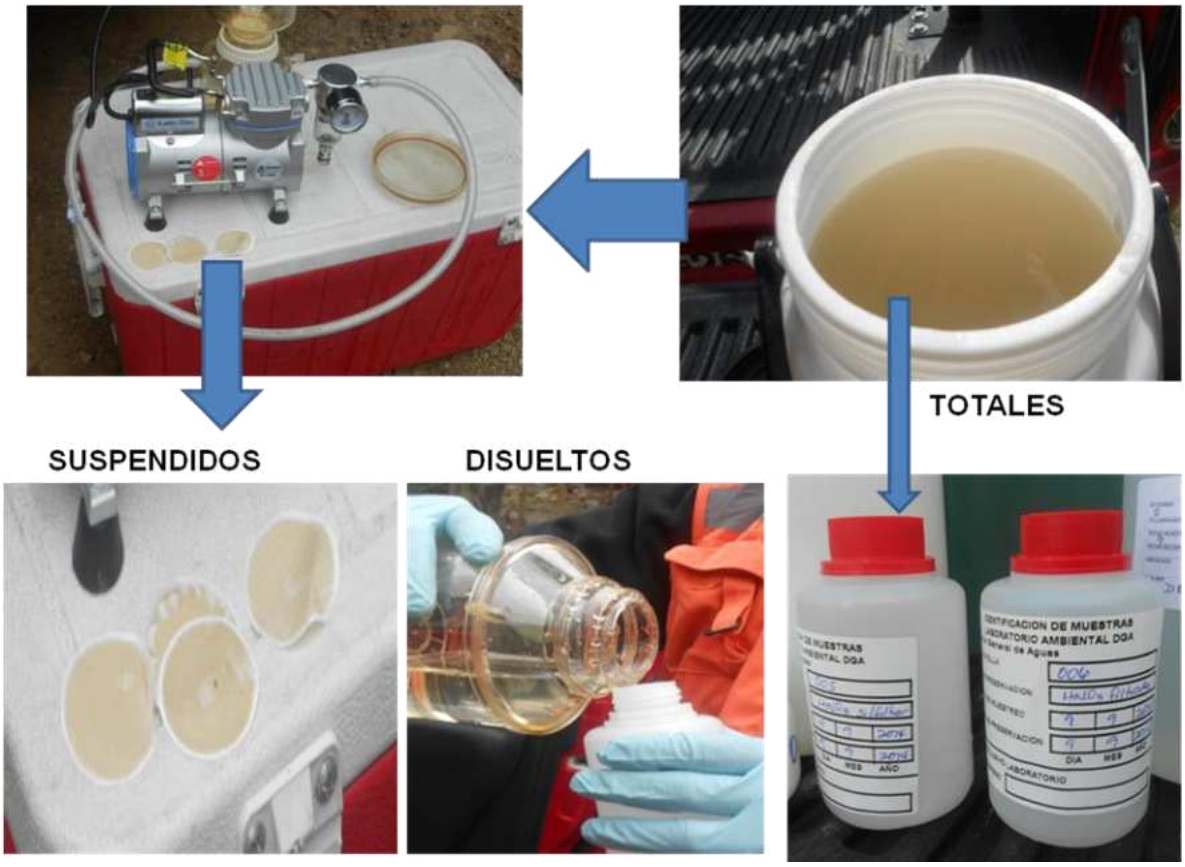
Para la verificación de los equipos existen rangos de aceptación señalados en el correspondiente instructivo para pH 4, pH 7, pH 10, conductividad eléctrica.

Cada vez que se realiza el ajuste o verificación del equipo, la solución estándar de conductividad y de buffer de pH se descartan en envase definido para este fin, siendo eliminada en el Laboratorio de acuerdo a procedimientos CENMA.

Procedimiento de filtración en terreno

- La filtración se realiza utilizando un sistema de filtración conectado a una bomba de vacío.
- Se pone un filtro de membrana de nitrocelulosa de 0,45 µm tamaño de poro en el plato - soporte del sistema de filtración. Una vez situado el filtro de membrana se asegura que los anillos que fijan el sistema queden bien cerrados para evitar fuga de la muestra. Si la muestra presenta materia en suspensión considerable, es recomendable realizar en una primera etapa una filtración previa con un filtro de porosidad mayor, como por ejemplo, filtro del tipo Wathman 41, de esta manera se evita cambiar el filtro de porosidad menor varias veces.
- Se conecta una manguera por uno de los brazos laterales de la cámara de recepción a la bomba de vacío, mientras que el otro brazo se cubre con una tapa TPE (para lograr el vacío).
- Se vierte un pequeño volumen de la muestra en la cámara superior del sistema (a modo de cebar la cámara de filtración) y se enciende la bomba, inmediatamente comenzará a pasar la muestra hacia la cámara inferior de recepción ya filtrada. Se utiliza este filtrado para cebar la cámara inferior de recepción del sistema de vacío, debiendo descartarse.

- Se vierte la muestra en la cámara superior del sistema y se enciende la bomba; inmediatamente comenzará a pasar la muestra hacia la cámara inferior de recepción ya filtrada.
- Una vez que haya pasado toda la muestra a la cámara inferior de recepción, se debe parar la bomba, desmontar la cámara superior, rodando los anillos y retirar el plato soporte con la membrana ya utilizada.
- Finalmente, se saca el filtrado, vertiéndolo por la parte superior de la cámara de recepción inferior o bien por los brazos laterales de esta.
- Inmediatamente terminado el filtrado, se debe preservar la muestra.



Preservación, Transporte y Almacenamiento de muestras

Las muestras fueron preservadas inmediatamente después de su colección, las condiciones de almacenamiento y transporte son también críticas y se describen en el instructivo Preservación de las muestras, almacenamiento y transporte"

La preservación de las muestras se refiere al control de pH, adición de compuestos químicos y a la refrigeración de éstas, de acuerdo a normativas vigentes y a lo señalado por el laboratorio en que se realizan los análisis de las muestras.

El tipo de preservante y el pH requerido se indican en las etiquetas de los envases.

El laboratorio, entrega los envases con los preservantes incorporados, de acuerdo a las baterías de análisis solicitadas por el mandante. Además, también otorga preservantes adicionales, para agregar en terreno, en caso que las muestras no cumplan con el pH requerido

Las muestras se conservaron refrigeradas de acuerdo a la normativa vigente durante el transporte (4 ± 2°C), evitando el congelamiento.

Las muestras recolectadas se guardan inmediatamente en cajas refrigeradas (cooler) con hielo y protegidas de la luz, de manera tal, que no se deterioren ni se pierda su contenido.

Transporte de Muestras al Laboratorio de Análisis

Todas las muestras colectadas fueron entregadas al laboratorio cumpliendo los tiempos de envase establecidos, manteniendo su T° en el rango óptimo permitido por las normativas vigentes. Todas las muestras ingresaron al laboratorio químico con sus respectivas cadenas de custodia, las que fueron firmadas por el personal de recepción del laboratorio, evidenciando su conformidad.

Registro de Información de Datos de Monitoreo

Toda la información del monitoreo realizado por personal de CENMA se registra en:

Registro para Muestreo de Aguas

Cadena de Custodia de muestras

La información registrada es trazable, lo que permite el control efectivo de las muestras y el seguimiento de las condiciones en que fueron recolectadas y manipuladas.

2.2.2 Análisis de muestras

Respecto de los análisis señalados en las bases técnicas, el CENMA cuenta con Laboratorios Acreditados de acuerdo a norma NCh-ISO 17025.Of2005 que cumplen con el alcance en cuanto a los parámetros y su aplicación a muestras de agua continentales superficiales, como se explica en la tabla a continuación. En caso que por motivo logísticos (holding-times u otro) se requiera externalizar análisis el CENMA subcontratarán los análisis en Laboratorios Acreditados de acuerdo a norma NCh-ISO 17025.Of2005 que cumplan con el alcance en cuanto a los parámetros y su aplicación a muestras de agua cruda (superficial).

En la siguiente tabla se indican los parámetros a analizar y las condiciones de envasado.

Tabla 1. Parámetros a analizar en laboratorio y en terreno

Parámetros	Volumen y tipo de envase	Preparación muestras	Preparación muestras	Tiempo de almacenaje	Lugar de análisis
NUTRIENTES					
Fosfato	1 litro plástico	Filtrada/SP	Congelar en terreno y en el LQA Filtrar por 0,45 y refrigerar a 4°C	48 hrs	Externalizar
Nitratos				48 hrs	Externalizar
Nitritos				48 hrs	Externalizar

Nitrógeno amoniacal				48 hrs	Externalizar
Sílice				28 días	Externalizar
Nitrógeno de nitrato + nitrito	1 litro plástico	Filtrada/H_2SO_4	Congelar en terreno y en el LQA Filtrar por 0,45 + H_2SO_4 y refrigerar a 4°C	28 días	Externalizar
DQO	500 vidrio	H_2SO_4	Acidificar con H_2SO_4 y refrigerar a 4°C	28 días	Externalizar
Nitrógeno total	1 litro plástico	H_2SO_4	Acidificar con H_2SO_4 y refrigerar a 4°C		Externalizar
Fosforo total			Acidificar con H_2SO_4 y refrigerar a 4°C	28 días	Externalizar
Cianuro	500 plástico	NaOH	NaOH	14 días	Externalizar
Clorofila	1 litro plástico	SP	Congelar en terreno y en el LQA Filtrar con microfibra de vidrio y refrigerara a -20°C	28 días	LQA
MICRO ELEMENTOS					
Barrido de Metales Boro	1 litro plástico	HNO_3	Acidificar con HNO_3	6 meses	LQA
Na K, Ca y Mg (Macro elementos)					LQA
As y Se (Generación hidruros)					LQA
Hg (VF)					LQA
Metales disueltos	1 litro plástico	Filtrada/ HNO_3	Congelar en terreno y en el LQA Filtrar por 0,45 Acidificar con HNO_3 y refrigerar a 4°C	6 meses	LQA
MACRO ELEMENTOS					
Cloruros	1 litro plástico	SP	Sin preservante	28 días	Externalizar
Sulfatos				28 días	Externalizar
Fluor				28 días	Externalizar
PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS					
pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto	Sonda multipará metros medición en terreno				Terreno

Fuente: Elaboración propia.

Todos los análisis químicos se realizaron siguiendo protocolos estandarizados y acreditados, basados en el Manual de Métodos Estándares para Análisis de Aguas y Aguas residuales, Edición 22 (2012), incluyendo además controles de calidad tales como análisis de muestras en blanco, análisis de muestras en duplicado y análisis de materiales de referencia, con equipos calibrados y personal entrenado. Todos los resultados son supervisados y aprobados antes de su reporte.

Tabla 2 : Métodos de análisis en LQA-CENMA

Parámetro	Unidad	Metodología analítica	Técnica analítica	LD	Referencia normativa	Instructivo de análisis	Acreditación	Comentarios
Cobre (Cu)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,005 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Níquel (Ni)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0032 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Cadmio (Cd)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0012 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Cinc (Zn)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,009 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Plomo (Pb)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0005 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Cobalto (Co)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0006 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**:

Parámetro	Unidad	Metodología analítica	Técnica analítica	LD	Referencia normativa	Instructivo de análisis	Acreditación	Comentarios
								Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Plata (Ag)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0005 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Hierro (Fe)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0046 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Manganeso (Mn)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0006 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Cromo (Cr)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,0056 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Aluminio (Al)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,026 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Molibdeno (Mo)	mg/L	Espectroscopía de emisión	ICP-OES	0,006 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3

Parámetro	Unidad	Metodología analítica	Técnica analítica	LD	Referencia normativa	Instructivo de análisis	Acreditación	Comentarios
		atómica						a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Boro (B)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,104 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Mercurio (Hg)	mg/L	Espectroscopía de absorción atómica	EAA-VF	0,00012 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3112B	ILQAL-0018	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Arsénico (As)	mg/L	Espectroscopía de absorción atómica	EAA-HG	0,00050 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3114	ILQAL-0008	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Selenio (Se)	mg/L	Espectroscopía de absorción atómica	EAA-VF	0,00055 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3114	ILQAL-0008	LE-173	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Potasio (K)	mg/L	Espectroscopía de emisión atómica	ICP-OES	0,19 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	Validado	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2

Parámetro	Unidad	Metodología analítica	Técnica analítica	LD	Referencia normativa	Instructivo de análisis	Acreditación	Comentarios
Magnesio (Mg)	mg/L	Espectrosco-pía de emisión atómica	ICP-OES	0,26 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	Validado	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Calcio (Ca)	mg/L	Espectrosco-pía de emisión atómica	ICP-OES	0,34 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	Validado	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Sodio (Na)	mg/L	Espectrosco-pía de emisión atómica	ICP-OES	0,15 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 3120	ILQAL-0019	Validado	**Metales totales**: Acidificar con HNO_3 a pH <2 **Metales disueltos**: Filtrar por 0,45 µm, acidificar con HNO_3 a pH <2
Cloruro (Cl)	mg/L	Titulación	Volume-tría	3 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 4500 Cl	ILQAL-0029	Validado	-
Sulfato (SO_4)	mg/L	Turbidimetría	Nefelo-metría	5 mg/L	Standard Methods, Ed. 22 (2012) Método 4500 E	ILQAL-0029	Validado	-

El resto de los parámetros para análisis físico químicos, se propone externalizarlos por razones de holding time y tiempo disponible para recibir las muestras en el Laboratorio del CENMA en Santiago, de común acuerdo con la contraparte.

3 REFERENCIAS.

1. Ley 19.300/1994. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Aprueba Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Disponible en: http://www.sinia.cl/1292/articles-51743_Ley19300_12_2011.pdf
2. CADE – IDEPE (Consultores en ingeniería) (2004), "Diagnóstico y clasificación de los cuerpos de agua según objetivos de calidad", Diciembre. [En línea: http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Huasco.pdf]
3. Norma NCh17025.Of2005 Requisitos generales para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración.
4. Resolución Exenta Nº 3403. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 18 de Diciembre de 2006. Da Inicio a la elaboración de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del Río Huasco.
5. GCF Ingenieros Consultores Ltda (2006). Informe Final. Estudio de calidad de aguas subterráneas Huasco y Mataquito.
6. Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) de Atacama 2007-2017. Disponible en: http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/desarrollo_de_atacama.pdf
7. GMA (Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores) (2007) "Consultoría para la recopilación de información sobre la biodiversidad y la situación socio-económica en apoyo a la elaboración del anteproyecto de la norma secundaria de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del Río Huasco", Vallenar, Región de Atacama, Chile, Diciembre.
8. Barrick (2007). Informe Final Plan de monitoreo bioindicadores
9. Centro de Ecología Aplicada (2007). Informe Final Plan de monitoreo limnológico
10. Agrosuper (2008). Informe monitoreo de aguas superficiales, Río Huasco..
11. Barrick (jul 2008 a jun 2009). Informe planta aguas servidas
12. Proust Consultores (julio 2008 a junio 2009). Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2008 a Junio 2009. Proyecto Pascua Lama.
13. Barrick (2008). Plan de uso bioindicadores
14. Decreto 75/2009. Del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. "Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Serrano". Disponible en: http://www.leychile.cl/Navegar/index_html?idNorma=1011869
15. Decreto 122/2009. Del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. "Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Lago Llanquihue". Disponible en http://www.leychile.cl/Navegar/index_html?idNorma=1014239
16. DSS Ambiente (2009). Análisis de Impacto económico y social de anteproyecto de normas secundarias de calidad-Cuenca de Río Huasco
17. Agrosuper (2009). Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal Huasco Bajo, III Región.
18. Agrosuper (2009). Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal de Tatara, III Región.
19. Agrosuper (2009). Informe monitoreo de calidad de aguas superficiales, Río Huasco.

20. Universidad de Atacama (2009). Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.
21. Centro de Ecologìa Aplicada (2009). Plan de uso de Bioindicadores Proceso de Validación Índice Biótico SIGNAL-2PL
22. Proust Consultores (julio 2009 a junio 2010). Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2009 a Junio 2010. Proyecto Pascua Lama.
23. Centro de Ecologìa Aplicada (2009). Informe Final Plan de monitoreo limnológico
24. Alexis Almarza Tapia.(2009). Efectos naturales y antrópicos en la calidad de las aguas superficiales del Río Huasco y afluentes. Institute for Technology and Resources Management in the Tropics and Subtropics
25. Jorge Cubillos (2009). Evaluación de la aplicabilidad del programa de simulación de calidad de las aguas WASP en las cuencas de los Ríos Elqui y Choapa, región de Coquimbo, Chile. Universidad de La Serena.
26. Lesly Espejo. (2009). Desarrollo de un índice de calidad de aguas superficiales y análisis de la red de monitoreo en las cuencas de Huasco, Elqui, Limarí y Choapa. Universidad de La Serena.
27. DGA (2009). Reevaluación de los recursos hídricos subterráneos del acuífero del Río Huasco aguas abajo del embalse Santa Juana.
28. INNOVA-INIA. Informe compilado cuenca del Río Huasco. Desarrollo de un modelo de gestión integral para el resguardo de la calidad del agua en los valles de Huasco, Limarí y Choapa. Proyecto INNOVA-INIA. Septiembre 2010.
29. Ley 20.417/2010. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Disponible en: http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1010459
30. Proust Consultores (julio 2010 a junio 2011). Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2010 a Junio 2011. Proyecto Pascua Lama.
31. Centro de Ecología Aplicada (2010). Informe Plan de monitoreo limnológico
32. Centro de Ecología Aplicada (2010). Plan de uso de Bioindicadores Proceso de Validación Índice Biótico SIGNAL-2PL
33. Universidad de Atacama (2010). Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.
34. U. Católica del Norte (2010). Evaluación hidrogeológica de la Cuenca del Río Huasco, con énfasis en la cuantificación y dinámica de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.
35. INIA-Junta de Vigilancia Recursos Hídricos (JVRH) (2010). Informe Final Aplicación red de monitoreo de calidad de agua en la cuenca del Río Huasco y sus afluentes.
36. CAZALAC (Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe) (2011), “Modelo para la gestión hídrica de la cuenca de Huasco: Evaluación de caudal ambiental y valoración de servicios hidrológicos”, Mayo.
37. Ecometric (2011). Estudio limnológico en Río Huasco para proyecto "Mejoramiento Planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina". Aguas Chañar SA.
38. ANAM (2011). Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco

39. CENMA. Programas de Vigilancia en Normas Secundarias de Calidad de Aguas Vigente y las que están en proceso, con el objeto de avanzar en el estado ecológico de las aguas superficiales. (2012-2013) desarrollado para la Subsecretaría de Medio Ambiente.
40. CENMA. Instructivo Ejecución de Actividades de Control y Aseguramiento de Calidad. ILQAG-0023. Diciembre 2012.
41. DGA (2012), "Información pluviométrica, fluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas". N° 413, septiembre [En línea: http://www.dga.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Informacin%20Mensual/Boletin_092012.pdf]
42. M. Pouilly, G. Aguilera (2012). Evaluación Inicial de Caudales Ecológicos/Ambientales en la cuenca del Río Huasco – Chile, mediante la simulación del hábitat físico del pejerrey *Basilichthys microlepidotus* y el camarón de Río *Cryphiops caementarius.* UICN, Quito, Ecuador. 57 pp.
43. Manual de Métodos Estándares de Análisis de Aguas y Aguas residuales. 22 edición (2012).Knight Piesold (2013). Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Huasco. Región de Atacama.
44. SEREMI Atacama (2012). Informe Piloto basado en metodología APPA. Índice de Funcionalidad Fluvial Río Huasco. Región de Atacama.
45. Centro de Agua para Zonas Áridas y Semiáridas para América Latina y el Caribe (CAZALAC) (jul-2012). Modelo para la gestión hídrica de la cuenca del Huasco: Evaluaciones de caudal ambiental y valoración de servicios hidrológicos.
46. Institut de recherche pour le developpement (IRD). Fundación Miguel Lillo-CONICET (ene-2012). Evaluación preliminar de caudales ecológicos en lab cuenca del Río Huasco (Chile) mediante la simulación del hábitat físico del pejerrey *Basilichthys microlepidotus* y el camarón de Río *Cryphiops caementarius*.
47. Centro de Agua para Zonas Áridas y Semiáridas para América Latina y el Caribe (CAZALAC) (jul-2012). Modelación de recursos hídricos de la cuenca del Río Huasco.
48. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN) (jul-2012). Evaluación Inicial de Caudales Ecológicos/Ambientales
en la cuenca del Río Huasco-Chile.
49. Philipp Wagnitz (2012). Thesis "Cost-benefit analysis regarding environmental flow implementation in the semi-arid Huasco watershed, northern Chile". Thesis to obtain the degree of Master of Science (M.Sc.). Cologne University of Applied Sciences. Institute for Technology and Resources Management in the Tropics and Subtropics.CAZALAC.
50. Ministerio de Desarrollo Social (2012). Estudio Ex Post de corto y mediano plazo Embalse Santa Juana, III Región de Atacama.
51. Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Huasco, región de Atacama. Ministerio de Obras Públicas. 2013.
52. Algoritmos-MMA. (2013).Diagnóstico, inventario de emisiones, y monitoreo de la Calidad de las Aguas de la cuenca del Río Huasco. Febrero
53. CENMA. Instructivo Externalización de Ensayos. ILQAG-0725. Junio 2013.

54. CENMA. Instructivo Subcontratación de Ensayo. ILQAG-0724. Marzo 2013.
55. Decreto 54/2013. Del Ministerio de Medio Ambiente. Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Bío-Bío. En Tramitación.
56. Decreto 55/2013 del Ministerio de Medio Ambiente. Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Valdivia. En Tramitación.
57. Decreto 19/2013. Del Ministerio de Medio Ambiente. "Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Lago Villarica". Disponible en http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1055224&idParte=&idVersion=2013-10-16
58. Centro de Estudios Científicos (CECs) (2013). Plan de monitoreo glaciares. Proyecto Pascua Lama. PMGv4
59. Barrick (2013). Informe monitoreo limnológico Marzo 2013
60. Barrick (2013). Informe de monitoreo de aguas, período Julio 2012 a Junio 2013
61. Barrick (2013). Informe monitoreo calidad de agua subterránea del relleno sanitario 1er semestre 2013
62. Barrick (2013). Informe limnológico Septiembre 2013
63. Barrick (2013). Informe monitoreo calidad de agua subterránea del relleno sanitario Jul-Dic 2013
64. Barrick (2013). Informe hidrobiología 2013
65. Análisis de metales pesados presentes en sedimentos de las cuencas de los Ríos Huasco, Elqui y Limarí, con el objeto de completar la evaluación del estado ecológico". (2014) Seminario de Título del estudiante Pablo Enrique Cabello Espinoza como requisito para obtener el Título de Químico Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile
66. CENMA. Instructivo Determinación de Metales por ICP. ILQAL-0019. Noviembre 2014.
67. Decreto 73/2014 del Ministerio de Medio Ambiente. "Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo. Disponible en http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1063954&idParte=0
68. Barrick (2014). Línea base actualizada de calidad del agua superficial proyecto Pascua Lama.
69. Evolución de la calidad de aguas superficiales para uso agrícola en una cuenca hidrográfica del Norte Chico, en el período 2003 -2013" (2014) Seminario de Título de la estudiante Carolina Andrea Campos Briones como requisito para obtener el Título de Químico Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile
70. Barrick (2014). Informe monitoreo calidad de agua subterránea del relleno sanitario.
71. Barrick (2014 Monitoreo de agua.
72. Barrick (2014). Informe limnológico campaña Marzo.
73. Barrick (2014). Informe de monitoreo limnológico.
74. Barrick (2014). Informe hidrobiológico.
75. Barrick (2014). Informe calidad del agua subterránea del relleno sanitario

76. Barrick (2014). Informe descarga Río Estrecho desde piscina pulido mes Diciembre
77. Estudio de Impacto Ambiental. PROYECTO EL MORRO. DISPONIBLE EN http://seia.sea.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=3344443
78. http://www.dga.cl
79. http://www.seia.cl
80. http://www.sciencedirect.cl
81. Barrick (2015). Informe autocontrol mes Enero Descarga Río Estrecho
82. Barrick (2015). Informe descarga Río Estrecho desde PTAC Febrero
83. Barrick (2015). Informe de descarga ARD Marzo del 2015
84. Barrick (2015). Informe monitoreo y descarga PTAC Abril
85. Barrick (2015). Informe de descarga Río Estrecho Mayo
86. Barrick (2015). 2015-07 Informe Descarga ARD Junio
87. Barrick (2015). Informe monitoreo agua subterránea del relleno sanitario Ene-Jun
88. Barrick (2015). Informe anual de monitoreo de aguas Jul 14- Jun 2015
89. Barrick (2015). 2015-08 Informe descarga ARD Julio
90. Barrick (2015). 2015-09 Informe descarga ARD Agosto
91. Barrick (2015). Informe descarga ARD mes Septiembre
92. Barrick (2015). Informe captación de agua Julio-Septiembre
93. Barrick (2015). Informe descarga ARD Octubre
94. Barrick (2015). Informe descarga ARD Noviembre
95. Barrick (2015). Informe descarga ARD Diciembre
96. Barrick (2015). Monitoreo calidad agua subterránea relleno sanitario 2° Sem 2015
97. Barrick (2015). Informe captación agua Octubre- Diciembre
98. Barrick (2015). Informe descarga ARD Enero
99. Barrick (2015). Informe trimestral calidad aguas Río Estrecho Octubre- Diciembre
100. Junta de Vigilancia de la Cuenca del Río Huasco y sus Afluentes (2016). Minuta ESJ Nº 95 2016.

4 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Presentación del problema de estudio.

La Ley 20.417, creó el Ministerio del Medio Ambiente, como la Secretaría de Estado, encargada del diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa, y modificó la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (Ley 19.300). En el Artículo 70 indica que le corresponderá al Ministerio del Medio Ambiente, entre otras funciones i) Proponer políticas y formular planes, programas y acciones que establezcan los criterios básicos y las medidas preventivas para favorecer la recuperación y conservación de los recursos hídricos, genéticos, la flora, la fauna, los hábitats, los paisajes, ecosistemas y espacios naturales, en especial los frágiles y degradados, contribuyendo al cumplimiento de los convenios internacionales de conservación de la biodiversidad y ii) Coordinar el proceso de generación de las normas de calidad ambiental,

de emisión y de planes de prevención y descontaminación, determinando los programas para su cumplimiento.

Dentro de los Instrumentos de Gestión Ambiental establecidos por la Ley 19.300 (modificada en 2010 por la Ley 20.417), se encuentran las normas de calidad ambiental, entre las cuales pueden identificarse las Normas Primarias de Calidad Ambiental, cuyo objetivo principal de protección es la vida y la salud de la población y las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA), cuyo objetivo es la protección del medio ambiente o la preservación de la naturaleza.

Para gestionar de manera adecuada la calidad de las aguas superficiales continentales, se han promulgado, varios decretos que establecen las normas secundarias de calidad de las aguas de los Ríos Serrano (D 75/2009)[2], Maipo (D 73/2014)[3], Bío Bío (D 54/2013)[4], Valdivia (D 55/2013)[5] y de las aguas de los Lagos Llanquihue (D 122/2009)[6] y Villarica (D 19/2013)[7].

Muchas otras cuencas han sido estudiadas, avanzando hasta diferentes estadíos de sus respectivos anteproyectos de normas secundarias de calidad ambiental, entre las cuales se encuentra la cuenca del Río Huasco.

De acuerdo a la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) de Atacama, la cuenca del Río Huasco es el segundo eje de crecimiento de la región donde se llevan a cabo diferentes actividades económicas de gran relevancia para la región y el país.

La cuenca proyecta una importante actividad minera en la cordillera, como son los Proyectos Pascua Lama, ubicado en la naciente Río Estrecho, el cual es tributario del Río Transito y el proyecto El Morro cuya mina se emplaza en el sector El Morro, en la cuenca

[2] Decreto 75/2009. Del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. "Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Serrano". Disponible en: http://www.leychile.cl/Navegar/index_html?idNorma=1011869

[3] Decreto 73/2014 del Ministerio de Medio Ambiente. "Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo. Disponible en http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1063954&idParte=0

[4] Decreto 54/2013. Del Ministerio de Medio Ambiente. Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Bío-Bío. En Tramitación.

[5] Decreto 55/2013 del Ministerio de Medio Ambiente. Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Valdivia. En Tramitación.

[6] Decreto 122/2009. Del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. "Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Lago Llanquihue". Disponible en http://www.leychile.cl/Navegar/index_html?idNorma=1014239

[7] Decreto 19/2013. Del Ministerio de Medio Ambiente. "Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Lago Villarica". Disponible en http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1055224&idParte=&idVersion=2013-10-16

de las Quebradas Larga y Piuquenes, ambas tributarias de la cuenca del Río Cazadero, el cual confluye al Río Conay. Este sector se ubica aproximadamente a 72 km al nororiente del poblado de Chanchoquín, y a 144 km al oriente de la ciudad de Vallenar[8].

En el sector de Freirina, se emplazó entre 2006 y 2012 un Proyecto Agroindustrial de Agrosuper asociado a crianza de cerdos, cuya actividad se encuentra detenida actualmente.

En el valle existe una rica agricultura, destacándose las plantaciones de parronales y olivos, lo que incluye la producción de aceituna de mesa y de aceite de oliva.

Las aguas de la cuenca del Huasco, constituyen una fuente fundamental para el desarrollo de dichas actividades, uso en riego y doméstico; pero a su vez es el receptor de las descargas de las mismas. Además, dado que, en la zona, las precipitaciones son escasas, el recurso hídrico es un factor estratégico para el desarrollo económico, productivo y social de la comuna de Huasco y de la Región de Atacama en general.

A la fecha de este informe, existe un anteproyecto de NSCA para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Huasco, de las que se espera constituyan un instrumento de gestión ambiental, ya que, al establecer niveles de calidad ambiental en la cuenca, contribuyen a salvaguardar el recurso, maximizando los beneficios sociales, económicos y ambientales.

Las NSCA requieren antecedentes técnicos y científicos que permitan determinar niveles máximos o mínimos de concentraciones para cada uno de los parámetros normados, en función de las características naturales de la cuenca, la protección de las comunidades acuáticas, la sustentabilidad del recurso y los usos de agua. Tales determinaciones deben ser avaladas por la información biológica referida a la presencia y/o estado de conservación de las comunidades acuáticas, información que constituye un factor limitante en el reconocimiento del impacto de los valores normados.

4.2 Objetivos

4.2.1 Objetivo general

El objetivo general de este estudio es:

Recopilar, actualizar, sistematizar y analizar toda la información existente, al año 2015, respecto de la calidad de las aguas continentales correspondientes a la cuenca del Río Huasco y proponer una red de observación de metales disueltos y propuesta de campañas de monitoreo de calidad de agua para metales en áreas sin información o relevantes en la cuenca, con límite de detección menores a los utilizados por la Dirección General de Aguas.

4.2.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son los siguientes:

[8] Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto El Morro. Disponible en http://seia.sea.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=3344443

a) Revisar el estado del arte de calidad de aguas y biológica que incluya la revisión de información pública y privada con énfasis en los contaminantes derivados de los procesos mineros, actividad agrícola y agroindustrial con presencia en la cuenca.
b) Revisar y proponer mejoras al anteproyecto[9] de NSCA para la cuenca del Río Huasco.
c) Realizar cuatro campañas de monitoreo (primavera-verano- otoño-invierno), en puntos dados en tabla N° 10 de las bases técnicas, utilizando cuando sea factible límites de detección menores a los utilizados por DGA (según factibilidad técnica de equipos y metodologías de análisis acreditadas por la Norma ISO N°17025), monitoreando, como mínimo, micro elementos y macro elementos de tabla N°1 de las bases Técnicas, incluyendo Arsénico, Boro, Flúor, Fosforo, Sodio y Cianuro.

4.3 Alcance del documento

El presente documento es el **Informe Final - corregido** del proyecto "Estudio Monitoreo y Actualización de Antecedentes Técnicos para desarrollar Norma Secundaria de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales en la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama", según licitación ID 610176-2-LE15.

4.4 Historia del proceso normativo para dictar NSCA para las aguas del Río Huasco.

El proceso normativo para dictar NSCA que permitan la protección de las aguas continentales de la cuenca del Río Huasco, ha seguido, aproximadamente los hitos de la secuencia descrita en la tabla a continuación:

Tabla 3: Descripción general de los hitos del proceso normativo para dictar NSCA para las aguas del Río Huasco.

	Fecha	Hito	Observaciones y comentarios
1	14-diciembre-2004	Sra Alcaldesa de la Comuna de Alto del Carmen solicita a CONAMA[10] considerar el Río Huasco entre las cuencas priorizadas para implementar NSCA.	
2	21-abril-2005	Se aprueba el Décimo Programa Priorizado de Normas Ambientales 2005/2006 que incluye a las NSCA para la cuenca del Río Huasco.	
3	31-mayo-2005	Se constituye Comité Operativo Regional anticipado para apoyar técnicamente el proceso. Formado por: Gobernación de Huasco, Gobernación Marítima de Caldera, Seremi de Agricultura, Dirección Regional de	

[9] Se refiere al anteproyecto que existió en 2008 cuyo proceso quedó inconcluso como se explica más adelante.

[10] Autoridad ambiental de la época.

		SAG, DGA, Sernapesca, DOH, CONAMA.	
4	17-abril-2008	Se firma RE Nº 1.238 que Aprueba anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del Río Huasco.	Objetivo: "proteger la calidad de las aguas…de manera de salvaguardar el aprovechamiento del recurso hídrico, las comunidades acuáticas y los ecosistemas, maximizando los beneficios ambientales, sociales y económicos".
5	2-mayo-2008	Publicación del anteproyecto en el Diario Oficial	
6	3-mayo al 29-julio 2008	Consulta pública del anteproyecto	

Durante la consulta pública se levantaron numerosos antecedentes, sin embargo, el proceso normativo se vió afectado desde el punto de vista reglamentario porque no fue posible disponer del Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) ya que la metodología empleada en la consultoría de apoyo contratada por la DGA no fue validada, impidiendo disponer del mencionado análisis en los tiempos reglamentarios. De este modo, la dictación de las NSCA de las aguas del Río Huasco, quedó en condición de *inconclusa*.

Desde esa fecha, se han incrementado los proyectos en la zona con capacidad potencial para afectar la calidad de las aguas y en 2012, además, se modificó el propio reglamento que estipula la dictación de normas de calidad ambiental, en relación con la nueva institucionalidad ambiental, por lo que se dispone de antecedentes no considerados en el anteproyecto original.

En correspondencia con lo anterior, también se han generado numerosos estudios que pretenden actualizar la información originalmente disponible en el anteproyecto de 2008, como se describe a lo largo de este informe.

4.5 Resultados de la recopilación y ordenamiento de datos de calidad de agua en la cuenca del Río Huasco.

Desde el portal del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyectoAction.php) se obtuvieron 696 proyectos aprobados para la III Región.



Ilustración 2: Ubicación de proyectos aprobados en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Región de Atacama.

Para las comunas de Huasco, Freirina, Vallenar y Alto del Carmen existen 148 proyectos aprobados, cuyos detalles se presentan a continuación:

Tabla 4: Listado de proyectos aprobados en el SEIA para las comunas de Huasco, Freirina, Vallenar y Alto de Carmen.

Nombre	Tipo	Comunas	Titular	Fecha presentación	Fecha calificación	Sector productivo	Latitud punto representa-tivo	Longitud punto representa-tivo
DIA Divisadero	DIA	Vallenar	Avenir El Divisadero SpA	20-Dic-2013	1-Jul-2014	Energía	-29.129483	-70.9078441
Parque Solar Abasol	DIA	Vallenar	ABASOL SpA	20-Dic-2013	1-Ago-2014	Energía	-28.610494	-70.806398
Modificación de la Localización y Dimensiones Proyecto Depósito de Relaves Espesados Planta Vallenar	DIA	Vallenar	EMPRESA NACIONAL DE MINERIA	3-Dic-2013	6-Ago-2015	Minería	-28.5563558	-70.7393277
Recepción y embarque de graneles minerales	DIA	Huasco	Puerto Las Losas S.A.	8-Nov-2013	14-Ene-2015	Infraestructura Portuaria	-28.471147	-71.2362343
Regularización Torres Linea de Transmisión Electrica 2x220 Maitencillo - Caserones	DIA	Tierra Amarilla-Vallenar	SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE	8-Nov-2013	5-Mar-2014	Energía	-28.5570026	-70.6063187
Prospección Geológica Sector Alcaparra D	DIA	Vallenar	Compañía Minera del Pacífico S.A.	6-Nov-2013	15-May-2014	Minería	-28.6450549	-70.9120492
DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL “CONTINUIDAD PROSPECCIONES GEOLÓGICAS PROYECTO PRODUCTORA”	DIA	Vallenar	Sociedad Minera El Águila Limitada	23-Ago-2013	5-Jun-2014	Minería	-28.696817	-70.826346
Valleland Solar	DIA	Vallenar	Valleland SpA	27-Jun-2013	5-Feb-2014	Energía	-28.147759	-70.67062
El Romero Solar	DIA	Vallenar	Avenir El Romero SpA	26-Jun-2013	10-Mar-2014	Energía	-29.109077	-70.918256
LÍNEA DE	EIA	Freirina-	AM Eolica Sarco	26-Jun-2013	22-Ene-	Energía	-28.857261	-71.421233

TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 2 X 220 kV, TRAMO SARCO – MAITENCILLO, COMUNAS DE FREIRINA Y VALLENAR, PROVINCIA DEL HUASCO, REGIÓN DE ATACAMA		Vallenar	SpA		2015			
Adaptación de Unidades a la Nueva Norma de Emisión Para Centrales Termoeléctricas	DIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	4-Jun-2013	25-Feb-2014	Otros	-28.465376	-71.256238
Línea de Alta Tensión de Doble Circuito de 220 kV Subestación Domeyko a Subestación Maitencillo	DIA	Freirina-Vallenar	Ibereólica Cabo Leones II S.A.	11-Abr-2013	10-Ene-2014	Energía	-28.980345	-70.911165
Proyecto Cerro Blanco	EIA	Freirina-Huasco-Vallenar	SCM White Mountain Titanium	28-Feb-2013	22-May-2015	Minería	-28.611387	-71.097513
Explotación y procesamiento de minerales de hierro, Soberana	DIA	Vallenar	Admiralty Minerals Chile PTY LTD	27-Feb-2013	19-Ago-2015	Minería	-28.7186449	-70.8369142
Subestación Eléctrica y Línea de Transmisión 110 KV desde S/E propia a S/E Maitencillo	DIA	Freirina-Vallenar	DESARROLLO ENERGÉTICO SOLAR CHILE SPA	21-Feb-2013	29-Oct-2013	Energía	-28.4190119	-70.7730599
Extracción de Aridos Pozo Domeyko para el Mejoramiento Ruta 5 Norte Tramo Límite Regional - Vallenar	DIA	Vallenar	Sacyr Chile S.A.	24-Dic-2012	27-Jun-2013	Minería	-27.532534	-70.067031
Prospecciones	DIA	Vallenar	Sociedad Minera	9-Nov-2012	8-Mar-2013	Minería	-28.71187	-70.808122

Geológicas Proyecto Productora			El Águila Limitada					
Parque Eólico Sarco	EIA	Freirina	AM Eolica Sarco SpA	1-Oct-2012	11-Feb-2014	Energía	-28.854822	-71.454338
Guanaku Turismo Sustentable	DIA	Huasco	Felipe Omar Vera Soto	28-Sept-2012	7-Mar-2013	Inmobiliarios	-28.173082	-71.159175
Cierre y Sellado Vertedero Comuna de Huasco Vertedero Huasco	DIA	Huasco	Ilustre Municipalidad de Huasco	26-Jun-2012	7-Feb-2013	Saneamien-to Ambiental	-28.480081	-71.213558
Cierre y Sellado Vertedero de Freirina	DIA	Freirina	Ilustre Municipalidad de Freirina	8-Jun-2012	5-Feb-2013	Saneamien-to Ambiental	-28.534418	-71.072934
Parque Eólico Cabo Leones II	DIA	Freirina	Ibereólica Cabo Leones II S.A.	12-Abr-2012	22-Oct-2012	Energía	-28.950682	-71.446123
Parque Eólico san Juan de Chañaral de Aceituno	DIA	Freirina	Sociedad por Acciones "San Juan SpA"	21-Mar-2012	19-Feb-2013	Energía	-28.909301	-71.456471
Modificación del Proyecto Central Hidroeléctrica Río Huasco Mediante Instalación de Subestación Eléctrica Río Huasco	DIA	Vallenar	Hidroeléctrica Río Huasco S.A.	15-Mar-2012	8-Ago-2012	Energía	-28.675662	-70.645721
Línea de Transmisión Eléctrica de Doble Circuito de 220 kV Cabo Leonés y Subestación Eléctrica Domeyko	DIA	Freirina-Vallenar	Ibereólica Cabo Leones I S.A.	1-Mar-2012	19-Oct-2012	Energía	-28.943245	-71.441815
Planta fotovoltaica Denersol III, 30 MW, Provincia de Huasco, Región de Atacama.	DIA	Vallenar	Denersol III SPA	14-Feb-2012	8-Nov-2012	Energía	-28.41804	-70.783221
Planta Fotovoltaica, 7,5	DIA	Vallenar	DENERSOL	9-Feb-2012	24-Oct-2012	Energía	-28.411907	-70.773952

MW, Provincia de Huasco, Región de Atacama			CHILE II SPA					
Planta Fotovoltaica Canto del Agua 21 MW, Provincia de Huasco, Región de Atacama	DIA	Vallenar	Canto del Agua Spa	3-Feb-2012	22-Oct-2012	Energía	-28.418312	-70.781765
Ampliación Subestación Eléctrica Los Colorados	DIA	Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	26-Oct-2011	1-Feb-2012	Energía	-28.288918	-70.814106
Ampliación Subestación Eléctrica (S/E) Planta Pellets	DIA	Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	26-Oct-2011	1-Feb-2012	Energía	-28.480627	-71.24435
Parque Eólico Cabo Leones	DIA	Freirina	Ibereólica Cabo Leones I S.A.	28-Sept-2011	29-Mar-2012	Energía	-28.929466	-71.441974
PROSPECCION MINERA CACHIYUYO	DIA	Freirina	SOCIEDAD CONTRACTUAL MINERA ROCK EXPLORATION	29-Ago-2011	21-Feb-2012	Minería	-29.295134	-71.086629
Modificación Línea de Transmisión 2x220 kV Maitencillo – Caserones, Variante Maitencillo Norte	EIA	Vallenar	SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE	5-Ago-2011	31-Ene-2012	Energía	-28.539751	-70.7202
Prospección Minera Distrito Pleito	DIA	Vallenar	Compañía Minera del Pacífico S.A.	1-Ago-2011	1-Feb-2012	Minería	-29.227205	-71.105513
Aumento Producción Recuperación de Mineral de Hierro Contenido en Rechazos, Sector Desvío Norte	DIA	Vallenar	CONSTRUCCIONES ESPECIALIZADAS LENBOX CHILE LIMITADA	30-Jun-2011	13-Mar-2012	Minería	-29.260406	-71.03282
Prospección Sector Cortadera	DIA	Vallenar	Minera Fuego Limitada	19-May-2011	18-Oct-2011	Minería	-28.788568	-70.692126
Prospección Minera Relincho	DIA	Vallenar	Compañía Minera Relincho Copper S.A.	3-May-2011	15-Sept-2011	Minería	-28.508858	-70.331482

Deposito de Relaves Espesados Planta Vallenar	DIA	Vallenar	EMPRESA NACIONAL DE MINERIA	14-Feb-2011	18-Oct-2011	Minería	-28.559371	-70.735043
"MEJORAMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS, FREIRINA-AGUAS CHAÑAR S.A"	DIA	Freirina	AGUAS CHAÑAR S.A.	2-Feb-2011	1-Feb-2012	Saneamiento Ambiental	-28.504913	-71.093369
Línea de Transmisión 2x220 kV Maitencillo – Caserones	EIA	Copiapó-Freirina-Tierra Amarilla-Vallenar	SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE	30-Sept-2010	26-Jul-2011	Energía	-28.537008	-70.924533
Recuperación de Mineral de Hierro Contenido en Rechazos de la Planta de Beneficio Los Colorados	DIA	Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	28-Jul-2010	17-Ene-2011	Minería	-28.28785	-70.813142
Saneamiento Ambiental y Construcción Relleno Sanitario Provincia de Huasco	DIA	Vallenar	Ilustre Municipalidad de Vallenar	13-Jul-2010	17-Ene-2011	Saneamien-to Ambiental	-28.544535	-70.780319
Sistema de Transporte de Caliza y Cal	DIA	Alto del Carmen	Compañìa Minera Nevada SpA	18-May-2010	21-Oct-2010	Otros	-29.372602	-70.092769
Plan General de Administración de la Reserva Marina Isla Chañaral, Comuna de Freirina (e-seia)	DIA	Freirina	Servicio Nacional de Pesca, Región de Atacama	27-Nov-2009	18-Ene-2010	Otros	-29.031664	-71.589726
Construcción Camino Costero Sector Quebrada Tongoy - Huasco, Dm 0,000 km a DM 19,860 (e-seia)	DIA	Huasco	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	30-Oct-2009	14-Dic-2010	Otros	-28.587047	-71.288026

Central Hidroeléctrica Río Huasco (e-seia)	DIA	Vallenar	Hidroeléctrica Río Huasco S.A.	28-Oct-2009	12-Jul-2010	Energía	-28.67612	-70.645207
EIA Ampliación y Mejoras Operacionales en Mina Los Colorados	EIA	Freirina-Huasco-Vallenar	Compañía Minera del Pacífico S.A.	16-Sept-2009	3-Nov-2010	Minería	-28.286136	-70.81567
PROYECTO EXTRACCIÓN DE ARIDOS QUEBRADA EL ALGARROBAL PARA EL MEJORAMIENTO RUTA 5 NORTE TRAMO VALLENAR - COPIAPÓ (e-seia)	DIA	Vallenar	Sacyr Chile S.A.	31-Jul-2009	20-Oct-2009	Minería	-28.123853	-70.660813
Almacenamiento de Azufre Planta Dos Amigos (e-seia)	DIA	Vallenar	Compañía Explotadora de Minas CEMIN	23-Jun-2009	28-Oct-2009	Minería	-28.982502	-70.887499
Ampliación y Mejoras Operacionales en Planta de Pellets	EIA	Freirina-Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	7-Abr-2009	16-Sept-2010	Instalacio-nes fabriles varias	-28.479126	-71.246727
REPARACIÓN SIFON QUEBRADA LOS SUEROS CANAL SAN JOSE (e-seia)	DIA	Freirina	COMUNIDAD DE AGUAS CANAL SAN JOSÉ	30-Mar-2009	5-Ago-2009	Infraestructura Hidráulica	-28.505457	-70.990575
Central Termoeléctrica Punta Alcalde	EIA	Huasco	Empresa Nacional de Electricidad S.A. ENDESA	27-Feb-2009	28-Jun-2012	Energía	-28.578432	-71.2874
SISTEMA ALTERNATIVO DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE AGUA DE LAVADO Y MANEJO DE ORUJO Y ESCOBAJO EN PLANTA AGROINDUSTRIAL ALTO DEL CARMEN,	DIA	Alto del Carmen	Cooperativa Agrícola Pisquera Elquí Limitada ó Capel Limitada	3-Feb-2009	4-Ago-2009	Saneamien-to Ambiental	-28.758622	-70.484555

CAPEL LTDA. (e-seia)								
Recuperación de Mineral de Hierro desde Rodados Almireces (e-seia)	DIA	Freirina	Compañía Minera del Pacífico S.A.	27-Ene-2009	3-Ago-2009	Minería	-29.072041	-71.030185
Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A	EIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	22-Ene-2009	23-Ago-2010	Energía	-28.465115	-71.255619
Construcción Variante Ruta C-46, Freirina. Dm 0,000 a Dm 8,200. Región de Atacama (e-seia)	DIA	Freirina	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	2-Ene-2009	19-Mar-2009	Otros	-28.517483	-71.026109
Estudio de Impacto Ambiental Proyecto El Morro	EIA	Alto del Carmen-Copiapó-Freirina-Huasco-Vallenar	Sociedad Contractual Minera El Morro	25-Nov-2008	22-Oct-2013	Minería	-28.63033	-69.888225
Mina de Caliza Potrerillo (e-seia)	DIA	Alto del Carmen	Compañìa Minera Nevada SpA	13-Nov-2008	12-May-2009	Minería	-29.47774	-70.114532
Planta de Equipos Generadores de Vallenar (e-seia)	DIA	Freirina	Agrocomercial AS Limitada	1-Sept-2008	18-May-2009	Energía	-28.523336	-70.963049
Implementación y Construcción de Sendero Centenario en el Parque Nacional Llanos de Challe (e-seia)	DIA	Huasco	CONAF, Región de Atacama	1-Sept-2008	7-Nov-2008	Otros	-28.185847	-71.153541
Central Termoeléctrica Maitencillo (e-seia)	DIA	Freirina	Empresa Eléctrica Vallenar	29-Jul-2008	14-Ene-2009	Energía	-28.508538	-70.91914
AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS EN CENTRAL TÉRMICA GUACOLDA	DIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	27-May-2008	22-Ago-2008	Energía	-28.465115	-71.255619

(e-seia)								
LÍNEA DE TRANSMISIÓN 2X220 KV GUACOLDA - MAITENCILLO (e-seia)	DIA	Freirina-Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	19-May-2008	18-Ago-2008	Energía	-28.466022	-71.257814
Ampliación III Dos Amigos (e-seia)	DIA	Vallenar	Compañía Explotadora de Minas CEMIN	10-Abr-2008	11-Feb-2009	Minería	-28.984481	-70.886037
Modificaciòn vialidad estructurante Plan Regulador Comunal de Vallenar (e-seia)	DIA	Vallenar	Ilustre Municipalidad de Vallenar	12-Mar-2008	29-Abr-2008	Planificación Territorial e Inmobiliarios en Zonas	-28.57612	-70.757441
Sitio 2 Puerto Las Losas (e-seia)	DIA	Huasco	Puerto Las Losas S.A.	19-Feb-2008	19-Nov-2008	Infraestructura Portuaria	-28.471501	-71.238304
SISTEMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS DE LAVADO DE PLANTA ALTO DEL CARMEN, CAPEL LTDA. (e-seia)	DIA	Alto del Carmen	Cooperativa Agrícola Pisquera Elquí Limitada ó Capel Limitada	15-Feb-2008	21-Ene-2009	Saneamiento Ambiental	-28.761622	-70.486667
Planta de Sulfuros Cobre Norte, sector Llanos de Marañon (e-seia)	DIA	Vallenar	INVERSIONES NUTRAM S.A.	12-Feb-2008	10-Jul-2008	Minería	-28.545715	-70.735862
Estación de Transferencia de Minerales de Hierro, Sector Maitencillo (e-seia)	DIA	Freirina	Compañía Minera del Pacífico S.A.	18-Dic-2007	24-Jul-2008	Minería	-28.53014	-70.922712
CONJUNTO HABITACIONAL ALTOS DE CAVANCHA (e-seia)	DIA	Vallenar	INMOBILIARIA E INVERSIONES EL DORADO LTDA.	26-Nov-2007	2-Sept-2008	Inmobiliarios	-28.560859	-70.772826
DIA Mejoramiento Ruta 5 Norte Copiapo-Vallenar_Km 665.000-783.400 (e-seia)	DIA	Copiapó-Vallenar	Sociedad Concesionaria Valles del Desierto S.A.	1-Oct-2007	18-Feb-2008	Otros	-28.559609	-70.77743
DIA Mejoramiento Ruta 5	DIA	Vallenar	Sociedad	28-Sept-2007	10-Jun-2008	Otros	-28.55898	-70.774893

Norte_Vallenar Km. 660.000 - Km. 665.000 Tramo 2b (e-seia)			Concesionaria Valles del Desierto S.A.					
DIA Mejoramiento Ruta 5 Norte Tramo 2a (e-seia)	DIA	Vallenar	Sociedad Concesionaria Ruta del Algarrobo S.A.	28-Sept-2007	18-Feb-2008	Otros	-28.956273	-70.898924
Incremento de Generación y Control de Emisiones del Complejo Generador Central Térmica Guacolda S.A.	EIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	26-Abr-2007	24-Oct-2007	Energía	-28.465115	-71.255619
Transporte Ferroviario de alimentos (e-seia)	DIA	Freirina-Huasco	EMPRESA DE TRANSPORTE FERROVIARIO S.A	5-Abr-2007	8-Feb-2008	Infraestructura Hidráulica	-28.523331	-70.947774
Segundo Circuito 220 kV Línea Maitencillo - Cardones (e-seia)	DIA	Copiapó-Freirina-Vallenar	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	12-Ene-2007	31-Mar-2007	Energía	-28.535561	-70.92417
Ampliación del Proyecto Mina La Japonesa (e-seia)	DIA	Vallenar	Sociedad Contractual Minera Vallenar Iron Company	19-Dic-2006	19-Jul-2007	Minería	-28.662363	-70.833749
Modificación Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco (e-seia)	DIA	Vallenar	Agrocomercial AS Limitada	14-Dic-2006	27-Abr-2007	Agropecuario	-28.39262	-70.690396
Explotación de Minerales de Hierro, Sector Cerro Negro Cristales (e-seia)	DIA	Vallenar	Compañía Minera del Pacífico S.A.	6-Dic-2006	28-Abr-2007	Minería	-29.140932	-71.044317
FLEXIBILIZACIÓN UNIDAD Nº3 (e-seia)	DIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	11-Ago-2006	23-Oct-2006	Energía	-28.464753	-71.256245
PLANTA CHANCADO MOVIL EMPRESA NACIONAL DE MINERIA	DIA	Chañaral-Copiapó-Vallenar	EMPRESA NACIONAL DE MINERIA	3-Jul-2006	8-Sept-2006	Minería	-26.418889	-70.316806

(e-seia)								
Empréstitos para Áridos Proyecto Norte Huasco (e-seia)	DIA	Freirina-Vallenar	Agrocomercial AS Limitada	19-Jun-2006	26-Ene-2007	Minería	-28.628921	-70.913956
Puerto Las Losas (e-seia)	DIA	Huasco	Puerto Las Losas S.A.	9-Jun-2006	10-Ene-2007	Infraestructura Portuaria	-28.471729	-71.241995
Subestación Eléctrica Proyecto Norte Huasco Subestación Eléctrica Proyecto Norte Huasco (e-seia)	DIA	Freirina	Agrocomercial AS Limitada	25-May-2006	29-Sept-2006	Energía	-28.537624	-70.925025
Centro Logistico Vallenar (e-seia)	DIA	Vallenar	Compañìa Minera Nevada SpA	11-Abr-2006	28-Ago-2006	Inmobiliarios	-28.593534	-70.757659
Proyecto Minero Dominoceros (e-seia)	DIA	Vallenar	Sociedad de Exploración y Desarrollo Minero "EXPLODESA"	29-Dic-2005	17-May-2006	Minería	-29.042941	-70.804131
Extracción de Desmontes Distritos Fragüita y El Morado (e-seia)	DIA	Freirina	Sociedad de Exploración y Desarrollo Minero "EXPLODESA"	23-Dic-2005	31-May-2006	Minería	-28.770555	-71.150837
Proyecto Túnel de Exploración El Morro (e-seia)	DIA	Alto del Carmen-Tierra Amarilla	Falconbridge Chile Ltda.	7-Dic-2005	11-Mar-2006	Minería	-28.631843	-69.896756
Explotación de Minerales de Hierro Desvío Norte (e-seia)	DIA	Vallenar	Víctor Hugo Peña Díaz	21-Nov-2005	19-Ago-2006	Minería	-29.145289	-71.046171
PLANTA SX-EW 200 TMF/MES PLANTA VALLENAR DE ENAMI (e-seia)	DIA	Vallenar	EMPRESA NACIONAL DE MINERIA	13-Sept-2005	19-Abr-2006	Minería	-28.56488	-70.740371
Central Guacolda Unidad Nº 3	EIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	29-Jul-2005	20-Abr-2006	Energía	-28.465115	-71.255619

Ampliación II Proyecto Dos Amigos (e-seia)	DIA	Vallenar	Compañía Explotadora de Minas CEMIN	19-Jul-2005	25-Nov-2005	Minería	-28.98076	-70.895779
Mina La Japonesa (e-seia)	DIA	Vallenar	Sociedad Contractual Minera Vallenar Iron Company	8-Jul-2005	8-Nov-2005	Minería	-28.636235	-70.817952
Explotación de Minerales de Hierro desde Depósitos Aluviales, Sector Llanos de Cristales (e-seia)	DIA	Vallenar	Víctor Hugo Peña Díaz	4-Jul-2005	3-Dic-2005	Minería	-29.134096	-71.022935
Prospección Minera La Japonesa (e-seia)	DIA	Vallenar	Sociedad Contractual Minera Vallenar Iron Company	16-May-2005	29-Jul-2005	Minería	-28.636234	-70.817953
Proyecto Agroindustrial del Valle de Huasco	EIA	Freirina-Huasco-Vallenar	Agrocomercial AS Limitada	8-Feb-2005	23-Dic-2005	Agropecua-rio	-28.526006	-70.960616
Modificaciones Proyecto Pascua Lama	EIA	Alto del Carmen	Compañìa Minera Nevada SpA	6-Dic-2004	23-Feb-2006	Minería	-29.336331	-70.002126
Plan Regional de Desarrollo Urbano (e-seia)	DIA	Alto del Carmen-Caldera-Chañaral-Copiapó-Diego de Almagro-Freirina-Huasco-Tierra Amarilla-Vallenar	SEREMI MINVU ATACAMA	27-Sept-2004	23-Dic-2004	Planificación Territorial e Inmobiliarios en Zonas	-27.368456	-70.332717
Drenaje Subsuperfiacial	DIA	Vallenar	Agricola La Rural	3-Ago-2004	27-Sept-	Infraestructu	-28.554712	-70.841458

Lote A2 Fundo Perales Vallenar (e-seia)			de Huasco S.A.		2004	ra Hidráulica		
Drenaje Subsuperficial Lote A3 Fundo Perales (e-seia)	DIA	Vallenar	Agricola El Surco S.A.	3-Ago-2004	27-Sept-2004	Infraestructura Hidráulica	-28.548147	-70.872135
Flexibilización de la Operación en la Central Termoeléctrica Guacolda (e-seia)	DIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	10-May-2004	18-Ago-2004	Energía	-28.463975	-71.257178
Declaracion de Impacto Ambiental Plan Regulador Comunal Comuna de Huasco (e-seia)	DIA	Huasco	Ilustre Municipalidad de Huasco	16-Feb-2004	7-Jul-2007	Planificación Territorial e Inmobiliarios en Zonas	-28.467103	-71.225347
Plan Regulador Comunal de Vallenar (e-seia)	DIA	Vallenar	Ilustre Municipalidad de Vallenar	16-Feb-2004	11-Ago-2004	Planificación Territorial e Inmobiliarios en Zonas	-28.56966	-70.773273
Línea 66 kv Valle - Vallenar	DIA	Alto del Carmen-Vallenar	TRANSNET S.A.	5-Feb-2003	2-May-2003	Energía	-28.562876	-70.779249
Proyecto Minero Santa rosa	DIA	Vallenar	Sociedad de Exploración y Desarrollo Minero "EXPLODESA"	15-Nov-2002	29-Ene-2003	Minería	-29.244262	-71.058012
Plan Regulador Comunal de Freirina	DIA	Freirina	Ilustre Municipalidad de Freirina	28-Feb-2002	4-Nov-2003	Planificación Territorial e Inmobiliarios en Zonas	-28.508711	-71.078796
Sistema de Servicio de Agua Potable Rural de La Arena Comuna de Alto del Carmen	DIA	Alto del Carmen	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	28-Dic-2001	8-Mar-2002	Saneamien-to Ambiental	-28.916567	-70.276716
Servicio de Agua Potable Rural San Félix Comuna	DIA	Alto del Carmen	MINISTERIO DE OBRAS	28-Dic-2001	8-Mar-2002	Saneamien-to Ambiental	-28.933126	-70.462138

de Alto del Carmen			PÚBLICAS					
Servivio de Agua Potable Rural de la Marquesa Comuna de Alto del Carmen	DIA	Alto del Carmen	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	28-Dic-2001	8-Mar-2002	Saneamien-to Ambiental	-28.818406	-70.370916
Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Freirina	DIA	Freirina	AGUAS CHAÑAR S.A.	19-Dic-2001	22-Mar-2002	Saneamien-to Ambiental	-28.505133	-71.09367
Instalación del Servico de Agua Potable Rural de la Localidad de Camarones Comuna de Vallenar Provincia de Huasco III Región de Atacama.	DIA	Vallenar	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	5-Nov-2001	28-Dic-2001	Saneamien-to Ambiental	-28.671357	-70.653932
Instalación del Servicio de Agua Potable Rural de la Localidad de Incahuasi Comuna de Vallenar Provincia de Huasco III Región de Atacama.	DIA	Vallenar	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	5-Nov-2001	28-Dic-2001	Saneamien-to Ambiental	-29.22702	-71.01165
Prospección El Morro	DIA	Alto del Carmen	Noranda Chile Ltda.	5-Oct-2001	28-Dic-2001	Minería	-28.650266	-69.906251
Agroindustrial de Procesamiento de Hortalizas en el Valle de Huasco	DIA	Vallenar	Agoindustrial Vallenar SA	20-Jul-2001	12-Dic-2001	Agropecua-rio	-28.55664	-70.832858
Centro de Turismo y Recreación Piscinas La Verbena	DIA	Vallenar	Samuel Cortes Molina	12-Feb-2001	21-Nov-2001	Inmobiliarios	-28.656718	-70.678346
Diseño de Instalación del Servicio de Agua Potable Rural Carrizal Bajo	DIA	Huasco	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	23-Ene-2001	18-May-2001	Saneamien-to Ambiental	-28.082463	-71.147665
Mejoramiento Tecnológico para la	DIA	Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	22-Dic-2000	11-Abr-2001	Minería	-28.480212	-71.247192

Producción de Concentrados de Minerales de Hierro								
Mejoramiento del Proceso y Aumento de Producción Planta de Chancado y Selección de Caliza	DIA	Freirina	Sociedad de Inversiones y Servicios Ltda (SISEL Ltda)	13-Sept-2000	21-Dic-2000	Minería	-27.532534	-70.067031
Pascua Lama	EIA	Alto del Carmen	Compañia Minera Nevada SpA	3-Ago-2000	9-May-2001	Minería	-29.31966	-70.035452
Construción Vertedero Municipal Comuna de Vallenar	DIA	Vallenar	Ilustre Municipalidad de Vallenar	15-May-2000	28-Nov-2000	Saneamien-to Ambiental	-28.543078	-70.783105
Mejoramiento de Barrios Poblaciones Vicuña Mackenna Bajo El Minero y Otros-Freirina	DIA	Freirina	I. Municipalidad de Freirina	21-Dic-1999	29-May-2000	Saneamien-to Ambiental	-28.466426	-71.219663
El Olivar Villa Vista Alegre	DIA	Vallenar	Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo (III Región)	20-Dic-1999	16-May-2000	Inmobiliarios	-28.589417	-70.761439
Planta Procesadora de Minerales No Metálicos Sopromin-Domeyko	DIA	Vallenar	SOPROMIN DOMEYKO LIMITADA	29-Oct-1999	4-Ene-2000	Minería	-28.971715	-70.905494
Exploraciones Mineras San Jorge	DIA	Vallenar	Compañía Minera del Pacífico S.A.	28-Oct-1999	4-Ene-2000	Minería	-29.18635	-71.028072
Proyecto San Ramón	DIA	Vallenar	Minera San Antonio	18-Oct-1999	23-Feb-2000	Minería	-29.04249	-70.803875
Diseño Ampliación Sistema de Alcantarillado Sector El Olivar de Vallenar	DIA	Vallenar	Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo (III	30-Sept-1999	27-Ene-2000	Saneamien-to Ambiental	-28.573333	-70.757222

			Región)					
Usos de Mezclas de Carbón y Petcoke en Central Termoeléctrica Guacolda	EIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	23-Jul-1999	25-May-2000	Energía	-28.465117	-71.255619
Planta Picadora de Macroalgas	DIA	Vallenar	Algas Cultivos Exportaciones Acex S.A	2-Jul-1999	27-Ene-2000	Pesca y Acuicultura	-28.48864	-70.720709
Prospección Minera Camila	DIA	Vallenar	Yeyssy Cuevas Troncoso	12-Abr-1999	31-Ago-1999	Minería	-28.594756	-70.708339
Ampliación y Habilitación Terminal Marítimo Las Losas Huasco III Región	EIA	Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	4-Ene-1999	28-Jul-1999	Infraestructura Portuaria	-28.471165	-71.236766
Relocalización y Optimización Planta de Chancado Molienda y Clasificación de Calizas	DIA	Vallenar	Sociedad Contractual Minera Pirineos	5-Ago-1998	1-Feb-1999	Minería	-28.593462	-70.600793
Planta Norte	EIA	Vallenar	Cemento Polpaico S.A.	21-Jul-1998	30-Dic-1998	Minería	-28.317073	-70.831852
Exploración Volcán Aguadita	DIA	Freirina	Inversiones North (Chile) Ltda.	16-Jul-1998	16-Feb-1999	Minería	-28.595906	-71.099901
Planta Cachiyuyo	DIA	Vallenar	Asociación Minera de Domeyko	3-Jul-1998	19-Jul-1999	Minería	-29.047699	-70.888119
Construcción de Emisario Submarino Alcantarillado Huasco	DIA	Huasco	AGUAS CHAÑAR S.A.	21-Abr-1998	23-Nov-1998	Saneamiento Ambiental	-28.464914	-71.230155
Estudio Ingeniería Red de Alcantarillado y Disposición Final de Aguas Servidas Huasco Bajo Comuna de Huasco	DIA	Huasco	Ilustre Municipalidad de Huasco	6-Abr-1998	16-Nov-1998	Saneamiento Ambiental	-28.471464	-71.179066
Ampliación Proyecto Dos Amigos	DIA	Vallenar	Compañia Explotadora Minas Sociedad	18-Mar-1998	10-Ago-1998	Minería	-28.985094	-70.885754

			Comercial Minera					
Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento	EIA	Huasco-Vallenar	Minera Melón S.A.	28-Ene-1998	1-Sept-1998	Minería	-28.470365	-71.235023
Mejoramiento de Servicios Administrativos Parque Nacional LLanos de Challe	DIA	Huasco	Corporación Nacional Forestal, CONAF	10-Dic-1997	26-Ene-1998	Otros	-28.185205	-71.157052
Reposición Casa del Profesor Localidad Canto del Agua	DIA	Huasco	Ilustre Municipalidad de Huasco	7-Jul-1997	16-Sept-1997	Equipamien-to	-28.464008	-71.222024
Reparaciones Escuela F-101 Huasco Bajo	DIA	Huasco	Ilustre Municipalidad de Huasco	7-Jul-1997	16-Sept-1997	Equipamien-to	-27.532534	-70.067031
Contrucción Aula y Alero Escuela G-47 Chollay	DIA	Alto del Carmen	I. Municipalidad de Alto del Carmen	7-Jul-1997	16-Sept-1997	Equipamien-to	-27.532534	-70.067031
Reparaciones Mayores Escuelas de la Comuna	DIA	Alto del Carmen	I. Municipalidad de Alto del Carmen	7-Jul-1997	16-Sept-1997	Equipamien-to	-28.759701	-70.486421
Mejoramiento Escuela E-51 El Tránsito	DIA	Alto del Carmen	I. Municipalidad de Alto del Carmen	7-Jul-1997	16-Sept-1997	Equipamien-to	-28.876654	-70.280392
Ampliacion Escuela G-52 Alto del Carmen	DIA	Alto del Carmen	I. Municipalidad de Alto del Carmen	7-Jul-1997	16-Sept-1997	Equipamien-to	-28.759309	-70.486931
Los Colorados Este	EIA	Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	5-Nov-1996	23-May-1997	Minería	-28.291187	-70.803603
Proyecto Minero Dos Amigos	EIA	Vallenar	Compañía Explotadora de Minas CEMIN	21-Feb-1996	20-Ago-1996	Minería	-28.985336	-70.892331
Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero	EIA	Huasco	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	26-Dic-1994	24-May-1995	Energía	-28.465117	-71.255619

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en http://www.seia.cl

De acuerdo a esta información, hay 126 (85%) proyectos aprobados por Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y 22 (15%) proyectos han sido aprobados mediante Estudios de Impacto Ambiental (EIA).

Del mismo modo, 54 proyectos (36%) corresponden a Minería, 37 proyectos (25%) corresponden a Energía y 18 proyectos (12%) corresponden a Saneamiento.

Desde la página del SEIA se encontró información sobre 13 proyectos En Calificación, presentados en la siguiente tabla:

Tabla 5: Proyectos En Calificación en el SEIA para las comunas Huasco, Freirina, Vallenar y Diego de Almagro.

Nombre	Tipo	Comunas	Titular	Fecha presentación	Sector productivo	Latitud punto representa-tivo	Longitud punto representa-tivo
Transporte Terrestre de Sustancias Corrosivas en Región de Atacama	DIA	Alto del Carmen-Caldera-Chañaral-Copiapó-Diego de Almagro-Freirina-Huasco-Tierra Amarilla-Vallenar	TRANSPORTES VERASAY SPA.	30-Nov-2015	Otros	-27.4382198	-70.266326
Desarrollo Minero Distrito Cristales	DIA	Freirina-Vallenar	Compañía Minera del Pacífico S.A.	11-Nov-2015	Minería	-29.1442278	-71.0441871
Proyecto Parque Fotovoltaico ValleSolar	EIA	Vallenar	ALPIN SUN CHILE SPA	13-Ago-2015	Energía	-28.2039387	-70.6933967
Extracción de Minerales de Hierro en Distrito Pleito	DIA	Vallenar	Compañía Minera del Pacífico S.A.	10-Jul-2015	Minería	-29.2401279	-71.071274
Proyecto Solar Fotovoltaico Sol del Pacifico	EIA	Vallenar	Alto del Carmen Solar SpA	19-Jun-2015	Energía	-28.5703702	-70.712777
Planta Fotovoltaica Cachiyuyo	DIA	Vallenar	Soventix Chile SPA	24-Mar-2015	Energía	-29.0716342	-70.9155282
Parque Solar Sol del Verano	DIA	Vallenar	Parque Solar Verano Dos SpA	19-Dic-2014	Energía	-29.05168	-70.89699
Parque Solar Fotovoltaico Tamarico	EIA	Vallenar	Tamarico Solar Dos SpA	5-Dic-2014	Energía	-28.4470297	-70.7815626
DOMEYKO SOLAR	DIA	Vallenar	SOWITEC Operation Ltda	21-Nov-2014	Energía	-28.9714569	-70.8945941
Parque Solar Llano Victoria	DIA	Freirina-Vallenar	Llano Victoria SPA	20-Nov-2014	Energía	-28.5046032	-70.9302988
Parque Fotovoltaico Délano	EIA	Vallenar	Inversiones y Servicios SunEdison Chile	29-Jul-2014	Energía	-28.2971041	-70.6968171

			Limitada				
Línea de Transmisión Eléctrica de Doble Circuito de 220 kV Cabo Leonés a SE Maitencillo	DIA	Freirina-Vallenar	Ibereólica Cabo Leones I S.A.	18-Jul-2014	Energía	-28.9354589	-71.2536611
Actualización del Sistema de Depositación de Relaves de Planta de Pellets	EIA	Huasco	Compañía Minera del Pacífico S.A.	27-Jun-2013	Minería	-28.4804659	-71.2608883

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en http://www.seia.cl

El cúmulo de proyectos aprobados y en evaluación en la cuenca, refleja, por una parte, una tendencia evidente al aumento de las presiones sobre la cuenca, tanto por la cantidad como por la calidad del agua, relacionado especialmente con nuevos proyectos mineros en la cabecera de la cuenca y un cúmulo importante de proyectos en la parte baja. En consecuencia, se puede plantear que es una cuenca muy estudiada, con muchos datos, con muchos resultados tanto de análisis físicoquímicos como biológicos y de evaluación ecológica.

De la misma manera, hay sectores de la cuenca con amplia repercusión para la conservación de la biodiversidad y el Programa de Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Huasco. Para recuperar las condiciones ambientales y sociales de la comuna de Huasco, es imprescindible disponer de herramientas de gestión ambiental apropiadas para las aguas del Río Huasco en la totalidad de la cuenca.

Se solicitó a la Superintedencia del Medio Ambiente antecedentes entre abril de 2012 hasta diciembre de 2015. Se recibió por correo electrónico un link para descargar la información solicitada, de manera que se descargaron y rotularon aproximadamente 190 archivos en formato pdf. Cada uno de estos archivos posee subarchivos (archivos adjuntos). En la tabla 6 se detalla el listado de la información consultada para la elaboración de este informe.

Tabla 6. Listado de estudios analizados en este proyecto.

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
1	Análisis de Impacto económico y social de anteproyecto de normas secundarias de calidad-Cuenca de Río Huasco	DSS Ambiente para DGA	dic-2009	pdf	---		Metodología no validada para la dictación de la norma
2	Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal Huasco Bajo, III Región.	Agrosuper	jul-2009	pdf	---		
3	Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal de Tatara, III Región.	Agrosuper	jul-2009	pdf	---		
4	Informe monitoreo de calidad de aguas superficiales, Río Huasco.	Agrosuper	jun-2009	pdf	---		
5	Informe monitoreo de aguas superficiales, Río Huasco.	Agrosuper	oct-2008	pdf	---		
6	Estudio limnológico en Río Huasco para proyecto "Mejoramiento Planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina". Aguas Chañar SA.	Ecometric	oct-2011	pdf	---		
7	Diagnóstico, inventario de emisiones y monitoreo de la calidad de las aguas de la cuenca del Río Huasco.	Algoritmos SA para MMA	feb-2013	word y pdf	---		
8	Informe planta aguas servidas	Barrick	jul 2008 a jun 2009	pdf	---	Si	

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
9	Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2008 a Junio 2009. Proyecto Pascua Lama.	Proust Consultores para Barrick	julio 2008 a junio 2009	word y pdf	---	Si	
10	Informe Programa de monitoreo de aguas Junio 2009 a Julio 2010. Proyecto Pascua Lama.	Proust Consultores para Barrick	junio 2009 a julio 2010	pdf	---	Si	
11	Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2010 a Junio 2011. Proyecto Pascua Lama.	Proust Consultores para Barrick	julio 2010 a junio 2011	pdf	---	Si	
12	Informe Plan de monitoreo limnológico	CEA para Barrick	mar-2010	pdf	---		
13	Informe Final Plan de monitoreo bioindicadores	Barrick	sep-2007	word	---		
14	Plan de uso bioindicadores	Barrick	mar-2008	word	---		
15	Plan de uso de Bioindicadores Proceso de Validación Índice Biótico SIGNAL-2PL	CEA para Barrick	mar-2009	word	---		
16	Plan de uso de Bioindicadores Proceso de Validación Índice Biótico SIGNAL-2PL	CEA para Barrick	mar-2010	pdf	---		
17	Informe Final Plan de monitoreo limnológico	CEA para Barrick	mar-2009	pdf	---		
18	Informe Final Plan de monitoreo limnológico	CEA para Barrick	sep-2007	pdf	---		
19	Plan de monitoreo glaciares. Proyecto Pascua Lama. PMGv4	Centro de Estudios Científicos (CECs) para Barrick	feb-2013	pdf	---		

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
20	Línea base actualizada de calidad del agua superficial proyecto Pascua Lama.	Barrick	ene-2014	pdf	---		
21	Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.	Universidad de Atacama	jul-2009	pdf	---	Si	
22	Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.	Universidad de Atacama	jul-2010	pdf	---	Si	
23	Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.	ANAM	jul-2011	word	---	Si	
24	Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Huasco . Región de Atacama.	Knight Piesold para DGA	dic-2013	pdf	---	Si	
25	Informe Final. Estudio de calidad de aguas subterráneas Huasco y Mataquito.	GCF Ingenieros Consultores Ltda. Para CNR	feb-2006	pdf	---	Si	
26	Evaluación hidrogeológica de la Cuenca del Río Huasco, con énfasis en la cuantificación y dinámica de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.	U. Católica del Norte, SERNAGEOMIN	ene-2010	pdf	---		

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
27	Informe Piloto basado en metodología APPA. Índice de Funcionalidad Fluvial Río Huasco. Región de Atacama.	SEREMI Atacama	nov-2012	word y pdf	---		
28	Modelo para la gestión hídrica de la cuenca del Huasco: Evaluaciones de caudal ambiental y valoración de servicios hidrológicos.	Centro de Agua para Zonas Áridas y Semiáridas para América Latina y el Caribe (CAZALAC)	jul-2012	pdf	---		
29	Evaluación preliminar de caudales ecológicos en lab cuenca del Río Huasco (Chile) mediante la simulación del hábitat físico del pejerrey *Basilichthys microlepidotus* y el camarón de Río *Cryphiops caementarius*.	Institut de recherche pour le developpement (IRD). Fundación Miguel Lillo- CONICET	ene-2012	pdf	---		
30	Modelación de recursos hídricos de la cuenca del Río Huasco	CAZALAC. Sergio Gutierrez Valdés	jul-2012	pdf	---		
31	Evaluación Inicial de Caudales Ecológicos/Ambientales en la cuenca del Río Huasco-Chile	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN)	jul-2012	pdf	---		

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
32	Thesis "Cost-benefit analysis regarding environmental flow implementation in the semi-arid Huasco watershed, northern Chile". Thesis Philipp Wagnitz to obtain the degree of Master of Science (M.Sc.)	Cologne University of Applied Sciences. Institute for Technology and Resources Management in the Tropics and Subtropics. CAZALAC	mar-2012	pdf	---		
33	Tesis "Efectos naturales y antrópicos en la calidad de las aguas superficiales del Río Huasco y afluentes". Alumno memorista Ing. Civil Ambiental Alexis Almarza Tapia.	Institute for Technology and Resources Management in the Tropics and Subtropics	mar-2009	pdf	---		
34	Tesis "Evaluación de la aplicabilidad del programa de simulación de calidad de las aguas WASP en las cuencas de los Ríos Elqui y Choapa, región de Coquimbo, Chile". Alumno memorista Ing. Civil Ambiental Jorge Cubillos.	Universidad de la Serena	mar-2009	pdf	---		
35	Tesis "Desarrollo de un índice de calidad de aguas superficiales y análisis de la red de monitoreo en las cuencas de Huasco, Elqui, Limarí y Choapa". Alumna memorista Ing. Civil Ambiental Lesly Espejo.	Universidad de la Serena	may-2009	pdf	---		

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
36	Tesis" Evolución de la calidad de las aguas superficiales para uso agrícola en una cuenca hidrográfica del norte chico, en el período 2003-2013". Alumna seminarista Químico Ambiental Carolina Campos Briones.	Universidad de Chile	jul-2014	pdf	---		
37	Informe compilado INNOVA-INIA Cuenca del Río Huasco. Desarrollo de un modelo de gestión integral para el resguardo de la calidad del agua en los valles de Huasco, Limarí y Choapa.	Proyecto INNOVA-CORFO. Instituto de Innovación Agraria (INIA)	sep-2010	pdf	---	Si	
38	Datos en excel de monitoreos realizados por DGA e INIA, entre 2007 al 2009.	Proyecto INNOVA-CORFO. INIA	2007 al 2009	excel	---	Si	
39	Informe Final Aplicación red de monitoreo de calidad de agua en la cuenca del Río Huasco y sus afluentes.	INIA- Junta de Vigilancia Recursos Hídricos (JVRH)	ago-2010	pdf	---	Si	
40	Datos en excel de monitoreos realizados Junta de Vigilancia (JV) entre Agosto 2009 a Junio 2010.	INIA-JVRH	2009 al 2010	excel	---	Si	
41	Datos en excel de monitoreos realizados Junta de Vigilancia (JV) entre Agosto 2009 a Junio 2010.	INIA-JVRH	2009 al 2010	excel	---	Si	

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
42	Resultados finales. Aplicación Red de Monitoreo de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Huasco y sus Afluentes	INIA-JVRH	2009 al 2010	ppt	---		
43	Estudio Ex Post de corto y mediano plazo Embalse Santa Juana, III Región de Atacama.	Ministerio de Desarrollo Social	jul-2012	pdf	---	Si	
44	Minuta ESJ Nº 95 2016	Junta de Vigilancia de la Cuenca del Río Huasco y sus Afluentes	abr-2016	pdf	---		
45	Informe Final Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad.	CADE-IDEPE para DGA	jul-2004	pdf	---	Si	
46	Datos en excel de monitoreos de aguas realizados por DGA.	DGA		excel	---	Si	
47	Datos en excel de monitoreos de aguas realizados por proyecto Pascua Lama.	Barrick	1996 al 2012	excel	---	Si	
48	Reevaluación de los recursos hídricos subterráneos del acuífero del Río Huasco aguas abajo del embalse Santa Juana.	DGA	abril-2009	pdf	---		
49	Informe monitoreo limnológico Marzo 2013	Barrick	junio-2013	pdf	1		
50	Informe de monitoreo de aguas, período Julio 2012 a Junio 2013	Barrick	2013	pdf	3		

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
51	Informe monitoreo calidad de agua subterránea del relleno sanitario 1er semestre 2013	Barrick	2013	pdf	1		
52	Informe limnológico Septiembre 2013	Barrick	2013	pdf	3		
53	Informe monitoreo calidad de agua subterránea del relleno sanitario Jul-Dic 2013	Barrick	2013	pdf	2		
54	Informe hidrobiología 2013	Barrick	2013	pdf	1		
55	Informe monitoreo calidad de agua subterránea del relleno sanitario	Barrick	2014	pdf	3		
56	Monitoreo de agua	Barrick	2014	pdf	8		
57	Informe limnológico campaña Marzo	Barrick	2014	pdf	3		
58	Informe de monitoreo limnológico	Barrick	2014	pdf	18		
59	Informe hidrobiológico	Barrick	2014	pdf	5		
60	Informe calidad del agua subterránea del relleno sanitario	Barrick	2014	pdf	3		
61	Informe descarga Río Estrecho desde piscina pulido mes Diciembre	Barrick	2014	pdf	2		

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
62	Informe autocontrol mes Enero Descarga Río Estrecho	Barrick	2015	pdf	2		
63	Informe descarga Río Estrecho desde PTAC Febrero	Barrick	2015	pdf	2		
64	Informe de descarga ARD Marzo del 2015	Barrick	2015	pdf	2		
65	Informe monitoreo y descarga PTAC Abril	Barrick	2015	pdf	2		
66	Informe campaña limnológica Marzo 2015	Barrick	2015	pdf	21		
67	Informe de descarga Río Estrecho Mayo	Barrick	2015	pdf	2		
68	2015-07 Informe Descarga ARD Junio	Barrick	2015	pdf	1		
69	Informe monitoreo agua subterránea del relleno sanitario Ene-Jun	Barrick	2015	pdf	2		
70	Informe anual de monitoreo de aguas Jul 14- Jun 2015	Barrick	2015	pdf	10		
71	2015-08 Informe descarga ARD Julio	Barrick	2015	pdf	10		
72	2015-09 Informe descarga ARD Agosto	Barrick	2015	pdf	10		

N°	Nombre	Fuente	Fecha	Formato archivo	Sub-archivos	¿Aporta datos de calidad de aguas?	Comentarios generales
73	Informe descarga ARD mes Septiembre	Barrick	2015	pdf	10		
74	Informe captación de agua Julio-Septiembre	Barrick	2015	pdf	1		
75	Informe limnológico 2015	Barrick	2015	pdf	16		
76	Informe descarga ARD Octubre	Barrick	2015	pdf	9		
77	Informe descarga ARD Noviembre	Barrick	2015	pdf	9		
78	Informe descarga ARD Diciembre	Barrick	2015	pdf	11		
79	Monitoreo calidad agua subterránea relleno sanitario 2° Sem 2015	Barrick	2015	pdf	5		
80	Informe captación agua Octubre-Diciembre	Barrick	2015	pdf	1		
81	Informe descarga ARD Enero	Barrick	2015	pdf	10		
82	Informe trimestral calidad aguas Río Estrecho Octubre- Diciembre 2015.	Barrick	2015	pdf	1		

Fuente: Elaboración propia.

Folio018054

De los antecedentes anteriores, muchos aportaron datos de análisis de calidad de aguas, tanto en parámetros físicoquímicos como en resultados de monitoreos biológicos. Otros, constituyen estudios ambientales de toda la cuenca o de alguna de sus sectores.

Por la relevancia para el estudio, se comenzó con los estudios que entregan información de resultados de calidad de aguas.

4.5.1 Evaluación cualtitativa de la información de calidad de aguas.

Para ejecutar este estudio, se recibieron numerosos antecedentes (en formatos diferentes como se indicó anteriormente) que contienen resultados de análisis de calidad de agua en diferentes sectores de la cuenca del Río Huasco. Al ordenar la información, se identificaron las estaciones o puntos de muestreo donde se ha reportado análisis de calidad de agua, según los diferentes antecedentes, independientemente de la frecuencia y duración de dichos análisis.

4.5.1.1 Estaciones de muestreo de calidad de aguas.

A continuación se presenta la tabla resumen de las 97 estaciones con información inicial disponible en la Base de Datos Unificada, donde se especifica el código, el nombre de la estación de monitoreo, la ubicación geográfica y la fuente de la información.

Tabla 7. Compilación de estaciones de monitoreo ubicadas en la cuenca del Río Huasco, provenientes de distintas fuentes de información.

N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de Datos?
				Norte	Este	Altitud		
1	NE5	Río Estrecho en Nacimiento	03803003-5	6758488	398071	No inf	Barrick	SI
2	NE2A	Río Estrecho sobre Quebrada Los Barriales	03803008-6	6760264	397030	No inf	Barrick	SI
3	NE1A	Estrecho en Quebrada Los Barriales	03803010-8	6762140	396905	No inf	Barrick	SI
4	NE3	Río Estrecho bajo Quebrada Los Barriales	03803004-3	6763287	394411	No inf	Barrick	SI
5	NE4	Río Estrecho ante Junta Río del Toro	03803009-4	6769830	389677	No inf	Barrick	SI
6	NE7	Río Blanco ante Junta Río Chollay	03803005-1	6776662	389476	No inf	Barrick	SI
7	NE8	Río Chollay en Quebrada Chañarcillo	03803006-K	6780865	391193	No inf	Barrick	SI
8	NE9	Río Chollay en Conay	03803007-8	6794560	387707	No inf	Barrick	SI
9	TO3	Río El Toro	03812000-K	6754794	394732	No inf	Barrick	SI
10	TO6A	Río Tres Quebradas sobre Quebrada la Ortiga	---	6750238	388276	No inf	Barrick	SI
11	TO7	Quebrada la Ortiga	03812001-8	6748371	386272	No inf	Barrick	SI
12	VIT4	Río Tres Quebradas ante junta Río Potrerillos	03812002-6	6745316	382584	No inf	Barrick	SI
13	PO7B	Río Potrerillos bajo Quebrada Larga	03812006-9	6738364	395966	No inf	Barrick	SI
14	VIT5	Río Potrerillos ante junta Río Tres Quebradas	03812003-4	6744978	382587	No inf	Barrick	SI
15	VIT3	Río Potrerillos bajo Río	03812007-7	6745768	381582	No inf	Barrick	SI

N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de
		Tres Quebradas						
16	VIT1	Río Potrerillos ante Junta Río Carmen	03812004-2	6754828	382485	No inf	Barrick	SI
17	VIT6	Río del Carmen ante Junta Río Potrerillos	03811000-4	6754568	369917	No inf	Barrick	SI
18	VIT2	Río del Carmen bajo Río Potrerillos	03813000-5	6756155	368738	No inf	Barrick	SI
19	PX1		---	6766319	391469		Barrick	SI
20	---	Río Huasco en Algodones	03820001-1	6820890	352856	750	DGA	NO
21	---	Río Huasco en Huasco bajo	03826001-4	6849338	286712	0	DGA	SI
22	---	Río Huasco en Santa Juana	03820003-8	6827205	339120	575	DGA	NO
23	---	Pozo agua potable Vallenar	03823009-3	6837171	329850	0	DGA	NO
24	PX2		---	6772402	387788		Barrick	SI
25	---	Río Huasco en Bodeguilla (CA)	03825002-7	6843912	305902	175	DGA	NO
26	CN2		---	6772553	387727		Barrick	SI
27	PX3		---	6773627	387777		Barrick	SI
28	---	Río Carmen antes Río Tránsito (CA)	03815003-0	6818784	356789	780	DGA	
29	CN7		---	6791594	387848		Barrick	SI
30	---	Río Huasco en Freirina (CA)	03825003-5	6845621	297713	75	DGA	
31	CN8		---	6791741	387891		Barrick	SI

N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de
32	DGA01H	Estación Río Huasco en Puente Huasco Bajo		6848703	286798	15	INIA (DGA)	
33	DGA02H/JV-36	Estación Río Huasco en Puente Panamericana		6839156	322127	373	INIA (DGA)	SI
34	DGA03H/JV-10	Estación Río Carmen en Puente Ramadillas		6818542	355037	783	INIA (DGA)/JV	SI
35	DGA04H/JV-9	Estación Río Tránsito antes junta Río Carmen		6818556	355070	780	INIA (DGA)/ JV	SI
36	DGA05H/JV 20	Estación Río Chollay antes de Río Conay		6794233	387492	1424	INIA (DGA)/JV	SI
37	DGA06H	Estación Río Conay en las Lozas		6797080	392504	1552	INIA (DGA)	SI
38	INIA01H	Estación Río Huasco Bajo Quebrada El Negro		6845245	293956	62	INIA	SI
39	INIA02H	Estación Río Huasco en Puente Los Guindos		6844436	297679	92	INIA	SI
40	INIA03H/JV-3	Estación Río Huasco en Puente Nicolasa	03825001-9	6843939	303235	227	INIA/JV	SI
41	INIA04H	Estación Río Huasco en Chépica		6824253	348579	670	INIA	SI
42	INIA05H/JV-13	Estación Río Carmen Antes Confluencia Río Potrerillos		6754251	369736	2202	INIA/JV	SI
43	INIA06H/JV-14	Estación Río Potrerillos después Confluencia Río Tres Quebradas		6754346	370285	2227	INIA/JV	SI
44	INIA07H	Estación Río Tres Quebradas		6744965	382384	2672	INIA	SI
45	INIA08H	Estación Río Potrerillos en Zona Alta		6739348	399996	3561	INIA	SI
46	INIA09H	Estación Río El Toro (Zona Alta)		6754468	394546	3933	INIA	SI
47	INIA10H	Estación Río Tránsito aguas abajo de Chanchoquín		6807581	373519	1084	INIA	SI

N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de
48	INIA11H	Estación Río Estrecho Bajo Quebrada Agua de la Falda		6769472	389471	2874	INIA	SI
49	INIA12H	Estación Río Estrecho (Zona Alta)		6759871	396895	3841	INIA	SI
50	INIA13H	Estación Río Valeriano		6804197	398158	1840	INIA	SI
51	INIA14H	Estación Río Laguna Grande		6804351	398232	1863	INIA	SI
52	INIA15H	Inicio Río Tránsito (bajo confluencia Río Conay y Río Chollay)		6794503	386736	1411	INIA	SI
53	INIA16H	Estación Pozo la Marqueza		6811185	366728	954	INIA	SI
54	JV-1	Estación Río Huasco en Puente Huasco Bajo		6848703	286798	15	JV	SI
55	JV-2	Estación Río Huasco Bajo Quebrada El Negro		6845245	293956	62	JV	SI
56	JV-4	Estación Río Huasco bajo PTAS Vallenar		6839554	323884	347	JV	JV-4
57	JV-5	Estación Río Huasco en bocatoma canal Marañón		6827112	338392	545	JV	JV-5
58	JV-6	Cabecera Embalse Santa Juana		6826666	339865	648	JV	JV-6
59	JV-7	Cola Embalse Santa Juana		6825094	346556	660	JV	JV-7
60	JV-11	Estación Río Carmen bajo pueblo San Félix		6799937	358063	1111	JV	JV-11
61	JV-12	Estación Río Carmen antes de Quebrada Plata Alta		6767986	368005	2009	JV	JV-12

N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de
62	JV-15	Estación Río Tres Quebradas		6744965	382384	2672	JV	JV-15
63	JV-16	Estación Río Potrerillos en Zona Alta		6739348	399996	3561	JV	JV-16
64	JV-17	Estación Río El Toro (Zona Alta)		6754468	394546	3933	JV	JV-17
65	JV-21	Estación Río Pachuy antes de confluencia Río Chollay		6791767	388076	1507	JV	JV-21
66	JV-22	Estación Río Chollay bajo confluencia Río Blanco		6780517	390996	2058	JV	JV-22
67	JV-23	Estación Río Blanco antes de confluencia con Río Chollay		6776245	389275	2361	JV	JV-23
68	JV-24	Río Estrecho Bajo Quebrada Agua de la Falda		6769472	389471	2874	JV	JV-24
69	JV-25	Estación Río Conay en Puente Malaguín		6797080	392504	1552	JV	JV-25
70	JV-26	Estación Río Estrecho bajo Quebrada Barriales		6762994	394201	3553	JV	JV-26
71	JV-27	Estación Río Estrecho (Zona Alta)		6759871	396895	3841	JV	JV-27
72	JV-28	Estación Río Valeriano antes de confluencia con Río Laguna Grande		6804197	398158	1840	JV	JV-28

N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de
73	JV-29	Estación Río Laguna Grande antes de junta con Río Valeriano		6804197	398158	1863	JV	JV-29
74	JV-30	Estación Río Laguna Chica antes de confl, Río Valeriano		6805961	409280	2309	JV	JV-30
75	JV-31	Estación Río Valeriano antes de confl. con Río Laguna Chica		6805846	409269	2242	JV	JV-31
76	JV-32	Estación Río Laguna Grande antes de confl. con Río Cazadero		6816575	402791	2702	JV	JV-32
77	JV-33	Estación Río Cazadero antes junta Río Laguna Grande		6816634	402750	2705	JV	JV-33
78	JV-34	Estación Laguna Grande		6821901	411780	3233	JV	JV-34
79	JV-35	Estación Laguna Chica		6813943	417354	3467	JV	JV-35
80	TO1A			6754900	397350		Barrick	SI
81	PY6			6746471	391374		Barrick	SI
82	PY5			6746331	390538		Barrick	SI
83	PO10			6739271	399705		Barrick	SI
84	H-CO1	Aguas debajo de la confluencia de los Ríos Tránsito y Carmen (junta		6823911	348475	---	CONAMA	SI

N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de
		del Carmen)						
85	H-CO2	Aguas abajo del embalse Santa Juana, en el sector Chañar blanco.		6830475	334261	---	CONAMA	SI
86	H-CO3	Aguas abajo de la descarga de aguas servidas de la planta de tratamiento de aguas servidas de Vallenar.		6830475	334261	---	CONAMA	SI
87	H-CO4	Aguas debajo de la descarga de aguas servidas de la Planta de tratamiento de aguas servidas de Freirina		6845270	294435	---	CONAMA	SI
88	CA3			6768394	368067		Barrick	SI
89	VIT8			6766199	367911		Barrick	SI
90	CA4			6786630	355570		Barrick	SI
91	PY2			6817809	355211		Barrick	SI
92	A10			6794593	387117		Barrick	SI
93	A8			6794307	386267		Barrick	SI
94	PY1			6818550	355096		Barrick	SI
95	PY3			6818625	354883		Barrick	SI
96	PY4			6822896	350102		Barrick	SI

N°	Código Estación	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas (UTM) WGS 84			Fuente	¿Información en la Base de
97	Planta Alto Huasco C2			6849155	288509		DGA	SI

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura ilustra la ubicación de todas las estaciones donde se ha identificado información válida para este estudio.

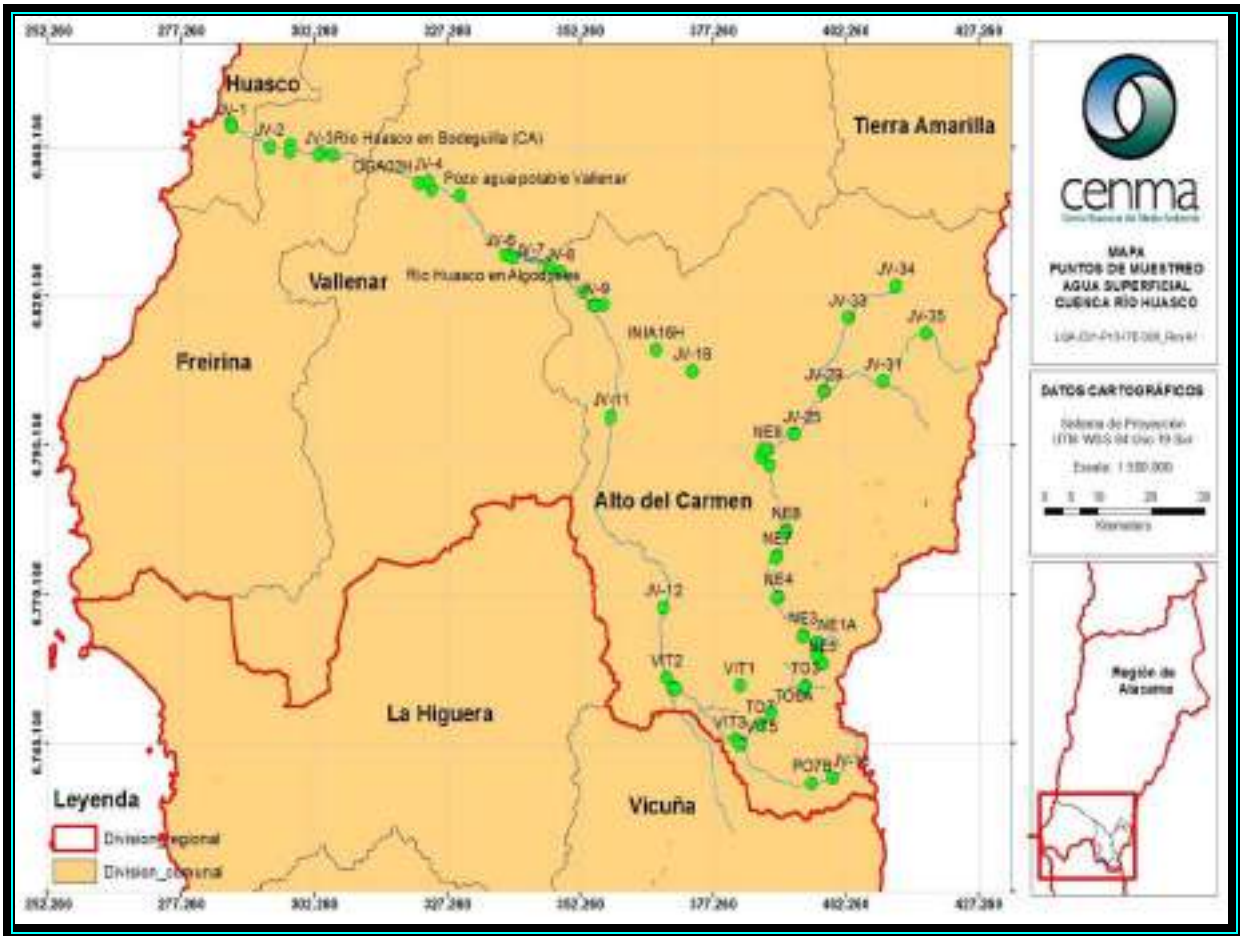


Ilustración 3. Ubicación de las distintas estaciones de monitoreo identificadas como válidas para este estudio. Cuenca del Río Huasco

La evaluación inicial de esta figura indica que hay estaciones de muestreo distribuidas en toda la cuenca. Sin embargo, esa impresión es errónea. Las principales diferencias se encuentran en:

- Cobertura temporal de los estudios: algunos datos corresponden a años específicos muestras que otros reflejan evaluaciones de largo tiempo (más de 10 años).
- Frecuencia de los muestreos: los muestreos se han realizado con diferentes frecuencias: los valores aportados por Barrick corresponden aproximadamente a análisis mensuales durante algunos años mientras que los aportados por DGA corresponden a tres o cuatro valores al año, durante muchos años.
- Parámetros analizados: No ha sido posible identificar una batería de analitos que sea comparable para las distintas estaciones y a lo largo de los años. Es decir, cada estudio consideró analitos diferentes, en ocasiones medidos en la fracción disuelta y

en ocasiones en la fracción total, por lo que la serie de tiempo no es homogénea a lo largo de toda la cuenca.

- Análisis en terreno: Algunos resultados tienen mediciones en terreno y otros no.

4.5.1.2 Parámetros para la evaluación físico química de la calidad de aguas.

Como la información disponible es muy heterogénea en contenido y en formato, se comenzó realizando una compilación detallada en formato Excel, donde se identificaron **130 parámetros que** han sido analizados (con alguna frecuencia) en las estaciones de la cuenca del Río Huasco.

4.5.1.3 Evaluación cuantitativa de la información de calidad de aguas.

La evaluación cuantitativa de la información sistematizada comenzó con la identificación de posibles datos anómalos (*outliers*), provenientes de eventuales errores de medición o transcripción de datos. Para la detección de *outliers* (datos extremos), se utilizó el programa ProUCL versión 5.1 descargado desde la página de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos[11] (Disponible en https://www.epa.gov/land-research/proucl-software).

Se elaboraron gráficos de caja (boxplot) que permiten identificar de manera gráfica los valores “anómalos”. Para esto, se graficó cada variable para cada una de las estaciones. Además, se aplicó el test de outliers (outliers test) que realiza el programa con el objetivo de corroborar los valores observados. Los test aplicados son: para poblaciones con menos de 25 datos, test de Dixon; y para muestras con poblaciones iguales o superiores a 25 datos, test de Rosner. Se eliminaron de la base de datos aquellos valores que el programa identificó como outliers con un 5% de significancia (95% de confianza).

El programa identifica aquellos valores que se pueden considerar desviados de la distribución normal (outliers) posibilitando su eliminación. También se realizaron los diagramas de caja y bigotes para todos los parámetros, que se presentan en su totalidad en el **Anexo 4**.

En la tabla a continuación se presenta la estadística resumen para los parámetros incluidos en la base de datos.

[11] Disponible en https://www.epa.gov/land-research/proucl-software

Tabla 8: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 1.

	2,4 D	Aceites y Grasas	Alcalinidad Total CaCO3	Aluminio	Alumi-nio	Amonia-co	Arsénico	Arsé-nico	Bario	Bario	Ben-ceno	Berilio	Berilio	Bicarbonatos
		Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total
	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**
NE5	14,75	1,65	2,35	70,30	71,30	0,08	0,00	0,01	0,01	0,03	2,46	0,01	0,01	2,80
NE2A	14,75	2,06	2,49	38,05	40,97	0,03	0,00	0,01	0,02	0,05	2,46	0,00	0,00	2,97
NE1A	15,00	1,99	38,98	0,04	0,29	0,03	0,00	0,00	0,01	0,02	2,50	0,00	0,00	47,82
NE3	14,77	2,70	3,44	9,21	13,33	0,24	0,00	0,01	0,02	0,04	2,46	0,00	0,00	4,49
PX1	15,00	2,59	38,65	0,03	0,06	0,03	0,00	0,00	0,02	0,03	2,50	0,00	0,00	46,62
NE4	14,78	2,03	8,67	2,57	6,43	0,18	0,00	0,01	0,02	0,06	2,46	0,00	0,00	10,91
PX2	15,00	2,63	6,32	2,50	8,23	0,16	0,00	0,01	0,02	0,04	2,56	0,00	0,00	7,65
CN2	15,00	2,37	67,66	0,05	0,32	0,03	0,00	0,00	0,02	0,03	2,50	0,00	0,00	82,02
PX3	15,00	2,63	22,86	0,30	5,29	0,11	0,00	0,01	0,02	0,04	2,55	0,00	0,00	27,12
NE7	15,00	2,29	11,78	1,85	6,34	0,03	0,00	0,00	0,01	0,02	2,50	0,00	0,00	13,90
NE8	14,78	1,96	23,62	0,28	5,31	0,06	0,00	0,01	0,02	0,05	2,46	0,00	0,00	29,27
CN7	15,00	2,39	29,97	0,07	6,13	0,04	0,00	0,01	0,02	0,06	2,50	0,00	0,00	37,68
CN8	22,83	2,67	20,48	0,05	0,50	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	3,80	0,00	0,00	24,48
NE9	22,29	2,89	28,92	0,09	4,60	0,04	0,00	0,01	0,02	0,06	3,71	0,00	0,00	34,88
TO-1A	25,00	1,43	4,37	9,76	25,38	0,07	0,01	0,15	0,02	0,19	4,17	0,01	0,00	5,19
TO3	26,08	2,08	44,67	0,13	1,35	0,07	0,00	0,01	0,03	0,07	4,35	0,00	0,00	54,80
TO6A	26,52	2,20	63,19	0,05	1,39	0,05	0,00	0,01	0,03	0,09	4,42	0,00	0,00	76,72
PY6	22,97	3,53	49,72	0,05	119,73	0,04	0,00	0,01	0,03	0,06	3,83	0,00	0,00	61,12

	2,4 D	Aceites y Grasas	Alcalinidad Total CaCO3	Aluminio	Alumi-nio	Amonia-co	Arsénico	Arsé-nico	Bario	Bario	Ben-ceno	Berilio	Berilio	Bicarbonatos
		Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total
	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**
PY5	23,57	2,80	43,09	0,04	0,14	0,05	0,00	0,01	0,02	0,02	3,93	0,00	0,00	52,39
TO-7	23,13	4,10	66,57	0,06	36,00	0,07	0,01	0,02	0,02	0,34	3,85	0,00	0,00	79,79
VIT4	30,00	2,93	68,92	0,04	13,24	0,06	0,02	0,03	0,02	0,12	5,00	0,00	0,03	83,44
PO10	22,35	2,30	4,12	13,01	14,84	0,04	0,01	0,02	0,01	0,04	3,70	0,00	0,00	5,29
PO7B	22,5	2,42	3,86	9,08	11,70	0,04	0,00	0,02	0,01	0,03	3,75	0,00	0,00	4,64
VIT5	27,83	2,22	37,33	0,15	3,38	0,05	0,00	0,01	0,02	0,04	4,64	0,00	0,00	46,16
VIT3	30,00	2,51	52,61	0,07	4,47	0,07	0,01	0,02	0,02	0,06	5,00	0,00	0,03	63,74
VIT1	22,83	4,67	84,37	0,06	23,67	0,04	0,01	0,02	0,02	0,20	3,80	0,00	0,00	102,03
VIT6	22,83	2,90	60,10	0,07	1,43	0,05	0,00	0,01	0,02	0,03	3,80	0,00	0,00	73,41
CA3	22,71	2,77	71,84	0,08	2,24	0,05	0,00	0,01	0,02	0,04	3,79	0,00	0,00	87,87
VIT2	30,00	2,55	67,18	0,07	5,62	0,05	0,00	0,01	0,02	0,14	5,00	0,00	0,00	81,62
VIT8	22,83	3,32	73,72	0,10	20,93	0,05	0,00	0,01	0,02	0,17	3,80	0,00	0,00	89,46
CA4	22,94	2,87	103,40	0,07	1,27	0,04	0,00	0,01	0,02	0,04	3,82	0,00	0,00	127,15
PY2	22,71	3,02	152,94	0,04	0,44	0,04	0,00	0,00	0,02	0,03	3,79	0,00	0,00	186,30
A10	22,83	2,97	71,28	0,13	2,97	0,04	0,00	0,01	0,02	0,03	3,80	0,00	0,00	86,32
A8	22,83	2,84	50,21	0,10	3,77	0,04	0,00	0,01	0,02	0,05	3,80	0,00	0,00	60,26
PY1	22,71	2,83	132,09	0,05	0,97	0,04	0,00	0,00	0,02	0,03	3,79	0,00	0,00	160,95
PY3	22,71	3,03	142,04	0,05	1,03	0,04	0,00	0,00	0,02	0,03	3,79	0,00	0,00	172,99
PY4	22,71	2,86	142,69	0,04	0,80	0,04	0,00	0,00	0,02	0,03	3,79	0,00	0,00	173,64

	2,4 D	Aceites y Grasas	Alcalinidad Total CaCO3	Aluminio	Alumi-nio	Amonia-co	Arsénico	Arsé-nico	Bario	Bario	Ben-ceno	Berilio	Berilio	Bicarbonatos
		Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total
	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**
Río Huasco en Huasco bajo		s,i,	s,i,	s,i,	0,55	s,i,	s,i,	0,01	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	199,31
Planta Alto Huasco C2		s,i,	s,i,	s,i,	1,03	s,i,	s,i,	0,01	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	440,34
DGA2-JV36		4,83	s,i,	s,i,	0,08	s,i,	s,i,	0,00	s,i,	0,02	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
DGA3-JV10		4,63	s,i,	0,02	0,13	s,i,	0,00	0,00	0,03	0,02	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
DGA4-JV9		4,57	s,i,	0,06	0,71	s,i,	0,00	0,00	0,04	0,03	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
DGA5-JV20		4,50	s,i,	0,04	1,90	s,i,	0,00	0,00	0,02	0,02	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
DGA6		4,80	s,i,	s,i,	3,36	s,i,	s,i,	0,01	s,i,	0,02	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA1		4,50	s,i,	0,00	0,02	s,i,	0,01	0,01	0,03	0,02	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA2		4,83	s,i,	s,i,	0,03	s,i,	s,i,	0,01	s,i,	0,03	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA3-JV3		4,56	s,i,	0,01	0,03	s,i,	0,01	0,01	0,02	0,02	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA4		4,63	s,i,	0,03	0,44	s,i,	0,00	0,00	0,03	0,07	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA5-JV13		4,63	s,i,	0,15	3,69	s,i,	0,01	0,02	0,02	0,24	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA6-JV14		4,56	s,i,	0,06	0,65	s,i,	0,01	0,01	0,02	0,02	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA7		4,56	s,i,	0,01	0,10	s,i,	0,05	0,03	0,12	0,02	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,

	2,4 D	Aceites y Grasas	Alcalinidad Total CaCO3	Aluminio	Alumi-nio	Amonia-co	Arsénico	Arsé-nico	Bario	Bario	Ben-ceno	Berilio	Berilio	Bicarbonatos
		Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total
	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**	**Promedio**
INIA8		4,57	s,i,	8,10	14,42	s,i,	0,00	0,01	0,01	0,02	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA9		4,63	s,i,	0,01	0,02	s,i,	0,01	0,01	0,04	0,04	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA10		4,56	s,i,	0,15	0,74	s,i,	0,00	0,00	0,03	0,03	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA11		4,50	s,i,	0,39	5,35	s,i,	0,00	0,00	0,02	0,02	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA12		4,57	s,i,	45,18	33,69	s,i,	0,00	0,01	0,02	0,08	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA13		4,57	s,i,	0,07	2,94	s,i,	0,10	0,02	0,02	0,04	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA14		4,57	s,i,	0,01	0,05	s,i,	0,00	0,00	0,02	0,03	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA15		5,00	s,i,	0,02	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
INIA16		s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
JV1		4,00	s,i,	0,00	0,19	s,i,	0,01	0,00	0,03	0,03	s,i,	0,00	0,00	247,03
JV2		4,00	s,i,	0,00	0,03	s,i,	0,01	0,01	0,03	0,03	s,i,	0,00	0,00	214,60
JV3		4,00	s,i,	0,00	0,03	s,i,	0,01	0,01	0,03	0,03	s,i,	0,00	0,00	222,65
HCO1		s,i,	s,i,	s,i,	0,15	s,i,	s,i,	0,00	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
HCO2		s,i,	s,i,	s,i,	0,11	s,i,	s,i,	0,00	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
HCO3		s,i,	s,i,	s,i,	0,13	s,i,	s,i,	0,00	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
HCO4		s,i,	s,i,	s,i,	0,11	s,i,	s,i,	0,00	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
promedio	**20,00**	**3,38**	**51,26**	**3,74**	**8,25**	**0,06**	**0,01**	**0,01**	**0,02**	**0,06**	**3,54**	**0,00**	**0,00**	**86,47**
contar	**11**	**60**	**37**	**57**	**65**	**37**	**56**	**65**	**56**	**59**	**37**	**40**	**40**	**42**

Tabla 9: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 2.

	Boro	Boro	Bromodiclorometano	Carbo-nato	Cadmio	Cad-mio	Calcio	Calcio	Cianu-ro	Cloru-ros	Cobalto	Cobal-to	Cobre	Cobre
	Fracción disuelta	Fracción total		Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
NE5	0,25	0,34	0,00	s,i,	0,07	0,07	169,95	163,79	0,00	4,86	0,07	0,09	2,08	2,10
NE2A	0,24	0,25	0,00	s,i,	0,04	0,05	123,34	123,77	0,00	5,12	0,04	0,05	1,09	1,14
NE1A	0,24	0,24	0,00	s,i,	0,00	0,00	40,78	41,75	0,00	4,88	0,00	0,00	0,01	0,01
NE3	0,25	0,25	0,00	s,i,	0,01	0,01	64,87	66,87	0,00	4,89	0,02	0,02	0,35	0,37
PX1	0,25	0,25	0,00	s,i,	0,00	0,00	30,36	31,71	0,00	2,07	0,00	0,00	0,00	0,01
NE4	0,25	0,26	0,00	s,i,	0,01	0,01	51,99	47,17	0,02	4,44	0,01	0,01	0,16	0,20
PX2	0,25	0,25	0,00	s,i,	0,01	0,01	52,20	55,09	0,00	4,20	0,01	0,01	0,15	0,23
CN2	0,25	0,25	0,00	s,i,	0,00	0,00	24,75	26,08	0,00	1,14	0,00	0,00	0,00	0,01
PX3	0,25	0,25	0,00	s,i,	0,00	0,01	42,17	44,97	0,00	3,41	0,01	0,01	0,04	0,14
NE7	0,25	0,25	0,00	s,i,	0,00	0,00	70,16	72,93	0,00	2,40	0,02	0,02	0,01	0,02
NE8	0,25	0,26	0,00	s,i,	0,00	0,00	57,33	58,12	0,00	2,88	0,01	0,01	0,02	0,07
CN7	0,25	0,26	0,00	s,i,	0,00	0,00	58,83	62,44	0,00	3,66	0,01	0,01	0,01	0,05
CN8	0,33	0,34	0,00	s,i,	0,00	0,00	93,90	96,83	0,00	3,03	0,00	0,00	0,01	0,03
NE9	0,32	0,34	0,00	s,i,	0,00	0,00	71,34	75,86	0,00	3,62	0,01	0,01	0,01	0,06
TO-1A	0,30	0,32	0,00	s,i,	0,02	0,02	66,58	58,56	0,00	4,11	0,02	0,02	0,09	0,14
TO3	0,35	0,33	0,00	s,i,	0,00	0,00	62,25	59,01	0,00	5,97	0,00	0,00	0,01	0,02
TO6A	0,35	0,37	0,00	s,i,	0,00	0,00	53,89	54,22	0,00	4,80	0,00	0,00	0,01	0,02
PY6	0,35	0,35	0,00	s,i,	0,00	0,00	37,95	40,93	0,00	11,21	0,00	0,00	0,01	0,01
PY5	0,37	0,37	0,00	s,i,	0,00	0,00	31,93	33,99	0,00	6,30	0,00	0,00	0,01	0,01

	Boro	Boro	Bromodiclorometano	Carbo-nato	Cadmio	Cad-mio	Calcio	Calcio	Cianu-ro	Cloru-ros	Cobalto	Cobal-to	Cobre	Cobre
	Fracción disuelta	Fracción total		Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
TO-7	0,31	0,32	0,00	s,i,	0,00	0,00	39,21	73,56	0,00	6,89	0,00	0,01	0,01	0,05
VIT4	0,47	0,46	0,01	s,i,	0,00	0,00	47,33	56,04	0,00	11,88	0,00	0,01	0,01	0,03
PO10	0,31	0,32	0,00	s,i,	0,00	0,01	236,95	239,46	0,00	9,87	0,03	0,04	0,05	0,07
PO7B	0,31	0,32	0,00	s,i,	0,00	0,00	210,19	212,50	0,00	11,59	0,03	0,03	0,04	0,05
VIT5	0,36	0,36	0,00	s,i,	0,00	0,00	118,14	120,29	0,00	7,80	0,01	0,01	0,01	0,03
VIT3	0,40	0,40	0,01	s,i,	0,00	0,00	74,12	81,46	0,00	10,41	0,01	0,01	0,01	0,02
VIT1	0,32	0,33	0,00	s,i,	0,00	0,00	81,85	95,60	0,00	11,38	0,00	0,01	0,00	0,05
VIT6	0,32	0,35	0,00	s,i,	0,00	0,00	102,03	105,09	0,00	9,74	0,00	0,01	0,01	0,02
CA3	0,34	0,37	0,00	s,i,	0,00	0,00	96,22	99,51	0,00	10,79	0,00	0,00	0,01	0,02
VIT2	0,38	0,40	0,01	s,i,	0,00	0,00	92,97	102,81	0,00	9,85	0,00	0,01	0,01	0,03
VIT8	0,32	0,32	0,00	s,i,	0,00	0,00	94,00	106,79	0,00	10,38	0,00	0,01	0,01	0,03
CA4	0,33	0,35	0,00	s,i,	0,00	0,00	107,86	110,30	0,00	10,23	0,00	0,00	0,01	0,02
PY2	0,36	0,36	0,00	s,i,	0,00	0,00	137,82	144,82	0,00	13,64	0,00	0,00	0,00	0,01
A10	0,34	0,34	0,00	s,i,	0,00	0,00	75,37	79,13	0,00	20,75	0,00	0,01	0,01	0,06
A8	0,33	0,33	0,00	s,i,	0,00	0,00	74,65	79,14	0,00	11,35	0,01	0,01	0,01	0,05
PY1	0,36	0,36	0,00	s,i,	0,00	0,00	109,50	115,96	0,00	18,01	0,00	0,00	0,01	0,02
PY3	0,36	0,37	0,00	s,i,	0,00	0,00	116,64	125,20	0,00	16,70	0,00	0,00	0,01	0,01
PY4	0,36	0,37	0,00	s,i,	0,00	0,00	121,00	128,98	0,00	16,42	0,00	0,00	0,00	0,01
Río Huasco en Huasco bajo	s,i,	1,23	s,i,	0,69	s,i,	0,01	209,52	285,19	s,i,	420,87	s,i,	0,01	s,i,	0,02
Planta Alto Huasco C2	s,i,	4,03	s,i,	77,40	s,i,	0,01	11,33	s,i,	s,i,	4938,99	s,i,	0,01	s,i,	0,47

	Boro	Boro	Bromodiclorometano	Carbo-nato	Cadmio	Cad-mio	Calcio	Calcio	Cianu-ro	Cloru-ros	Cobalto	Cobal-to	Cobre	Cobre
	Fracción disuelta	Fracción total		Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
DGA2-JV36	s,i,	0,54	s,i,	s,i,	s,i,	0,00	s,i,	118,46	0,01	36,90	s,i,	0,01	s,i,	0,01
DGA3-JV10	0,30	0,45	s,i,	s,i,	0,00	0,00	106,66	129,56	0,01	15,93	0,00	0,00	0,00	0,01
DGA4-JV9	0,26	0,44	s,i,	s,i,	0,00	0,00	105,92	101,58	0,02	15,01	0,00	0,01	0,00	0,02
DGA5-JV20	0,07	0,22	s,i,	s,i,	0,00	0,00	65,21	72,22	0,01	3,47	0,00	0,01	0,01	0,04
DGA6	s,i,	0,49	s,i,	s,i,	s,i,	0,00	s,i,	79,54	0,01	16,11	s,i,	0,02	s,i,	0,09
INIA1	1,19	1,10	s,i,	s,i,	0,00	0,00	171,51	172,20	0,01	308,20	0,00	0,00	0,01	0,00
INIA2	s,i,	1,16	s,i,	s,i,	s,i,	0,00	s,i,	177,78	0,01	290,50	s,i,	0,00	s,i,	0,00
INIA3-JV3	1,12	1,11	s,i,	s,i,	0,00	0,00	176,82	140,93	0,01	260,90	0,00	0,00	0,00	0,00
INIA4	0,25	0,20	s,i,	s,i,	0,00	0,00	102,35	89,45	0,01	19,71	0,00	0,00	0,00	0,03
INIA5-JV13	0,31	0,20	s,i,	s,i,	0,00	0,00	94,24	74,02	0,01	11,97	0,00	0,01	0,00	0,05
INIA6-JV14	0,13	0,18	s,i,	s,i,	0,00	0,00	84,04	75,54	0,01	13,19	0,00	0,00	0,00	0,01
INIA7	0,27	0,19	s,i,	s,i,	0,00	0,00	50,74	41,80	0,01	12,47	0,00	0,00	0,00	0,01
INIA8	0,09	0,14	s,i,	s,i,	0,01	0,01	234,81	196,73	0,01	32,05	0,04	0,04	0,06	0,08
INIA9	0,05	0,05	s,i,	s,i,	0,00	0,00	53,12	53,30	0,01	6,04	0,00	0,00	0,00	0,00
INIA10	0,21	0,17	s,i,	s,i,	0,00	0,00	72,40	75,43	0,01	13,79	0,00	0,00	0,01	0,03
INIA11	0,05	0,04	s,i,	s,i,	0,01	0,01	49,51	45,45	0,01	8,31	0,01	0,01	0,16	0,16
INIA12	0,05	0,06	s,i,	s,i,	0,05	0,03	128,75	90,47	0,01	9,80	0,07	0,05	0,87	0,82
INIA13	0,34	0,32	s,i,	s,i,	0,00	0,00	73,69	68,76	0,01	18,58	0,01	0,01	0,02	0,13
INIA14	0,06	0,07	s,i,	s,i,	0,00	0,00	34,14	38,24	0,01	7,95	0,00	0,00	0,00	0,01
INIA15	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	0,00	s,i,	s,i,	s,i,	0,02	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,

	Boro	Boro	Bromodiclorometano	Carbo-nato	Cadmio	Cad-mio	Calcio	Calcio	Cianu-ro	Cloru-ros	Cobalto	Cobal-to	Cobre	Cobre
	Fracción disuelta	Fracción total		Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
INIA16	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,
JV1	1,38	1,31	s,i,	8,23	0,00	0,01	221,05	195,14	0,00	397,33	0,00	0,01	0,01	0,01
JV2	1,39	1,28	s,i,	20,48	0,00	0,00	212,37	195,40	0,00	328,00	0,00	0,00	0,00	0,01
JV3	1,24	1,22	s,i,	10,80	0,00	0,00	186,27	194,37	0,00	279,83	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO1	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	18,38	s,i,	s,i,	s,i,	0,01
HCO2	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	19,00	s,i,	s,i,	s,i,	0,01
HCO3	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	76,63	s,i,	s,i,	s,i,	0,01
HCO4	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	s,i,	339,13	s,i,	s,i,	s,i,	0,01
promedio	**0.36**	**0.46**	**0.00**	**23.52**	**0.0041**	**0.0048**	**96.29**	**100.04**	**0.01**	**126.46**	**0.01**	**0.01**	**0.10**	**0.11**
contar	**56**	**61**	**37**	**5**	**57**	**61**	**58**	**60**	**60**	**65**	**56**	**61**	**56**	**65**

Folio018073

Tabla 10: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 3.

	Coliformes Fecales	Coliformes Totales	Color	Conductividad de laboratorio	Conductividad	Cromo	Cromo	Cromo Hexavalente	DQO	DDT + DDD + DDE	Dibromoclorometano	Escherichia Coli	Fenoles	Flujo
	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total					Fracción total	
	NMP/100 mL	NMP/100mL	PtCo	µS/cm	mhos/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L O2	µg/L	mg/L	NMP/100 mL	mg/L	L/s
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
NE5	1.37	3.38	5.09	1631.19	s.i.	0.00	0.01	0.02	s.i.	0.98	0.00	1.00	0.00	29.68
NE2A	0.99	2.26	4.27	1132.50	s.i.	0.00	0.01	0.02	s.i.	0.98	0.00	1.00	0.00	79.77
NE1A	3.90	38.90	4.07	319.45	s.i.	0.00	0.00	0.02	s.i.	1.00	0.00	5.20	0.00	68.88
NE3	1.24	15.94	4.38	559.92	s.i.	0.00	0.01	0.02	s.i.	0.99	0.00	1.00	0.00	215.88
PX1	47.84	167.17	4.35	227.51	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.00	0.00	49.55	0.00	26.71
NE4	3.07	17.21	3.64	399.83	s.i.	0.00	0.01	0.02	s.i.	0.99	0.00	6.41	0.00	34.93
PX2	5.25	23.56	4.29	455.17	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.00	0.00	7.74	0.00	281.01
CN2	138.08	569.18	4.50	177.53	s.i.	0.00	0.00	0.02	s.i.	1.00	0.00	204.89	0.00	140.35
PX3	29.75	59.65	4.03	355.68	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.00	0.00	56.65	0.00	361.49
NE7	34.81	171.35	4.14	579.50	s.i.	0.00	0.00	0.03	s.i.	1.00	0.00	49.80	0.00	356.59
NE8	5.95	40.82	3.48	428.06	s.i.	0.00	0.01	0.02	s.i.	0.99	0.00	4.29	0.00	110.39
CN7	44.18	346.43	4.32	456.53	s.i.	0.00	0.01	0.02	s.i.	1.00	0.00	38.18	0.00	744.91
CN8	129.22	717.68	5.01	614.99	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.52	0.00	109.09	0.00	260.45
NE9	128.94	525.67	4.85	515.47	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.49	0.00	115.35	0.00	940.14
TO-1A	1.21	1.37	8.00	578.90	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.67	0.00	1.67	0.00	68.51
TO3	2.31	73.12	5.25	467.02	s.i.	0.00	0.00	0.03	s.i.	1.74	0.00	1.41	0.00	82.03
TO6A	7.59	148.43	5.87	381.00	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.77	0.00	5.14	0.00	142.38
PY6	2.16	61.25	5.64	324.30	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.53	0.00	1.65	0.00	13645.56

	Colifor-mes Fecales	Colifor mes Totales	Color	Conducti vidad de labora-torio	Conducti vidad	Cromo	Cromo	Cromo Hexava lente	DQO	DDT + DDD + DDE	Dibromo-clorometa no	Escheri-chia Coli	Feno-les	Flujo
	Fracción total	Frac-ción total	Frac-ción total	Fracción total		Frac-ción disuel-ta	Fracción total	Frac-ción total					Frac-ción total	
	NMP/100 mL	NMP/1 00mL	PtCo	µS/cm	mhos/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L O2	µg/L	mg/L	NMP/100 mL	mg/L	L/s
	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio
PY5	104.47	796.20	5.24	268.14	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.57	0.00	72.76	0.00	7139.95
TO-7	22.32	453.60	6.49	296.74	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.54	0.00	1.22	0.00	143.18
VIT4	74.85	471.07	13.72	361.09	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.97	0.01	96.08	0.00	364.33
PO10	2.09	22.55	5.00	1592.87	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.48	0.00	1.20	0.00	112.55
PO7B	20.58	35.89	4.81	1422.80	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.50	0.00	6.50	0.00	117.35
VIT5	37.35	557.82	6.03	865.19	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.83	0.00	13.49	0.00	259.53
VIT3	31.25	289.88	6.95	575.48	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.97	0.01	19.39	0.00	550.60
VIT1	70.73	441.82	5.96	624.04	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.52	0.00	37.02	0.00	491.84
VIT6	100.31	398.39	5.62	775.04	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.52	0.00	67.13	0.00	926.04
CA3	136.68	518.24	6.10	728.25	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.51	0.00	108.62	0.00	1270.95
VIT2	233.68	594.30	6.28	688.14	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.97	0.01	88.20	0.00	1665.81
VIT8	112.53	558.72	5.82	713.52	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.49	0.00	93.34	0.00	1450.36
CA4	356.93	1207.1 3	6.39	761.58	s.i.	0.00	0.01	0.03	s.i.	1.53	0.00	440.94	0.00	1165.82
PY2	307.96	1722.1 5	5.40	948.30	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.51	0.00	172.97	0.00	772.93
A10	98.63	593.25	5.36	601.14	s.i.	0.00	0.00	0.04	s.i.	1.52	0.00	36.67	0.00	1114.43
A8	112.31	663.26	4.93	556.28	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.52	0.00	90.55	0.00	1920.04
PY1	245.73	1351.4 6	5.20	792.47	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.51	0.00	144.48	0.00	1233.08
PY3	247.33	1302.0 9	4.94	841.17	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.51	0.00	194.92	0.00	2208.30

	Colifor-mes Fecales	Colifor mes Totales	Color	Conducti vidad de labora-torio	Conducti vidad	Cromo	Cromo	Cromo Hexava lente	DQO	DDT + DDD + DDE	Dibromo-clorometa no	Escheri-chia Coli	Feno-les	Flujo
	Fracción total	Frac-ción total	Frac-ción total	Fracción total		Frac-ción disuel-ta	Fracción total	Frac-ción total					Frac-ción total	
	NMP/100 mL	NMP/1 00mL	PtCo	µS/cm	mhos/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L O2	µg/L	mg/L	NMP/100 mL	mg/L	L/s
	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio
PY4	217.15	1322.7 5	4.91	861.90	s.i.	0.00	0.01	0.04	s.i.	1.51	0.00	90.58	0.00	2133.62
Río Huasco en Huasco bajo	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	2963.95	s.i.	0.03	0.01	18.53	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Planta Alto Huasco C2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	9967.09	s.i.	s.i.	0.01	80.79	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA2-JV36	103.11	679.22	4.70	982.50	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	14.58	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA3-JV10	92.50	277.60	6.60	789.60	s.i.	0.00	0.02	s.i.	10.84	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA4-JV9	45.56	92.86	6.00	633.22	s.i.	0.00	0.01	s.i.	6.50	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA5-JV20	11.89	34.00	4.14	664.56	s.i.	0.00	0.01	s.i.	8.38	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA6	10.11	47.43	4.43	480.75	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	8.28	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA1	159.50	1129.4 0	7.00	2372.56	s.i.	0.04	0.03	s.i.	6.25	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA2	564.80	1289.5 0	7.20	2288.56	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA3-JV3	60.20	637.70	7.60	2152.22	s.i.	0.03	0.03	s.i.	6.25	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA4	43.00	174.60	4.33	659.11	s.i.	0.01	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA5-JV13	20.60	55.40	5.56	670.00	s.i.	0.00	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA6-JV14	17.50	77.80	4.20	581.67	s.i.	0.44	0.01	s.i.	6.50	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA7	14.30	19.10	4.30	325.22	s.i.	0.43	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA8	16.90	18.70	6.40	1442.67	s.i.	0.43	0.02	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA9	4.10	10.50	4.60	389.90	s.i.	0.00	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA10	31.88	230.63	5.63	543.89	s.i.	0.01	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.

	Colifor-mes Fecales	Colifor mes Totales	Color	Conducti vidad de labora-torio	Conducti vidad	Cromo	Cromo	Cromo Hexava lente	DQO	DDT + DDD + DDE	Dibromo-clorometa no	Escheri-chia Coli	Feno-les	Flujo
	Fracción total	Frac-ción total	Frac-ción total	Fracción total		Frac-ción disuel-ta	Fracción total	Frac-ción total					Frac-ción total	
	NMP/100 mL	NMP/1 00mL	PtCo	µS/cm	mhos/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L O2	µg/L	mg/L	NMP/100 mL	mg/L	L/s
	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio	Prome-dio
INIA11	2.60	2.60	7.00	339.00	s.i.	0.00	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA12	2.00	2.00	8.90	991.20	s.i.	0.00	0.02	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA13	4.60	20.10	5.10	513.11	s.i.	0.01	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA14	35.00	142.57	7.40	276.67	s.i.	0.00	0.01	s.i.	6.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA15	66.82	s.i.	s.i.	468.50	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA16	2.18	2.00	s.i.	762.80	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
JV1	710.50	5768.17	17.83	2520.00	s.i.	s.i.	0.01	0.02	6.83	s.i.	s.i.	838.60	s.i.	s.i.
JV2	1434.50	7053.33	12.67	2326.67	s.i.	s.i.	0.03	0.03	9.67	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
JV3	118.83	3308.17	12.33	2130.00	s.i.	s.i.	0.03	0.03	6.33	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
HCO1	s.i.	s.i.	s.i.	898.88	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
HCO2	s.i.	s.i.	s.i.	825.25	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
HCO3	s.i.	s.i.	s.i.	1484.88	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
HCO4	s.i.	s.i.	s.i.	2722.50	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
promedio	**109.73**	**622.62**	**6.00**	**847.92**	**6465.52**	**0.03**	**0.01**	**0.03**	**10.66**	**1.41**	**0.00**	**86.18**	**0.00**	**1152.17**
contar	**61**	**60**	**59**	**65**	**2**	**53**	**60**	**42**	**24**	**37**	**37**	**38**	**37**	**37**

Tabla 11: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 4.

	Fluoruros	Fósforo de ortofosfato	Hierro	Hierro	Hierro 2+	Hierro 3+	Lindano	Litio	Litio	Magnesio	Magnesio	Manganeso	Manganeso	Mercurio
	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta
	mg/L	mg/L PO4	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
NE5	0.48	s.i.	6.39	8.45	0.82	9.10	0.98	0.05	0.07	52.34	50.67	29.15	28.93	0.00
NE2A	0.45	s.i.	2.58	6.37	0.58	7.69	0.98	0.03	0.04	36.56	39.04	17.77	17.52	0.00
NE1A	0.14	s.i.	0.09	0.57	0.50	1.15	1.00	0.00	0.01	10.58	10.79	0.01	0.02	0.00
NE3	0.27	s.i.	0.51	2.94	0.52	3.06	0.98	0.01	0.02	16.56	763.03	6.06	5.75	0.00
PX1	0.84	s.i.	0.03	0.07	0.50	0.50	1.00	0.00	0.01	5.33	5.56	0.00	0.01	0.00
NE4	0.22	s.i.	0.25	2.12	0.50	2.74	0.99	0.06	0.02	12.12	12.67	3.29	3.12	0.00
PX2	0.21	s.i.	0.19	4.43	0.50	4.45	1.00	0.01	0.02	12.62	13.88	3.57	3.83	0.00
CN2	0.12	s.i.	0.04	0.28	0.50	0.68	1.00	0.00	0.01	3.36	3.52	0.01	0.02	0.00
PX3	0.19	s.i.	0.10	2.00	0.50	2.32	1.00	0.01	0.01	9.42	10.33	2.19	2.43	0.00
NE7	0.71	s.i.	0.11	0.44	0.50	0.63	1.00	0.01	0.01	22.27	22.75	0.38	0.40	0.00
NE8	0.45	s.i.	0.07	1.68	0.50	2.33	0.99	0.01	0.02	13.77	14.94	1.13	1.18	0.00
CN7	0.37	s.i.	0.06	2.88	0.50	3.14	1.00	0.01	0.02	13.28	14.23	0.87	1.18	0.00
CN8	0.49	s.i.	0.06	0.46	0.66	0.80	1.73	0.01	0.02	12.76	13.04	0.35	0.37	0.00
NE9	0.44	s.i.	0.07	2.63	0.65	2.82	1.68	0.01	0.02	12.60	13.75	0.61	0.91	0.00
TO-1A	0.45	s.i.	0.55	30.52	0.75	18.04	1.67	0.03	0.04	20.74	18.76	6.08	6.54	0.00
TO3	0.16	s.i.	0.06	1.70	0.79	0.92	2.00	0.01	0.03	18.03	17.20	0.01	0.12	0.00
TO6A	0.15	s.i.	0.07	2.19	0.74	3.20	2.00	0.01	0.03	10.21	10.63	0.01	0.08	0.00
PY6	0.14	s.i.	0.03	142.94	0.70	146.82	1.68	0.01	0.01	7.06	8.26	0.01	0.10	0.00

PY5	0.16	s.i.	0.03	0.06	0.74	0.75	1.73	0.01	0.01	5.79	6.19	0.01	0.02	0.00
TO-7	0.14	s.i.	0.06	35.97	0.68	47.71	1.54	0.01	0.05	5.95	43.52	0.01	1.96	0.00
VIT4	0.19	s.i.	0.07	11.81	1.04	18.40	1.96	0.04	0.06	7.42	13.83	0.01	0.47	0.00
PO10	1.20	s.i.	0.51	3.41	0.64	4.41	1.48	0.06	0.08	64.88	64.76	6.34	6.47	0.00
PO7B	1.12	s.i.	0.32	3.17	0.66	3.63	1.50	0.07	0.07	55.33	56.02	5.02	5.06	0.00
VIT5	0.59	s.i.	0.09	1.83	0.77	2.72	1.96	0.03	0.05	29.01	29.41	1.64	1.75	0.00
VIT3	0.33	s.i.	0.07	3.86	0.92	5.42	1.96	0.03	0.05	15.85	22.73	0.56	0.86	0.00
VIT1	0.30	s.i.	0.05	22.56	0.66	24.29	1.73	0.04	0.07	16.27	26.57	0.29	1.21	0.00
VIT6	0.43	s.i.	0.07	0.67	0.66	0.93	1.52	0.04	0.05	21.03	21.61	0.14	0.21	0.00
CA3	0.35	s.i.	0.06	1.53	0.69	1.62	1.51	0.04	0.04	19.41	20.80	0.11	0.24	0.00
VIT2	0.38	s.i.	0.08	7.36	0.81	10.94	1.96	0.04	0.05	19.16	27.01	0.20	0.69	0.00
VIT8	0.41	s.i.	0.10	19.32	0.66	19.96	1.70	0.04	0.07	19.27	25.47	0.13	0.92	0.00
CA4	0.36	s.i.	0.06	1.04	0.67	1.39	1.73	0.03	0.05	19.91	20.85	0.03	0.12	0.00
PY2	0.37	s.i.	0.04	0.46	0.72	1.05	1.72	0.03	0.04	24.53	25.74	0.03	0.04	0.00
A10	0.52	s.i.	0.08	1.44	0.66	1.53	1.72	0.07	0.08	12.14	12.61	0.18	0.28	0.00
A8	0.47	s.i.	0.08	2.13	0.66	2.31	1.73	0.04	0.05	12.78	14.54	0.41	0.59	0.00
PY1	0.49	s.i.	0.03	0.86	0.72	1.39	1.72	0.04	0.04	17.60	18.44	0.03	0.07	0.00
PY3	0.44	s.i.	0.03	0.94	0.72	1.44	1.72	0.04	0.04	19.54	20.84	0.03	0.08	0.00
PY4	0.42	s.i.	0.04	0.75	0.72	1.31	1.72	0.04	0.04	20.69	21.80	0.02	0.07	0.00
Río Huasco en Huasco bajo	s.i.	0.17	s.i.	0.67	s.i.	s.i.	s.i.	0.15	s.i.	62.17	81.90	s.i.	0.08	s.i.
Planta Alto Huasco C2	s.i.	77.26	s.i.	3.58	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	106.48	s.i.	s.i.	0.25	s.i.
DGA2-JV36	0.49	s.i.	s.i.	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.12	s.i.	19.47	s.i.	0.01	s.i.
DGA3-JV10	0.38	s.i.	0.02	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	0.06	0.07	20.28	21.51	0.01	0.02	0.00
DGA4-JV9	0.47	s.i.	0.06	0.19	s.i.	s.i.	s.i.	0.06	0.06	15.41	13.63	s.i.	s.i.	0.00
DGA5-JV20	0.50	s.i.	0.04	0.35	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	0.02	10.73	10.37	0.48	0.48	0.00
DGA6	0.49	s.i.	s.i.	1.13	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.10	s.i.	11.54	s.i.	0.32	s.i.

INIA1	0.44	s.i.	0.02	0.10	s.i.	s.i.	s.i.	0.15	0.27	46.72	43.87	0.02	0.04	0.00
INIA2	0.42	s.i.	s.i.	0.19	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.33	s.i.	41.49	s.i.	0.04	s.i.
INIA3-JV3	0.42	s.i.	0.02	0.10	s.i.	s.i.	s.i.	0.14	0.26	44.04	37.96	0.00	0.03	0.00
INIA4	0.45	s.i.	0.01	0.17	s.i.	s.i.	s.i.	0.06	0.07	17.91	16.28	0.01	0.05	0.00
INIA5-JV13	0.43	s.i.	0.03	2.51	s.i.	s.i.	s.i.	0.06	0.07	21.30	19.26	0.15	0.30	0.00
INIA6-JV14	0.34	s.i.	0.01	0.13	s.i.	s.i.	s.i.	0.05	0.07	8.19	16.00	0.16	0.33	0.00
INIA7	0.12	s.i.	0.01	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	0.07	0.07	3.62	6.82	0.00	0.01	0.00
INIA8	1.36	s.i.	0.09	2.70	s.i.	s.i.	s.i.	0.06	0.19	34.17	56.50	4.55	5.76	0.00
INIA9	0.10	s.i.	0.02	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	0.02	0.02	16.47	17.14	0.00	0.01	0.00
INIA10	0.47	s.i.	0.06	0.37	s.i.	s.i.	s.i.	0.05	0.06	11.27	12.67	0.05	0.13	0.00
INIA11	0.19	s.i.	0.07	0.40	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	0.01	12.10	11.05	2.47	2.56	0.00
INIA12	0.49	s.i.	0.44	3.97	s.i.	s.i.	s.i.	0.04	0.05	37.13	32.78	16.33	13.77	0.00
INIA13	0.52	s.i.	0.06	1.16	s.i.	s.i.	s.i.	0.12	0.12	12.52	12.20	0.34	0.41	0.00
INIA14	0.24	s.i.	0.02	0.14	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	0.02	6.39	6.90	0.00	0.02	0.00
INIA15	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.29	s.i.	0.00
INIA16	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.02	s.i.	s.i.
JV1	0.33	s.i.	0.04	0.21	s.i.	s.i.	s.i.	0.17	0.17	60.72	64.57	0.03	0.03	0.00
JV2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00
JV3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00
HCO1	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.02	s.i.
HCO2	s.i.	s.i.	s.i.	0.02	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	s.i.
HCO3	s.i.	s.i.	s.i.	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	s.i.
HCO4	s.i.	s.i.	s.i.	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	s.i.
promedio	**0.41**	**38.72**	**0.26**	**5.56**	**0.66**	**9.77**	**1.49**	**0.04**	**0.06**	**22.21**	**36.03**	**2.03**	**1.91**	**0.00**
contar	**57**	**2**	**55**	**63**	**37**	**37**	**37**	**55**	**57**	**56**	**58**	**55**	**62**	**57**

Folio018080

Tabla 12: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 5.

	Mercu-rio	Meto-xicloro	Molib-deno	Molib-deno	Monoclo-ro Amina	Niquel	Niquel	Nitratos como NO3	Nitritos como NO2	Nitróge no	Nitrógeno de Nitratos	Nitrógeno de Nitrito	Olor	Oxígeno
	Frac-ción total		Fracción disuelta	Frac-ción total		Fracción disuelta	Frac-ción total	Fracción total	Fracción total	Fracció n total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelto
	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	(0=Aus; 1=Pres)	mg/L
	Prome-dio	Prome dio	Prome-dio	Prome-dio	Promedio	Prome-dio	Prome-dio	Promedio	Promedio	Prome-dio	Promedio	Promedio	Prome-dio	Prome-dio
NE5	0.00	9.82	0.00	0.02	0.05	0.10	0.11	1.91	0.01	1.20	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
NE2A	0.00	9.84	0.00	0.00	0.05	0.05	0.06	2.00	0.00	1.09	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
NE1A	0.00	10.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01	4.34	0.00	1.82	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
NE3	0.00	9.85	0.00	0.00	0.05	0.02	0.03	2.83	0.01	2.55	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
PX1	0.00	10.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.01	1.96	0.00	0.96	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
NE4	0.00	9.85	0.00	0.01	0.05	0.01	0.02	1.60	0.01	1.27	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
PX2	0.00	10.00	0.00	0.01	0.05	0.01	0.02	2.16	0.00	1.31	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
CN2	0.00	10.00	0.01	0.01	0.05	0.00	0.01	0.52	0.00	0.52	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
PX3	0.00	10.00	0.00	0.01	0.05	0.01	0.02	1.55	0.00	0.97	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
NE7	0.00	10.00	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02	1.12	0.00	0.70	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
NE8	0.00	9.79	0.01	0.01	0.05	0.01	0.02	1.23	0.01	0.89	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
CN7	0.00	10.00	0.01	0.01	0.05	0.01	0.02	1.35	0.01	0.80	s.i.	s.i.	1.00	s.i.
CN8	0.00	15.22	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	0.35	0.00	0.42	s.i.	s.i.	0.27	s.i.
NE9	0.00	14.86	0.00	0.01	0.07	0.01	0.02	0.86	0.01	0.65	s.i.	s.i.	0.31	s.i.
TO-1A	0.00	16.67	0.00	0.00	0.08	0.02	0.04	5.44	0.00	4.29	s.i.	s.i.	0.14	s.i.
TO3	0.00	17.38	0.00	0.00	0.09	0.01	0.01	5.22	0.00	2.84	s.i.	s.i.	0.16	s.i.
TO6A	0.00	17.68	0.00	0.00	0.09	0.01	0.01	3.06	0.00	2.90	s.i.	s.i.	0.34	s.i.
PY6	0.00	15.31	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	20.80	0.01	8.48	s.i.	s.i.	0.15	s.i.

	Mercu-rio	Meto-xicloro	Molib-deno	Molib-deno	Monoclo-ro Amina	Niquel	Niquel	Nitratos como NO3	Nitritos como NO2	Nitróge no	Nitrógeno de Nitratos	Nitrógeno de Nitrito	Olor	Oxígeno
	Frac-ción total		Fracción disuelta	Frac-ción total		Fracción disuelta	Frac-ción total	Fracción total	Fracción total	Fracció n total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelto
	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	(0=Aus; 1=Pres)	mg/L
	Prome-dio	Prome dio	Prome-dio	Prome-dio	Promedio	Prome-dio	Prome-dio	Promedio	Promedio	Prome-dio	Promedio	Promedio	Prome-dio	Prome-dio
PY5	0.00	15.71	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	9.53	0.01	3.17	s.i.	s.i.	0.08	s.i.
TO-7	0.00	15.42	0.00	0.01	0.08	0.01	0.03	8.80	0.01	4.20	s.i.	s.i.	0.28	s.i.
VIT4	0.00	19.71	0.00	0.00	0.10	0.01	0.02	5.25	0.01	2.71	s.i.	s.i.	0.13	s.i.
PO10	0.00	14.80	0.00	0.00	0.13	0.06	0.07	1.35	0.01	0.94	s.i.	s.i.	0.38	s.i.
PO7B	0.00	15.00	0.00	0.00	0.08	0.05	0.06	1.76	0.01	1.16	s.i.	s.i.	0.33	s.i.
VIT5	0.00	18.26	0.00	0.00	0.09	0.02	0.03	1.80	0.01	1.04	s.i.	s.i.	0.25	s.i.
VIT3	0.00	19.71	0.00	0.00	0.10	0.01	0.02	3.93	0.01	2.03	s.i.	s.i.	0.26	s.i.
VIT1	0.00	15.22	0.00	0.00	0.08	0.01	0.03	3.41	0.01	1.67	s.i.	s.i.	0.40	s.i.
VIT6	0.00	15.22	0.00	0.00	0.08	0.01	0.02	1.58	0.00	0.84	s.i.	s.i.	0.36	s.i.
CA3	0.00	15.14	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	2.40	0.00	1.06	s.i.	s.i.	0.17	s.i.
VIT2	0.00	19.71	0.00	0.00	0.10	0.01	0.02	2.05	0.00	1.16	s.i.	s.i.	0.25	s.i.
VIT8	0.00	14.93	0.00	0.00	0.08	0.01	0.02	2.29	0.01	1.11	s.i.	s.i.	0.38	s.i.
CA4	0.00	15.29	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	1.26	0.00	0.76	s.i.	s.i.	0.20	s.i.
PY2	0.00	15.14	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	0.94	0.01	0.52	s.i.	s.i.	0.19	s.i.
A10	0.00	15.22	0.01	0.01	0.12	0.01	0.01	1.16	0.00	0.72	s.i.	s.i.	0.39	s.i.
A8	0.00	15.22	0.00	0.01	0.08	0.01	0.01	0.98	0.00	0.63	s.i.	s.i.	0.32	s.i.
PY1	0.00	15.14	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	1.92	0.01	0.75	s.i.	s.i.	0.14	s.i.
PY3	0.00	15.14	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	1.87	0.00	0.77	s.i.	s.i.	0.15	s.i.
PY4	0.00	15.14	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	1.53	0.01	0.68	s.i.	s.i.	0.16	s.i.

	Mercu-rio	Meto-xicloro	Molib-deno	Molib-deno	Monoclo-ro Amina	Niquel	Niquel	Nitratos como NO3	Nitritos como NO2	Nitróge no	Nitrógeno de Nitratos	Nitrógeno de Nitrito	Olor	Oxígeno
	Frac-ción total		Fracción disuelta	Frac-ción total		Fracción disuelta	Frac-ción total	Fracción total	Fracción total	Fracció n total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelto
	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	(0=Aus; 1=Pres)	mg/L
	Prome-dio	Prome dio	Prome-dio	Prome-dio	Promedio	Prome-dio	Prome-dio	Promedio	Promedio	Prome-dio	Promedio	Promedio	Prome-dio	Prome-dio
Río Huasco en Huasco bajo	0.00	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	0.02	s.i.	s.i.	s.i.	0.37	0.23	s.i.	10.63
Planta Alto Huasco C2	0.00	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	s.i.	s.i.	0.32	s.i.	s.i.	3.32
DGA2-JV36	0.00	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	0.01	0.83	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	11.34
DGA3-JV10	0.00	s.i.	0.00	0.02	s.i.	0.01	0.01	1.18	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.04
DGA4-JV9	0.00	s.i.	0.01	0.02	s.i.	11.91	0.01	1.06	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.97
DGA5-JV20	0.00	s.i.	0.01	0.01	s.i.	1.41	0.01	0.86	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	7.52
DGA6	0.00	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	0.01	1.53	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	9.06
INIA1	0.00	s.i.	0.01	0.01	s.i.	0.01	0.01	0.80	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	9.52
INIA2	0.00	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	s.i.	0.01	1.26	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	11.04
INIA3-JV3	0.00	s.i.	0.01	0.01	s.i.	0.01	0.01	1.57	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	11.01
INIA4	0.00	s.i.	0.00	0.00	s.i.	0.01	0.01	1.44	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.80
INIA5-JV13	0.00	s.i.	0.00	0.01	s.i.	0.01	0.01	2.15	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.33
INIA6-JV14	0.00	s.i.	0.00	0.00	s.i.	0.01	0.01	2.56	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.18
INIA7	0.00	s.i.	0.00	0.03	s.i.	0.00	0.00	3.83	0.09	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	7.83
INIA8	0.00	s.i.	0.03	0.00	s.i.	0.08	0.07	3.87	0.33	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.41
INIA9	0.00	s.i.	0.00	0.00	s.i.	0.00	0.00	4.86	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.39
INIA10	0.00	s.i.	0.01	0.01	s.i.	7.58	0.00	1.64	0.09	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.33
INIA11	0.00	s.i.	0.00	0.01	s.i.	0.01	0.01	1.86	0.09	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.96
INIA12	0.00	s.i.	0.00	0.01	s.i.	0.07	0.04	2.50	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.05

	Mercu-rio	Meto-xicloro	Molib-deno	Molib-deno	Monoclo-ro Amina	Niquel	Niquel	Nitratos como NO3	Nitritos como NO2	Nitróge no	Nitrógeno de Nitratos	Nitrógeno de Nitrito	Olor	Oxígeno
	Frac-ción total		Fracción disuelta	Frac-ción total		Fracción disuelta	Frac-ción total	Fracción total	Fracción total	Fracció n total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción disuelto
	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	(0=Aus; 1=Pres)	mg/L
	Prome-dio	Prome dio	Prome-dio	Prome-dio	Promedio	Prome-dio	Prome-dio	Promedio	Promedio	Prome-dio	Promedio	Promedio	Prome-dio	Prome-dio
INIA13	0.00	s.i.	0.00	0.01	s.i.	0.01	0.01	1.48	0.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	7.74
INIA14	0.00	s.i.	0.01	0.01	s.i.	0.00	0.00	0.60	0.08	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.70
INIA15	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA16	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	1.18	0.09	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	5.71
JV1	0.00	s.i.	0.01	0.00	s.i.	0.01	0.02	4.57	0.04	1.69	s.i.	s.i.	s.i.	13.64
JV2	0.00	s.i.	0.01	0.00	s.i.	0.01	0.01	1.47	0.04	0.32	s.i.	s.i.	s.i.	11.35
JV3	0.00	s.i.	0.01	0.00	s.i.	0.01	0.01	2.69	0.04	0.48	s.i.	s.i.	s.i.	13.73
HCO1	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	s.i.	1.83	0.01	s.i.	0.75	375.00	s.i.	8.46
HCO2	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	s.i.	1.06	0.01	s.i.	0.45	375.00	s.i.	9.21
HCO3	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	s.i.	6.73	2.42	s.i.	1.96	0.74	s.i.	8.84
HCO4	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	s.i.	s.i.	s.i.	3.36	1.14	s.i.	1.01	0.05	s.i.	10.09
promedio	**0.00**	**14.09**	**0.00**	**0.01**	**0.07**	**0.38**	**0.02**	**2.67**	**0.09**	**1.55**	**0.81**	**150.20**	**0.49**	**9.07**
contar	**61**	**37**	**56**	**65**	**37**	**57**	**61**	**64**	**64**	**40**	**6**	**5**	**37**	**29**

Folio018084

Tabla 13: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 6.

	Pentaclorofenol (PCP)	Pentaclorofenol (PCP)	pH de Laboratorio	Plata	Plata	Plomo	Plomo	Potasio	Potasio	RAS	Razon NO3 NO2	Selenio	Selenio	Sodio
	Fracción total	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total			Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta
	mg/L	µg/L	Unidades de pH	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
NE5	2.50	2.46	3.76	0.00	0.00	0.00	0.01	4.15	6.03	s.i.	0.07	0.01	0.02	12.81
NE2A	2.50	2.46	4.16	0.00	0.00	0.00	0.01	3.60	6.13	s.i.	0.07	0.00	0.01	11.87
NE1A	2.50	2.50	7.54	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04	1.17	s.i.	0.14	0.00	0.00	5.78
NE3	s.i.	2.46	4.82	0.00	0.00	0.00	0.01	1.95	2.54	s.i.	0.07	0.00	0.00	7.70
PX1	2.50	2.50	7.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.68	s.i.	0.06	0.00	0.00	3.16
NE4	2.50	2.46	6.03	0.00	0.00	0.00	0.02	1.46	2.10	s.i.	0.06	0.00	0.00	6.77
PX2	2.50	2.50	5.66	0.00	0.00	0.00	0.01	1.46	2.24	s.i.	0.07	0.00	0.00	7.22
CN2	2.50	2.50	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.53	s.i.	0.02	0.00	0.00	4.95
PX3	s.i.	2.50	6.81	0.00	0.00	0.00	0.01	1.11	1.90	s.i.	0.05	0.00	0.00	6.48
NE7	s.i.	2.50	6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	1.48	s.i.	0.03	0.00	0.00	7.97
NE8	2.50	2.45	7.05	0.00	0.00	0.00	0.01	1.21	2.44	s.i.	0.04	0.00	0.00	7.16
CN7	s.i.	2.50	7.31	0.00	0.00	0.00	0.02	1.32	3.01	s.i.	0.04	0.00	0.00	8.39
CN8	s.i.	3.80	7.23	0.00	0.00	0.00	0.01	1.22	1.38	s.i.	0.01	0.00	0.00	9.66
NE9	s.i.	3.71	7.26	0.00	0.00	0.00	0.02	1.29	2.59	s.i.	0.03	0.00	0.00	8.59
TO-1A	s.i.	4.17	4.29	0.00	0.00	0.01	0.29	4.27	8.02	s.i.	0.28	0.00	0.00	14.75
TO3	s.i.	4.35	7.62	0.00	0.00	0.00	0.02	2.19	2.23	s.i.	0.20	0.00	0.00	7.51
TO6A	s.i.	4.42	7.90	0.00	0.00	0.00	0.01	1.12	1.74	s.i.	0.12	0.00	0.00	8.44
PY6	s.i.	3.83	7.80	0.00	0.00	0.00	0.01	1.57	2.17	s.i.	0.55	0.00	0.00	10.04

	Pentaclorofenol (PCP)	Pentaclorofenol (PCP)	pH de Laboratorio	Plata	Plata	Plomo	Plomo	Potasio	Potasio	RAS	Razon NO3 NO2	Selenio	Selenio	Sodio
	Fracción total	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total			Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta
	mg/L	µg/L	Unidades de pH	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
PY5	s.i.	3.93	7.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.86	s.i.	0.22	0.00	0.00	7.98
TO-7	s.i.	3.85	7.86	0.00	0.00	0.00	0.05	1.60	12.20	s.i.	0.37	0.00	0.00	9.50
VIT4	s.i.	5.00	7.99	0.00	0.00	0.00	14.75	1.15	3.63	s.i.	0.19	0.00	0.00	13.36
PO10	s.i.	3.70	4.40	0.00	0.00	0.00	0.01	4.03	4.36	s.i.	0.05	0.00	0.01	30.66
PO7B	s.i.	3.75	4.65	0.00	0.00	0.00	0.01	3.57	3.88	s.i.	0.07	0.00	0.00	30.90
VIT5	s.i.	4.64	7.50	0.00	0.00	0.00	0.01	2.18	2.41	s.i.	0.06	0.00	0.00	22.26
VIT3	s.i.	5.00	7.84	0.00	0.00	0.00	0.01	1.54	3.70	s.i.	0.15	0.00	0.00	16.41
VIT1	s.i.	3.80	7.91	0.00	0.00	0.00	28.73	1.55	4.99	s.i.	0.11	0.00	0.00	18.25
VIT6	s.i.	3.80	7.93	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	1.85	s.i.	0.05	0.00	0.00	24.37
CA3	s.i.	3.79	7.92	0.00	0.00	0.00	0.01	1.68	2.04	s.i.	0.07	0.00	0.00	22.49
VIT2	s.i.	5.00	7.90	0.00	0.00	0.00	0.01	1.74	4.88	s.i.	0.07	0.00	0.01	21.60
VIT8	s.i.	3.80	8.05	0.00	0.00	0.00	31.64	1.67	4.09	s.i.	0.07	0.00	0.00	22.16
CA4	s.i.	3.82	8.07	0.00	0.00	0.00	0.01	1.72	1.98	s.i.	0.04	0.00	0.00	23.12
PY2	s.i.	3.79	8.06	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37	2.66	s.i.	0.02	0.00	0.00	30.62
A10	s.i.	3.80	7.70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	2.04	s.i.	0.04	0.00	0.00	26.17
A8	s.i.	3.80	7.59	0.00	0.00	0.00	0.01	1.50	2.84	s.i.	0.03	0.00	0.00	16.76
PY1	s.i.	3.79	7.95	0.00	0.00	0.00	0.01	2.37	2.73	s.i.	0.04	0.00	0.00	31.79
PY3	s.i.	3.79	8.00	0.00	0.00	0.00	0.01	2.32	2.76	s.i.	0.04	0.00	0.00	30.65
PY4	s.i.	3.79	8.11	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	2.72	s.i.	0.04	0.00	0.00	31.37

	Pentaclorofenol (PCP)	Pentaclorofenol (PCP)	pH de Laboratorio	Plata	Plata	Plomo	Plomo	Potasio	Potasio	RAS	Razon NO3 NO2	Selenio	Selenio	Sodio
	Fracción total	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total			Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta
	mg/L	µg/L	Unidades de pH	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
Río Huasco en Huasco bajo	s.i.	s.i.	8.04	s.i.	0.01	s.i.	0.03	7.42	10.01	4.72	s.i.	0.00	s.i.	306.09
Planta Alto Huasco C2	s.i.	s.i.	8.93	s.i.	0.01	s.i.	0.03	71.99	s.i.	47.15	s.i.	0.00	s.i.	2312.30
DGA2-JV36	s.i.	s.i.	8.41	s.i.	0.00	s.i.	0.01	s.i.	2.80	s.i.	s.i.	0.00	s.i.	s.i.
DGA3-JV10	s.i.	s.i.	8.36	0.11	0.00	0.00	0.02	1.73	2.05	s.i.	s.i.	0.00	0.00	23.36
DGA4-JV9	s.i.	s.i.	8.28	0.11	0.01	0.11	0.02	1.74	1.69	s.i.	s.i.	0.00	0.00	29.47
DGA5-JV20	s.i.	s.i.	7.49	0.11	0.01	0.00	0.02	0.79	0.86	s.i.	s.i.	0.00	0.00	7.61
DGA6	s.i.	s.i.	8.04	s.i.	0.01	s.i.	0.02	s.i.	1.58	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	s.i.
INIA1	s.i.	s.i.	8.62	0.11	0.00	0.00	0.01	4.77	5.75	s.i.	s.i.	0.01	0.00	245.00
INIA2	s.i.	s.i.	8.63	s.i.	0.00	s.i.	0.01	s.i.	5.76	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	s.i.
INIA3-JV3	s.i.	s.i.	8.79	0.11	0.00	0.00	0.01	4.33	5.32	s.i.	s.i.	0.01	0.00	227.66
INIA4	s.i.	s.i.	8.16	0.00	0.00	0.00	0.01	1.68	1.88	s.i.	s.i.	0.00	0.00	26.30
INIA5-JV13	s.i.	s.i.	7.99	0.00	0.00	0.00	0.01	1.25	1.91	s.i.	s.i.	0.00	0.00	22.37
INIA6-JV14	s.i.	s.i.	8.05	0.00	0.01	0.00	0.01	1.26	1.30	s.i.	s.i.	0.00	0.00	17.97
INIA7	s.i.	s.i.	7.77	0.00	0.01	0.00	0.01	0.90	1.01	s.i.	s.i.	0.00	0.00	16.09
INIA8	s.i.	s.i.	4.62	0.00	0.00	0.00	0.02	3.86	3.80	s.i.	s.i.	0.00	0.00	27.46
INIA9	s.i.	s.i.	7.83	0.00	0.00	0.00	0.01	1.66	1.98	s.i.	s.i.	0.00	0.00	6.91
INIA10	s.i.	s.i.	7.90	0.11	0.00	0.00	0.01	1.35	1.76	s.i.	s.i.	0.00	0.01	16.46
INIA11	s.i.	s.i.	6.19	0.00	0.00	0.00	0.01	1.05	1.09	s.i.	s.i.	0.00	0.00	6.93
INIA12	s.i.	s.i.	4.61	0.00	0.00	0.00	0.01	3.06	2.98	s.i.	s.i.	0.00	0.00	12.26

	Pentaclorofenol (PCP)	Pentaclorofenol (PCP)	pH de Laboratorio	Plata	Plata	Plomo	Plomo	Potasio	Potasio	RAS	Razon NO3 NO2	Selenio	Selenio	Sodio
	Fracción total	Fracción total		Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total			Fracción disuelta	Fracción total	Fracción disuelta
	mg/L	µg/L	Unidades de pH	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
INIA13	s.i.	s.i.	7.75	0.00	0.01	0.00	0.01	1.57	1.61	s.i.	s.i.	0.00	0.00	23.89
INIA14	s.i.	s.i.	8.64	0.00	0.00	0.00	0.01	0.57	1.02	s.i.	s.i.	0.00	0.00	15.76
INIA15	s.i.	s.i.	7.88	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA16	s.i.	s.i.	7.41	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
JV1	s.i.	s.i.	8.44	0.06	0.01	0.00	0.01	7.57	8.00	25.87	s.i.	0.00	0.00	306.08
JV2	s.i.	s.i.	8.63	0.06	0.00	0.00	0.00	6.53	6.48	25.29	s.i.	0.01	0.00	274.30
JV3	s.i.	s.i.	8.61	0.06	0.00	0.00	0.00	5.60	5.78	23.23	s.i.	0.01	0.00	249.77
HCO1	s.i.	s.i.	7.06	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
HCO2	s.i.	s.i.	8.12	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
HCO3	s.i.	s.i.	7.92	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
HCO4	s.i.	s.i.	8.53	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
promedio	**2.50**	**3.53**	**7.40**	**0.02**	**0.00**	**0.00**	**1.25**	**3.44**	**3.19**	**25.25**	**0.10**	**0.00**	**0.00**	**81.96**
contar	**8**	**37**	**67**	**56**	**61**	**56**	**61**	**58**	**60**	**5**	**37**	**59**	**58**	**58**

Tabla 14: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 7.

	Sodio	Sodio Porcentual	Sólidos Totales Disueltos de Laboratorio	Sólidos Totales Suspendidos de Lab	Sulfatos	Sulfuros	SAAM / Detergentes	Temperatura	Tetracloroeteno	Tetracloroeteno	Tolueno	Tolueno	Tribromometano	Triclorometano
	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total
	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	°C	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
NE5	12.73	4.35	1549.35	25.70	1104.46	0.24	0.10	s.i.	s.i.	4.88	25.00	24.54	0.05	0.05
NE2A	12.70	5.51	1114.55	20.95	717.29	0.24	0.10	s.i.	s.i.	4.92	25.00	24.42	0.05	0.05
NE1A	6.20	8.09	252.83	35.00	103.99	0.24	0.10	s.i.	s.i.	5.00	s.i.	25.00	0.05	0.05
NE3	8.09	6.95	491.77	88.71	294.47	0.24	0.10	s.i.	s.i.	4.92	25.00	24.62	0.05	0.05
PX1	3.47	6.60	177.35	s.i.	61.71	0.25	0.10	s.i.	s.i.	5.00	s.i.	25.00	0.05	0.05
NE4	6.87	7.80	349.36	59.10	188.62	0.22	0.10	s.i.	s.i.	4.93	s.i.	24.63	0.05	0.05
PX2	8.02	8.15	382.68	s.i.	228.73	0.25	0.11	s.i.	s.i.	5.00	s.i.	25.00	0.05	0.07
CN2	6.63	12.44	136.03	5.00	17.44	0.25	0.11	s.i.	s.i.	5.00	s.i.	25.00	0.05	0.05
PX3	7.07	9.04	283.43	s.i.	142.05	0.25	0.10	s.i.	s.i.	5.00	s.i.	25.00	0.05	0.05
NE7	8.42	6.23	479.13	52.50	282.73	0.26	0.10	s.i.	s.i.	5.00	s.i.	25.00	0.05	0.05
NE8	7.56	7.32	372.20	59.86	181.28	0.22	0.10	s.i.	s.i.	4.93	s.i.	24.63	0.05	0.05
CN7	9.15	8.39	368.83	23.17	188.87	0.24	0.10	s.i.	s.i.	5.00	s.i.	25.00	0.05	0.05
CN8	10.17	6.97	509.36	7.56	287.10	0.38	0.13	s.i.	s.i.	7.61	s.i.	38.04	0.08	0.08
NE9	9.56	7.67	411.88	46.40	221.59	0.36	0.13	s.i.	s.i.	7.43	s.i.	37.14	0.07	0.07
TO-1A	12.69	11.01	523.07	5826.75	290.32	0.39	0.14	s.i.	s.i.	8.33	s.i.	41.67	0.08	0.08
TO3	7.15	6.46	370.31	83.74	152.27	0.37	0.13	s.i.	s.i.	10.00	s.i.	50.00	0.10	0.10
TO6A	8.48	9.38	306.56	56.36	113.38	0.40	0.14	s.i.	s.i.	8.84	s.i.	44.20	0.09	0.09
PY6	10.98	14.98	212.86	s.i.	69.40	0.38	0.14	s.i.	s.i.	7.66	s.i.	38.28	0.08	0.08
PY5	8.45	14.34	178.27	s.i.	65.03	0.39	0.15	s.i.	s.i.	7.86	s.i.	39.29	0.08	0.08

	Sodio	Sodio Porcentual	Sólidos Totales Disueltos de Laboratorio	Sólidos Totales Suspendidos de Lab	Sulfatos	Sulfu-ros	SAAM / Deter-gentes	Tempe-ratura	Tetraclo-roeteno	Tetraclo-roeteno	Tolueno	Tolueno	Tribromometano	Tricloro-metano
	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total
	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	°C	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
TO-7	11.42	13.92	231.53	92.25	60.21	0.36	0.13	s.i.	s.i.	7.71	s.i.	38.54	0.08	0.08
VIT4	13.95	16.23	289.57	67.04	90.73	0.45	0.19	s.i.	s.i.	10.00	s.i.	50.00	0.10	0.10
PO10	29.96	7.67	1515.30	23.66	975.28	0.33	0.14	s.i.	s.i.	7.40	s.i.	37.00	0.07	0.07
PO7B	30.27	8.32	1339.25	25.60	835.06	0.36	0.13	s.i.	s.i.	7.50	s.i.	37.50	0.08	0.08
VIT5	22.18	10.81	743.35	30.89	412.42	0.40	0.15	s.i.	s.i.	9.28	s.i.	46.38	0.09	0.09
VIT3	16.86	12.45	458.98	79.60	211.32	0.43	0.16	s.i.	s.i.	10.00	s.i.	50.00	0.10	0.10
VIT1	19.48	12.92	499.14	251.45	222.22	0.39	0.13	s.i.	s.i.	7.61	s.i.	38.04	0.08	0.08
VIT6	24.83	13.50	628.75	62.40	328.30	0.38	0.13	s.i.	s.i.	7.61	s.i.	38.04	0.08	0.08
CA3	23.17	13.35	564.71	89.33	283.66	0.38	0.14	s.i.	s.i.	7.57	s.i.	37.86	0.08	0.08
VIT2	21.95	13.10	577.79	70.86	268.85	0.45	0.15	s.i.	s.i.	10.00	s.i.	50.00	0.10	0.10
VIT8	23.22	13.43	584.91	35.70	283.58	3.51	0.13	s.i.	s.i.	7.61	s.i.	38.04	0.08	0.08
CA4	23.90	13.15	608.91	35.11	286.66	0.37	0.14	s.i.	s.i.	7.65	s.i.	38.24	0.08	0.08
PY2	31.68	13.00	718.46	s.i.	354.25	0.38	0.14	s.i.	s.i.	7.57	s.i.	37.86	0.08	0.08
A10	27.07	19.27	461.70	18.50	203.65	0.38	0.14	s.i.	s.i.	7.61	s.i.	38.04	0.08	0.08
A8	17.74	13.20	441.66	57.40	216.09	0.38	0.13	s.i.	s.i.	7.61	s.i.	38.04	0.08	0.08
PY1	32.80	16.64	582.37	s.i.	267.72	0.38	0.14	s.i.	s.i.	7.57	s.i.	37.86	0.08	0.08
PY3	31.73	15.51	628.65	s.i.	290.33	0.38	0.15	s.i.	s.i.	7.57	s.i.	37.86	0.08	0.08
PY4	32.56	15.14	641.51	s.i.	302.23	0.38	0.14	s.i.	s.i.	7.57	s.i.	37.86	0.08	0.08
Río Huasco en	469.71	s.i.	s.i.	s.i.	740.12	s.i.	s.i.	20.54	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.

	Sodio	Sodio Porcentual	Sólidos Totales Disueltos de Laboratorio	Sólidos Totales Suspendidos de Lab	Sulfatos	Sulfu-ros	SAAM / Deter-gentes	Tempe-ratura	Tetraclo-roeteno	Tetraclo-roeteno	Tolueno	Tolueno	Tribromometano	Tricloro-metano
	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total
	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	°C	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
Huasco bajo														
Planta Alto Huasco C2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	1409.08	s.i.	s.i.	18.31	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA2-JV36	71.97	s.i.	524.29	s.i.	350.44	0.09	s.i.	20.39	s.i.	7.50	s.i.	5.00	s.i.	s.i.
DGA3-JV10	24.93	s.i.	427.63	4.70	321.19	0.07	s.i.	21.42	s.i.	0.68	s.i.	2.00	s.i.	s.i.
DGA4-JV9	22.12	s.i.	357.33	9.33	225.00	0.07	s.i.	20.22	s.i.	0.68	s.i.	2.00	s.i.	s.i.
DGA5-JV20	6.91	s.i.	250.50	65.14	207.38	0.07	0.07	18.02	s.i.	3.63	s.i.	3.83	s.i.	s.i.
DGA6	21.00	s.i.	236.86	26.44	195.44	0.09	0.07	14.29	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA1	254.28	s.i.	1182.89	9.88	758.10	0.07	0.07	22.61	s.i.	0.68	s.i.	2.00	s.i.	s.i.
INIA2	263.81	s.i.	1142.89	8.10	684.80	0.09	0.08	19.93	s.i.	10.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA3-JV3	227.31	s.i.	1074.22	11.38	654.00	0.07	0.07	21.11	s.i.	3.36	s.i.	3.25	s.i.	s.i.
INIA4	22.89	s.i.	326.75	10.10	249.11	0.07	0.08	19.90	s.i.	3.70	s.i.	2.00	s.i.	s.i.
INIA5-JV13	18.81	s.i.	333.89	60.33	291.11	0.07	0.08	12.52	s.i.	3.70	s.i.	2.00	s.i.	s.i.
INIA6-JV14	17.12	s.i.	286.00	11.22	239.78	0.07	0.07	13.57	s.i.	4.51	s.i.	3.83	s.i.	s.i.
INIA7	12.13	s.i.	162.56	14.90	114.62	0.07	0.07	13.14	s.i.	4.51	s.i.	3.83	s.i.	s.i.
INIA8	23.90	s.i.	705.25	114.40	966.50	0.07	0.07	6.86	s.i.	3.70	s.i.	2.00	s.i.	s.i.
INIA9	6.97	s.i.	193.44	9.56	156.75	0.07	0.08	4.37	s.i.	3.70	s.i.	2.00	s.i.	s.i.

	Sodio	Sodio Porcentual	Sólidos Totales Disueltos de Laboratorio	Sólidos Totales Suspendidos de Lab	Sulfatos	Sulfu-ros	SAAM / Deter-gentes	Tempe-ratura	Tetraclo-roeteno	Tetraclo-roeteno	Tolueno	Tolueno	Tribromometano	Triclorometano
	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total
	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	°C	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
INIA10	15.43	s.i.	281.25	21.88	202.00	0.07	0.07	18.78	s.i.	3.63	s.i.	58.00	s.i.	s.i.
INIA11	6.13	s.i.	166.88	42.11	150.13	0.07	0.07	10.36	s.i.	3.59	s.i.	3.67	s.i.	s.i.
INIA12	10.47	s.i.	503.33	14.88	573.25	0.07	0.07	9.00	s.i.	3.70	s.i.	2.00	s.i.	s.i.
INIA13	20.11	s.i.	256.44	50.00	231.44	0.07	0.07	12.61	s.i.	0.55	s.i.	2.00	s.i.	s.i.
INIA14	15.96	s.i.	136.67	12.50	55.18	0.07	0.07	14.82	s.i.	0.55	s.i.	2.00	s.i.	s.i.
INIA15	s.i.	s.i.	235.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.23	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA16	s.i.	s.i.	387.40	s.i.	208.64	s.i.	s.i.	20.01	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
JV1	315.94	44.98	1474.50	5.50	769.17	0.03	0.04	19.37	s.i.	0.80	s.i.	2.00	s.i.	0.21
JV2	281.90	46.15	1161.67	16.17	727.50	0.03	0.04	20.43	s.i.	0.80	s.i.	2.00	s.i.	0.21
JV3	256.55	44.49	1063.33	18.17	628.67	0.03	0.04	18.95	s.i.	0.80	s.i.	2.00	s.i.	0.21
HCO1	26.76	s.i.	552.55	s.i.	257.56	s.i.	s.i.	51.98	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
HCO2	25.40	s.i.	507.03	s.i.	245.81	s.i.	s.i.	46.25	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
HCO3	126.16	s.i.	2015.75	s.i.	385.69	s.i.	s.i.	71.85	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
HCO4	261.36	s.i.	1725.25	s.i.	655.81	s.i.	s.i.	112.18	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
promedio	**53.52**	**13.47**	**579.35**	**160.56**	**352.39**	**0.29**	**0.11**	**23.60**		**5.65**	**25.00**	**24.93**	**0.07**	**0.08**
contar	**64**	**40**	**65**	**49**	**66**	**59**	**56**	**30**	**0**	**58**	**3**	**57**	**37**	**40**

Tabla 15: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 8.

	Trihalometanos	Turbidez de Lab	Vanadio	Xileno	Xileno	Zinc	Zinc	pH en Terreno	Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO5)	Amonio	Nitrógeno de Kjeldahl	Fosfato	Fósforo
				Fracción total	Fracción total	Fracción disuelta	Fracción total						Fracción total
	mg/L	NTU	mg/L	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	Unidades de pH	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
NE5	0.11	237.22	0.08	25.00	24.56	14.70	14.72	3.42	0.50	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
NE2A	0.10	735.91	0.00	25.00	24.58	8.05	8.18	4.24	0.50	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
NE1A	0.10	6.43	0.00	s.i.	25.00	0.02	0.03	7.07	11.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
NE3	0.10	52.67	0.00	s.i.	24.62	2.89	2.72	5.28	0.50	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PX1	0.10	0.44	0.00	s.i.	25.00	0.05	0.10	7.15	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
NE4	0.10	39.53	0.01	s.i.	24.63	1.59	1.42	6.83	0.50	s.i.	0.31	s.i.	s.i.
PX2	0.20	61.65	0.00	s.i.	25.00	1.81	2.03	6.98	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
CN2	0.11	3.60	0.00	s.i.	25.00	0.02	0.03	7.45	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PX3	0.10	61.91	0.00	s.i.	25.00	0.89	1.26	7.14	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
NE7	0.10	17.97	0.00	s.i.	25.00	0.10	0.14	6.65	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
NE8	0.10	26.03	0.00	s.i.	24.63	0.31	0.49	7.17	4.44	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
CN7	0.10	209.27	0.00	s.i.	25.00	0.24	0.53	7.16	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
CN8	0.15	3.91	0.00	s.i.	38.04	0.12	0.26	7.05	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
NE9	0.15	214.35	0.00	s.i.	37.14	0.14	0.33	7.09	1.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
TO-1A	0.17	260.13	0.01	s.i.	41.67	1.44	1.54	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
TO3	0.20	30.84	0.00	s.i.	50.00	0.02	0.11	7.60	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
TO6A	0.18	49.69	0.00	s.i.	44.20	0.02	0.07	7.48	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PY6	0.15	50.22	0.00	s.i.	38.28	0.06	0.10	7.22	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PY5	0.16	2.49	0.00	s.i.	39.29	0.02	0.03	7.24	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.

TO-7	0.15	837.56	0.04	s.i.	38.54	0.01	0.23	7.93	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
VIT4	0.20	129.62	0.02	s.i.	50.00	0.01	0.09	7.66	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PO10	0.15	37.89	0.00	s.i.	37.00	1.23	1.23	4.84	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PO7B	0.15	43.99	0.00	s.i.	37.50	1.01	0.98	4.93	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
VIT5	0.19	30.02	0.00	s.i.	46.07	0.19	0.29	7.60	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
VIT3	0.20	115.77	0.01	s.i.	50.00	0.05	0.13	7.61	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
VIT1	0.15	158.48	0.03	s.i.	37.86	0.03	0.21	7.46	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
VIT6	0.15	14.21	0.00	s.i.	38.04	0.02	0.06	7.44	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
CA3	0.15	35.95	0.01	s.i.	37.86	0.03	0.06	7.47	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
VIT2	0.20	111.26	0.01	s.i.	49.64	0.03	0.11	7.56	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
VIT8	0.15	43.54	0.02	s.i.	37.86	0.03	0.16	7.41	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
CA4	0.15	35.36	0.00	s.i.	38.04	0.02	0.04	7.21	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PY2	0.15	10.26	0.00	s.i.	37.86	0.02	0.03	7.51	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
A10	0.15	27.90	0.00	s.i.	38.04	0.05	0.16	7.35	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
A8	0.15	127.27	0.00	s.i.	38.04	0.08	0.23	7.07	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PY1	0.15	24.55	0.00	s.i.	37.86	0.02	0.05	7.30	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PY3	0.15	25.46	0.00	s.i.	37.86	0.02	0.05	7.42	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
PY4	0.15	21.58	0.00	s.i.	37.86	0.77	0.89	7.47	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Río Huasco en Huasco bajo	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.02	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Planta Alto Huasco C2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.09	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA2-JV36	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.02	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA3-JV10	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	0.01	s.i.	2.00	0.04	1.25	0.19	0.13
DGA4-JV9	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	0.05	s.i.	2.38	0.04	1.41	0.32	0.29
DGA5-JV20	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.20	0.26	7.49	2.25	0.04	1.59	0.33	0.08
DGA6	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.21	8.04	2.17	0.04	1.54	0.23	0.23
INIA1	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	0.01	8.62	2.11	0.07	1.44	0.49	0.22

INIA2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.01	8.63	2.43	0.04	1.82	0.65	0.23
INIA3-JV3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	0.02	8.79	2.22	0.04	1.44	0.72	0.37
INIA4	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	0.03	8.16	2.44	0.04	1.46	0.63	0.20
INIA5-JV13	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.02	0.09	7.99	2.44	0.04	1.76	0.50	0.37
INIA6-JV14	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	0.08	8.05	1.89	0.04	1.42	0.61	0.32
INIA7	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	0.00	7.77	1.78	0.04	1.10	0.44	0.23
INIA8	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	1.52	1.45	4.62	2.33	0.04	1.61	0.62	0.36
INIA9	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	0.00	7.83	2.78	0.04	1.29	0.61	0.23
INIA10	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.03	0.09	7.90	2.44	0.04	1.43	0.69	0.18
INIA11	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	1.37	1.45	6.19	2.44	0.04	1.25	0.57	0.28
INIA12	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	8.02	6.32	4.61	2.67	0.04	1.36	0.61	0.28
INIA13	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.11	0.30	7.75	2.67	0.03	1.36	0.69	0.34
INIA14	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.00	0.02	8.64	2.44	0.04	1.47	0.61	0.31
INIA15	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.06	s.i.	7.88	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA16	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.94	2.49	1.42	0.87
JV1	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	5.23	0.00	0.39	s.i.	1.33	0.02	0.02	0.04	0.02
JV2	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	5.29	0.00	0.01	s.i.	2.17	0.16	0.17	0.18	0.10
JV3	s.i.	s.i.	0.01	s.i.	5.00	0.00	0.01	s.i.	1.67	0.02	0.02	0.23	0.15
HCO1	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	2.13	0.10	s.i.	s.i.	s.i.
HCO2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	2.63	0.11	s.i.	s.i.	s.i.
HCO3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	11.75	4.83	s.i.	s.i.	s.i.
HCO4	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	4.38	0.35	s.i.	s.i.	s.i.
promedio	**0.15**	**105.27**	**0.01**	**25.00**	**33.20**	**0.83**	**0.82**	**7.14**	**2.70**	**0.28**	**1.26**	**0.52**	**0.26**
contar	**37**	**37**	**40**	**2**	**40**	**57**	**61**	**53**	**32**	**26**	**23**	**22**	**22**

Tabla 16: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 9.

	Bifenilos Policlorados (PCBs)	Detergentes (SAAM)	Indice de Fenol	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos(HAP)	Hidrocarburos totales	Hidrocarburos fijos	Hidrocarburos Volatiles	Estaño Total	Estaño Disuelto	Oxígeno Disuelto de campo	Solidos Totales Disueltos de Campo	Sal % Campo	Temperatura Agua Campo	Temperatura Aire
								Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		
	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	g/L	%	°C	°C
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
NE5	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	11.59	1.05	0.08	5.06	6.49
NE2A	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	12.69	0.75	0.06	4.39	8.33
NE1A	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	12.10	0.25	0.02	5.96	8.70
NE3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.05	0.40	0.03	6.58	12.66
PX1	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.36	0.18	0.01	5.64	11.61
NE4	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.54	0.30	0.02	7.99	17.67
PX2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.41	0.31	0.02	9.89	17.19
CN2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.10	0.12	0.01	9.20	17.92
PX3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.11	0.23	0.02	9.42	17.68
NE7	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.63	0.42	0.03	8.17	20.48
NE8	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.53	0.30	0.02	9.11	20.46
CN7	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.31	0.32	0.02	13.14	20.73
CN8	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.04	0.48	0.03	12.57	20.82
NE9	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.72	0.37	0.02	11.79	19.28
TO-1A	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
TO3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.13	0.39	0.05	4.78	14.12
TO6A	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	si	0.32	0.02	9.59	17.30

	Bifenilos Policlorados (PCBs)	Detergentes (SAAM)	Indice de Fenol	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos(HAP)	Hidrocarburos totales	Hidrocarburos fijos	Hidrocarburos Volatiles	Estaño Total	Estaño Disuelto	Oxígeno Disuelto de campo	Solidos Totales Disueltos de Campo	Sal % Campo	Temperatura Agua Campo	Temperatura Aire
								Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		
	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	g/L	%	°C	°C
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
PY6	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	12.14	0.23	0.02	6.88	15.30
PY5	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.78	0.19	0.01	9.20	13.15
TO-7	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	11.46	0.21	0.02	13.99	21.23
VIT4	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.68	0.27	0.02	10.81	17.13
PO10	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.34	1.21	0.09	4.08	9.43
PO7B	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.40	1.07	0.08	3.82	11.68
VIT5	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.37	0.63	0.05	9.82	20.70
VIT3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.03	0.40	0.03	10.56	19.75
VIT1	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.09	0.41	0.03	8.45	17.22
VIT6	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.50	0.53	0.04	9.58	16.44
CA3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.04	0.51	0.04	9.02	16.12
VIT2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.86	0.49	0.04	8.35	16.32
VIT8	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.79	0.49	0.04	9.32	17.42
CA4	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.20	0.54	0.04	11.60	15.97
PY2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.80	0.66	0.05	15.89	21.13
A10	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.14	0.43	0.03	11.82	19.48
A8	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.94	0.41	0.03	11.86	18.62
PY1	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.84	0.60	0.04	14.29	19.88
PY3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	13.76	0.60	0.05	14.54	19.61
PY4	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	14.06	0.61	0.05	15.36	20.38

	Bifenilos Policlorados (PCBs)	Detergentes (SAAM)	Indice de Fenol	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos(HAP)	Hidrocarburos totales	Hidrocarburos fijos	Hidrocarburos Volatiles	Estaño Total	Estaño Disuelto	Oxígeno Disuelto de campo	Solidos Totales Disueltos de Campo	Sal % Campo	Temperatura Agua Campo	Temperatura Aire
								Fracción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		
	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	g/L	%	°C	°C
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
Río Huasco en Huasco bajo	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Planta Alto Huasco C2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA2-JV36	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA3-JV10	0.00	0.08	0.20	0.08	3.00	3.00	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA4-JV9	0.00	0.07	s.i.	0.07	3.00	3.00	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA5-JV20	0.04	s.i.	0.00	0.11	3.71	3.71	0.21	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
DGA6	s.i.	s.i.	0.00	s.i.	5.00	5.00	0.10	0.05	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA1	0.00	s.i.	0.00	0.07	2.33	2.33	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA2	s.i.	s.i.	0.00	s.i.	5.00	5.00	0.10	0.05	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA3-JV3	0.04	s.i.	0.00	0.10	3.50	3.50	0.23	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA4	0.00	s.i.	0.00	0.05	3.00	3.00	0.15	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA5-JV13	0.00	s.i.	0.00	0.05	3.00	3.00	0.15	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA6-JV14	0.04	s.i.	0.00	4.21	4.00	4.22	0.20	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA7	0.04	s.i.	0.00	3.27	4.00	3.88	0.20	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA8	0.00	s.i.	0.00	15.33	2.67	4.91	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA9	0.00	s.i.	0.00	0.05	2.33	2.33	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA10	0.04	s.i.	0.00	0.11	3.89	3.89	0.26	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA11	0.04	s.i.	0.00	0.10	3.75	3.75	0.28	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA12	0.00	s.i.	0.00	0.05	2.33	2.33	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.

	Bifenilos Policlora-dos (PCBs)	Deter-gentes (SAAM)	Indice de Fenol	Hidrocar-buros Aromáti-cos Policícli-cos(HAP)	Hidrocar-buros totales	Hidro-carbu-ros fijos	Hidrocar-buros Volatiles	Estaño Total	Estaño Disuelto	Oxígeno Disuelto de campo	Solidos Totales Disueltos de Campo	Sal % Campo	Tempe-ratura Agua Campo	Tempera-tura Aire
								Frac-ción disuelta	Fracción total	Fracción total	Fracción total	Fracción total		
	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	g/L	%	°C	°C
	Promedio	Promed io	Promed io	Promedio	Promedio	Promed io	Promedio	Promed io	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promed io	Promedio
INIA13	0.00	s.i.	0.00	0.05	2.33	2.33	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA14	0.00	s.i.	0.00	0.05	2.33	2.33	0.17	0.04	0.00	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA15	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
INIA16	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
JV1	0.00	s.i.	0.00	0.31	1.00	1.00	0.28	0.01	0.01	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
JV2	0.00	s.i.	0.00	0.15	1.00	1.00	0.20	0.01	0.01	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
JV3	0.00	s.i.	0.00	0.07	1.00	1.00	0.20	0.01	0.01	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
HCO1	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
HCO2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
HCO3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
HCO4	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
promedio	0.01	0.07	0.01	1.28	2.96	3.07	0.19	0.04	0.00	13.53	0.46	0.04	9.51	16.62
contar	19	2	20	19	21	21	21	21	19	35	36	36	36	36

Folio018099

Tabla 17: Valores promedio de todos los parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Parte 4.

	Conductividad de campo	Turbidez de Campo	Color	Vanadio	Sólidos Sedimentables
				Fracción disuelta	
	µS/cm	NTU	UC	mg/L	mL/L/h
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
NE5	1629.17	1.38	s.i.		
NE2A	1169.33	23.94	s.i.		
NE1A	392.67	25.35	s.i.		
NE3	623.83	35.52	s.i.		
PX1	270.00	0.50	s.i.		
NE4	475.42	21.88	4.70		
PX2	475.25	16.33	s.i.		
CN2	191.83	1.92	s.i.		
PX3	358.58	10.82	s.i.		
NE7	661.33	10.48	s.i.		
NE8	472.33	19.02	4.25		
CN7	494.92	100.11	s.i.		
CN8	739.00	2.40	s.i.	s.i.	
NE9	573.50	62.56	s.i.	s.i.	
TO-1A	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
TO3	608.33	0.07	5.77	s.i.	
TO6A	502.17	7.82	5.88	s.i.	
PY6	358.80	199.80	s.i.	s.i.	
PY5	294.83	0.90	s.i.	s.i.	
TO-7	314.25	499.50	s.i.	s.i.	

	Conductividad de campo	Turbidez de Campo	Color	Vanadio	Sólidos Sedimentables
				Fracción disuelta	
	µS/cm	NTU	UC	mg/L	mL/L/h
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
VIT4	417.17	93.44	6.47	s.i.	
PO10	1892.86	123.20	s.i.	s.i.	
PO7B	1664.44	122.32	s.i.	s.i.	
VIT5	992.00	1.96	6.30	s.i.	
VIT3	624.00	98.91	6.84	s.i.	
VIT1	652.67	173.88	s.i.	s.i.	
VIT6	835.17	15.50	s.i.	s.i.	
CA3	789.92	119.71	s.i.	s.i.	
VIT2	779.00	115.15	s.i.	s.i.	
VIT8	768.50	144.23	s.i.	s.i.	
CA4	849.33	131.58	s.i.	s.i.	
PY2	1024.58	125.26	s.i.	s.i.	
A10	609.04	29.83	s.i.	s.i.	
A8	629.25	66.51	s.i.	s.i.	
PY1	929.33	77.04	s.i.	s.i.	
PY3	937.00	118.95	s.i.	s.i.	
PY4	960.92	111.63	s.i.	s.i.	
Río Huasco en Huasco bajo	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
Planta Alto Huasco C2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
DGA2-JV36	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
DGA3-JV10	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	

	Conductividad de campo	Turbidez de Campo	Color	Vanadio	Sólidos Sedimentables
				Fracción disuelta	
	µS/cm	NTU	UC	mg/L	mL/L/h
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
DGA4-JV9	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
DGA5-JV20	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
DGA6	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA1	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA3-JV3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA4	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA5-JV13	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA6-JV14	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA7	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA8	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA9	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA10	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA11	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA12	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA13	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA14	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA15	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
INIA16	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
JV1	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
JV2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	

	Conductividad de campo	Turbidez de Campo	Color	Vanadio	Sólidos Sedimentables
				Fracción disuelta	
	µS/cm	NTU	UC	mg/L	mL/L/h
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
JV3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
HCO1	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	86.81
HCO2	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	72.06
HCO3	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	127.88
HCO4	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	246.06
promedio	721.13	75.26	5.74		133.20
contar	36	36	7	0	4

En la siguiente tabla se presentan aquellos parámetros para los cuales se encontraron resultados en la mayoría de las estaciones (más de 60 estaciones). Se presentan igualmente los valores “promedio” para toda la cuenca, considerando todos los resultados disponibles en la base de datos.

Tabla 18: Parámetros para los cuales se encontraron resultados en más de 60 de las 73 estaciones de muestreo. Valor promedio de cada parámetro en la cuenca de estudio.

PARAMETRO	CANTIDAD DATOS	%	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MEDIANA
Aceites y Grasas (mg/L) (Total)	751	60	0,5	12	3,1	2
Alcalinidad Total como CaCO3 (mg/L) (Total)	765	61	2,5	166	58,9	60
Aluminio (mg/L) (Disuelto)	964	77	0	48,985	0,5	0,05
Aluminio (mg/L) (Total)	1164	93	0	53,4	2,0	0,6105
Amoniaco (mg/L) (Total)	770	62	0,0025	0,12	0,036	0,03
Arsénico (mg/L) (Disuelto)	932	75	0,00005	0,201	0,003	0,001
Arsénico (mg/L) (Total)	1161	93	0,00005	0,0561	0,005	0,0036
Bario (mg/L) (Disuelto)	903	72	0,0005	0,214	0,022	0,022
Bario (mg/L) (Total)	1057	85	0,0005	1,2	0,032	0,027
Benceno (ug/L)	608	49	2	5	3,1	2,5
Berilio (mg/L) (Disuelto)	875	70	0,0003	0,012	0,0027	0,001
Berilio (mg/L) (Total)	905	73	0,00034	0,014	0,0028	0,001
Bicarbonatos (mg/L) (Total)	939	75	3	627,478	85,1	75
Boro (mg/L) (Disuelto)	968	78	0,0073	1,866	0,3	0,25
Boro (mg/L) (Total)	1135	91	0,002	4,237	0,4	0,25
Cadmio (mg/L) Disuelto	1002	80	0,00005	0,0583	0,002	0,00025
Cadmio (mg/L) (Total)	1182	95	0,00005	0,059	0,003	0,0005
Calcio (mg/L) Disuelto	994	80	3,488	307,6	77,9	78
Calcio (mg/L) (Total)	1112	89	1	365	84,4	83,295
Cianuro (mg/L) (Total)	1147	92	0,001	0,02	0,004	0,0025
Cloruros (mg/L) (Total)	1182	95	0,962	81738,4	163,4	10
Cobalto (mg/L) (Disuelto)	898	72	0,00042	0,0879	0,005	0,003
Cobalto (mg/L) (Total)	1093	88	0,0004	0,0949	0,006	0,005
Cobre (mg/L) (Disuelto)	936	75	0,0005	1,27	0,019	0,005
Cobre (mg/L) (Total)	1139	91	0,0005	1,47	0,041	0,01
Coliformes Fecales (NMP/100ml) (Total)	1073	86	0,9	7900	64,8	7
Coliformes Totales (NMP/100ml) (Total)	1044	84	0,00613	70000	474,8	49
Color (PtCo) (Total)	1125	90	2	30	5,3	5
Conductividad de laboratorio	1212	97	134	3180	670,7	595

PARAMETRO	CANTIDAD DATOS	%	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MEDIANA
(uS/cm) (Total)						
Cromo (mg/L) (Disuelto)	783	63	0,0004	0,865	0,006	0,002
Cromo (mg/L) (Total)	1097	88	0,00025	0,0834	0,006	0,005
Cromo Hexavalente (mg/L) (Total)	709	57	0,0004	0,0632	0,026	0,025
Fenoles (mg/L) (Total)	782	63	0,001	0,003	0,001	0,001
Flujo (L/s) (Total)	609	49	19	4160	970,5	908
Fluoruros (mg/L) (Total)	1118	90	0,006	2,3	0,4	0,4
Hierro (mg/L) (Disuelto)	956	77	0,0002	0,96	0,1	0,03
Hierro (mg/l) (Total)	1141	92	0,00198	7,44	0,5	0,27
Hierro 2+ (mg/L) (Disuelto)	647	52	0,5	1	0,6	0,5
Hierro 3+ (mg/L) (Disuelto)	709	57	0,33	5	0,8	0,5
Litio (mg/L) (Disuelto)	892	72	0,0005	0,193	0,032	0,016
Litio (mg/L) (Total)	1018	82	0,0002	0,445	0,045	0,029
Magnesio (mg/L) (Disuelto)	977	78	0,00198	165,269	17,6	14
Magnesio (mg/L) (Total)	1103	89	2	80,242	16,2	14
Manganeso (mg/L) (Disuelto)	973	78	0,00029	20,4	0,5	0,15
Manganeso (mg/L) (Total)	1159	93	0,00048	21,75	0,6	0,19
Mercurio (mg/L) (Disuelto)	985	79	0,00005	0,0013	0,0001	0,00005
Mercurio (mg/L) (Total)	1162	93	0,000025	0,0013	0,0001	0,00005
Molibdeno (mg/L) (Disuelto)	915	73	0,00026	0,0692	0,0049	0,005
Molibdeno (mg/L) (Total)	1105	89	0,00026	0,05	0,0075	0,005
Niquel (mg/L) (Disuelto)	973	78	0,0005	267,35	0,3	0,006
Niquel (mg/L) (Total)	1121	90	0,0005	0,107	0,0	0,008
Nitratos como NO3 (mg/L) (Total)	1158	93	0,01	16,8	1,4	1
Nitritos como NO2 (mg/L) (Total)	1104	89	0,0005	4,6	0,041	0,003
Nitrógeno (mg/L) (Total)	597	48	0,00159	12,1	0,7	0,6
pH de Laboratorio (Unidad de pH) (Total)	1246	100	4,16	10,02	7,7	7,85
Plata (mg/L) (Disuelto)	898	72	0,0002	0,225	0,003	0,0005
Plata (mg/L) (Total)	1047	84	0,00005	0,019	0,002	0,0005
Plomo (mg/L) (Disuelto)	951	76	0,00045	0,009	0,002	0,0005
Plomo (mg/L) (Total)	1122	90	0,0002	0,08	0,005	0,0025
Potasio (mg/L) (Disuelto)	959	77	0,05	98,5	3,8	1,5
Potasio (mg/L) (Total)	1063	85	0,05	11,99	1,8	1,6
Selenio (mg/L) (Disuelto)	886	71	0,00005	0,0059	0,0008	0,0005
Selenio (mg/L) (Total)	1006	81	0,00005	0,012	0,0011	0,001
Sodio (mg/L) (Disuelto)	967	78	3,6	2910	100,1	17

PARAMETRO	CANTIDAD DATOS	%	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MEDIANA
Sodio (mg/L) (Total)	1131	91	3,6	366,828	30,6	18
Sodio Porcentual (%) (Total)	935	75	4,61	50,38	13,1	12,12
Sólidos Totales Disueltos de Laboratorio (mg/L) (Total)	1191	96	60	2134	449,9	430
Sulfatos (mg/L) (Total)	1212	97	2,5	1800	288,2	242
Sulfuros (mg/L) (Total)	781	63	0,025	0,5	0,2	0,25
Sustancias Activas al Azul de Metileno / Detergentes (mg/L) (Total)	915	73	0,036	0,2	0,1	0,1
Tetracloroeteno (ug/L) (Total)	642	52	0,183	92	5,9	5
Tolueno (ug/L) (Total)	553	44	2	50	30,3	25
Triclorometano (mg/L)	594	48	0,00066	0,1	0,1	0,05
Turbidez de Lab (NTU) (Total)	738	59	0,15	191	10,5	5,95
Vanadio (mg/L) (Total)	914	73	0,0002	0,018	0,0	0,001
Xileno (ug/L) (Total)	617	50	5	50	28,0	25
Zinc (mg/L) (Disuelto)	915	73	0	8,8	0,2	0,03
Zinc (mg/L) (Total)	1107	89	0	12,4	0,3	0,085

En la siguiente tabla se presentan aquellos parámetros para los cuales se encontraron resultados en ninguna o en muy pocas estaciones (menos de 10 estaciones). Estos parámetros debieran ser excluídos de las evauaciones posteriores, por falta de antecedentes.

Tabla 19: Parámetros para los cuales se encontraron resultados en menos de 40% de los datos. Valor promedio de cada parámetro en la cuenca de estudio.

PARAMETRO	CANTIDAD DATOS	%	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MEDIANA
2,4 D (ug/L) (Total)	483	39	15	30	20,6	15
Bromodiclorometano (mg/L)	483	39	0,0025	0,005	0,0	0,0025
Carbonato (mg/L) (Total)	152	12	0	135,809	16,8	3
Conductividad (mhos/cm)	29	2	10050	11830	11095,2	11230
DQO (mg/L O2)	283	23	5	142,936	15,0	6
DDT + DDD + DDE (ug/L)	483	39	1	2	1,4	1
Dibromoclorometano (mg/L)	482	39	0,0025	0,005	0,0	0,0025
ESCHERICHIA COLI (NMP/100ml)	487	39	0	7900	33,9	1
Fósforo de ortofosfato (mg/L PO4)	28	2	0,003	9,777	0,4	0,023
Lindano (ug/L)	365	29	1	2	1,5	1
Metoxicloro (Methoxychlor) (ug/L)	483	39	10	20	13,7	10
Monocloro Amina (mg/L)	478	38	0,05	0,1	0,1	0,05
Nitrógeno de Nitratos (mg/L)	58	5	0,022	2,74	0,5	0,2285

PARAMETRO	CANTIDAD DATOS	%	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MEDIANA
(Total)						
Nitrógeno de Nitrito (mg/L) (Total)	30	2	0,003	1,4	0,2	0,012
Olor (0=Ausencia;1=Presencia)	288	23	0	1	0,4	0
Oxígeno (mg/L) (Disuelto)	329	26	0,08	16,72	8,2	8,27
Pentaclorofenol (PCP) (mg/L) (Total)	33	3	2,5	2,5	2,5	2,5
Pentaclorofenol (PCP) (ug/L) (Total)	450	36	2,5	5	3,5	2,5
RAS	207	17	1,0438651	63,566	12,0	3,44220587
Razon NO3 NO2 (mg/L)	457	37	0	0,126	0,0	0,028
Sólidos Totales Suspendidos de Lab (mg/L) (Total)	380	30	1	665	22,0	5,5
Temperatura (ºC)	457	37	0,1	27,7	15,5	16,3
Tetracloroeteno (mg/L) (Total)	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡NUM!
Tolueno (mg/L) (Total)	113	9	2	2	2,0	2
Tribromometano (mg/L)	483	39	0,05	0,1	0,1	0,05
Trihalometanos (mg/L)	482	39	0,1	0,2	0,1	0,1
Xileno (mg/L) (Total)	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡NUM!
pH en Terreno (Unidad de pH) (Total)	242	19	4,16	9,24	7,5	7,62
Demanda Bioquimica de Oxigeno (mg/L) (Total)	341	27	1	20	1,9	1
Amonio (mg/L)	364	29	0,001	11,7	0,3	0,0205
Nitrógeno de Kjeldahl (mg/L)	308	25	0,01	12,1	1,0	0,089
Fosfato (mg/L)	251	20	0,001	1,99	0,3	0,031
Fósforo (mg/L) (Total)	270	22	0,0004	2,56	0,2	0,0295
Bifenilos Policlorados (PCBs) (ug/L)	169	14	0,000044	0,1	0,0	0,000044
Detergentes (SAAM) (mg/L)	150	12	0,036	0,1	0,0	0,036
Indice de Fenol (mg/L)	224	18	0,001	0,002	0,0	0,002
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos(HAP) (ug/L)	154	12	0,047	30,62	0,3	0,047
Hidrocarburos (mg/L) (Totales)	223	18	1	5	1,8	1
Hidrocarburos (mg/L) (Fijos)	208	17	1	8,72	1,9	1
Hidrocarburos (Volátiles)	194	16	0,1	0,7	0,2	0,2
Estaño (mg/L) (Total)	240	19	0,001	1	0,0	0,0235
Estaño (mg/L) (Disuelto)	130	10	0,001	1	0,0	0,001
Oxigeno Disuelto de Campo	81	7	7,7	18,11	14,2	15,06
Sólidos Totales Disueltos de campo (g/L) (Total)	80	6	0,118	0,596	0,4	0,4355
Sal % de Campo (%) (Total)	76	6	0,01	0,04	0,0	0,03
Temperatura Agua Campo (ºC)	84	7	1,21	21,3	11,3	11,11

PARAMETRO	CANTIDAD DATOS	%	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MEDIANA
(Total)						
Temperatura Aire (ºC) (Total)	56	4	3,1	33,1	18,7	17,7
Conductividad de campo (uS/cm) (Total)	80	6	182	931	629,2	674
Turbidez de campo (NTU) (Total)	69	6	0	524	46,6	8,1
Color (UC) (Total)	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡NUM!
Vanadio (mg/L) (Disuelto)	118	9	0,00009	0,0046	0,0	0,0009
Sólidos sedimentables (ml/L/hr)	32	3	0,5	1965	133,2	0,5

Se realizó una evaluación cualitativa inicial acerca de la utilidad de la información que se obtiene con el análisis de cada parámetro y su relevancia para ser incorporados en una NSCA, considerando que el objetivo supremo de estas normas se relaciona con la protección de los ecosistemas acuáticos en general.

Tabla 20: Evaluación cualitativa de la importancia y utilidad de la información aportada con el análisis de cada parámetro.

	Paráme-tro	Fracción	Uni-dad	Significado ambiental de la información suministrada	Utilidad de la información suministrada para dictar NSCA aguas del Río Huasco	¿Incluido en anteproyecto de NSCA de 2008?	¿Incluidos en propuesta después de consulta pública?	Disponibili-dad de información en la cuenca para dictar NSCA	Recomenda-ción
1	2,4 - D	Total	µg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Baja (16%)	No incluir
2	Aceites y Grasas	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Alta (90%)	No incluir
3	Alcalini-dad Total como $CaCO_3$	Total	mg/L	Se requiere análisis en terreno para que la información sea válida. El equilibrio de los carbonatos se afecta con el traslado de las muestras hasta el laboratorio. Es un parámetro que puede cambiar rápidamente y también restablecerse rápidamente de manera natural en aguas superficiales, por el intercambio con los gases atmosféricos.	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir en la NSCA. Considerar en el Programa de Vigilancia como apoyo al monitoreo biológico, con mediciones en terreno.
4	Aluminio	Disuelto	mg/L	De acuerdo a las condiciones de pH en que se encuentran normalmente las aguas, la concentración de aluminio debiese ser baja, debido a su solubilidad limitada a valores neutros de pH. A pH ácidos, aumenta la solubilidad, quedando disponible para los organismos		NO	NO	Alta (85%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación

5	Aluminio	Total	mg/L	acuáticos, el cual es altamente toxico como Al^{+3}. Si se considera el aporte que existe por contaminación difusa, cuando los suelos se acidifican, el aluminio queda en forma disuelta, pudiendo ser transportado a las aguas por escorrentía. En aguas de bajo y alto pH o altas con contenido orgánico el aluminio llega a ser más soluble. Aguas superficiales naturalmente acidificadas como lagos pantanosos, drenaje volcánico, aguas subterráneas acidas y vertientes termales y salinas, pueden contener altas concentraciones de aluminio. Bajo la existencia de agentes complejos inorgánicos, la concentración de aluminio en aguas puede ser mayor. En aguas neutras se presenta en altos niveles de material aluminosilicato o aluminio absorbido orgánicamente.	Alta	SI	SI	Alta (97%)	Incluir como indicador indirecto de la acidificación de las aguas
6	Amonia-co	Total	mg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca en aguas con pH neutro o ligeramente alcalino	SI (medido como amonio)	NO	Media (55%)	No incluir.
7	Arsénico	Disuelto	mg/L	Se debe tener especial cuidado con este metal, ya que es altamente tóxico. Se acumula en los organismos, por lo que se puede encontrar en grandes concentraciones en los peces, ya que		NO	NO	Alta (84%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación

8	Arsénico	Total	mg/L	ellos lo absorben. El arsénico orgánico es la forma menos dañina, pero peces que tienen altas concentraciones de arsénico inorgánico pueden ser un grave peligro para los seres humanos que lo consumen. La contaminación por arsénico puede afectar a un amplio sector, ya que este se puede movilizar fácilmente. La movilidad geoquímica del arsénico está controlada principalmente por el pH, potencial redox (Eh) y presencia de fases adsorbentes (hidróxidos de Fe, Mn y Al), arcillas, ácidos húmicos.	Alta	SI	SI	Alta (97%)	**Incluir por su toxicidad y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
9	Bario	Disuelto	mg/L	Especie muy poco abundante en aguas naturales	Media	NO	NO	Alta (84%)	No incluir
10	Bario	Total	mg/L			NO	NO	Alta (84%)	No incluir
11	Benceno	Total	µg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir.
12	Berilio	Disuelto	mg/L	Especie muy poco abundante en aguas naturales	Poca	NO	NO	Alta (60%)	No incluir
13	Berilio	Total	mg/L			NO	NO	Alta (60%)	No incluir
14	Bicarbo-natos	Total	mg/L	Se requiere análisis en terreno para que la información sea válida. El equilibrio de los carbonatos se afecta con el traslado de las muestras hasta el laboratorio. Es un parámetro que puede cambiar rápidamente y también restablecerse rápidamente de manera natural en aguas superficiales, por el intercambio con los gases atmosféricos.	Muy poca	NO	NO	Alta (63%)	No incluir en la NSCA. Considerar en el Programa de Vigilancia como apoyo al monitoreo biológico, con mediciones en terreno.
15	Boro	Disuelto	mg/L		En	NO	NO	Alta (84%)	No incluir

16	Boro	Total	mg/L		evaluación	SI	NO	Alta (91%)	No incluir
17	Bromodi-clorometano	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir.
18	Carbo-nato	Total	mg/L	Se requiere análisis en terreno para que la información sea válida. El equilibrio de los carbonatos se afecta con el traslado de las muestras hasta el laboratorio. Es un parámetro que puede cambiar rápidamente y también restablecerse rápidamente de manera natural en aguas superficiales, por el intercambio con los gases atmosféricos.	Muy poca	NO	NO	Baja (7%)	No incluir.
19	Cadmio	Disuelto	mg/L	El Cadmio es un metal pesado de gran importancia toxicológica y que proviene mayoritariamente de las actividades antropogénicas. Este puede ser transportado a grandes distancias cuando es absorbido por la materia orgánica del suelo, lo que puede contaminar las aguas superficiales y los suelos. Es un metal bioacumulable, por lo que los impactos que puede provocar son variados y ocurren a distintas escalas (pueden transportarse a lo largo de la cadena alimenticia).	**Alta**	NO	NO	Alta (85%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
20	Cadmio	Total	mg/L			SI	NO	Alta (91%)	**Incluir por su toxicidad y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
21	Calcio	Disuelto	mg/L	En las aguas el ion calcio forma parte de la dureza de las aguas, encontrándose principalmente como $CaCO_3$ (carbonato de calcio). Este es insoluble en agua y por tanto se encuentra en los sedimentos de los sistemas hídricos. La solubilidad de		NO	NO	Alta (87%)	No incluir

Folio018112

22	Calcio	Total	mg/L	las partículas minerales y otros factores ambientales – en especial la concentración de especies carbonatos en el agua – determinan la concentración final de calcio en un cuerpo de agua particular. El calcio al tener solo un estado de oxidación (Ca^{+2}) no está directamente influenciado por las condiciones redox del agua (la forma soluble Ca^{+2} se puede presentar en medios oxidantes y reductores). Tampoco depende del pH del sistema, por tanto es común encontrar calcio en su forma disuelta (Ca^{+2}) a cualquier pH (acido, neutro o alcalino). Es capaz de formar complejos con especies tales como el fosfato, carbonato y sulfatos, los cuales adquieren importancia al encontrarse en mayores concentraciones en el agua.	Poca	NO	NO	Alta (90%)	No incluir
23	Cianuro	Total	mg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable. Parámetro característico de la minería de oro, que utiliza cianuro como agente lixiviante.	Poca para el control nomativo sobre calidad de aguas de suministro. Imprescindible monitorear en el Programa de Vigilancia para obtener información relevante en zonas de actividad minera.	SI	NO	Alta (90%)	**Incluir por su toxicidad y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**

Folio018113

24	Cloruros	Total	mg/L	Parámetro relevante para el uso de las aguas en riego y vinculado con la salinización de los suelos.	Alta	SI	SI	Alta (97%)	**Incluir por su incidencia en las actividades agrícolas y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
25	Cobalto	Disuelto	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles	Media	NO	NO	Alta (84%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
26	Cobalto	Total	mg/L			NO	NO	Alta (91%)	**Incluir por su toxicidad y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
27	Cobre	Disuelto	mg/L	Presenta toxicidad para la vida acuática en dependencia del pH, la existencia en el medio de compuestos orgánicos y la alcalinidad. Las formas juveniles de peces son las más sensibles a los efectos tóxicos del cobre.	**Alta**	NO	NO	Alta (84%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
28	Cobre	Total	mg/L			SI	SI	Alta (97%)	**Incluir por su toxicidad para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**

29	Coliformes Fecales	Total	NMP/100mL	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca.	SI	NO	Alta (91%)	No incluir
30	Colifor-mes Totales	Total	NMP/100mL	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca. Podría medirse en áreas de vigilancia de aquellos cuerpos de agua que reciben vertidos de residuos líquidos domiciliarios. Se recomienda como parámetro de observación para conocer si existe contaminación difusa en el cuerpo de agua	SI	NO	Alta (90%)	No incluir en la NSCA. Considerar en el Programa de Vigilancia como apoyo al monitoreo biológico, con mediciones en terreno.
31	Color	Total	UC	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	SI (medido como color aparente)	NO	Alta (88%)	No incluir
32	Conductividad de laborato-rio	Total	µS/cm	Se requiere análisis en terreno para que la información sea válida. El equilibrio de los carbonatos y el pH se afectan con el traslado de las muestras hasta el laboratorio, afectando la conductividad.	Ninguna	NO	NO	Alta (97%)	No incluir

33	Conductividad (de campo)	Total	mhos/cm	Parámetro que indica condiciones fundamentales para la protección de los ecosistemas acuáticos	**Alta**	SI	SI	Media (57%)	Incluir porque este parámetro se relaciona con la cantidad de sales presentes en el agua, lo que tiene incidencia en la diversidad ecológica.
34	Cromo	Disuelto	mg/L	Se presenta en dos estados de oxidación (III) y (VI). Como las distintas especies de cromo que se encuentran en las aguas se convierten entre sí, es difícil determinar la proporción relativa de ambas especies. La concentración de cada una dependerá de factores como el pH, las condiciones redox y la concentración de materia orgánica, entre otros. Todas las especies son bioacumulables y presentan algún nivel de toxicidad.	**Alta**	NO	NO	Alta (79%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
35	Cromo	Total	mg/L			SI	NO	Alta (90%)	**Incluir por su toxicidad para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
36	Cromo Hexavalente	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Alta (63%)	No incluir
37	DQO	Total	mg/L O_2	Parámetro para estimar presencia de aguas residuales industriales ricas en compuestos orgánicos no degradables.	Ninguna	NO	NO	Baja (36%)	No incluir
38	DDT + DDD + DDE	Total	µg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
39	Dibromoclorometano	Total	mg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir

40	ESCHERICHIA COLI	Total	NMP/100mL	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (57%)	No incluir
41	Fenoles	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	SI (medido como Indice de Fenol)	NO	Media (55%)	No incluir
42	Flujo	Total	L/s	Util para estimar la carga contaminante de los distintos parámetros.	Información complementaria para interpretar los datos del Programa de Vigilancia	NO	NO	Media (55%)	No incluir
43	Fluoruros	Total	mg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	SI	NO	Alta (85%)	No incluir
44	Fósforo de ortofos-fato	Total	mg/L PO4	Puede relacionarse con la eutroficación de los cuerpos de agua naturales.	**Alta**	NO	NO	Media (35%)	Incluir. Unificar con fosfatos. Relevante para la condición ecológica de la cuenca
45	Hierro	Disuelto	mg/L	En las condiciones normales de pH, oxígeno disuelto y potencial redox, en que se encuentran las aguas, el componente mayoritario es el hidróxido férrico ($Fe(OH)_3$), que es insoluble y por tanto precipita. En		NO	NO	Alta (82%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación

Folio018117

46	Hierro	Total	mg/L	condiciones anaerobias y pH ácidos o neutros, prevalece la forma disuelta de Fe^{+2}. Este ion suele encontrarse en sistemas lenticos, en donde la concentración de oxigeno es menor, en aguas subterráneas y sistemas fuertemente reductores. Las sales solubles de hierro son por lo general ferrosas (Fe^{+2}) y la especie más frecuente es el bicarbonato ferroso. El hierro tiene gran influencia en el ciclo de los fosfatos, lo que hace que su importancia sea muy grande desde el punto de vista biológico. Se recomienda medir hierro total, debido al daño que pueden generan en los ecosistemas acuáticos (ya sea en vida acuática, como en la acumulación en sedimentos), recordando que su entrada puede ser en cualquiera de sus formas (ion férrico y ferroso)	**Alta**	SI	SI	Alta (94%)	**Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
47	Hierro 2+	Total	mg/L	Especie poco frecuente en sistemas aeróbicos.	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
48	Hierro 3+	Total	mg/L	Especie predominante en los sedimentos acuáticos	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
49	Lindano	Total	µg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
50	Litio	Disuelto	mg/L	Especie muy soluble en agua, no se conoce que tenga toxicidad para especies acuáticas	Poca	NO	NO	Alta (82%)	No incluir
51	Litio	Total	mg/L		Poca	NO	NO	Alta (85%)	No incluir
52	Magnesio	Disuelto	mg/L	No presenta efectos negativos en los organismos acuáticos, por tanto no es necesario que sea medido.	Muy poca	NO	NO	Alta (84%)	No incluir
53	Magnesio	Total	mg/L			NO	NO	Alta (87%)	No incluir

54	Manganeso	Disuelto	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles	Media	NO	NO	Alta (82%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
55	Manganeso	Total	mg/L		Media	SI	SI	Alta (93%)	**Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
56	Mercurio	Disuelto	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles. Tóxico para los humanos, con capacidad para bioacumularse en plantas y animales acuáticos.	Poca	NO	NO	Alta (85%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
57	Mercurio	Total	mg/L		Alta	SI	NO	Alta (91%)	**Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
58	Metoxicloro	Total	µg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
59	Molibde-no	Disuelto	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más	Media	NO	NO	Alta (84%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación

				sensibles					
60	Molibde-no	Total	mg/L		Media	SI	SI	Alta (97%)	**Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
61	Monoclor o Amina	Total	mg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
62	Niquel	Disuelto	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles	Media	NO	NO	Alta (85%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
63	Niquel	Total	mg/L		Media	SI	SI	Alta (91%)	**Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
64	Nitrogeno como amonio (NH4)	Total	mg/L	Los iones amonio provenienen de fuentes antropogénicas, especialmente de plantas de tratamiento de aguas residuales, tienen incidencia en el ciclo biogeoquímico del nitroógeno en aguas.	Alta	NO	NO	Baja	**Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**

Folio018120

65	Nitrogeno como nitritos (NO2)	Total	mg/L	Los iones nitrito son la forma intermedia de nitrógeno. En aguas oxigenadas, de pH neutro son una especie química muy poco frecuente.	Media	NO	NO	Alta (96%)	**Incluir para completar el balance de nitrógeno en las aguas de esta cuenca, lo cual es relevante para la vida acuática.**
66	Nitrógeno total	Total	mg/L	Tiene significado ambiental para establecer el balance de masa entre las especies químicas del nitrógeno.	Media	NO	NO	Alta (60%)	**Incluir para completar el balance de nitrógeno en las aguas de esta cuenca, lo cual es relevante para la vida acuática.**
67	Nitrógeno como nitratos (NO3)	Total	mg/L	Los iones nitratos forman parte del ciclo biogeoquímico del nitrógeno en aguas, y constituyen un integrante importante de la eutroficación de los cuerpos de agua. Los nitratos tienen la mayor incidencia en la eutroficación de los cuerpos de agua y es la fracción más abundante, provenienen de fertilizantes y fuentes antropogénicas inciden en la eutroficación de las aguas	Alta	SI	NO	Alta (96%)	**Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
68	Nitrógeno de Nitrito	Total	mg/L		Media	SI	SI	Baja (7%)	No incluir
69	Olor	Total	(0=Aus; 1=Pres)	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir

Folio018121

70	Oxígeno	Disuelto	mg/L	Parámetro que indica condiciones fundamentales para la protección de los ecosistemas acuáticos	**Alta**	SI	SI	Alta (95%)	**Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
71	Pentaclorofenol	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Baja (12%)	No incluir
72	Pentaclorofenol	Total	µg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
73	pH de Laboratorio	Total	Unidad de pH	Se requiere análisis en terreno para que la información sea válida. El equilibrio de los carbonatos y el pH se afectan con el traslado de las muestras hasta el laboratorio.	Ninguna	NO	NO	Alta (100%)	No incluir.
74	Plata	Disuelto	mg/L	Especie muy poco abundante en aguas naturales	Baja	NO	NO	Alta (84%)	No incluir
75	Plata	Total	mg/L		Baja	NO	NO	Alta (91%)	No incluir
76	Plomo	Disuelto	mg/L	El plomo en aguas es tóxico para humanos y para las especies del ecosistema.	Baja	NO	NO	Alta (84%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación

77	Plomo	Total	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles	Alta	SI	SI	Alta (91%)	**Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
78	Potasio	Disuelto	mg/L	No tiene sentido esta diferenciación. Todo el potasio en aguas está en la fracción disuelta.	Media. Importante para agua de riego.	NO	NO	Alta (87%)	No incluir
79	Potasio	Total	mg/L			NO	NO	Alta (90%)	No incluir
80	RAS	Total	-	Parámetro vinculado a la calidad del agua para riego	Media	SI	NO	Baja (7%)	No incluir
81	Razon NO3 - NO2	Total	mg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
82	Selenio	Disuelto	mg/L	Especie muy poco abundante en aguas naturales	Baja	NO	NO	Alta (88%)	No incluir
83	Selenio	Total	mg/L		Baja	SI	NO	Alta (87%)	No incluir
84	Sodio	Disuelto	mg/L	No tiene sentido esta diferenciación. Todo el sodio en aguas está en la fracción disuelta.	Poca	NO	NO	Alta (87%)	No incluir
85	Sodio	Total	mg/L			SI	SI	Alta (96%)	No incluir
86	Sodio Porcen-tual	Total	%	Es lo mismo que lo anterior, se expresa así para evaluar los requerimientos de agua de riego.	Poca	NO	NO	Media (54%)	No incluir
87	Sólidos Totales Disueltos de Laborator io	Total	mg/L	Equivale a la medición de la conductividad en terreno.	Poca	SI	NO	Alta (97%)	No incluir

Folio018123

88	Sólidos Totales Suspendidos de Lab	Total	mg/L	Se vincula con la turbidez que puede afectar a la biota	**Alta**	SI	NO	Alta (73%)	**Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
89	Sulfatos	Total	mg/L	Presente en las aguas naturales	**Alta**	SI	SI	Alta (99%)	**Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
90	Sulfuros	Total	mg/L	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Alta (88%)	No incluir
91	Sustancias Activas al Azul de Metileno / Detergentes	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	SI	NO	Alta (84%)	No incluir

Folio018124

92	Tempera-tura	Total	°C	Parámetro que indica condiciones fundamentales para la protección de los ecosistemas acuáticos	**Alta**	NO	NO	Alta (99%)	**Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca. Considerar solamente la información obtenida en terreno.**
93	Tetraclor oeteno	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Baja (0%)	No incluir
94	Tetraclor oeteno	Total	µg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Alta (88%)	No incluir
95	Tolueno	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Baja (4%)	No incluir
96	Tolueno	Total	µg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Alta (85%)	No incluir
97	Tribromo metano	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
98	Triclorom etano	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Alta (60%)	No incluir

99	Trihalometanos	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
100	Turbidez de Lab	Total	NTU	Parámetro para evaluación de la NCh 409/1 sobre calidad de agua potable.	Poca	NO	NO	Media (55%)	No incluir
101	Vanadio	Total	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles	Media	NO	NO	Alta (60%)	**Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**
102	Xileno	Total	mg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Baja (3%)	No incluir
103	Xileno	Total	µg/L	Parámetro para el seguimiento de descarga de contaminantes a cuerpos de agua superficial según DS90/2000.	Muy poca	NO	NO	Alta (60%)	No incluir
104	Zinc	Disuelto	mg/L	Metal pesado con capacidad potencial para afectar a las comunidades biológicas más sensibles	Media	NO	NO	Alta (85%)	No incluir la fracción disuelta. Ver a continuación
105	Zinc	Total	mg/L		Media	SI	SI	Alta (91%)	**Incluir por su incidencia para la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca.**

Folio018126

106	pH en terreno	Total	UpH	Parámetro que indica condiciones fundamentales para la protección de los ecosistemas acuáticos	Alta	SI	SI	Alta (79%)	**Incluir por su incidencia en todos los equilibrios que condicionan la diversidad de la vida acuática y porque existe información previa de su presencia en la cuenca. Considerar solamente la información obtenida en terreno.**

Fuente: Elaboración propia.

De este modo, los parámetros para los cuales se dispone de información previa y con los que debiese formularse una NSCA, por ser parámetros que describen la condición ambiental para la conservación de los ecosistemas, son los siguientes:

Folio018127

Tabla 21: Resumen de los parámetros propuestos para incluir en la formulación de NSCA para la protección de las aguas del Río Huasco.

	Parámetro	Condición ecológica que describe	Condición para la medición	Factibilidad de medición	Disponibilidad de información previa en la cuenca	Sector de la cuenca donde tiene mayor relevancia
1	Oxígeno disuelto	Nivel de oxígeno disuelto	En terreno	Alta	Alta	Toda la cuenca
2	Conductividad	Cantidad de sales disueltas	En terreno	Alta	Alta	Toda la cuenca
3	pH	Mantenimiento de equilibrios	En terreno	Alta	Alta	Toda la cuenca
4	Temperatura	Mantenimiento de equilibrios	En terreno	Alta	Alta	Toda la cuenca
5	Nitrógeno como Nitratos	Aportante para la eutroficación	En laboratorio	Alta	Alta	Del embalse Santa Juana hasta la desembocadura
6	Nitrógeno como Nitritos	Parte del ciclo biogeoquímico del nitrógeno y aportante para la eutroficación	En laboratorio	Media, requiere análisis en 48 horas de tomada la muestra	Alta	Del embalse Santa Juana hasta la desembocadura
7	Nitrógeno como Amonio	Parte del ciclo biogeoquímico del nitrógeno	En laboratorio	Media	Alta	Del embalse Santa Juana hasta la desembocadura
8	Nitrógeno total	Parte del ciclo biogeoquímico del nitrógeno	En laboratorio	Media	Alta	Del embalse Santa Juana hasta la desembocadura
9	Fosfatos	Aportante para la eutroficación	En laboratorio	Alta	Alta	Del embalse Santa Juana hasta la desembocadura
10	Cloruros	Incidencia en las especies acuáticas sensibles	En laboratorio	Alta	Alta	Del embalse Santa Juana hasta la desembocadura
11	Cianuros	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
12	Sulfatos	Incidencia en las especies acuáticas sensibles	En laboratorio	Alta	Alta	En toda la cuenca
13	Sólidos Suspendidos Totales	Incidencia en las especies acuáticas	En laboratorio	Alta	Alta	En toda la cuenca

Folio018128

		sensibles				
14	Arsénico total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
15	Cadmio total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
16	Cromo total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
17	Cobre total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
18	Cobalto total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
19	Plomo total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
20	Hierro total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
21	Mercurio total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
22	Manganesoio total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
23	Molibdeno total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
24	Níquel total	Tóxico para las especies acuáticas y	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta

Folio018129

		para el hombre				
25	Vanadio total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
26	Zinc total	Tóxico para las especies acuáticas y para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta
27	Aluminio total	Tóxico para el hombre	En laboratorio	Alta	Alta	En la parte alta

Fuente: Elaboración propia.

Según consta en la página del Ministerio de Medio Ambiente[12], la elaboración del proyecto definitivo de NSCA para las aguas del Río Huasco, está nuevamente en curso desde el año 2015

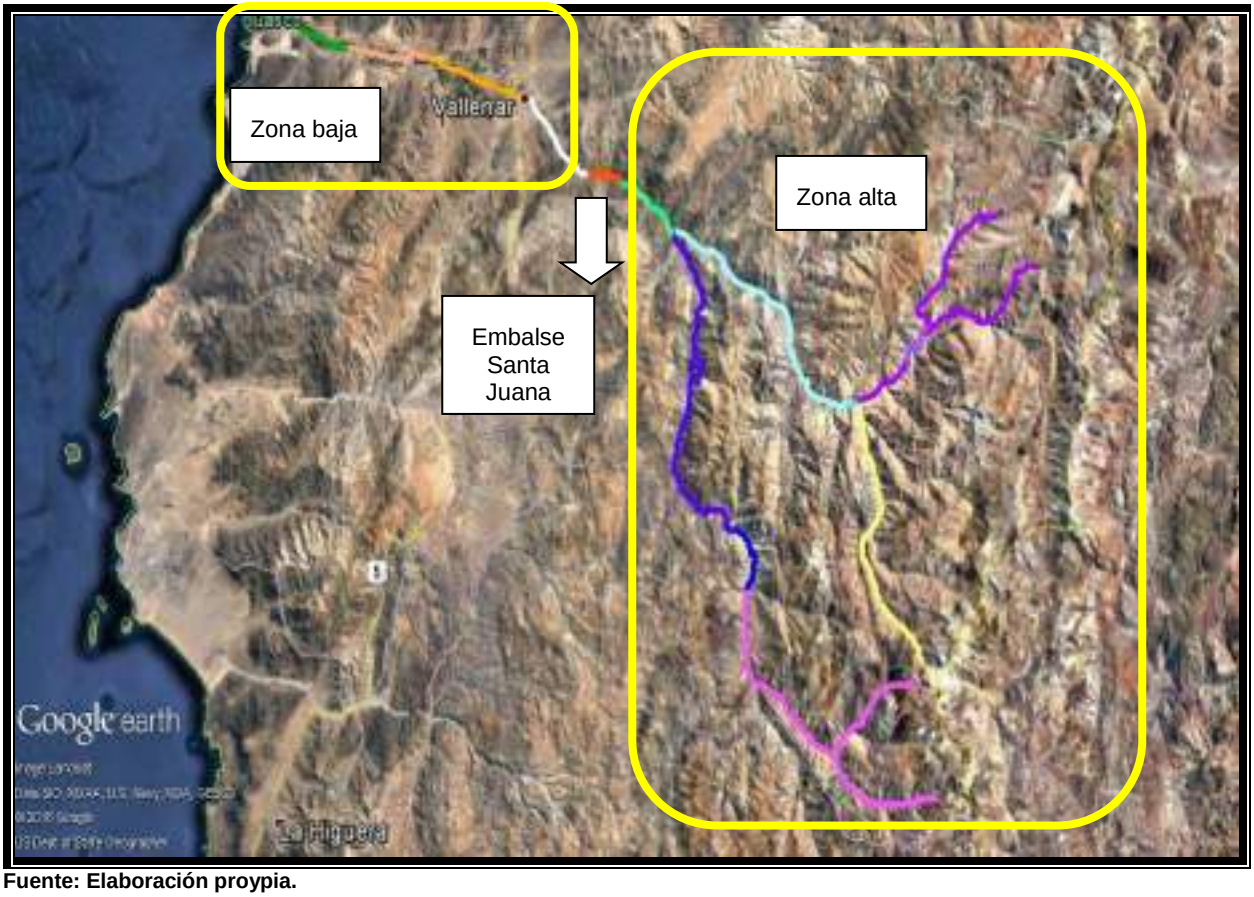
[12] http://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/03/Tabla-publica-hidrica-febrero-2016.pdf

Folio018130

4.5.2 Bases para una propuesta de NSCA para la protección de las aguas superficiales de la cuenca del Río Huasco.

La cuenca del Río Huasco se encuentra dividida en 3 subcuencas y 20 subsubcuencas de aguas superficiales. Por otra parte, el Embalse Santa Juana[13], ubicado entre Vallenar y Alto del Carmen, es el mayor embalse de la III Región, tiene una extensión de 8 km, un muro de aproximadamente 100 metros de alto y capacidad para almacenar 165 millones de m³ de agua. El embalse funciona, morfológicamente, dividiendo la cuenca en tres grandes sectores:

- La zona alta: desde los ríos de cordillera hasta el embalse Santa Juana. En esta zona, los ríos transcurren en pendiente, con fuerte caudal.
- La zona baja: desde el embalse Santa Juana hasta la desembocadura. En esta zona, el Río Hasco transcurre con poca pendiente, como un río lento.
- El embalse Santa Juana, funciona como un cuerpo léntico, de origen artificial.



Fuente: Elaboración proypia.

Ilustración 4: División general de la cuenca del Río Huasco, en dos sectores divididos por el Embalse Santa Juana.

[13] Disponible en http://www.riohuasco.cl/embalse-santa-juana/

Folio018131

En base a las características morfológicas generales (subcuencas y subsubcuencas más el embalse) y a las presiones antrópicas en cada uno de los sectores, se propone establecer **14 áreas de vigilancia** para la protección de la calidad de las aguas superficiales de la Cuenca del Río Huasco.

Las áreas de vigilancia propuestas se describen a continuación:

Folio018132

4.5.2.1 Propuesta de área de vigilancia Río Conay

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas de los ríos:

Río Laguna Grande: Según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0380 y a la Subsubcuenca 03800, abarca una superficie de 689 km^2,

Río Valeriano: Según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0380 y a la Subsubcuenca 03801, abarca una superficie de 914 km^2 y

Río Conay antes de la junta con el Río Chollay: Según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0380 y a la Subsubcuenca 03802, abarca una superficie de 170 km^2.

Este sector se caracteriza por:

clima desértico normal, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

régimen hidrológico inestable, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

permeabilidad baja, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

En una zona con relativamente poca presión antropogénica actual, sin embargo, se espera que reciba la influencia del Proyecto Minero Nueva Unión, que comenzará sus estudios en 2017 y que corresponde a una explotación minera de cobre, oro y molibdeno, resultante de la unión de los proyectos Relincho (de Teck) y El Morro (de Goldcorp)[14].

La condición actual de las aguas de este tramo, son aguas cristalinas que corren hacia la parte baja de la cuenca. La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

Oxígeno disuelto: Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

Conductividad eléctrica: Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

Sólidos suspendidos totales: En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial.

[14] Información consultada en http://www.mch.cl/2016/06/03/proyecto-corredor-cambia-de-nombre-a-nuevaunion/

Folio018133

Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

pH: Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

Temperatura: Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

Sulfato: Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

Metales totales: Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

Cianuro: Parámetro de intervención antrópica relacionado con la minería moderna del oro. Aunque no se tiene evidencia de su presencia actual en este sector de la cuenca, es importante establecer un valor normativo, que establezca límites para mantener la calidad actual, antes de que comience a operar el mencionado proyecto minero Nueva Unión.

Tabla 22: Identificación general del área de vigilancia Río Conay (propuesta).

Denominación del área de vigilancia	Río Conay
Delimitación del área de vigilancia	Ríos Valeriano, Laguna Grande y Río Conay antes de la junta con el Río Chollay
Principales amenazas antrópicas en el sector	Minería
Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas	Contaminación por metales y sólidos suspendidos
Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia	pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos suspendidos totales, cianuro, metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co) temperatura, sulfatos

Folio018134



Ilustración 5: Representación aproximada del área de vigilancia Rio Conay, propuesta para la formulación de NSCA.

Folio018135

4.5.2.2 Propuesta de área de vigilancia Río Estrecho

El Río Estrecho es parte de la cuenca del Río Chollay. Este sector se caracteriza por:

clima desértico normal, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

régimen hidrológico inestable, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

permeabilidad baja, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

Es el río que, en su naciente, recibe la descarga de la Planta de Tratamiento de Drenaje Acido de roca, del Proyecto Pascua Lama y ha sido reiteradamente motivo de conflicto entre las comunidades locales y dicho proyecto.

La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

Oxígeno disuelto: Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

Conductividad eléctrica: Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

Sólidos suspendidos totales: En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

pH: Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

Temperatura: Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

Sulfato: Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

Folio018136

Metales totales: Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

Cianuro: Parámetro de intervención antrópica relacionado con la minería moderna del oro. Aunque no se tiene evidencia de su presencia actual en este sector de la cuenca, es importante establecer un valor normativo, que establezca límites para mantener la calidad actual, por la influencia del proyecto minero.

Tabla 23: Identificación general del área de vigilancia Río Estrecho (propuesta).

Denominación del área de vigilancia	Río Estrecho
Delimitación del área de vigilancia	Río Estrecho desde su nacimiento hasta el Río Blanco
Principales amenazas antrópicas en el sector	Minería
Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas	Contaminación por metales y sólidos suspendidos
Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia	pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos suspendidos totales, cianuro, metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co) sulfato, temperatura

Folio018137

4.5.2.3 Propuesta de área de vigilancia Río Tres Quebradas

El Río Tres Quebradas es parte de la cuenca del Río Chollay, siendo el cuerpo de agua que conecta el Río El Toro con el Río Potrerillo. Este sector se caracteriza por:

clima desértico normal, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

régimen hidrológico inestable, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

permeabilidad baja, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

Este río se encuentra en la zona de influencia del Proyecto Pascua Lama siendo foco de atención de los conflictos entre las comunidades locales y dicho proyecto[15].

La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

Oxígeno disuelto: Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

Conductividad eléctrica: Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

Sólidos suspendidos totales: En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

pH: Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

[15] Disponible en http://www.riohuasco.cl/files/Reporte-Crecia-Quebrada-La-Ortiga-Tramo-I.pdf

Folio018138

Temperatura: Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

Sulfato: Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

Metales totales: Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

Cianuro: Parámetro de intervención antrópica relacionado con la minería moderna del oro. Aunque no se tiene evidencia de su presencia actual en este sector de la cuenca, es importante establecer un valor normativo, que establezca límites para mantener la calidad actual, por la influencia del proyecto minero.

Tabla 24: Identificación general del área de vigilancia Río Tres Quebradas (propuesta).

Denominación del área de vigilancia	Río Tres Quebradas
Delimitación del área de vigilancia	Río Tres Quebradas desde la naciente hasta Río Potrerillo
Principales amenazas antrópicas en el sector	Minería
Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas	Contaminación por metales y sólidos suspendidos
Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia	pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos suspendidos totales, cianuro, metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co) sulfato, temperatura

Folio018139

4.5.2.4 Propuesta de área de vigilancia Río Toro

Este sector se caracteriza por:

clima desértico normal, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

régimen hidrológico inestable, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

permeabilidad baja, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

Este río nace en las inmediaciones del lìmite con Argentina, se constituye en el Embalse El Toro[16] y posteriormente se une con el Río Potrerillo a través del Río Tres Quebradas.Se encuentra en la zona de operación del Proyecto Pascua Lama.

La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

Oxígeno disuelto: Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

Conductividad eléctrica: Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

Sólidos suspendidos totales: En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

pH: Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

[16] Información extraída de http://documentos.dga.cl/SUB4853.pdf

Folio018140

Temperatura: Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

Sulfato: Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

Metales totales: Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

Cianuro: Parámetro de intervención antrópica relacionado con la minería moderna del oro. Aunque no se tiene evidencia de su presencia actual en este sector de la cuenca, es importante establecer un valor normativo, que establezca límites para mantener la calidad actual, por la influencia potencial del Proyecto Pascua Lama.

Tabla 25: Identificación general del área de vigilancia Río Toro (propuesta).

Denominación del área de vigilancia	Río Toro
Delimitación del área de vigilancia	Río Toro desde la naciente hasta la unión con el Río Las Tres Quebradas
Principales amenazas antrópicas en el sector	Minería
Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas	Contaminación por metales y sólidos suspendidos
Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia	pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos suspendidos totales, cianuro, metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co) sulfato, temperatura

Folio018141

4.5.2.5 Propuesta de área de vigilancia Río Chollay

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas del ***Río Chollay***. Según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0380 y a la Subsubcuenca 03803, abarca una superficie de 872 km^2.

Este sector se caracteriza por:

clima desértico normal, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

régimen hidrológico inestable, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

permeabilidad baja, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

Se encuentra en la zona de influencia del proyecto Pascua Lama y también sus aguas son usadas para la agricultura que existe en esta zona de la cuenca. La condición actual de las aguas de este tramo, son aguas cristalinas que corren hacia la parte baja de la cuenca. La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

Oxígeno disuelto: Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

Conductividad eléctrica: Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

Sólidos suspendidos totales: En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

pH: Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

Folio018142

Temperatura: Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

Sulfato: Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

Metales totales: Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

Cianuro: Parámetro de intervención antrópica relacionado con la minería moderna del oro. Aunque no se tiene evidencia de su presencia actual en este sector de la cuenca, es importante establecer un valor normativo, que establezca límites para mantener la calidad actual, por la influencia potencial del Proyecto Pascua Lama.

Tabla 26: Identificación general del área de vigilancia Río Chollay (propuesta).

Denominación del área de vigilancia	Río Chollay
Delimitación del área de vigilancia	Ríos Chollay hasta la junta con el Río Conay
Principales amenazas antrópicas en el sector	Minería
Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas	Contaminación por metales y sólidos suspendidos
Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia	pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos suspendidos totales, cianuro, metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co) sulfato, temperatura.

Folio018143



Ilustración 6: Representación aproximada del área de vigilancia Rio Chollay, propuesta para la formulación de NSCA.

Folio018144

4.5.2.6 Propuesta de área de vigilancia Río Tránsito

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas de los ríos:

Río Laguna Grande: Según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0380 y a la Subsubcuenca 03800, abarca una superficie de 689 km^2,

Río Valeriano: Según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0380 y a la Subsubcuenca 03801, abarca una superficie de 914 km^2 y

Río Conay antes de la junta con el Río Chollay: Según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0380 y a la Subsubcuenca 03802, abarca una superficie de 170 km^2.

Este sector se caracteriza por:

clima desértico normal, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

régimen hidrológico inestable, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

permeabilidad baja, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

En una zona con presión antropogénica actual por la minería y por agricultura. La condición actual de las aguas de este tramo, son aguas cristalinas que corren hacia la parte baja de la cuenca. La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos, nutrientes provenientes de la agricultura y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

Oxígeno disuelto: Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

Conductividad eléctrica: Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

Sólidos suspendidos totales: En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total): En este sector son parámetros de intervención antópica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas

Folio018145

resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

Fosfatos: En este sector es un parámetro de intervención antópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidad de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

pH: Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

Temperatura: Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

Sulfato: Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

Metales totales: Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

Tabla 27: Identificación general del área de vigilancia Río Tránsito (propuesta).

Denominación del área de vigilancia	Río Tránsito
Delimitación del área de vigilancia	Desde la junta de los Ríos Conay y Chollay hasta la junta con el Río Carmen
Principales amenazas antrópicas en el sector	Minería y agricultura
Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas	Contaminación por metales, nutrientes y sólidos suspendidos
Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia	Metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co), nitratos, fosfatos, pH, oxígeno, conductividad, sólidos suspendidos totales, sulfato, temperatura, nitrógeno total,

Folio018146

	nitritos, amonio.



Ilustración 7: Representación aproximada del área de vigilancia Rio Tránsito, propuesta para la formulación de NSCA.

Folio018147

4.5.2.7 Propuesta de área de vigilancia Río Potrerillo

Este río, nace en las inmediaciones de la cordillera con Argentina y se encuentra en la zona de influencia del Proyecto Pascua Lama siendo foco de atención de los conflictos entre las comunidades locales y dicho proyectos. El área de vigilancia propuesta, incluye las aguas del río Potrerillos, según información del BNA/DGA corresponde a la Subcuenca 0381 y a la Subsubcuenca 03812, abarca una superficie de 637 km^2.

Este sector se caracteriza por:

clima desértico normal, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

régimen hidrológico inestable, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

permeabilidad baja, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

La condición actual de las aguas de este tramo, son aguas cristalinas que corren hacia la parte baja de la cuenca. La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

Oxígeno disuelto: Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

Conductividad eléctrica: Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

Sólidos suspendidos totales: En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

pH: Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

Folio018148

Temperatura: Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

Sulfato: Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

Metales totales: Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

Cianuro: Parámetro de intervención antrópica relacionado con la minería moderna del oro. Aunque no se tiene evidencia de su presencia actual en este sector de la cuenca, es importante establecer un valor normativo, que establezca límites para mantener la calidad actual, por la influencia potencial del Proyecto Pascua Lama.

Tabla 28: Identificación general del área de vigilancia Río Potrerillo (propuesta).

Denominación del área de vigilancia	Río Potrerillo
Delimitación del área de vigilancia	Río Potrerillo
Principales amenazas antrópicas en el sector	Minería
Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas	Contaminación por metales y sólidos suspendidos
Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia	pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos suspendidos totales, cianuro, metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co)

Folio018149



Ilustración 8: Representación aproximada del área de vigilancia Rio Tránsito, propuesta para la formulación de NSCA.

Folio018150

4.5.2.8 Propuesta de área de vigilancia Río Carmen

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas del Rìo Carmen (Subcuenca 0381) y a las Subsubcuencas 03811 y 03812, desde la junta con el Rìo Potrerillo hasta la junta con el Rìo Tránsito.

Este sector se caracteriza por:

clima desértico normal, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

régimen hidrológico inestable, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

permeabilidad baja, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

Es una zona que recibe la influencia de las actividades mineras, combinadas con actividades de agricultura en las localidades del sector.

La condición actual de las aguas de este tramo, son aguas cristalinas que corren hacia la parte baja de la cuenca. La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos y de metales pesados. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

Oxígeno disuelto: Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

Conductividad eléctrica: Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

Sólidos suspendidos totales: En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total): En este sector son parámetros de intervención antópica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

Folio018151

Fosfatos: En este sector es un parámetro de intervención antópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidad de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

pH: Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

Temperatura: Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

Sulfato: Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

Metales totales: Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

Tabla 29: Identificación general del área de vigilancia Río Carmen (propuesta).

Denominación del área de vigilancia	Río Carmen
Delimitación del área de vigilancia	Río Carmen desde junta con Río Potrerillo hasta junta con el Río Tránsito
Principales amenazas antrópicas en el sector	Minería y agricultura
Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas	Contaminación por metales, nutrientes y sólidos suspendidos
Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia	Metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co) pH, oxígeno, conductividad, cloruro, sulfato, temperatura, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos.

Folio018152

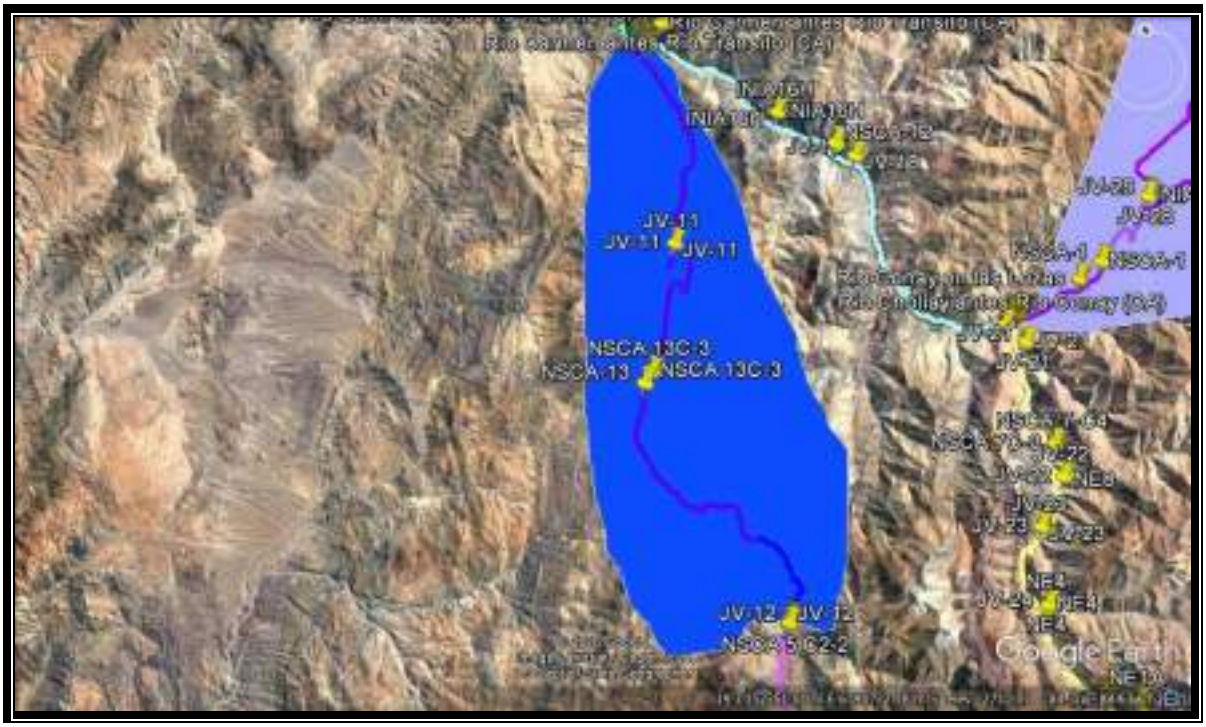


Ilustración 9: Representación aproximada del área de vigilancia Rio Carmen, propuesta para la formulación de NSCA.

Folio018153

4.5.2.9 Propuesta de área de vigilancia Naciente Río Huasco

Esta área de vigilancia propuesta, incluye la naciente del Río Huasco, desde la junta del Río Carmen con el Río Tránsito hasta el Embalse Santa Juana

Este sector se caracteriza por:

clima desértico normal, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche, con baja humedad relativa por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

régimen hidrológico inestable, con régimen promedio nivo-pluvial, aunque algunos años ha presentado patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

permeabilidad baja, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad.

La condición actual de las aguas de este tramo de la comuna de Alto del Carmen, son aguas cristalinas, rodeadas de abandante vegetación. La calidad actual de las aguas podría afectarse por la presencia de sólidos suspendidos, nutrientes y presumiblemente concentraciones de metales pesados provenientes de la actividad minera en la zona alta de la cuenca. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

Oxígeno disuelto: Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

Conductividad eléctrica: Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

Sólidos suspendidos totales: En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

pH: Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

Temperatura: Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

Folio018154

Sulfato: Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total): En este sector son parámetros de intervención antópica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

Fosfatos: Es un parámetro de intervención antópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidad de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

Metales totales: Algunos metales corresponden a parámetros naturales (Al, Fe, Mn, Cu) y otros se liberarían en la zona, producto de la actividad minera antrópica (Mo, As, Pb, Cd, Zn). Los metales son tóxicos para diferentes especies biológicas por lo que es importante medirlos, especialmente aquellos de los que se tiene información histórica para evaluar la incidencia de la amenaza identificada. Estos metales son Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co. Se recomienda establecer la norma en base a los contenidos en la fracción total porque esta incluye la fracción de metales disueltos y la fracción de metales en suspensión. Por tanto, ambas fracciones deberían mantenerse en niveles establecidos en las normas. Aunque la fracción disuelta es la más importante para las especies biológicas, no debe olvidarse que la fracción en suspensión (relacionada con los sólidos suspendidos totales) también puede afectar algunas especies biológicas.

Tabla 30: Identificación general del área de vigilancia Naciente Río Huasco (propuesta).

Denominación del área de vigilancia	Naciente Río Huasco
Delimitación del área de vigilancia	Río Huasco, desde la junta del Río Carmen con el Río Tránsito hasta el Embalse Santa Juana
Principales amenazas antrópicas en el sector	Agricultura, minería en la parte alta de la cuenca
Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas	Nutrientes y sólidos suspendidos
Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia	Metales totales (Cd, Cr, Zn, As, Mn, Pb, Ni, V, Fe, Al, Cu, Mo, Hg, Co), pH, oxígeno, conductividad, cloruro, sulfato, temperatura, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos.

Folio018155



Ilustración 10: Representación aproximada del área de vigilancia Naciente Rio Huasco, propuesta para la formulación de NSCA.

Folio018156

4.5.2.10 Propuesta de área de vigilancia Embalse Santa Juana

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas del Embalse Santa Juana. Este es el embalse más grande e importante de la Región de Atacama. Su construcción terminò en 1995, se extiende 8 kilómetros río arriba, con un muro de cerca de 100 m de alto y capacidad para almacenar 165 millones de m^3 de agua, que deben entregar agua para riego de 10 mil hectáreas de cultivos a lo largo del valle.

Las características generales del embalse son[17]:

Capacidad Total del Embalse 169,88 millones m^3

Capacidad útil del Embalse 166 millones m^3

Superficie Inundada 410 hectáreas

Longitud del Lago 10 km

Longitud de Coronamiento 390 m

Altura Muro c/r sello fundación 114,3 m

Altura Muro c/r al valle aprox. 101 m

Volumen del Muro 2,7millones m^3

Talud aguas arriba 1,5 / 1(h/v)

Talud aguas abajo 1,6 / 1(h/v)

Capacidad del Vertedero 1,530m^3/segundo.

Las aguas del embalse son cristalinas. El embalse significa un corte en el movimiento de las aguas, permitiendo la mezcla entre los diferentes caudales que llegan hasta el mismo así como la incorporación de aguas subterráneas. En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas, son los siguientes:

Oxígeno disuelto: Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

Conductividad eléctrica: Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

Sólidos suspendidos totales: Este parámetro se relaciona inversamente con la turbiedad (es decir a mayor concentración de sólidos suspendidos totales menor valor de turbiedad[18] y vicecersa) por lo que debería incluirse en lugar de la turbiedad para vigilar la calidad de las aguas del embalse. Puede ser, tanto un parámetro de condición natural durante los

[17] Consultado en http://www.riohuasco.cl/embalse-santa-juana/#

[18] Disponible en http://www.riohuasco.cl/embalse-santa-juana/

Folio018157

deshielos como un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

pH: Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

Temperatura: Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

Sulfato: Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería.

Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total): En este sector son parámetros de intervención antópica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

Fosfatos: Es un parámetro de intervención antópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidad de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

Cloruro: Es un parámetro de condición natural, en este sector, pero que tiene gran incidencia en el uso de las aguas para riego y que, al evaluarse en este sector, constituye la referencia para los niveles de cloruro en la zona baja de la cuenca.

Tabla 31: Identificación general del área de vigilancia Embalse Santa Juana (propuesta).

Denominación del área de vigilancia	Embalse Santa Juana
Delimitación del área de vigilancia	Embalse Santa Juana
Principales amenazas antrópicas en el sector	Agricultura
Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas	Nutrientes y sólidos suspendidos
Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia	pH, oxígeno, conductividad, cloruro, sulfato, temperatura, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos.

Folio018158



Ilustración 11: Representación aproximada del área de vigilancia Embalse Santa Juana, propuesta para la formulación de NSCA.

Folio018159

4.5.2.11 Propuesta de área de vigilancia Río Huasco desde Embalse Santa Juana hasta Vallenar

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas del río Huasco desde el Embalse Santa Juana hasta la ciudad de Vallenar, donde el río se vuelve más estrecho y discurre por terrenos con menor pendiente, haciéndose más lento y tranquilo.

La permeabilidad en media a alta al pasar de rocas sedimentarias – volcánicas, depósitos no consolidados o rellenos, encajonadas por intercalaciones de rocas sedimentarias, plutónicas e hipabisales.

Desde el nacimiento del Río Huasco hasta la desembocadura de la quebrada El Jilguero, a 5 km al oriente de Vallenar, el río fluye por un típico cajón cordillerano, en un lecho relativamente estrecho, confinado por cerros según lo señalado por CAZALAC (2012). Las quebradas laterales interrumpen con sus conos de deyección el curso del río, desviándolo a uno y otro lado.

Este sector puede considerarse equivalente a la naciente efectiva del Río Huasco[19], antes de la influencia de las ciudades de Vallenar, Freirina y Huasco y de la actividad agrícola en todo el Valle del Huasco. Por eso, es importante normar y vigilar los parámetros que van a tener incidencia en la calidad de las aguas en la zona baja de la cuenca, para entender su evolución y significado ambiental.

En consecuencia, los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas en este sector, son los siguientes:

Oxígeno disuelto: Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

Conductividad eléctrica: Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

Sólidos suspendidos totales: En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

pH: Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza

[19] Se denomina de esta manera porque aunque la naciente geográfica del Río Huasco se encuentra en la junta de los ríos Carmen y Tránsito, el Embalse Santa Juana supone un elemento de interrupción en el flujo y mezcla de las aguas. Por eso, podría asumirse, que funcionalmente, la naciente del Río Huasco se encuentra en la salida del Embalse Santa Juana.

Folio018160

ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

Temperatura: Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

Sulfato: Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería y también la agricultura.

Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total): En este sector son parámetros de intervención antópica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

Fosfatos: Es un parámetro de intervención antópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidad de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

Cloruro: Es un parámetro de condición natural, en este sector, pero que tiene gran incidencia en el uso de las aguas para riego y que, al evaluarse en este sector, constituye la referencia para los niveles de cloruro en la zona baja de la cuenca.

Tabla 32: Identificación general del área de vigilancia Río Huasco desde el Embalse Santa Juana hasta Vallenar (propuesta).

Denominación del área de vigilancia	Río Huasco desde el Embalse Santa Juana hasta Vallenar
Delimitación del área de vigilancia	Río Huasco desde la salida del Embalse Santa Juana hasta la ciudad de Vallenar
Principales amenazas antrópicas en el sector	Agricultura y población
Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas	Nutrientes y sólidos suspendidos
Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia	pH, oxígeno, conductividad, cloruro, sulfato, temperatura, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos.

Folio018161



Ilustración 12: Representación aproximada del área de vigilancia Río Huasco desde el Embalse Santa Juana hasta Vallenar, propuesta para la formulación de NSCA.

Folio018162

4.5.2.12 Propuesta de área de vigilancia Río Huasco desde Vallenar hasta Freirina

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas del río Huasco desde la ciudad de Vallenar hasta la ciudad de Freirina, lo que considera la primera influencia de las actividades urbanas, especialmente, las descargas de aguas servidas domésticas de la ciudad de Vallenar. Es importante separar las influencias de las aguas servidas domésticas, que se incorporan en las diferentes localidadas a fin de identificar adecuadamente las acciones que permitan mantener la calidad de las aguas.

La permeabilidad es media a alta al pasar de rocas sedimentarias – volcánicas, depósitos no consolidados o rellenos, encajonadas por intercalaciones de rocas sedimentarias, plutónicas e hipabisales. A partir de Vallenar hasta la desembocadura existen afloramientos subterráneos que recargan las aguas del Río Huasco.

Los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas en este sector, son los siguientes:

Oxígeno disuelto: Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

Conductividad eléctrica: Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

Sólidos suspendidos totales: En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

pH: Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

Temperatura: Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

Sulfato: Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería y también la agricultura.

Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total): En este sector son parámetros de intervención antópica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la

Folio018163

agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

Fosfatos: Es un parámetro de intervención antópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidad de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

Cloruro: Es un parámetro de condición natural, que en este sector se agrega al uso de cloruro (como cloruro de sodio o sal común) en las actividades de la producción de aceituna y en las aguas para riego.

Tabla 33: Identificación general del área de vigilancia Río Huasco desde Vallenar hasta Freirina (propuesta).

Denominación del área de vigilancia	Río Huasco desde Vallenar hasta Freirina
Delimitación del área de vigilancia	Río Huasco desde aguas debajo de la PTAS de Vallenar hasta aguas debajo de la PTAS de Freirina
Principales amenazas antrópicas en el sector	Agricultura y población
Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas	Nutrientes y sólidos suspendidos
Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia	pH, oxígeno, conductividad, cloruro, sulfato, temperatura, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos.

Folio018164



Ilustración 13: Representación aproximada del área de vigilancia Río Huasco desde Vallenar hasta Freirina, propuesta para la formulación de NSCA.

Folio018165

4.5.2.13 Propuesta de área de vigilancia Río Huasco desde Freirina hasta el humedal de la desembocadura

Esta área de vigilancia propuesta, incluye las aguas del río Huasco desde la localidad de Freirina hasta el humedal de la desembocadura, lo que considera la influencia de las actividades desarrolladas en Freirina, Huasco Bajo y otras localidades tanto por las viviendas, planta de tratamiento de aguas servidas de Freirina y la agricultura en todo el sector.

La permeabilidad es media a alta al pasar de rocas sedimentarias – volcánicas, depósitos no consolidados o rellenos, encajonadas por intercalaciones de rocas sedimentarias, plutónicas e hipabisales. A partir de Vallenar hasta la desembocadura existen afloramientos subterráneos que recargan las aguas del Río Huasco.

Los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas en este sector, son los siguientes:

Oxígeno disuelto: Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

Conductividad eléctrica: Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

Sólidos suspendidos totales: En este sector, puede ser un parámetro de condición natural durante los deshielos y un parámetro de intervención en condiciones de alimentación pluvial. Se relaciona con sólidos en suspensión que generan turbiedad en las aguas, pero que no afectan sustancialmente a la conductividad. La turbiedad en las aguas puede afectar algunas especies biológicas, por lo que es importante monitorear este parámetro conjuntamente con las evaluaciones biológicas.

pH: Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

Temperatura: Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

Sulfato: Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería y también la agricultura.

Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total): En este sector son parámetros de intervención antópica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen

Folio018166

el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

Fosfatos: Es un parámetro de intervención antópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidad de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

Cloruro: Es un parámetro de condición natural, que en este sector se agrega al uso de cloruro (como cloruro de sodio o sal común) en las actividades de la producción de aceituna y en las aguas para riego.

Tabla 34: Identificación general del área de vigilancia Río Huasco desde Freirina hasta desembocadura Freirina (propuesta).

Denominación del área de vigilancia	Río Huasco desde Freirina hasta el humedal de la desembocadura
Delimitación del área de vigilancia	Río Huasco desde aguas debajo de la PTAS de Freirina hasta el humedal de la desembocadura
Principales amenazas antrópicas en el sector	Agricultura y población
Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas	Nutrientes y sólidos suspendidos
Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia	pH, oxígeno, conductividad, cloruro, sulfato, temperatura, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos.

Folio018167

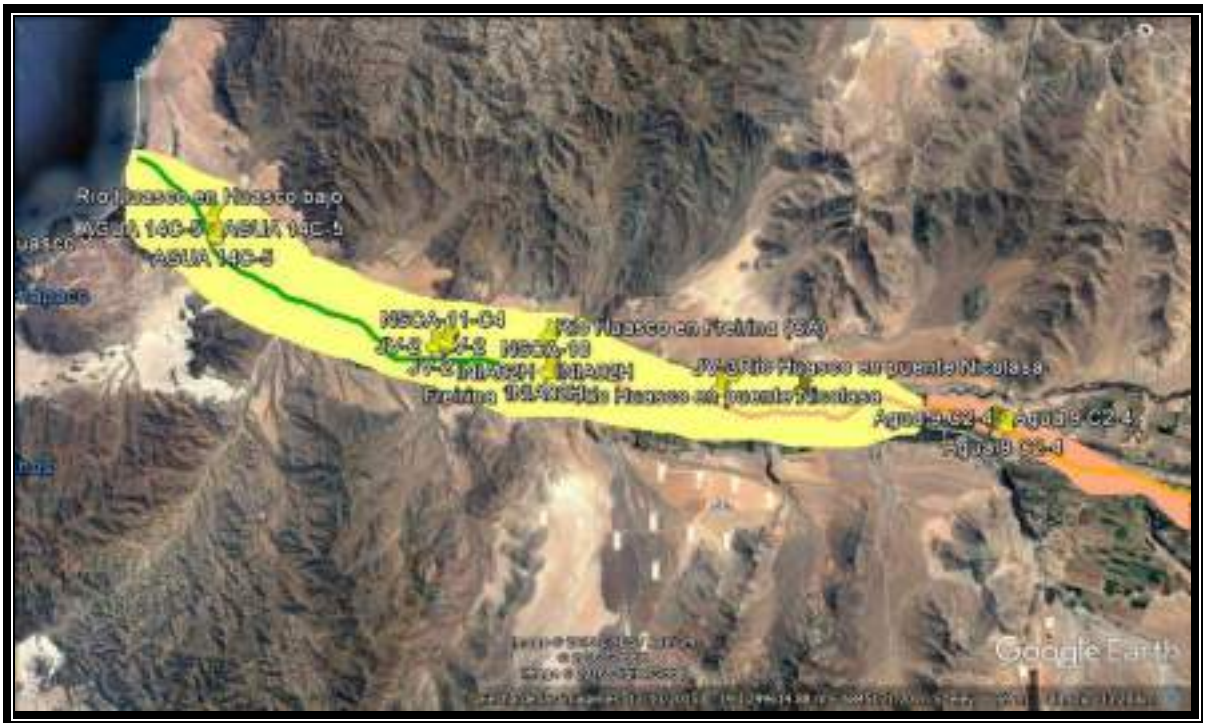


Ilustración 14: Representación aproximada del área de vigilancia Río Huasco desde Freirina hasta la desembocadura, propuesta para la formulación de NSCA.

Folio018168

4.5.2.14 Propuesta de área de vigilancia Humedal desembocadura Río Huasco

El Estuario del río Huasco y Carrizal, con una superficie de 2.178 hectáreas ha sido identificado por el estudio de CADE-IDEPE para la DGA[20] (2004) como un humedal costero y área marina con alta diversidad de invertebrados, mamíferos y aves marinas, con diversidad de hábitats representativos del litoral del Norte de Chile y pristinidad media – baja.

Este sector se caracteriza por un clima desértico con nublados, con variaciones térmicas muy moderadas, precipitaciones escasas y solamente en el periodo invernal, alta humedad relativa y nubosidad abundante aún en los meses de verano. La influencia marina se ve a través de neblinas o camanchacas, especialmente en las mañanas.

Los parámetros a considerar en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) que permita vigilar el estado ecológico y ambiental de las aguas en este sector, son los siguientes:

Oxígeno disuelto: Parámetro de condición natural, esencial para la vida aeróbica en los cuerpos de agua.

Conductividad eléctrica: Parámetro de condición natural. La conductividad se relaciona con la cantidad de sales disueltas en las aguas. Medir la conductividad permitirá detectar si, producto de las amenazas se liberan metales disueltos a las aguas, que podrían aumentar la conductividad y deteriorar la calidad. Del mismo modo, en condiciones de bajo caudal, al disminuir la cantidad de agua, el fenómeno resultante es el aumento de la concentración de iones disueltos, por lo que podría aumentar la conductividad y alterar la calidad natural de las aguas, con afectaciones a algunas comunidades ecológicas sensibles.

pH: Parámetro de condición natural, que al mantenerse en el rango ligeramente alcalino provoca que los metales se mantengan en los sedimentos. Sin embargo, ante la amenaza de actividad minera en la zona, el pH podría modificarse por la actividad antrópica que utiliza ácido concentrado. Si el pH se vuelve ácido, los metales (naturalmente en el sedimento) se pueden disolver para incorporarse a las aguas y desplazarse aguas abajo afectando a la biota que se encuentre en toda la zona de influencia, tanto por la acidificación misma como por los metales que se puedan liberar.

Temperatura: Parámetro de condición natural, cuya modificación interfiere tanto en la solubilidad de las sales como en la solubilización del oxígeno, lo que es importante para mantener los ecosistemas acuáticos.

Especies de nitrógeno (nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total): En este sector son parámetros de intervención antópica vinculados al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el nitrógeno predominantemente como forma oxidada de nitratos, aunque se pueden encontrar otras formas de nitrógeno como nitritos o amonio. En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas. Disponer de la información acerca de las concentraciones de todas las especies de nitrógeno permitirá que se pueda evaluar el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en esta área de vigilancia.

[20] Disponible en http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Huasco.pdf

Folio018169

Fosfatos: Es un parámetro de intervención antópica vinculado al uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, los que pueden llegar a las aguas, que por su pH y condiciones redox mantienen el fósforo en forma oxidad de fosfatos (también conocidas como ortofosfatos, que es la especie química predominante). En concentraciones excesivas resulta perjudicial para algunas especies biológicas y contribuye a la eutroficación de las aguas.

Sulfato: Ion habitualmente presente en las aguas naturales, cuya concentración también se afecta por las actividades humanas como la minería y también la agricultura.

Cloruro: Es un parámetro de condición natural, que en este sector se agrega al uso de cloruro (como cloruro de sodio o sal común) en las actividades de la producción de aceituna y en las aguas para riego.

Tabla 35: Identificación general del área de vigilancia Humedal de la desembocadura Río Huasco (propuesta).

Denominación del área de vigilancia	Humedal de la desembocadura Río Huasco
Delimitación del área de vigilancia	Estuario del río Huasco y Carrizal
Principales amenazas antrópicas en el sector	Agricultura y población del sector bajo de la cuenca
Fenómeno que condiciona la calidad de las aguas	Interacción estuarina
Parámetros a considerar en la NSCA para esta área de vigilancia	pH, oxígeno, conductividad, cloruro, sulfato, temperatura, nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno total, fosfatos.

Otros parámetros podrán incluirse en la vigilancia en dependencia de las acciones de conservación ecològica en el humeda.

Como parte del estudio “Evaluación y caracterización del polvo negro en la comuna de Huasco e implementación de medidas de mitigación” (608897-96-LP15 – en etapa de revisión final) se tomaron y analizaron muestras de sedimentos en diferentes puntos de la cuenca del Rìo Huasco, en el sector entre Vallenar y la desembocadura.

En Chile no existe normativa ambiental respecto de los valores aceptados para contaminantes metálicos en sedimentos fluviales. Sin embargo, las referencias internacionales utilizadas tanto en Canadá como en Estados Unidos de América, se relacionan con los trabajos de MacDonald y col (2000[21]) quienes establecieron límites de metales en sedimentos fluviales superficiales, basados en los efectos adversos observados en especies bentónicas y epibentónicas. De este modo, define como **valores TEL** (Thereshold Effect Level en inglés) a las concentraciones bajo la cual se espera que raramente ocurran efectos adversos (lo que podría asimilarse a una concentración segura). También define como **valores PEL** (Probably Effect Level en inglés) a las concentraciones

[21] Mac Donald, D.D., C.G. Ingersoll & T.A Berger (2000) “Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems” Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 39 (1) 20-31

Folio018170

sobre la cual se espera que frecuentemente se presenten efectos adversos (lo que podría asimilarse a una concentración máxima aceptable).

De los resultados, que se presentan en la siguiente tabla, se observa que los sedimentos estudiados en la cuenca del Río Huasco presentan concentraciones que requieren estudios específicos de riesgo ecológico para los metales Cd, Mn, Cu y Fe en algunos sectores de la misma.

Los sedimentos constituyen el hábitat de muchos organismos bentónicos y epibentónicos y desempeñan un importante papel en la ecología de las comunidades acuáticas. Por otra parte, constituyen el destino de muchos contaminantes descargados a los sistemas acuáticos, por lo que pueden actuar como reservorio y como fuentes de contaminantes metálicos a lo largo del tiempo, por lo que el significado de las concentraciones de metales en sedimentos se debe realizar comparado con los niveles conocidos que causan efectos en los organismos acuáticos. Esta situación deberá estudiarse detenidamente por cuanto, a pesar del efecto del Embalse Santa Juana, en la parte alta de la cuenca se han considerado los metales como contaminantes a vigilar.

Folio018171

Tabla 36: Concentración (mg/kg) de metales en sedimentos del Río Huasco. En rojo se destacan los valores que superan el criterio PEL y en naranja los valores que superan el criterio TEL, ambos de Canadá.

	Identifi-cación	Descripción del sector	Cd	Zn	Cr	Cu	Ni	Pb	Mn	V	Ba	Co	Fe
1	PTO 28	UDA-1,7 km al norte de la Ruta 5 hacia la coordillera,	**6,34**	40,9	22,8	27	10	5,1	374	106,47	21,13	10,01	**30833**
2	Sedimento 1	160 m Pasando Ruta5 de Vallenar a Huasco, Bajo el puente Vallenar	**4,88**	60,9	13,1	**38**	10,67	6,8	341	72,05	34,35	10,22	18079
3	Sedimento 2	600 m Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco, Extracción de áridos,	**6,41**	107,4	12,6	**104**	12,60	15,8	**832**	72,68	63,97	14,74	**28620**
4	Sedimento 4	3,7 km Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco, Acceso pedregoso, vegetación y algas	**4,50**	43,7	13,0	16,45	6,19	<2,09	245	76,92	15,49	9,09	15922
5	Sedimento 3	5 km Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco, Cruce de camino por el río	**8,72**	65,5	23,1	**43**	9,05	4,9	**673**	171,94	30,99	14,10	**42258**
6	Sedimento 6	11 km Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco, Dificil acceso, sin camino, vegetación	**4,72**	56,0	9,8	29,56	9,69	5,3	394	58,55	37,28	10,17	17231
7	Sedimento 7	12 km Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco, Junto canal de regadío	**3,40**	49,5	6,8	26,40	7,55	<2,09	328	34,57	36,93	8,18	13911
8	Sedimento 8	12,6 km Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco, Cercano a cruce de camino, abundante vegetación	**2,35**	39,0	4,0	23,06	<LD	<2,09	270	24,63	40,54	5,11	8511
9	Sedimento 9	14 km Pasando Ruta 5 de Vallenar a Huasco	**3,46**	49,0	7,6	26,20	6,98	<2,09	**464**	39,80	70,59	8,15	8816
10	PTO 30	500m al sur de	**3,58**	48,4	10,6	**35**	13,4	<2,0	430	50,3	42,8	8,81	**23190**

Folio018172

	Identifi-cación	Descripción del sector	Cd	Zn	Cr	Cu	Ni	Pb	Mn	V	Ba	Co	Fe
		Sed9					0	9		8	3		
11	Sedimento 19	Pasando Totora	**4,28**	41,2	15,1	11,41	9,96	4,4	**462**	58,48	29,32	9,34	**22993**
12	Sedimento 20		**4,59**	44,9	17,3	12,35	9,01	<2,09	**477**	62,73	30,89	9,26	16257
13	Sedimento 18	3 km al norte de Nicolasa	**4,06**	47,3	18,8	16,06	8,86	4,6	393	53,06	56,66	8,78	19590
14	Sedimento 10	100 m del puente Nicolasa, Cercano a puente y zona urbana, Algas	**3,43**	40,2	10,4	13,18	8,42	<2,09	362	39,11	38,09	6,99	14330
15	Sedimento 11	2 km al norte de Freirina, Cercano a balneario y planta de áridos	**2,65**	37,0	11,1	9,00	5,62	<2,09	421	30,19	26,08	5,09	9165
16	Sedimento 5	1 km al norte de Freirina, Cercano a pared de tierra	**2,97**	36,9	12,5	15,86	11,99	<2,09	**543**	31,60	34,52	6,63	6688
17	PTO 49-1	500 m al norte de Freirina	<1,02	30,3	5,5	22,36	8,09	<2,09	**1241**	21,59	54,26	4,22	11790
18	Sedimento 21	1 km al sur de Freirina	**2,96**	41,0	9,4	12,89	5,50	<2,09	356	30,37	31,18	5,77	12420
19	Sedimento 15	2 km al norte El Pino, Pedregoso, vegetación, algas	**2,81**	33,1	8,8	9,78	6,02	<2,09	**2479**	28,47	40,42	5,77	14364
20	Sedimento 16	1 km al norte El Pino, Vegetación, algas	**3,12**	36,2	11,3	7,17	7,49	4,2	**1013**	35,45	32,06	6,73	12392
21	Sedimento 17	Puente El Pino (bajo el puente)	**3,85**	39,8	13,0	21,44	7,12	<2,09	**695**	47,53	41,02	7,66	12689
22	Sedimento 14	Huasco bajo, Bajo el puente, Vegetación, algas	**2,75**	31,6	9,4	7,14	5,12	<2,09	**13972**	32,36	47,52	5,16	9070
23	Sedimento 12	1,6 km antes de la linea de costa, Humedal	**4,01**	38,4	17,9	5,75	7,68	<2,09	433	56,82	27,06	8,06	**21036**
24	Sedimento 13	1,6 km antes de la linea de costa, Humedal	**3,88**	37,5	13,6	6,81	6,67	<2,09	359	51,47	32,42	8,00	13987
Valores TEL (Thereshold Effect Level) concentraciones bajo la cual se espera que raramente ocurran efectos adversos			**0,99**	**120**	**43**	**32**	**23**	**38**	**460**	**No descrito**	**No descrito**	**No descrito**	**20000**
Valores PEL (Probably Effect Level) concentraciones sobre la cual se espera que frecuentemente se presenten efectos adversos			**5,00**	**460**	**110**	**150**	**49**	**130**	**1100**	**No descrito**	**No descrito**	**No descrito**	**40000**

Folio018173

Folio018174

4.5.3 Referencias en base de datos Science Direct

En la base de datos Science Direct se encontraron algunas referencias a la cuenca del Río Huasco, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 37: Número de referencias bibliográficas en base de datos Science Direct.

Año	Huasco + river	Huasco + basin	Huasco + agua
Total de publicaciones	**54**	**49**	**34**
2015	8	6	5
2014	6	4	4
2013	4	4	3
2012	2	1	1
2011	3	4	2
2010	4	4	1
2009	3	4	3
2008	1	-	1
2007	2	2	1
2006	1	1	1
2004	2	2	2
1998	2	2	2
1996	2	-	1
1994	1	1	1

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en http://www.sciencedirect.com

4.6 RECOPILACION DE DATA BIOLOGICA.

Esta etapa se completa de manera conjunta con los datos de calidad química y será totalmente reportada al completar la base de datos anteriormente mencionada.

Se ha avanzando en recopilar la data biológica existente disponible en relación al monitoreo biológico y ecotoxicológico histórico desarrollado a nivel público o privado en la cuenca del Río Huasco. La base de datos se trabaja en formato Excel, considerando el tipo de monitoreo biológico y/o ecotoxicológico, valor, unidad, fecha de muestreo, punto de monitoreo, fuente de información, entre otros.

En el estudio denominado “Desarrollo de un modelo de gestión integral para el resguardo de la calidad de las aguas del valle de Huasco, Limarí y Choapa” realizado por INIA- CORFO, entre el 2006 y 2009; se identificaron en la cuenca del Río Huasco 26 grupos taxonómicos:

Folio018175

CUENCA DE LOS RÍOS DEL ESTRECHO Y CHOLLAY				RIO TRES QUEBRADAS	RIO POTRERILLO
Tramo superior	Tramo medio	Tramo inferior	Tributarios	Tributario	Tributario
Chironomidae (A) (85,0%) Elmidae (4,4%) Empididae (2,7%) *Dugesia* sp. (1,7%) Chironomidae (B) (1,7%) *Meridialaris* sp. (1,7%) *Deceptiviosa* sp. (1,7%)	**Chironomidae (A)** (24,1%) **Chironomidae (B)** (20,1%) *Meridialaris* sp. (10,1%) Elmidae (8,3%) *Deceptiviosa* sp. (7,9%) Empididae (6,1%) *Andesiops* sp. (4,3%)	*Deceptiviosa* sp. (27,2%) *Smicridea* sp. (21,3%) **Chironomidae (B)** (17,6%) **Elmidae** (14,1%) *Andesiops* sp. (11,2%) Chironomidae (A) (3,6%) *Meridialaris*	**Chironomidae (B)** (26,5%) **Elmidae** (15,6%) *Meridialaris* sp. (12,0%) Oligochaeta (9,2%) *Andesiops* sp. (8,6%) *Brachycercus* sp. (6,3%) *Smicridea* sp. (5,2%) Simuliidae (4,8%) *Deceptiviosa* sp.	*Meridialaris* sp. (47,1%) *Andesiops* sp. (20,5%) **Oligochaeta** (19,9%) Chironomidae (B) (9,5%)	*Smicridea* sp. (47,8%) **Chironomidae (B)** (15,9%) **Elmidae** (13,6%) **Blephariceridae** (11,4%) *Meridialaris* sp. (6,8%) Hydrobiosidae (4,5%)

Fuente: CEA 2005

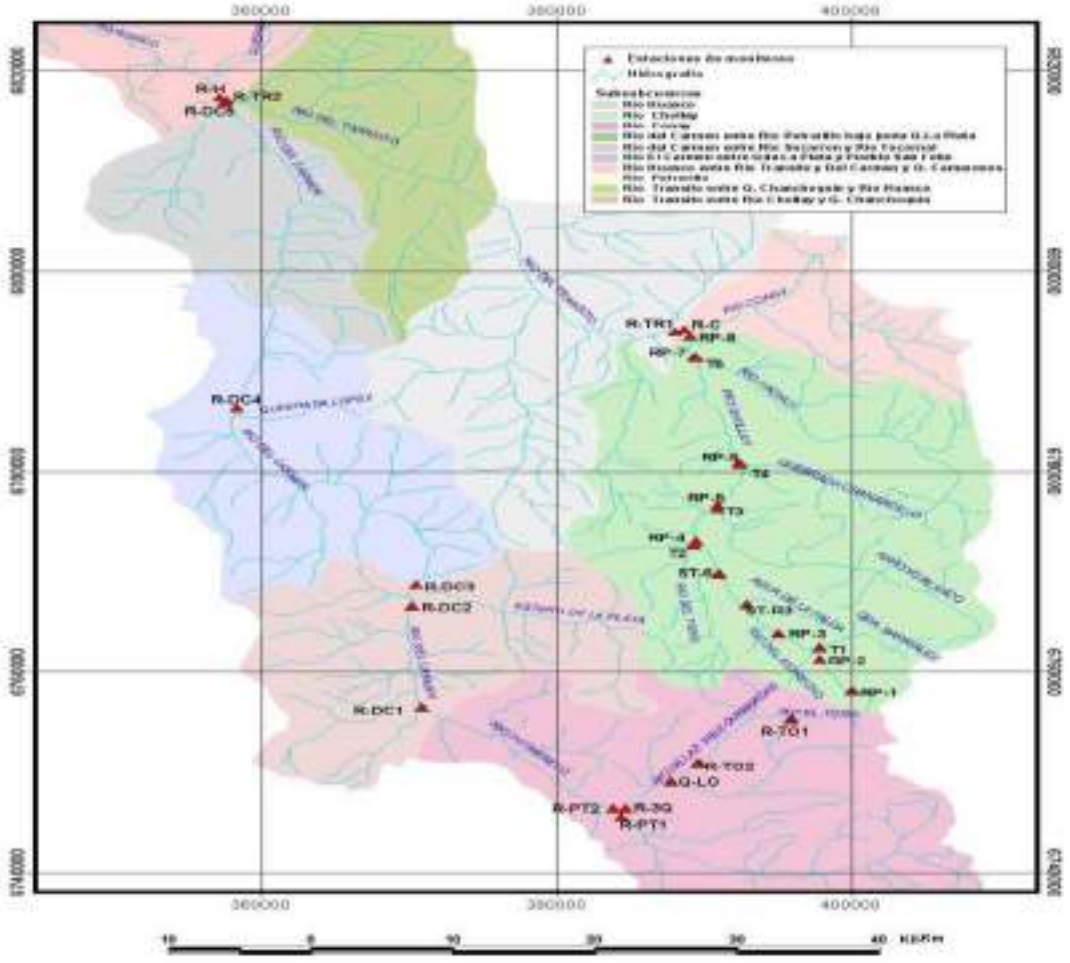


Ilustración 15: Figura que ilustra las estaciones de monitoreo de parámetros biológicos en la zona alta de la cuenca.

Folio018176

4.7 CAMPAÑAS DE MUESTREO.

A la fecha de este informe se han realizado completamente dos campañas de muestreo y se organiza la tercera:

- La primera campaña de muestreo se realizó entre los días 27 de Noviembre al 1 de Diciembre de 2015, coincidiendo con la primavera.
- La segunda campaña de muestreo se realizó entre los días 25 al 27 de Enero de 2016, coincidiendo con el verano.
- La tercera campaña de muestreo se realizó entre los días 27 al 30 de Abril de 2016 coincidiendo con el otoño.
- La cuarta campaña de muestreo se realizó entre los días 18 al 20 de Julio de 2016, coincidiendo con el invierno.

4.7.1 Planes de Muestreo.

Entre sus protocolos, CENMA utiliza como Plan de Muestreo un documento con formato estandarizado que contiene información general y las instrucciones del trabajo en terreno así como la delimitación de responsabilidades. Este documento recoge la planificación de toda la actividad de muestreo, incluyendo también las condiciones y detalles para el empacado, rotulación, preservación, transporte, almacenamiento de las muestras.

En el **Anexo 3** se incluyen los Planes de Muestreo PM/N°012-2015 y PM/N°002-2016,

A continuación se presentan algunas fotos de las actividades de toma de muestra en terreno.



Ilustración 16: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-1 (Río Conay), primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior).

Folio018177



Ilustración 17: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-2 (Río Potrerillo), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha).



Ilustración 18: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-3 (R{io Tránsito ante de la junta con Río Carmen).

Folio018178



Ilustración 19: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-4 (Río Carmen antes de la junta con Río Tránsito), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha).



Ilustración 20: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-5 (Río Carmen), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha).

Folio018179



Ilustración 21: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-6, (Río Chollay antes de la junta con el Río Conay) primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior).



Ilustración 22: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-7 (Río Estrecho), primera campaña (fotografía izquierda) y segunda campaña (fotografía derecha).

Folio018180



Ilustración 23: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-8 (Río Huasco sector Chañar Blanco) , primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior).



Ilustración 24: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-9 (Río Huasco aguas debajo de la descarga de la PTAS Vallenar), primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior).

Folio018181



Ilustración 25: Toma de muestra en punto identificado como NSCA-10 (Río Huasco aguas debajo de la descarga PTAS Freirina), primera campaña (fotografía superior) y segunda campaña (fotografía inferior).

4.7.2 Resultados de las mediciones en terreno y resultados de laboratorio.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en terreno y en laboratorio para todas las campañas de muestreo, en todas las estaciones de monitoreo.

Folio018182

Tabla 38: Resultados de mediciones en terreno, todas las estaciones, todas las campañas.

Identificacion	Campaña		Punto	X (Este)	Y (Norte)	Fecha Muestreo	T°	pH	Cond. Us/cm	OD mg/L	OD % Sat
NSCA-1	Campaña 1	Primavera	Punto 1	394364	6798668	29.11.2015	19.6	8.2	613		
NSCA 1 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 1	394351	6798702	26/01/16	14.86	8.29	603		
NSCA 1C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 1	394351	6798702	28/04/16	10.60	8.40	512		
NSCA-1-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 1	394351	6798702	20/07/16	6.0	8.06	705	8.04	75.3
NSCA-2	Campaña 1	Primavera	Punto 2	373756	6752820	30.11.2015	11.6	7.9	597		
NSCA 2 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 2	373754	6752819	27/01/16	10.8	8.18	643		
NSCA 2C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 2	373754	6752819	28/04/16	10.74	8.38	572		
NSCA-2-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 2	373754	6752819	19/07/16	4.8	7.08	1082	9.95	100.6
NSCA-3	Campaña 1	Primavera	Punto 3	355069	6818567	30.11.2015	24.9	8.2	633		
NSCA 3 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 3	355073	6818562	27/01/16	23.37	8.50	656		
NSCA 3C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 3	355073	6818562	28/04/16	18.60	8.39	558		
NSCA-3-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 3	355073	6818562	19/07/16	13.0	8.58	1016	8.21	85
NSCA-4	Campaña 1	Primavera	Punto 4	355403	6816812	29.11.2015	21.5	8.4	745		
NSCA 4 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 4	355408	3816814	27/01/16	22.79	8.43	780		
NSCA 4C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 4	355073	6818562	28/04/16	16.73	8.56	614		
NSCA-4-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 4	355408	6816814	19/07/16	12.8	8.87	1234	8.24	85
NSCA-5	Campaña 1	Primavera	Punto 5	368009	6768414	30.11.2015	14.5	8.0	614		
NSCA 5 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 5	367897	6767808	27/01/16	13.79	8.32	668		
NSCA 5C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 5	367897	6767808	28/04/16	11.70	8.52	531		
NSCA-5-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 5	367897	6767808	19/07/16	6.0	7.03	1081	7.1	71.5
NSCA-6	Campaña 1	Primavera	Punto 6	387558	6794123	29.11.2015	17.6	7.8	434		
NSCA 6 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 6	387538	6794126	26/01/16	14.65	7.78	481		
NSCA 6C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 6	387538	6794126	28/04/16	10.86	8.02	432	6.52	71.9
NSCA-6-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 6	387538	6794126	20/07/16	4.9	8.13	633	7.51	71.8
NSCA-7	Campaña 1	Primavera	Punto 7	390304	6783283	29.11.2015	11.5	6.9	392		
NSCA 7 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 7	390300	6783279	26/01/16	9.57	7.90	435		
NSCA 7C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 7	390300	6783279	28/04/16	7.29	8.15	379	6.52	70.7

Folio018183

NSCA-7-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 7	390300	6783279	20/07/16	14.2	8.99	571	6.18	70.2
NSCA-8	Campaña 1	Primavera	Punto 8	334257	6830454	30.11.2015	20.1	8.7	869	5.83	
NSCA 8 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 8	334252	6830462	26/01/16	20.8	8.75	914	6.8	80.3
NSCA 8C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 8	334252	6830462	29/04/16	17.49	8.29	703	6.78	76.5
NSCA-8-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 8	334252	6830462	19/07/16	15.1	8.54	1237	7.24	76.7
NSCA-9	Campaña 1	Primavera	Punto 9	322906	6839593	30.11.2015	22.1	7.9	1798		
NSCA 9 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 9	322920	6839593	26/01/16	30.87	8.18	1594		
NSCA 9C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 9	322920	6839593	29/04/16	15.40	7.98	1465		
NSCA-9-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 9	322920	6839593	20/07/16	16.8	7.90	2682	9.58	103
NSCA-10	Campaña 1	Primavera	Punto 10	297720	6844487	28.11.2015	25.4	8.3	3178	7.08	
NSCA 10 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 10	297720	6844487	25/01/16	26.19	8.28	3018	7.75	97.6
NSCA 10C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 10	297720	6844487	27/04/16	16.95	8.20	2258	7.5	75.8
NSCA-10-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 10	297720	6844487	20/07/16	17.0	8.85	4155	11.54	121.6
NSCA-10-1	Campaña 1	Primavera	Punto 10-Nuevo	294431	6845278	01.12.2015	21.2	8.4	3294	6.65	
NSCA 11 C2-2	Campaña 2	Verano	Punto 11	294433	6845276	25/01/16	24.49	8.53	3051	7.58	92.2
NSCA 11C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 11	294375	6845339	27/04/16	17.13	8.32	2389	7.49	78.7
NSCA-11-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 11	294433	6845276	18/07/16	15.6	---	4070	---	---
NSCA 12 C2-1	Campaña 2	Verano	Punto 12	372027	6808552	26/01/16	21.48	5.26	600	5.16	66
NSCA 12C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 12	372027	6808552	28/04/16	14.99	8.29	322	6.54	71.1
NSCA-12-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 12	372027	6808552	20/07/16	12.1	8.74	894	7.33	75.6
NSCA 13 C2-1	Campaña 2	Verano	Punto 13	356145	6789194	27/01/16	16.85	8.41	705	4.94	60.2
NSCA 13C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 13	356208	6789057	28/04/16	13.07	8.59	529	6.39	73.7
NSCA-13-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 13	356145	6789194	19/07/16	7.2	7.14	1147	10.77	104.5
NSCA 14 C2-1	Campaña 2	Verano	Punto 14	348619	6823719	26/01/16	21.76	8.41	736	5.5	67.5
NSCA 14C-3	Campaña 3	Otoño	Punto 14	348619	6823719	28/04/16	17.80	8.51	566	6.76	77.7
NSCA-14-C4	Campaña 4	Invierno	Punto 14	348619	6823719	19/07/16	12.2	8.40	1078	8.01	80.1
Agua 14 C2-4	Campaña 2	Verano	Punto 14-2	286817	6848714	25/01/16	21.87	7.75	4358	5.2	60.1
Agua 14 C2-4 Dup.	Campaña 2	Verano	Punto 14-2	286817	6848714	25/01/16	22.16	7.81	4182	5.36	62.2
AGUA	Camp	Otoño	Punto	286817	6848	27/04/	15.6	7.95	4325	5.36	54.5

Folio018184

14C-5	aña 3		14-2		714	16	0				
AGUA 14C-5 DUP.	Campaña 3	Otoño	Punto 14-2	286817	6848714	27/04/16	15.60	7.95	4325	5.36	54.5
Agua 9 C2-4	Campaña 2	Verano	Punto 9-2	312551	6842830	25/01/16	23.49	8.19	2420	4.7	57.3
AGUA 9C-5	Campaña 3	Otoño	Punto 9-2	312120	6842974	29/04/16	15.09	8.40	2290	8.81	89.9
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	Campaña 4	Invierno	Punto Nuevo	294370	6845334	18/07/16	14.85	---	4874	---	---

Tabla 39: Resultados de concentración (mg/L) de metales totales. Parte 1.

Identificacion	Cd-total	Zn-total	Cr-total	Cu-total	Ni-total	Pb-total	Al-total
NSCA-1	0.002	0.286	<0,006	0.076	<0,032	0.008	10.430
NSCA 1 C2-2	0.002	0.124	<0,006	0.045	<0,032	<0,008	3.103
NSCA 1C-3	<0,001	0.1215	<0,006	0.0517	<0,032	0.0237	2.867
NSCA-1-C4	<0,001	0.199	0.230	<0,005	<0,032	<0,008	1.806
NSCA-2	0.005	0.303	0.043	<0,005	<0,032	0.047	25.940
NSCA 2 C2-2	0.003	0.172	<0,006	0.014	<0,032	0.0094	7.665
NSCA 2C-3	<0,001	0.0638	<0,006	0.0077	<0,032	0.0135	0.9365
NSCA-2-C4	<0,001	0.223	0.299	0.022	0.073	0.049	1.642
NSCA-3	0.002	0.218	0.013	<0,005	<0,032	0.009	14.760
NSCA 3 C2-2	0.002	0.065	<0,006	0.018	<0,032	<0,008	2.610
NSCA 3C-3	<0,001	0.1226	<0,006	0.0431	<0,032	0.0249	3.997
NSCA-3-C4	<0,001	0.141	0.301	0.034	0.063	<0,008	1.319
NSCA-4	<0,001	0.018	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	2.961
NSCA 4 C2-2	0.002	0.059	<0,006	0.006	<0,032	<0,008	3.451
NSCA 4C-3	<0,001	0.0239	<0,006	0.0081	<0,032	0.0181	0.9409
NSCA-4-C4	<0,001	0.093	0.280	0.015	0.036	<0,008	0.573
NSCA-5	0.001	0.171	0.014	<0,005	<0,032	0.017	10.580
NSCA 5 C2-2	0.003	0.130	<0,006	0.012	<0,032	<0,008	5.895
NSCA 5C-3	<0,001	0.036	<0,006	0.0098	<0,032	0.0181	0.8983
NSCA-5-C4	<0,001	0.130	0.290	0.020	<0,032	<0,008	0.925
NSCA-6	<0,001	0.139	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	4.255
NSCA 6 C2-2	0.002	0.136	<0,006	0.019	<0,032	<0,008	4.586
NSCA 6C-3	<0,001	0.110	<0,006	0.021	<0,032	0.0196	1.338
NSCA-6-C4	<0,001	0.212	0.213	<0,005	<0,032	0.017	2.604
NSCA-7	<0,001	0.199	<0,006	0.005	<0,032	<0,008	7.792
NSCA 7 C2-2	0.002	0.076	<0,006	0.010	<0,032	<0,008	3.105
NSCA 7C-3	<0,001	0.157	<0,006	0.019	<0,032	0.0129	2.013
NSCA-7-C4	<0,001	0.046	0.228	<0,005	<0,032	<0,008	0.148

Folio018185

NSCA-8	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.114
NSCA 8 C2-2	0.002	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.048
NSCA 8C-3	<0,001	<0,009	<0,006	0.005	<0,032	0.0169	<0,026
NSCA-8-C4	<0,001	0.069	0.297	0.018	<0,032	<0,008	0.175
NSCA-9	<0,001	0.030	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.167
NSCA 9 C2-2	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.053
NSCA 9C-3	<0,001	0.012	<0,006	0.012	<0,032	0.0184	0.039
NSCA-9-C4	<0,001	0.085	0.285	0.021	0.055	0.130	0.053
NSCA-10	0.021	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.108
NSCA 10 C2-2	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
NSCA 10C-3	<0,001	<0,009	<0,006	0.006	<0,032	0.0179	<0,026
NSCA-10-C4	<0,001	0.095	0.191	<0,005	<0,032	0.026	0.052
NSCA-10-1	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
NSCA 11 C2-2	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.096
NSCA 11C-3	0.003	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
NSCA-11-C4	<0,001	0.087	0.267	0.021	0.074	<0,008	0.048
NSCA 12 C2-1	<0,001	0.067	<0,006	0.016	<0,032	<0,008	2.038
NSCA 12C-3	0.004	0.0888	<0,006	0.0156	<0,032	<0,008	1.500
NSCA-12-C4	<0,001	0.161	0.236	0.006	<0,032	0.027	1.383
NSCA 13 C2-1	0.002	0.066	<0,006	0.006	<0,032	<0,008	3.590
NSCA 13C-3	0.004	0.038	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.976
NSCA-13-C4	<0,001	0.113	0.286	0.019	<0,032	0.064	0.942
NSCA 14 C2-1	0.003	0.086	<0,006	0.017	<0,032	<0,008	4.445
NSCA 14C-3	0.004	0.091	<0,006	0.020	<0,032	<0,008	2.954
NSCA-14-C4	<0,001	0.146	0.275	0.031	0.060	0.080	1.638
Agua 14 C2-4	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
Agua 14 C2-4 Dup.	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
AGUA 14C-5	0.003	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.080
AGUA 14C-5 DUP.	0.005	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
Agua 9 C2-4	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
AGUA 9C-5	0.004	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	<0,001	0.086	0.278	0.026	0.037	0.048	0.178
promedio total	0.0032	0.1158	0.2236	0.0197	0.0569	0.0311	2.9963
minimo-total	0.0010	0.0123	0.0128	0.0050	0.0362	0.0082	0.0387
maximo-total	0.0211	0.3031	0.3006	0.0756	0.0741	0.1296	25.9400
desv-est	0.0038	0.0680	0.0976	0.0150	0.0156	0.0284	4.5295
mediana-total	0.0023	0.1023	0.2707	0.0179	0.0602	0.0184	1.5690
numero datos	26	44	18	35	7	23	50

Tabla 40: Resultados de concentración (mg/L) de metales totales. Parte 2.

Identificacion	Mn-total	Ag-total	V-total	Ba-total	Co-total	Mo-total	Be-total	B-total	Fe-total
NSCA-1	0.652	<0,001	0.006	0.045	0.008	0.002	<0,0003	0.168	4.442
NSCA 1 C2-2	0.369	<0,001	0.002	0.031	0.005	0.004	0.0004	<0,104	1.409
NSCA 1C-3	0.209	<0,001	<0,001	0.030	<0,001	<0,001	<0,0003	0.407	1.878
NSCA-1-C4	0.371	0.010	0.005	0.064	0.004	0.002	<0,0003	<0,104	0.391
NSCA-2	1.552	<0,001	0.043	0.210	0.013	<0,001	<0,0003	<0,104	34.560
NSCA 2 C2-2	1.230	<0,001	0.010	0.067	0.008	0.002	0.0005	<0,104	5.033
NSCA 2C-3	0.676	<0,001	0.0014	0.027	<0,001	<0,001	<0,0003	0.249	0.3056
NSCA-2-C4	0.777	0.004	0.008	0.045	<0,001	0.013	<0,0003	0.113	0.292
NSCA-3	0.853	<0,001	0.021	0.107	0.013	0.004	<0,0003	<0,104	12.490
NSCA 3 C2-2	0.291	<0,001	0.003	0.035	0.004	0.004	<0,0003	<0,104	1.617
NSCA 3C-3	0.703	<0,001	0.009	0.093	<0,001	<0,001	<0,0003	0.246	2.741
NSCA-3-C4	0.225	0.003	0.008	0.064	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	0.711
NSCA-4	0.381	<0,001	0.005	0.060	0.003	0.001	<0,0003	0.220	3.011
NSCA 4 C2-2	0.512	<0,001	0.005	0.050	0.004	0.003	<0,0003	<0,104	2.727
NSCA 4C-3	0.200	<0,001	<0,001	0.035	<0,001	<0,001	<0,0003	0.235	0.633
NSCA-4-C4	0.133	0.004	0.009	0.058	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	0.455
NSCA-5	0.911	<0,001	0.017	0.096	0.011	<0,001	<0,0003	0.110	12.680
NSCA 5 C2-2	1.007	<0,001	0.008	0.060	0.007	0.003	0.0003	<0,104	4.034
NSCA 5C-3	0.260	<0,001	<0,001	0.034	<0,001	<0,001	<0,0003	0.232	0.477
NSCA-5-C4	0.297	0.003	0.009	0.056	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	0.421
NSCA-6	0.572	<0,001	<0,001	0.034	0.012	0.004	<0,0003	<0,104	0.751
NSCA 6 C2-2	0.543	<0,001	0.001	0.031	0.013	0.005	<0,0003	<0,104	0.754
NSCA 6C-3	0.417	<0,001	<0,001	0.027	<0,001	<0,001	<0,0003	0.103	0.380
NSCA-6-C4	0.418	0.007	0.007	0.072	0.008	0.023	<0,0003	<0,104	0.232
NSCA-7	0.570	0.001	0.002	0.035	0.018	0.007	<0,0003	<0,104	1.698
NSCA 7 C2-2	0.290	<0,001	<0,001	0.017	<0,001	0.003	<0,0003	<0,104	0.411
NSCA 7C-3	0.531	<0,001	<0,001	0.028	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	0.274

Folio018187

NSCA-7-C4	0.017	0.008	0.007	0.058	<0,001	0.012	<0,0003	<0,104	0.177
NSCA-8	0.040	<0,001	<0,001	0.053	<0,001	0.004	<0,0003	0.177	0.182
NSCA 8 C2-2	0.030	<0,001	<0,001	0.033	<0,001	0.004	<0,0003	<0,104	0.062
NSCA 8C-3	0.031	<0,001	<0,001	0.020	<0,001	<0,001	<0,0003	0.163	0.024
NSCA-8-C4	0.054	0.003	0.009	0.069	<0,001	<0,001	<0,0003	0.100	0.194
NSCA-9	0.062	<0,001	0.003	0.026	<0,001	0.005	<0,0003	0.740	0.493
NSCA 9 C2-2	0.032	0.001	0.002	0.014	<0,001	0.005	<0,0003	0.108	0.094
NSCA 9C-3	0.042	<0,001	0.002	0.028	<0,001	<0,001	<0,0003	0.774	0.065
NSCA-9-C4	0.048	0.004	0.010	0.050	<0,001	0.010	<0,0003	0.538	<0,100
NSCA-10	0.017	<0,001	<0,001	0.026	<0,001	<0,001	<0,0003	0.927	<0,100
NSCA 10 C2-2	0.003	<0,001	<0,001	0.014	<0,001	0.002	<0,0003	0.566	<0,100
NSCA 10C-3	0.005	<0,001	<0,001	0.023	<0,001	<0,001	<0,0003	1.068	0.013
NSCA-10-C4	0.005	0.035	0.008	0.099	<0,001	<0,001	<0,0003	1.233	<0,100
NSCA-10-1	0.021	<0,001	<0,001	0.025	<0,001	0.001	<0,0003	0.936	0.314
NSCA 11 C2-2	0.045	<0,001	0.001	0.022	<0,001	0.001	<0,0003	0.918	0.134
NSCA 11C-3	0.011	<0,001	<0,001	0.024	0.007	0.004	<0,0003	1.513	0.027
NSCA-11-C4	0.012	0.008	0.009	0.045	<0,001	<0,001	<0,0003	1.034	<0,100
NSCA 12 C2-1	0.235	<0,001	0.001	0.025	0.003	0.003	0.0001	<0,104	0.644
NSCA 12C-3	0.233	<0,001	<0,001	0.033	0.009	0.009	<0,0003	<0,104	0.591
NSCA-12-C4	0.224	0.009	0.006	0.081	<0,001	0.008	<0,0003	0.201	0.459
NSCA 13 C2-1	0.528	<0,001	0.005	0.049	0.003	0.003	<0,0003	<0,104	2.683
NSCA 13C-3	0.224	<0,001	0.001	0.035	0.009	0.007	<0,0003	<0,104	0.583
NSCA-13-C4	0.256	0.003	0.009	0.062	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	0.567
NSCA 14 C2-1	0.516	<0,001	0.005	0.053	0.005	0.003	0.0002	<0,104	2.943
NSCA 14C-3	0.498	<0,001	<0,001	0.073	0.011	0.005	0.0004	<0,104	2.072
NSCA-14-C4	0.258	0.004	0.009	0.074	0.001	<0,001	<0,0003	<0,104	1.170
Agua 14 C2-4	0.004	<0,001	<0,001	0.020	<0,001	<0,001	<0,0003	0.705	<0,100
Agua 14 C2-4 Dup.	0.004	<0,001	<0,001	0.019	<0,001	<0,001	<0,0003	0.670	<0,100
AGUA 14C-5	0.008	<0,001	<0,001	0.030	0.007	0.003	<0,0003	2.788	<0,100

AGUA 14C-5 DUP.	0.006	<0,001	<0,001	0.029	0.007	0.002	<0,0003	2.788	<0,100
Agua 9 C2-4	0.021	<0,001	0.002	0.018	<0,001	0.004	<0,0003	0.729	<0,100
AGUA 9C-5	0.046	<0,001	0.002	0.024	0.006	0.005	<0,0003	1.609	<0,100
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	0.100	0.009	0.015	0.053	<0,001	<0,001	<0,0003	1.000	0.186
promedio total	**0.3098**	**0.0068**	**0.0073**	**0.0468**	**0.0077**	**0.0049**	**0.0003**	**0.7081**	**2.2139**
minimo-total	0.0033	0.0012	0.0010	0.0136	0.0012	0.0010	0.0001	0.1004	0.0133
maximo-total	1.5520	0.0347	0.0429	0.2101	0.0183	0.0230	0.0005	2.7880	34.5600
desv-est	0.3349	0.0078	0.0074	0.0312	0.0040	0.0042	0.0001	0.6857	5.3899
mediana-total	0.2289	0.0039	0.0059	0.0348	0.0073	0.0038	0.0004	0.5656	0.5671
numero datos	60	17	39	60	26	36	6	33	49

Tabla 41: Concentración de metales disueltos (mg/L). Parte 1

Identificacion	Cd-disuelto	Zn-disuelto	Cr-disuelto	Cu-disuelto	Ni-disuelto	Pb-disuelto	Al-disuelto	Mn-disuelto
NSCA-1	0.001	0.0066	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.166	0.366
NSCA 1 C2-2	<0,001	0.086	<0,006	0.0216	<0,032	<0,008	0.727	0.270
NSCA 1C-3	0.004	0.022	<0,006	0.006	0.006	<0,008	0.020	0.081
NSCA-1-C4	<0,001	0.141	0.082	<0,005	<0,032	<0,008	0.065	0.364
NSCA-2	0.002	0.0132	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.156	0.628
NSCA 2 C2-2	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.290	0.547
NSCA 2C-3	0.003	0.011	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.436
NSCA-2-C4	<0,001	0.109	0.301	<0,005	<0,032	<0,008	0.092	0.647
NSCA-3	<0,001	0.0155	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.099	0.127
NSCA 3 C2-2	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.284	0.074
NSCA 3C-3	0.003	0.009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.033	0.068

NSCA-3-C4	<0,001	0.075	0.288	<0,005	<0,032	0.020	0.088	0.121
NSCA-4	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.450	0.123
NSCA 4 C2-2	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.487	0.103
NSCA 4C-3	0.004	0.018	<0,006	0.005	<0,032	<0,008	<0,026	0.014
NSCA-4-C4	<0,001	0.071	0.297	<0,005	<0,032	<0,008	0.100	0.047
NSCA-5	<0,001	0.018	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.054	0.288
NSCA 5 C2-2	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.302	0.417
NSCA 5C-3	0.004	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.035	0.122
NSCA-5-C4	<0,001	0.091	0.288	<0,005	<0,032	0.023	0.066	0.211
NSCA-6	0.002	0.020	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.144	0.377
NSCA 6 C2-2	0.001	0.013	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.140	0.389
NSCA 6C-3	0.004	0.031	<0,006	0.006	<0,032	<0,008	<0,026	0.317
NSCA-6-C4	<0,001	0.126	0.072	<0,005	<0,032	0.016	0.076	0.412
NSCA-7	0.002	0.066	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	1.515	0.497
NSCA 7 C2-2	0.002	0.026	<0,006	<0,005	0.015	<0,008	0.146	0.496
NSCA 7C-3	0.004	0.028	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.031	0.413
NSCA-7-C4	<0,001	0.057	0.062	<0,005	<0,032	<0,008	0.054	0.005
NSCA-8	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.0292	0.009
NSCA 8 C2-2	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.021
NSCA 8C-3	0.004	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.008
NSCA-8-C4	<0,001	0.091	0.282	<0,005	0.096	<0,008	<0,026	0.013
NSCA-9	<0,001	0.0325	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.0426
NSCA 9 C2-2	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	<0,001
NSCA 9C-3	0.004	0.011	<0,006	0.007	<0,032	<0,008	0.119	0.023
NSCA-9-C4	<0,001	0.079	0.287	<0,005	<0,032	0.008	0.050	0.040
NSCA-10	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.011
NSCA 10 C2-2	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	0.004	<0,008	<0,026	0.004
NSCA 10C-3	0.003	<0,009	<0,006	0.007	<0,032	<0,008	<0,026	0.002
NSCA-10-C4	<0,001	0.095	0.054	<0,005	<0,032	<0,008	0.153	0.005

Folio018190

NSCA-10-1	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.012
NSCA 11 C2-2	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.006
NSCA 11C-3	<0,001	0.020	<0,006	<0,005	0.007	<0,008	0.012	0.004
NSCA-11-C4	<0,001	0.081	0.287	0.017	<0,032	0.008	0.053	0.008
NSCA 12 C2-1	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.168	0.172
NSCA 12C-3	<0,001	0.014	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.066
NSCA-12-C4	<0,001	0.104	0.057	<0,005	<0,032	0.011	0.111	0.167
NSCA 13 C2-1	<0,001	0.009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.547	0.184
NSCA 13C-3	<0,001	0.017	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.035	0.025
NSCA-13-C4	<0,001	0.082	0.289	<0,005	<0,032	<0,008	0.178	0.112
NSCA 14 C2-1	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.080	0.052
NSCA 14C-3	<0,001	0.024	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	0.038	0.037
NSCA-14-C4	<0,001	0.079	0.276	<0,005	<0,032	0.016	0.040	0.083
Agua 14 C2-4	<0,001	<0,009	<0,006	0.0072	<0,032	<0,008	<0,026	0.005
Agua 14 C2-4 Dup.	0.001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.007
AGUA 14C-5	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.006
AGUA 14C-5 DUP.	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.008
Agua 9 C2-4	0.001	<0,009	<0,006	0.0103	<0,032	<0,008	<0,026	0.028
AGUA 9C-5	<0,001	<0,009	<0,006	<0,005	<0,032	<0,008	<0,026	0.032
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	<0,001	0.080	0.273	0.021	0.038	0.049	0.092	0.092
promedio total	0.0023	0.0505	0.2129	0.0107	0.0274	0.0189	0.1831	0.1567
minimo-total	0.0010	0.0066	0.0543	0.0054	0.0037	0.0080	0.0119	0.0023
maximo-total	0.0041	0.1413	0.3008	0.0216	0.0957	0.0486	1.5150	0.6466
desv-est	0.0012	0.0390	0.1084	0.0063	0.0358	0.0132	0.2673	0.1833
mediana-total	0.0020	0.0314	0.2818	0.0071	0.0109	0.0160	0.0957	0.0738
numero datos	24	37	15	10	6	8	40	59

Folio018191

Tabla 42: Concentración de metales disueltos (mg/L). Parte 2

Identificacion	Ag-disuelto	V-disuelto	Ba-disuelto	Co-disuelto	Mo-disuelto	Be-disuelto	B-disuelto	Fe-disuelto
NSCA-1	<0,001	<0,001	0.025	0.0036	0.0054	<0,0003	0.193	<0,100
NSCA 1 C2-2	<0,001	<0,001	0.028	0.002	0.007	<0,0003	<0,104	0.351
NSCA 1C-3	<0,001	<0,001	0.031	0.007	0.011	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-1-C4	0.003	<0,001	0.052	<0,001	0.007	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-2	0.001	<0,001	0.044	0.0021	0.0035	<0,0003	0.123	<0,100
NSCA 2 C2-2	<0,001	<0,001	0.020	0.001	0.003	<0,0003	<0,104	0.202
NSCA 2C-3	<0,001	<0,001	0.028	0.008	0.009	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-2-C4	0.004	0.008	0.044	<0,001	<0,001	<0,0003	0.229	<0,100
NSCA-3	<0,001	<0,001	0.075	0.0011	0.0058	<0,0003	0.102	<0,100
NSCA 3 C2-2	<0,001	<0,001	0.018	<0,001	0.005	<0,0003	<0,104	0.181
NSCA 3C-3	<0,001	0.001	0.057	0.007	0.012	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-3-C4	0.002	0.009	0.041	<0,001	0.005	<0,0003	0.105	<0,100
NSCA-4	<0,001	0.001	0.042	0.0014	0.0035	<0,0003	0.175	0.31
NSCA 4 C2-2	<0,001	0.001	0.028	<0,001	0.003	<0,0003	<0,104	0.376
NSCA 4C-3	<0,001	<0,001	0.030	0.007	0.009	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-4-C4	0.004	0.008	0.042	<0,001	0.001	<0,0003	0.191	<0,100
NSCA-5	0.001	<0,001	0.074	0.0018	0.0036	<0,0003	0.175	<0,100
NSCA 5 C2-2	0.020	<0,001	0.028	<0,001	0.002	<0,0003	<0,104	0.166
NSCA 5C-3	<0,001	<0,001	0.040	0.007	0.009	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-5-C4	0.003	0.008	0.070	<0,001	<0,001	<0,0003	0.150	<0,100
NSCA-6	0.001	<0,001	0.023	0.009	0.0083	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA 6 C2-2	<0,001	<0,001	0.020	0.007	0.006	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA 6C-3	<0,001	<0,001	0.030	0.009	0.013	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-6-C4	0.008	<0,001	0.050	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	<0,100

NSCA-7	0.008	<0,001	0.024	0.0178	0.0124	<0,0003	<0,104	0.1221
NSCA 7 C2-2	<0,001	<0,001	0.020	0.015	0.008	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA 7C-3	<0,001	<0,001	0.031	0.012	0.013	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-7-C4	0.001	<0,001	0.031	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-8	<0,001	0.001	0.056	0.0011	0.0065	<0,0003	0.200	<0,100
NSCA 8 C2-2	<0,001	<0,001	0.054	<0,001	0.007	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA 8C-3	<0,001	<0,001	0.037	0.006	0.011	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-8-C4	0.005	0.009	0.071	<0,001	<0,001	<0,0003	0.150	<0,100
NSCA-9	<0,001	0.0032	0.075	0.001	0.0103	<0,0003	0.9002	<0,100
NSCA 9 C2-2	<0,001	0.003	0.025	<0,001	0.008	<0,0003	0.4408	<0,100
NSCA 9C-3	<0,001	0.001	0.037	0.007	0.011	<0,0003	0.399	<0,100
NSCA-9-C4	0.005	0.010	0.046	<0,001	<0,001	<0,0003	0.559	<0,100
NSCA-10	<0,001	<0,001	0.027	<0,001	0.0035	<0,0003	1.17	<0,100
NSCA 10 C2-2	<0,001	<0,001	0.017	<0,001	0.003	<0,0003	0.7672	<0,100
NSCA 10C-3	<0,001	<0,001	0.014	0.006	0.007	<0,0003	0.381	<0,100
NSCA-10-C4	0.009	<0,001	0.034	<0,001	<0,001	<0,0003	0.982	<0,100
NSCA-10-1	0.002	0.001	0.028	0.001	0.0042	<0,0003	1.259	<0,100
NSCA 11 C2-2	<0,001	<0,001	0.016	<0,001	0.001	<0,0003	0.6659	<0,100
NSCA 11C-3	<0,001	0.000	0.029	<0,001	<0,001	<0,0003	0.503	0.012
NSCA-11-C4	0.008	0.010	0.052	<0,001	<0,001	<0,0003	1.012	<0,100
NSCA 12 C2-1	<0,001	<0,001	0.025	0.001	0.006	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA 12C-3	<0,001	<0,001	0.033	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-12-C4	0.002	<0,001	0.036	<0,001	<0,001	<0,0003	0.104	<0,100
NSCA 13 C2-1	<0,001	0.001	0.027	<0,001	0.003	<0,0003	<0,104	0.364
NSCA 13C-3	<0,001	<0,001	0.032	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-13-C4	0.003	0.008	0.047	<0,001	0.007	<0,0003	0.154	0.121
NSCA 14 C2-1	<0,001	<0,001	0.020	<0,001	0.004	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA 14C-3	<0,001	0.001	0.046	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	<0,100
NSCA-14-C4	0.003	0.008	0.059	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,104	<0,100

Agua 14 C2-4	<0,001	<0,001	0.017	<0,001	<0,001	<0,0003	0.5693	<0,100
Agua 14 C2-4 Dup.	<0,001	<0,001	0.030	<0,001	<0,001	<0,0003	1.376	<0,100
AGUA 14C-5	<0,001	<0,001	0.040	<0,001	<0,001	<0,0003	2.771	<0,100
AGUA 14C-5 DUP.	<0,001	<0,001	0.039	<0,001	<0,001	<0,0003	2.823	<0,100
Agua 9 C2-4	<0,001	0.003	0.023	<0,001	0.004	<0,0003	1.023	<0,100
AGUA 9C-5	<0,001	0.002	0.032	<0,001	<0,001	<0,0003	1.563	<0,100
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	0.010	0.014	0.050	<0,001	<0,001	<0,0003	0.869	<0,100
promedio total	0.0048	0.0049	0.0369	0.0057	0.0065	#¡DIV/0!	0.6901	0.2205
minimo-total	0.0010	0.0004	0.0135	0.0010	0.0012	0.0000	0.1020	0.0118
maximo-total	0.0203	0.0143	0.0751	0.0178	0.0134	0.0000	2.8230	0.3764
desv-est	0.0045	0.0041	0.0158	0.0046	0.0034	#¡DIV/0!	0.6970	0.1238
mediana-total	0.0030	0.0032	0.0322	0.0063	0.0065	#¡NUM!	0.4719	0.1915
numero datos	21	23	60	25	40	0	32	10

Tabla 43: Concentración de metales As, Se, Hg, Si y DQO, todos los resultados en mg/L.

Identificacion	**As Total**	**As Disuelto**	**Se Total**	**Se Disuelto**	**Hg Total**	**Hg Disuelto**	Sílice	DQO
NSCA-1	0.0114	0.0019	0.0015	0.0030	<0,00012	<0,00012	7.55	5
NSCA 1 C2-2	0.0044	0.0041	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.125	3
NSCA 1C-3	0.0055	0.0016	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	6,61	<2,0
NSCA-1-C4	0.0008	0.0007	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,41	5
NSCA-2	0.0690	0.0042	0.0150	0.0101	0.00018	<0,00012	5.96	5
NSCA 2 C2-2	0.0107	0.0024	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.021	4
NSCA 2C-3	0.0086	0.0050	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,88	<2,0
NSCA-2-C4	0.0102	0.0046	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,52	6
NSCA-3	0.0113	0.0027	0.0024	0.0016	<0,00012	<0,00012	7.42	6
NSCA 3 C2-2	0.0022	0.0011	<0,0006	<0,0006	0.00015	<0,00012	<0,020	4
NSCA 3C-3	0.0063	0.0019	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,53	10

Folio018194

NSCA-3-C4	0.0086	0.0016	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,60	6
NSCA-4	0.0124	0.0082	0.0027	0.0024	<0,00012	<0,00012	7.53	5
NSCA 4 C2-2	0.0097	0.0082	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	<0,020	4
NSCA 4C-3	0.0062	0.0028	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,15	<2,0
NSCA-4-C4	0.0059	0.0039	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,20	3
NSCA-5	0.0462	0.0053	0.0084	0.0013	<0,00012	<0,00012	6.33	6
NSCA 5 C2-2	0.0099	0.0038	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	<0,020	3
NSCA 5C-3	0.0060	0.0034	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,72	<2,0
NSCA-5-C4	0.0073	0.0034	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,60	2
NSCA-6	0.0046	0.0010	0.0017	0.0022	<0,00012	<0,00012	7.03	6
NSCA 6 C2-2	0.0020	<0,0005	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.057	4
NSCA 6C-3	0.0015	<0,0005	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,22	<2,0
NSCA-6-C4	0.0014	0.0007	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	5,88	8
NSCA-7	0.0043	0.0016	0.0018	0.0017	<0,00012	<0,00012	5.53	5
NSCA 7 C2-2	0.0009	<0,0005	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.056	3
NSCA 7C-3	0.0013	<0,0005	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	6,11	<2,0
NSCA-7-C4	0.0023	0.0007	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,33	8
NSCA-8	0.0068	0.0073	0.0031	0.0021	<0,00012	<0,00012	8.11	6
NSCA 8 C2-2	0.0043	0.0036	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	<0,020	3
NSCA 8C-3	0.0036	0.0033	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	4,42	<2,0
NSCA-8-C4	0.0034	0.0029	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,94	7
NSCA-9	0.0076	0.0075	0.0122	0.0026	0.00071	<0,00012	12.2	5
NSCA 9 C2-2	0.0045	0.0025	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.024	3
NSCA 9C-3	0.0033	0.0027	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	10,4	23
NSCA-9-C4	0.0060	0.0037	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	10,0	38
NSCA-10	0.0046	0.0047	0.0160	0.0026	0.00018	<0,00012	--	5
NSCA 10 C2-2	0.0023	0.0020	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.509	4
NSCA 10C-3	0.0094	0.0016	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,19	<2,0
NSCA-10-C4	0.0043	0.0028	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	9,45	10

Folio018195

NSCA-10-1	0.0071	0.0043	0.0170	0.0029	<0,00012	<0,00012	8.37	6
NSCA 11 C2-2	0.0031	0.0024	<0,0006	<0,0006	0.00035	<0,00012	0.501	4
NSCA 11C-3	0.0031	0.0024	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	9,29	<2,0
NSCA-11-C4	0.0053	0.0027	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	10,1	7
NSCA 12 C2-1	0.0020	0.0010	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.141	3
NSCA 12C-3	0.0066	0.0009	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,13	<2,0
NSCA-12-C4	0.0028	0.0011	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,52	9
NSCA 13 C2-1	0.0060	0.0033	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	<0,020	4
NSCA 13C-3	0.0066	0.0030	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,36	<2,0
NSCA-13-C4	0.0069	0.0037	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,08	3
NSCA 14 C2-1	0.0063	0.0019	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	<0,020	3
NSCA 14C-3	0.0078	0.0020	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	8,51	<2,0
NSCA-14-C4	0.0048	0.0029	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	9,00	5
Agua 14 C2-4	0.0015	0.0012	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	<0,020	4
Agua 14 C2-4 Dup.	0.0023	0.0013	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.521	4
AGUA 14C-5	0.0027	0.0023	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	11,3	11
AGUA 14C-5 DUP.	0.0027	0.0024	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	7,63	28
Agua 9 C2-4	0.0043	0.0034	0.0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	0.426	3
AGUA 9C-5	0.0039	0.0032	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	9,89	3
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	0.0054	0.0052	<0,0006	<0,0006	<0,00012	<0,00012	--	--
promedio total	0.0070	0.0030	0.0069	0.0029	0.0003	#¡DIV/0!	3.9	4.3
minimo-total	0.0008	0.0007	0.0006	0.0013	0.0002	0.0000	0.0	3.0
maximo-total	0.0690	0.0082	0.0170	0.0101	0.0007	0.0000	12.2	6.0
desv-est	0.0101	0.0018	0.0064	0.0024	0.0002	#¡DIV/0!	4.0	1.1
mediana-total	0.0050	0.0028	0.0029	0.0024	0.0002	#¡NUM!	3.0	4.0
numero datos	60	56	12	11	5	0	20	28

Folio018196

Tabla 44: Concentración de aniones (mg/L). Parte 1

Identificacion	PO4	NO3	NO2	NH4	CN	SO4	F	Cl
NSCA-1		0.56	<0,10	0.86	<0,02	223	0.44	44.2
NSCA 1 C2-2	<0,010	1.31	<0,010	0.91	<0,20	186	<0,10	19.5
NSCA 1C-3	<1,0	0.53	<0,10	1,01	<0,020	164	0,41	23.9
NSCA-1-C4	<1,0	1,85	<0,10	1,60	<0,020	169	0,38	4,72
NSCA-2		2.15	<0,10	1.1	<0,02	117	0.32	122
NSCA 2 C2-2	0.049	2.43	<0,010	0.85	<0,020	211	<0,10	15.6
NSCA 2C-3	<1,0	1,70	<0,10	0,96	<0,020	223	0,26	13,1
NSCA-2-C4	<1,0	8,57	<0,10	0,58	<0,020	257	0,22	20,7
NSCA-3	--	0.52	<0,10	0.78	<0,02	236	0.47	53.9
NSCA 3 C2-2	0.015	1.07	<0,010	0.85	<0,020	183	<0,10	5.51
NSCA 3C-3	<1,0	0,51	<0,10	0,93	<0,020	197	0,42	14,6
NSCA-3-C4	<1,0	3,39	<0,10	0,91	<0,020	201	0,38	17,7
NSCA-4	-	0.62	<0,10	1.16	<0,02	275	0.25	51.8
NSCA 4 C2-2	0.103	1.02	<0,010	0.86	<0,020	163	<0,10	5.54
NSCA 4C-3	<1,0	0,78	<0,10	0,95	<0,020	218	0,22	10,5
NSCA-4-C4	<1,0	4,06	<0,10	0,66	<0,020	255	0,25	13,1
NSCA-5	--	0.52	<0,10	1.31	<0,02	260	0.33	46.3
NSCA 5 C2-2	0.103	1.63	<0,010	0.74	<0,020	223	<0,10	13.1
NSCA 5C-3	<1,0	0,95	<0,10	1,04	<0,020	200	0,25	9,33
NSCA-5-C4	<1,0	6,49	<0,10	0,72	<0,020	263	0,26	12,8
NSCA-6	--	0.59	<0,10	0.79	<0,02	176	0.42	10.4
NSCA 6 C2-2	0.019	0.87	<0,010	0.71	<0,020	176	<0,10	5.58
NSCA 6C-3	<1,0	0,41	<0,10	0,95	<0,020	176	0,32	3,98
NSCA-6-C4	<1,0	3,23	<0,10	0,95	<0,020	162	0,39	4,10
NSCA-7	--	0.57	<0,10	0.82	<0,02	154	0.40	11.2
NSCA 7 C2-2	0.091	0.99	<0,010	0.78	<0,020	166	<0,10	5.34
NSCA 7C-3	<1,0	0,47	<0,10	0,92	<0,020	144	0,24	3,56

Folio018197

NSCA-7-C4	<1,0	3,22	<0,10	0,59	<0,020	42,6	0,38	3,43
NSCA-8	--	0.52	<0,10	0.75	<0,02	301	0.36	55.3
NSCA 8 C2-2	0.045	1.12	<0,010	0.78	<0,020	273	<0,10	25
NSCA 8C-3	<1,0	0,36	<0,10	0,98	<0,020	259	0,43	17,5
NSCA-8-C4	<1,0	2,76	<0,10	0,89	<0,020	269	0,41	20,7
NSCA-9	--	0.30	<0,10	1.93	<0,02	585	0.50	109
NSCA 9 C2-2	3.05	2.03	<0,010	0.74	<0,020	461	<0,10	96.3
NSCA 9C-3	<1,0	3,92	<0,10	1,92	<0,020	525	0,56	105
NSCA-9-C4	5,6	9,29	21,6	1,35	<0,020	520	0,22	94,8
NSCA-10	--	0.28	<0,10	--	<0,02	917	0.25	619
NSCA 10 C2-2	<0,010	<0,50	<0,010	0.64	<0,020	608	<0,10	307
NSCA 10C-3	<1,0	1,25	<0,10	1,04	<0,020	785	0,37	381
NSCA-10-C4	<1,0	<0,20	<0,10	0,76	<0,020	1039	0,39	455
NSCA-10-1	<1,0	0.77	<0,10	0.67	<0,02	889	0.33	581
NSCA 11 C2-2	0.327	1.01	<0,010	0.62	<0,020	768	0.54	370
NSCA 11C-3	<1,0	0,87	<0,10	0,99	<0,020	661	0,36	241
NSCA-11-C4	1,7	1,72	<0,10	1,23	<0,020	964	0,24	457
NSCA 12 C2-1	<0,010	0.81	<0,010	0.85	<0,020	208	<0,10	13.7
NSCA 12C-3	<1,0	0,50	<0,10	0,97	<0,020	187	0,39	13,4
NSCA-12-C4	<1,0	9,98	<0,10	0,72	<0,020	186	0,33	15,1
NSCA 13 C2-1	0.072	1.58	<0,010	0.83	<0,020	234	<0,10	13.4
NSCA 13C-3	<1,0	0,96	<0,10	0,95	<0,020	219	0,25	11,0
NSCA-13-C4	<1,0	5,47	<0,10	0,83	<0,020	271	0,26	13,1
NSCA 14 C2-1	0.103	1.63	<0,010	0.74	<0,020	223	<0,10	13.1
NSCA 14C-3	<1,0	0,62	<0,10	1,14	<0,020	214	0,32	12,8
NSCA-14-C4	<1,0	3,82	<0,10	0,98	<0,020	254	0,38	16,6
Agua 14 C2-4	<0,010	<0,50	<0,010	0.71	<0,020	866	0.1	387
Agua 14 C2-4 Dup.	<0,010	<0,50	<0,010	0.68	<0,020	884	0.11	476
AGUA 14C-5	<1,0	0,40	<0,10	0,95	<0,020	1053	0,56	413

Folio018198

AGUA 14C-5 DUP.	<1,0	<0,20	<0,10	1,03	<0,020	1391	0,50	854
Agua 9 C2-4	0.129	3.24	<0,010	0.85	<0,020	626	<0,10	190
AGUA 9C-5	<1,0	3,49	<0,10	1,01	<0,020	724	0,39	286
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	--	--	--	--	--	--	--	--
promedio total	0.3	1.1	-	0.9	-	378.3	0.3	127.2
minimo-total	0.0	0.3	-	0.6	-	117.0	0.1	5.3
maximo-total	3.1	3.2	-	1.9	-	917.0	0.5	619.0
desv-est	0.9	0.7	-	0.3	-	268.0	0.1	183.9
mediana-total	0.1	0.9	-	0.8	-	235.0	0.3	44.2
numero datos	12	26	-	27	-	28	14	29

Tabla 45: Concentración de aniones (mg/L). Parte 2

Identificacion	NTK	NT	P Total	Clorofila
NSCA-1	-	2.10	0.83	12.56
NSCA 1 C2-2	1.56	2.87	1.17	
NSCA 1C-3	1,77	2,30	<0,20	15.77
NSCA-1-C4	2,60	4,45	0,64	0
NSCA-2	-	4.06	1.00	9.09
NSCA 2 C2-2	1.42	3.85	2.52	
NSCA 2C-3	1,78	3,48	0,73	15.77
NSCA-2-C4	1,34	9,91	0,81	2.41
NSCA-3	-	2.13	0.92	0
NSCA 3 C2-2	1.4	2.47	0.77	
NSCA 3C-3	1,56	2,07	0,98	64.95
NSCA-3-C4	1,28	4,67	0,89	0
NSCA-4	-	2.89	0.75	0
NSCA 4 C2-2	1.67	2.69	0.77	0

NSCA 4C-3	1,50	2,28	0,89	16.04
NSCA-4-C4	1,33	5,39	0,98	0
NSCA-5	-	3.20	1.67	0
NSCA 5 C2-2	3.99	5.62	1.09	
NSCA 5C-3	1,63	2,58	0,73	0
NSCA-5-C4	1,50	7,99	0,56	0
NSCA-6	-	2.00	0.75	0
NSCA 6 C2-2	1.53	2.4	1.17	
NSCA 6C-3	1,57	1,98	<0,20	0
NSCA-6-C4	1,52	4,75	0,48	9.89
NSCA-7	-	1.99	0.92	0
NSCA 7 C2-2	1.68	2.67	1.09	
NSCA 7C-3	1,48	1,95	0,48	0
NSCA-7-C4	1,36	4,58	0,48	0
NSCA-8	-	1.84	0.83	--
NSCA 8 C2-2	2.06	3.18	1.09	
NSCA 8C-3	1,50	1,86	0,48	0
NSCA-8-C4	1,37	4,13	0,56	0
NSCA-9	-	6.84	0.67	0
NSCA 9 C2-2	3.72	5.75	1.65	
NSCA 9C-3	3,50	7,42	0,98	0
NSCA-9-C4	2,95	33,8	1,90	0.8
NSCA-10	-	1.60	<0,20	0.53
NSCA 10 C2-2	1.31	1.31	1.01	
NSCA 10C-3	1,57	2,82	<0,20	0
NSCA-10-C4	1,28	1,28	0,48	0
NSCA-10-1	-	2.14	0.58	0
NSCA 11 C2-2	1.62	2.63	1.09	
NSCA 11C-3	1,46	2,33	0,48	0

NSCA-11-C4	1,73	3,45	0,98	0
NSCA 12 C2-1	1.87	2.68	1.49	
NSCA 12C-3	1,48	1,98	0,81	--
NSCA-12-C4	1,39	11,4	0,56	21.38
NSCA 13 C2-1	2.16	3.74	1.01	
NSCA 13C-3	1,60	2,56	0,56	--
NSCA-13-C4	1,44	6,91	0,48	5.88
NSCA 14 C2-1	3.99	5.62	1.09	
NSCA 14C-3	1,94	2,56	0,98	0
NSCA-14-C4	1,52	5,34	0,98	0
Agua 14 C2-4	1.73	1.73	0.85	
Agua 14 C2-4 Dup.	1.4	1.4	<0,20	
AGUA 14C-5	1,46	1,86	0,98	0
AGUA 14C-5 DUP.	1,64	1,64	0,56	0
Agua 9 C2-4	1.32	4.56	<0,20	
AGUA 9C-5	1,57	5,06	0,73	0
NSCA 11-BRAZO (INTERNO)***	--	--	--	--
promedio total	2.0	3.1	1.1	4.4
minimo-total	1.3	1.3	0.6	0.0
maximo-total	4.0	6.8	2.5	65.0
desv-est	0.9	1.4	0.4	11.4
mediana-total	1.7	2.7	1.0	0.0
numero datos	17	28	25	40

Folio018201

5 CONCLUSIONES.

El proyecto “Estudio Monitoreo y Actualización de Antecedentes Técnicos para Desarrollar Norma Secundaria de Calidad (NSCA) para la Protección de las Aguas Continentales en la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama“ ha avanzado en recopilar, actualizar, sistematizar y analizar toda la información existente, al año 2015, respecto de la calidad de las aguas continentales correspondientes a la cuenca del Río Huasco y proponer una red de observación de metales disueltos y propuesta de campañas de monitoreo de calidad de agua para metales en áreas sin información o relevantes en la cuenca, con límite de detección menores a los utilizados por la Dirección General de Aguas.

Desde el año 2006 se comenzó el proceso de dictación de NSCA cuyo anteproyecto fue sometido a consulta pública en 2008. Se pretende que estas NSCA constituyan un instrumento de gestión ambiental, ya que, al establecer niveles de calidad ambiental en la cuenca, contribuyen a salvaguardar el recurso, maximizando los beneficios sociales, económicos y ambientales. Durante la consulta pública se levantaron numerosos antecedentes, sin embargo, el proceso normativo se vió afectado desde el punto de vista reglamentario porque no fue posible disponer del Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) ya que la metodología empleada en la consultoría de apoyo contratada por la DGA no fue validada, impidiendo disponer del mencionado análisis en los tiempos reglamentarios. De este modo, el proceso de dictación de las NSCA de las aguas del Río Huasco, quedó en condición de *inconcluso*.

De 2008 a la fecha, se han incrementado los proyectos en la zona con capacidad potencial para afectar la calidad de las aguas y en 2012, además, se modificó el propio reglamento que estipula la dictación de normas de calidad ambiental, en relación con la nueva institucionalidad ambiental, por lo que se existen antecedentes actualizados que no fueron considerados en el anteproyecto original.

En el portal del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyectoAction.php) se reportan 696 proyectos aprobados para la III Región, de los cuales 148 se ubican en las comunas de Huasco, Freirina, Vallenar y Alto del Carmen. De ellos 126 proyectos (85%) han sido aprobados por Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y 22 proyectos (15%) mediante Estudios de Impacto Ambiental (EIA). Respecto a las actividades industriales, 54 proyectos (36%) corresponden a Minería, 37 proyectos (25%) corresponden a Energía y 18 proyectos (12%) corresponden a Saneamiento. Además hay otros 13 proyectos En Calificación

A la fecha de este informe, se han recibido aproximadamente **250 archivos con antecedentes** (en formatos diferentes) que contienen información de la cuenca y resultados de análisis de calidad de agua en diferentes sectores de la cuenca del Río Huasco. Como la información disponible es muy heterogénea en contenido y en formato, se comenzó realizando una compilación detallada en formato Excel, donde se identificaron **131 parámetros** que han sido analizados (con alguna frecuencia) en las estaciones de la cuenca del Río Huasco. La base de datos se encuentra poblada con aproximadamente el 40% de toda la información disponible.

Se identificaron **87 estaciones o puntos de muestreo** donde se ha reportado análisis de calidad de agua, según los diferentes antecedentes, independientemente de la frecuencia y duración de dichos análisis. La siguiente figura ilustra la ubicación de todas las estaciones donde se ha identificado información válida para este estudio.

Folio018202

Hay estaciones de muestreo distribuidas en toda la cuenca, sin embargo, la información contenida en ellas es variada en cuanto a:

- Cobertura temporal de los estudios: algunos datos corresponden a años específicos muestras que otros reflejan evaluaciones de largo tiempo (más de 10 años).
- Frecuencia de los muestreos: los muestreos se han realizado con diferentes frecuencias: los valores aportados por Barrick corresponden aproximadamente a análisis mensuales durante algunos años mientras que los aportados por DGA corresponden a tres o cuatro valores al año, durante muchos años.
- Parámetros analizados: No ha sido posible identificar una batería de analitos que sea comparable para las distintas estaciones y a lo largo de los años. Es decir, cada estudio consideró analitos diferentes, en ocasiones medidos en la fracción disuelta y en ocasiones en la fracción total, por lo que la serie de tiempo no es homogénea a lo largo de toda la cuenca.
- Análisis en terreno: Algunos resultados tienen mediciones en terreno y otros no.

Se realizó una síntesis inicial de la evaluación cualitativa acerca de la utilidad de la información que se obtiene con el análisis de cada parámetro y su relevancia para ser incorporados en una NSCA, considerando que el objetivo supremo es la protección de los ecosistemas acuáticos en general. De los 131 parámetros, 3 no aportan ninguna utilidad, 24 aportan muy poca utilidad, 23 aportan poca utilidad, 2 aportan mediana utilidad, 19 aportan alta utilidad y 35 deben ser evaluados según los antecedentes específicos de esta cuenca.

Los 26 parámetros de alta utilidad, que debiesen estar contenidos en las NSCA son: Al_{total}, As_{total}, Cd_{total}, Cu_{total}, Conductividad, Cr_{total}, Fosfatos, Fe_{total}, O_2, Sólidos suspendidos totales, Sulfato, Temperatura, pH, Co_{total}, Cianuro, Cloruros, Mn_{total}, Hg_{total}, Mo_{total}, Ni_{total}, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno, Pb_{total}, V_{total}, Zn_{total}. Sin embargo, esta recomendación no significa que todos los parámetros se tengan que establecer como valores normados en todas las áreas de vigilancia.

Se recopiló la data biológica existente disponible en relación al monitoreo biológico y ecotoxicológico histórico desarrollado a nivel público o privado en la cuenca del Río Huasco. La base de datos se trabaja en formato Excel, considerando el tipo de monitoreo biológico y/o ecotoxicológico, valor, unidad, fecha de muestreo, punto de monitoreo, fuente de información, entre otros.

A la fecha de este informe se han realizado completamente las siguientes campañas de muestreo:

- La primera campaña de muestreo se realizó entre los días 27 de Noviembre al 1 de Diciembre de 2015, coincidiendo con la primavera.
- La segunda campaña de muestreo se realizó entre los días 25 al 27 de Enero de 2016, coincidiendo con el verano.
- La tercera campaña de muestreo se realizó entre los días 27 al 30 de Abril de 2016 coincidiendo con el otoño.
- La cuarta campaña de muestreo se realizó entre los días 18 al 21 de Julio de 2016 coincidiendo con el invierno.

Folio018203

Los análisis de las muestras han sido ejecutados en su totalidad. Se entregan todos los resultados disponibles.

Se presenta en este informe, una propuesta de 14 áreas de vigilancia y parámetros relevantes para cada una de ellas, lo cual se relaciona con la morfología de la cuenca, las actividades antropogénicas y los parámetros relevantes para la conservación de la calidad ecológica de las aguas.

Folio018204

6 ANEXO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA CUENCA DEL RIO HUASCO

La cuenca del Río Huasco se codifica como 038 en la Base Nacional de Aguas (BNA) de la DGA[22]. Es una cuenca de tipo Exorreica, comprende un área total de 9.814 km^2 y se ubica en las regiones de Atacama (88%) y de Coquimbo (12%). Esta dividida en tres subcuencas: la del Río Tránsito (0380) que abarca 4.112 km^2; la del Río del Carmen (0381) que abarca 3.042 km^2 y la del Río Huasco que abarca 2.660 km^2. En la siguiente tabla se presenta la identificación y área de cada una de las subsubcuencas identificadas por la DGA para la cuenca del Río Huasco y sus correspondientes subcuencas.

Tabla 46. Identificación y área de las subsubcuencas para la cuenca del Río Huasco.

COD_CUEN	COD_SUBC	COD_SSUBC	NOMBRE	AREA km^2
038	0380	03800	Rio Laguna Grande	689
038	0380	03801	Rio Valeriano	914
038	0380	03802	Rio Conay (entre Rio Valeriano y Rio Chollay)	170
038	0380	03803	Rio Chollay	872
038	0380	03804	Rio Transito Entre Rio Chollay y Quebrada Chanchoquin	553
038	0380	03805	Quebrada Chanchoquin	562
038	0380	03806	Rio Transito Entre Quebrada Chanchoquin y Rio Huasco	351
038	0381	03810	Rio del Carmen bajo junta Rio Sancarron	759
038	0381	03811	Rio del Carmen entre Rio Sancarron y Rio Potrerillo	439
038	0381	03812	Rio Potrerillo	637
038	0381	03813	Rio del Carmen Entre Rio Potrerillo Bajo Junta Quebrada la Plata	444
038	0381	03814	Rio del Carmen Entre Quebrada La Plata y Pueblo San Felix	472
038	0381	03815	Rio del Carmen entre Pueblo San Felix y Rio Huasco	292
038	0382	03820	Rio Huasco Entre Rio Transito y Del Carmen y Quebrada Camarones	257
038	0382	03821	Quebrada Camarones	447
038	0382	03822	Rio Huasco Entre Quebrada Camarones y Bajo Junta Quebrada El Jilguero	301
038	0382	03823	Rio Huasco Entre Quebrada El Jilguero y Quebrada Maitencillo	336
038	0382	03824	Quebrada Maitencillo	608
038	0382	03825	Rio Huasco Entre Quebrada Maitencillo y Bajo Quebrada Tortolas	430
038	0382	03826	Rio Huasco Entre Quebrada Tortolas y Desembocadura	281

De acuerdo a lo señalado en estudio de CAZALAC (2011), la subcuenca del Río Tránsito, con una longitud de 108 km entre el nacimiento de su subtributario principal Conay y la Junta del Carmen, punto de confluencia de los Ríos del Tránsito y del Carmen, comprende una superficie de 4.135 km^2. Con una orientación NE, **el Río Tránsito** se forma en el sector Junta de Chollay, 45 km aguas arriba de la Junta del Carmen, de la confluencia de los Ríos Conay y Chollay. A su vez, el Río Conay proviene de la confluencia en la cordillera andina de los Ríos Valeriano, Laguna Grande y Laguna Chica, alcanzando una longitud de 15 km. Con una

[22] Fuente: Disivión de Hidrología y Unidad SIG de la División de Estudios y Planificación

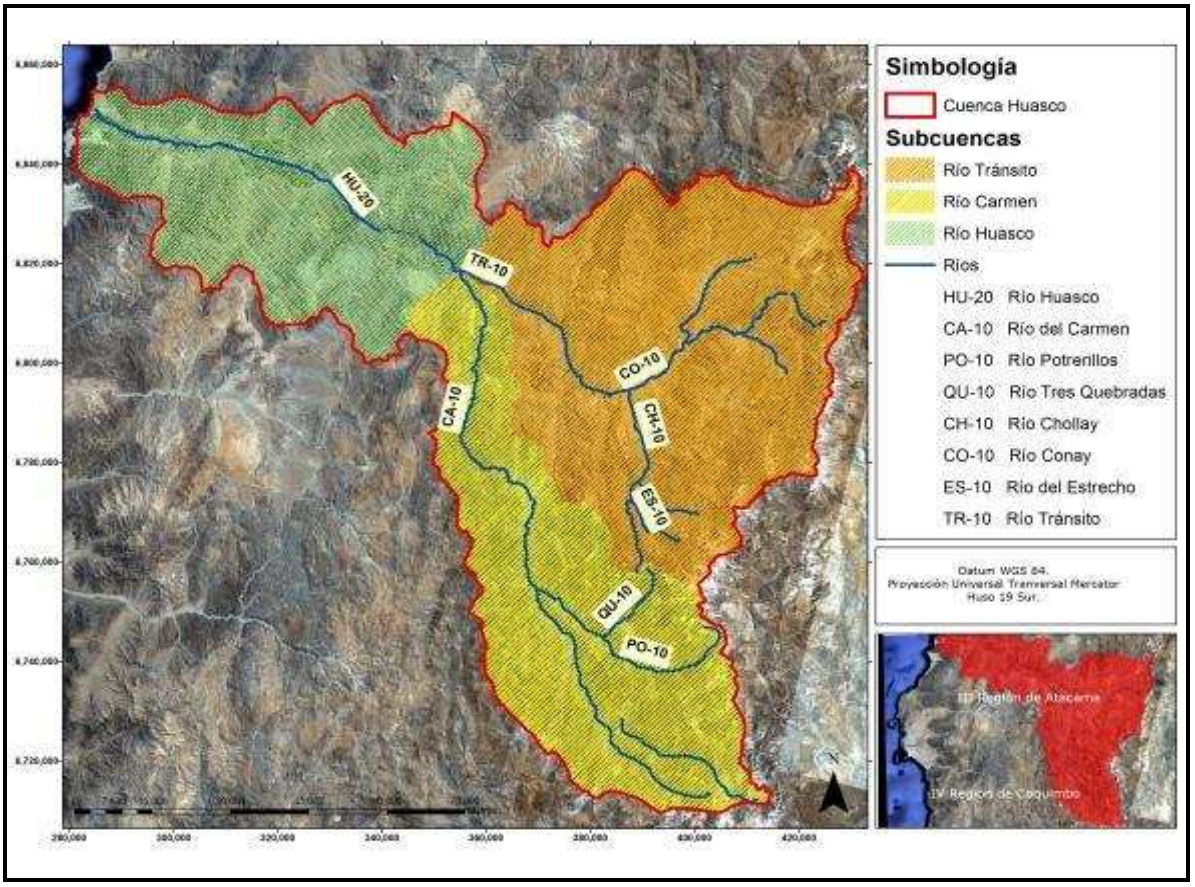
Folio018205

superficie ocupada de 728 km^2, el Río Chollay se origina a su vez en la confluencia de los Ríos Blanco, Estrecho y del Toro, alcanzando una longitud aproximada de 20 km. Así, desde su origen hasta la confluencia con el Río del Carmen, el Río Tránsito recepciona los tributarios siguientes: los Ríos Laguna Chica, Arroyo, Yerbas Buenas, Laguna Grande, Valeriano y Chollay, y las quebradas del Chacay, El Corral, Albaricoque, La Plata, del Amarillo, Pinte, Las Pircas, del Pozo, La Plaza, Chilico, La Mollaca, Paitepén, Chanchoquín y El Tabaco.

El **Río del Carmen** constituye también uno de los principales afluentes del Río Huasco, posee una longitud de 145 km hasta la junta con el Río Tránsito. Tiene una superficie de 2860 km^2. La subcuenca del Río del Carmen tiene por tributarios principales: los Ríos Primero, del Medio y Apolinario, los cuales confluyen formando el Río del Carmen, y el Río Potrerillo que baja desde la cordillera y confluye con el Río del Carmen en la localidad de Potrerillo.

El **Río Huasco**, a su vez, se forma de la confluencia de los Ríos Tránsito y del Carmen, en un lugar llamado Junta del Carmen del Río Huasco, conocido como La Junta. Desde su nacimiento, escurre a lo largo de 33 km por un cajón cordillerano observándose un lecho relativamente estrecho hasta la desembocadura de la quebrada El Jilguero, a 5 km al oriente de Vallenar. Desde esta zona en adelante, la caja del Río Huasco se ensancha, observándose el valle con extensas terrazas fluviales cuaternarias. El Río Huasco presenta una orientación Este - Oeste, abarcando una longitud total de 88 km, observándose en su desembocadura una amplitud mayor a 2 km de ancho.

Folio018206



Fuente: Asesorías Algoritmos, 2012.

Ilustración 26. Subcuencas y Ríos tributarios del Río Huasco.

En la Tabla 47 se clasifican los principales sistemas hídricos de la cuenca del Río Huasco. Estas corresponden a las subcuencas del Río Tránsito, Río Carmen y Río Huasco.

Tabla 47. Principales sistemas hídricos de la cuenca del Río Huasco

Nombre subcuenca	Superficie (km²)	Coordenadas		Comunas asociadas	Principales afluentes
		Latitud S	Longitud O		
Río Tránsito	4.135	28º46' 28º35' 29º20'	70º30' 69º41' 70º01'	Alto del Carmen	Río de la Laguna Chica
					Río de la Laguna Grande
					Río de Valeriano
					Río Conay
					Río Chollay
					Quebrada La Plata
					Quebrada Pinte
Río del Carmen	2.680	28º46' 20º20' 29º44'	70º30' 70º01' 69º53'	La Higuera (IV Región)	Río Primero
					Río del Medio
					Río Matancilla
				Alto del Carmen	Río Potrerillos
					Río Tres Quebradas
					Estero Plata Alta
Río Huasco	2.855	28º39'	70º24'	Vallenar	Quebrada La Laja

Folio018207

		29º03' 28º25'	70º32' 71º11'		Quebrada del Carrizo
					Quebrada Las Cañas
					Quebrada Camarones
					Quebrada Jilguero
					Quebrada Romero
					Quebrada La Higuera
					Quebrada Maitencillo
				Freirina	Quebrada Maitencillo
					Quebrada Agua Salada
					Quebrada El Negro
				Huasco	Quebrada del Pino

Fuente: Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores (GMA) ,2007.

6.1.1 Clima

En la cuenca del Río Huasco se presentan dos climas: el clima desértico con nublados, de Vallenar a la costa, y el clima desértico normal, de Vallenar hacia el interior. El clima desértico con nublados tiene por características principales variaciones térmicas muy moderadas, precipitaciones escasas y solamente en el periodo invernal, alta humedad relativa y nubosidad abundante aún en los meses de verano. La influencia marina se ve a través de neblinas o camanchacas, especialmente en las mañanas y hasta la Junta del Carmen, en forma excepcional. De Vallenar hacia el interior, el clima cambia abruptamente a un clima desértico normal, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche: durante el día, las temperaturas son altas pero bajan considerablemente durante la noche. La influencia marina es escasa, debido a lo cual la humedad relativa desciende por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año.

Según estudio de CAZALAC (2011), el área se encuentra bajo la influencia de un bioclima mediterráneo, caracterizado por presentar un incremento y máximo estacional de precipitaciones durante el invierno en su sector más árido, con déficit hídrico durante más de la mitad del año: el índice de humedad estival es de 0 en Vallenar.

Las precipitaciones aumentan conforme se asciende en el gradiente altitudinal en dirección a la cordillera andina: ellas se originan en los frentes polares provenientes desde el suroeste y la barrera climática de los Andes produce su acumulación en los sectores altos de la cordillera.

De acuerdo a lo señalado por DGA (2012) en Vallenar el promedio anual de precipitaciones es de 23 mm. Las temperaturas y la oscilación térmica disminuyen hacia el este, debido a la combinación del efecto de la altitud y del incremento de la distancia al mar. Las características principales de los valles de los Ríos Huasco, Tránsito y del Carmen están dadas por un período libre de heladas de 11 meses, de agosto a junio. La temperatura mínima de julio es de 5°C y la máxima del mes de enero es de 28°C (CADE – IDEPE, 2004).

6.1.2 Hidrología

El régimen hidrológico ha sido descrito como inestable, presentándose nival algunos años, con crecidas en los meses de verano (noviembre a enero) de acuerdo a lo señalado por Algoritmos (2013). En años más secos, presenta crecidas provenientes de precipitaciones directas en los meses de invierno. Sin embargo, en varios años ha presentado comportamiento bimodal, con un máximo en invierno y otro en primavera. Así mismo, el régimen promedio es nivo-pluvial, sin embargo, se han datado años con patrones de descarga netamente pluvial y/o nivales.

Folio018208

Según lo señalado por CAZALAC (2011) los caudales del Río Huasco, con un régimen de alimentación mixto, se regulan desde el año 1995 en el Embalse Santa Juana, con capacidad de 166 millones/m^3.

El Atlas del Agua (2016), registra para la cuenca del Río Huasco un caudal medio anual de 7,7 m^3/s[23] medido en la estación Río Huasco en Algodones. Del mismo modo, el caudal medio mensual para esta cuenca varía entre 0,4 y 91,7 m^3/s.

6.1.3 Hidrogeología

La permeabilidad en la parte alta de la cuenca del Río Huasco es baja, debido a la presencia de rocas impermeables del Paleozoico junto con rocas del período jurásico de muy baja permeabilidad, según lo señalado por CAZALAC (2011). Desde la ciudad Alto del Carmen en adelante, la permeabilidad se hace de media a alta al pasar de rocas sedimentarias – volcánicas, depósitos no consolidados o rellenos, encajonadas por intercalaciones de rocas sedimentarias, plutónicas e hipabisales. A partir de Vallenar existen recargas del Río Huasco por afloramientos, los cuales continúan hasta su desembocadura

6.1.4 Geología y geomorfología

La cuenca del Río Huasco se divide morfológicamente en dos sectores: en el sector del nacimiento del Río Huasco y la desembocadura de la quebrada El Jilguero, a 5 km al oriente de Vallenar, el río fluye por un típico cajón cordillerano, en un lecho relativamente estrecho, confinado por cerros según lo señalado por CAZALAC (2012). Las quebradas laterales interrumpen con sus conos de deyección el curso del Río, desviándolo a uno y otro lado.

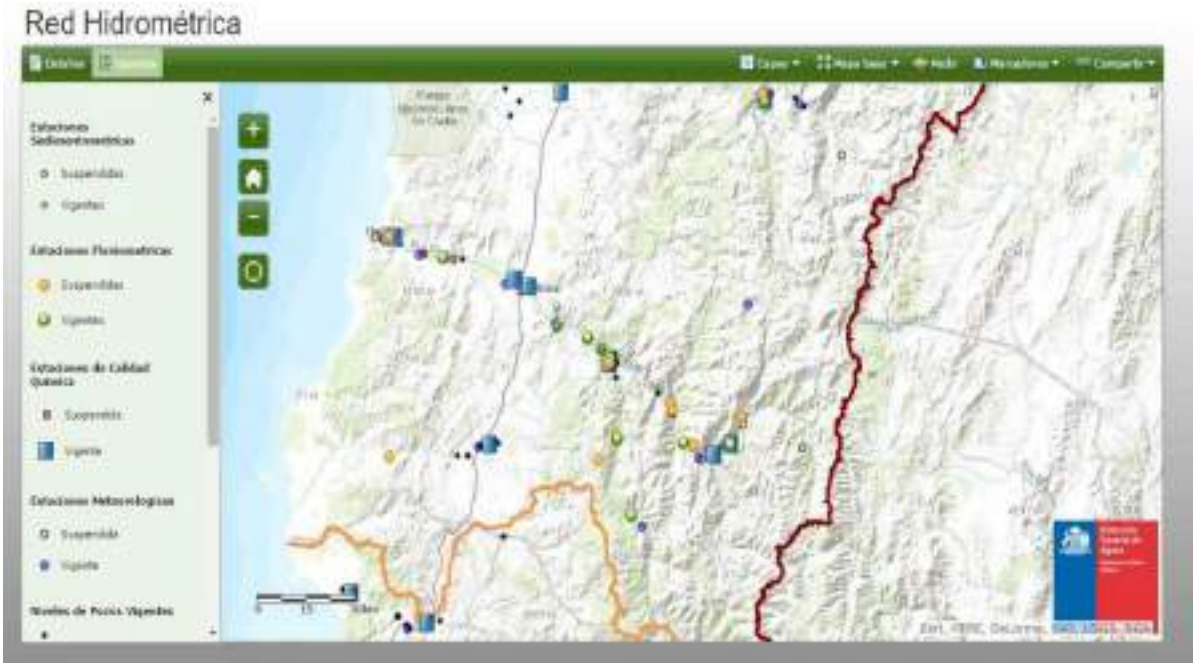
En su curso inferior, desde El Jilguero hasta la desembocadura en el mar, la caja del río se ensancha y el valle se presenta acompañado de extensas terrazas fluviales cuaternarias. Los principales tributarios, los Ríos Tránsito y del Carmen, también se presentan encajonados, rodeados por elevados cerros rocosos, de laderas escarpadas, aunque la caja misma del Río Tránsito es bastante ancha desde la localidad de Conay a la Junta del Carmen, y deja extensas playas ripiosas por donde el curso del río presenta múltiples meandros.

6.2 Estaciones de monitoreo de la Dirección General de Aguas (DGA)

En la figura a continuación se presenta la ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del Río Huasco. Aunque hay muchas estaciones, varias se encuentran en condición de Suspendidas. Por lo tanto, la información disponible no es tanta como pareciera de la cantidad de estaciones y no siempre está completa como para facilitar una sistematización adecuada.

[23] Disponible en http://www.dga.cl/DGADocumentos/Atlas2016parte2-17marzo2016b.pdf

Folio018209



Fuente: http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0

Ilustración 27. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del Río Huasco.

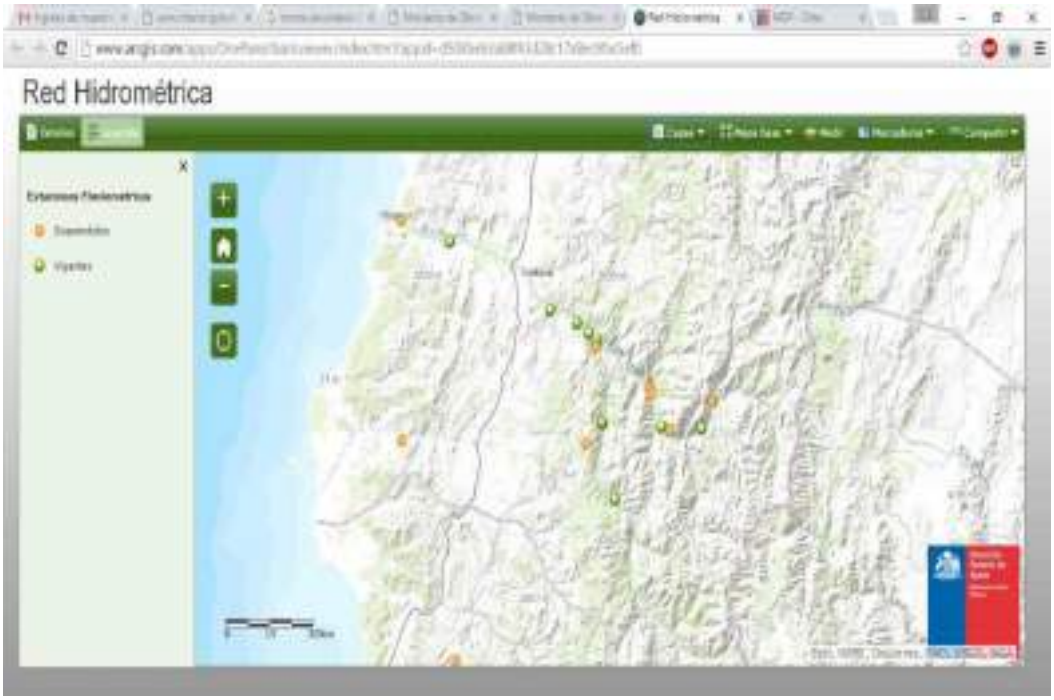
En las figuras a continuación se presentan los detalles de las estaciones de la DGA, distinguiendo entre ellas según la información que registran.



Fuente: http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0

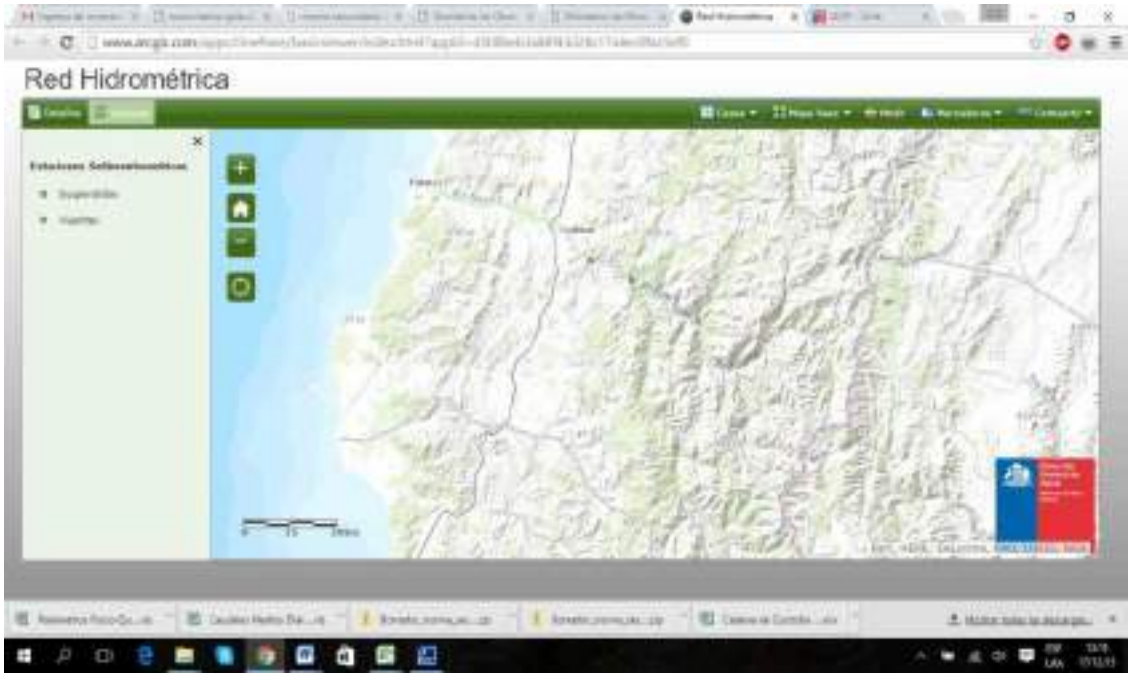
Ilustración 28. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones de Calidad Química) en la cuenca del Río Huasco, destacando 6 estaciones suspendidas.

Folio018210



Fuente: http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0

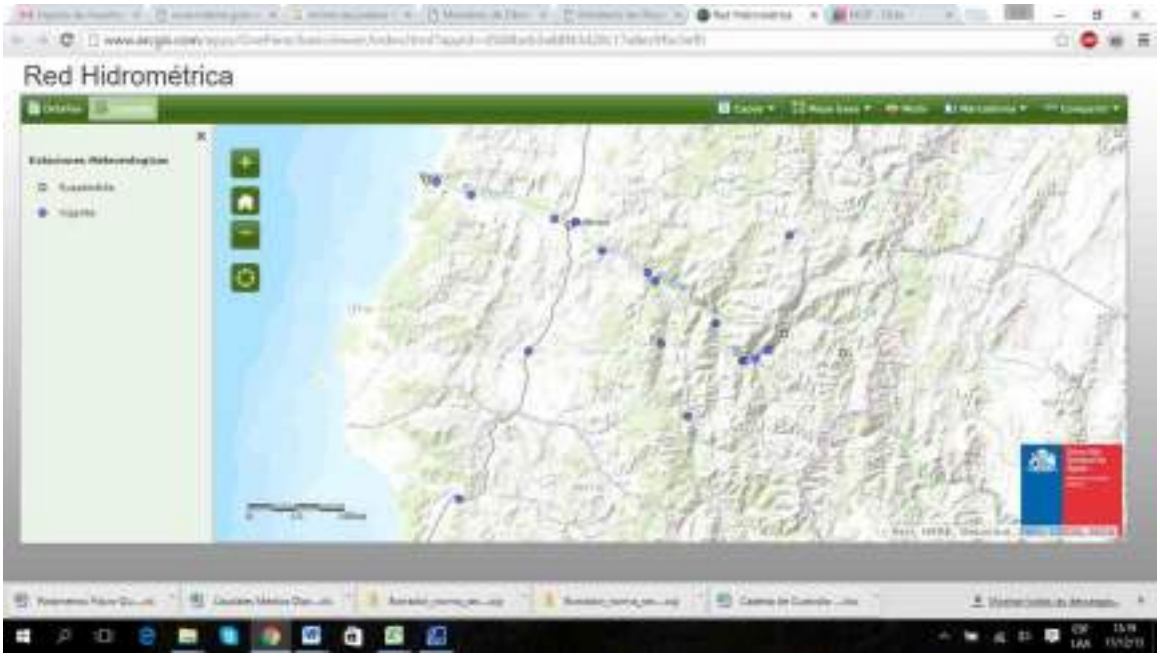
Ilustración 29. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones Fluviométricas) en la cuenca del Río Huasco, destacando 8 estaciones suspendidas.



Fuente: http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0

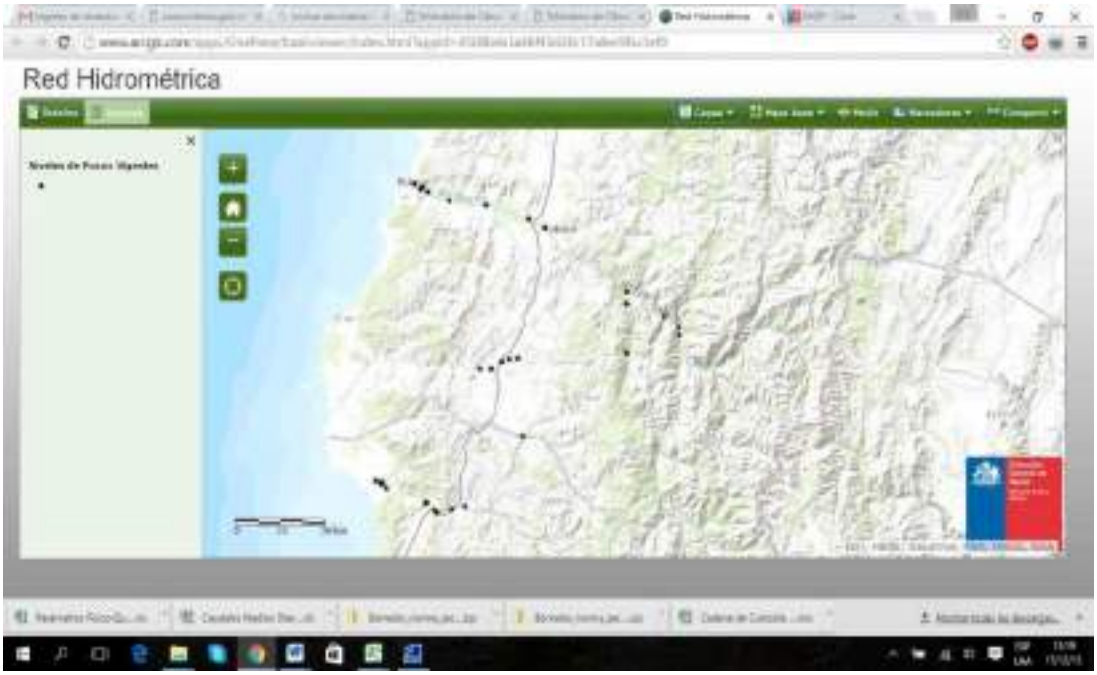
Ilustración 30. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones Sedimentométricas) en la cuenca del Río Huasco.

Folio018211



Fuente: http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0

Ilustración 31. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones Meteorológicas) en la cuenca del Río Huasco, destacando 4 estaciones suspendidas.



Fuente: http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0

Ilustración 32. Ubicación de las estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA (Estaciones para medir Niveles de Pozos Vigentes) en la cuenca del Río Huasco.

Folio018212



Fuente: http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=1f120f5a187149e0a0a30c4ab144ddae

Ilustración 33. Zonas de restricción a los derechos de agua en la cuenca del Río Huasco.

7 ANEXO 2: EVALUACIÓN CUALITATIVA GENERAL DE ANTECEDENTES SOBRE EL ESTADO DE LA CUENCA.

A continuación se presenta una breve descripción de los principales antecedentes generales del estado de la cuenca, considerados en este estudio.

7.1.1 DSS Ambiente para DGA (2009): Análisis de Impacto económico y social de anteproyecto de normas secundarias de calidad-Cuenca de Río Huasco

Este estudio, cuya metodología ha sido cuestionada por no ser totalmente compatible con el Reglamento para la Dictación de Normas Ambientales, concluyó que “de todos los análisis económicos realizados podemos determinar que el beneficio potencial de la norma secundaria, quedaría acotado principalmente al sector agrícola, el cual está orientado al consumo final o exportaciones de sus productos, no generando mayores impactos o beneficios indirectos a otros sectores de la cuenca (salvo un impacto medio en el sector industrial). Mientras de existir costos potenciales en la actividad minera o industrial, ellos se propagarían a otros sectores de la cadena productiva como el industrial, transporte y servicios financieros”.

“No obstante, tal como hemos señalado previamente, en términos de beneficios distributivos y de empleo, el sector agrícola es muy relevante en la contratación de mano de obra considerando su peso en la actividad económica, por ello la norma secundaria del río Huasco, sería relevante en salvaguardar el empleo en este sector en el futuro, el cual se caracteriza por la contratación de mano de obra con baja calificación y de hogares rurales, que no pueden acceder a una fácil reconversión productiva conllevando serios problemas sociales”

Folio018213

7.1.2 Agrosuper (2009). Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal Huasco Bajo, III Región.

Este estudio, remitido por Agrosuper a CONAMA, consistió en el monitoreo de vertebrados (aves, mamíferos, reptiles y anfibios) en el humedal Huasco Bajo. Como conclusiones se indica que la comunidad de vertebrados en el área del humedal Huasco Bajo es dinámica en términos de riqueza y abundancia de individuos. Las variaciones observadas son evidentes en breves períodos de tiempo y obedecen a dos causas: naturales (relacionadas con eventos de tipo La Niña y El Niño) y artificiales (relacionadas con las presiones por el uso del agua en el humedal).

7.1.3 Agrosuper (2009). Informe Monitoreo de la fauna de vertebrados terrestres en el humedal de Tatara, III Región.

Corresponde a un estudio para cumplir con la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto “Agroindustrial del Valle del Huasco”, para el monitoreo de fauna de vertebrados (aves, mamíferos, reptiles y anfibios) en el humedal de Tatara. Este es un humedal de tipo ripariano, con una superficie de 4 km^2. Se encuentra a 25 km de la desembocadura del río Huasco, entre Freirina y Vallenar. Del mismo modo que en el anterior, se encontró que la comunidad de vertebrados es dinámica en términos de riqueza y abundancia de individuos.

7.1.4 Agrosuper (2009): Informe monitoreo de calidad de aguas superficiales, Río Huasco.

Corresponde a un estudio para cumplir con la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto “Agroindustrial del Valle del Huasco”, para el monitoreo de calidad de aguas en el Río Huasco, efectuado en mayo de 2009. Se analizaron los parámetros considerados en la NCh 1333/1978 como requisitos para la calidad de las aguas de riego, en cinco estaciones, desde Perales Viejos hasta Huasco Bajo.

Los parámetros monitoreados y las estaciones fueron:

Folio018214

Variable	Unidad	Límite NCh 1.333	Variable	Unidad	Límite NCh 1.333
Caudal	m³/s		Razón de Adsorción de Sodio	RAS	
Sólidos totales	mg/l		Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1000
pH	pH	5,5 - 9,0	Conductividad específica Caudal	mS/cm	
Aluminio	mg/l	5	Temperatura de medición	°C	
Arsénico	mg/l	0,1	Conductividad Específica	mS/cm	
Bario	mg/l	4	Salinidad	‰	
Berilio	mg/l	0,1	Coliformes Totales	NMP/100 ml	
Boro	mg/l	0,75	Fósforo Total	mg/l	
Cadmio	mg/l	0,01	Fosfato	mg/l	
Cianuro	mg/l	0,2	Nitratos	mgN-NO3/l	
Cloruros	mg/l	200	Nitritos	mgN-NO2/l	
Cobalto	mg/l	0,05	Nitrógeno Orgánico	mg/l	
Cobre	mg/l	0,2	Nitrógeno Total	mg/l	
Cromo	mg/l	0,1	Nitrógeno Total K)	mg/l	
Flúor	mg/l	1	Amoniaco	mg/l	
Hierro Total	mg/l	5	Oxígeno Disuelto	mg/l	
Litio	mg/l	2,5	DBO5	mg/l	
Manganeso	mg/l	0,2	DQO	mg/l	
Mercurio	mg/l	0,001	Aceites y Grasas	mg/l	
Molibdeno	mg/l	0,01	Sólidos Disueltos Totales	mg/l	
Níquel	mg/l	0,2	Sólidos Fijos	mg/l	
Plata	mg/l	0,2	Sólidos Volátiles	mg/l	
Plomo	mg/l	5	Residuos sólidos disueltos	mg/l	
Selenio	mg/l	0,02	Sólidos suspendidos no sedimentables	mg/l	
Sulfatos	mg/l	250	Sólidos Sedimentables	ml/l, 1h	
Vanadio	mg/l	0,1	Hidrocarburos Fijos	mg/l	
Zinc	mg/l	2	Hidrocarburos Volátiles	mg/l	
Sodio porcentual	mg/l	35	Hidrocarburos totales	mg/l	

Cauce	Estación	Nombre	Coordenadas UTMW GS 84	
Huasco	1	Perales Viejos arriba	322.031	6.839.903
Huasco	2	Río Huasco en Tatara	307.672	6.843.087
Huasco	3	Puente Los Guindos	287.723	6.844.495
Huasco	4	Sector Las Tablas	292.831	6.845.503
Huasco	5	Sector Huasco Bajo en Puente. El Pino	289.686	6.846.938

Se entregan valores para todos los análisis, pero finalmente, se encontró, que al igual que en monitoreos anteriores, los valores de boro, cloruros, sulfatos, sodio porcentual y coliformes fecales sobrepasan los límites de la NCh 1333.

7.1.5 Agrosuper (2008). Informe monitoreo de aguas superficiales, Río Huasco.

Corresponde al estudio de calidad de aguas para cumplir con la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto “Agroindustrial del Valle del Huasco”, para el monitoreo de calidad de aguas en el Río Huasco, efectuado en octubre de 2008. Se analizaron los parámetros considerados en la NCh 1333/1978 como requisitos para la calidad de las aguas de riego, en seis estaciones, desde Perales Viejos hasta Huasco Bajo.

Las estaciones de monitoreo fueron:

Folio018215

Cauce	Estación	Nombre	Coordenadas UTMW GS 84	
Huasco	1	50 m. aguas arriba de la descarga de la faenadora.	322.031	6.839.903
Huasco	2	50 m. aguas debajo de la descarga de la faenadora	321.583	6.840.134
Huasco	3	Río Huasco en Tatara	307.672	6.843.057
Huasco	4	Puente Los Guindos	287.723	6.844.495
Huasco	5	Sector Las Tablas	292.831	6.845.503
Huasco	6	Sector Huasco Bajo en Puente. El Pino	289.686	6.846.958

Al igual que en el informe anterior, se entregan valores para todos los análisis. Se encontró, que al igual que en monitoreos anteriores, los valores de boro, cloruros, sulfatos, sodio porcentual y coliformes fecales sobrepasan los límites de la NCh 1333.

7.1.6 Ecometric (2011). Estudio limnológico en Río Huasco para proyecto "Mejoramiento Planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina". Aguas Chañar SA.

Se presentan y evaluan aspectos relevantes para la componente ambiental de fauna acuática en el marco de la evaluación del proyecto de Río Huasco en la localidad de Freirina. Se analizan componentes bióticos y abióticos del ecosistema acuático, comparando los resultados obtenidos entre las distintas estaciones de monitoreo.

La evaluación (octubre 2011) se realiza en los componentes abióticos (calidad de agua, hábitat acuático y ribereño, morfometría de cauce) y en los componentes bióticos describiendo principalmente la fauna íctica presente en la zona de estudio y de la especie camarón de río del norte Cryphiops caementarius, en las siguientes estaciones:

Estación	Coordenadas UTM Datum WGS 84 (H 19)		Nombre Estación
	Este	Sur	
1	295173	6845163	Aguas arriba del punto de descarga
2	295076	6845142	Punto de descarga del efluente
3	294973	6845161	Aguas abajo del punto de descarga

El estudio concluyó que respecto de los factores abióticos en el tramo estudiado, la edafología general interviene de manera considerable en las características de sus afluentes en el curso medio, son derivados de materiales aluviales sin salinidad o muy ligera. Estas en general presentan con las características necesarias para entregar un hábitat propicio para el hábitat de la vida acuática y no sólo de peces sino también para del camarón de río del norte (Cryphiops caementarius) que se encuentran en abundancia. El hábitat ribereño no ha sido modificado ni alterado durante mucho tiempo, por loque la disponibilidad de hábitats diferentes es abundante.

Las características sedimentológicas y morfométricas del cauce no han sido afectadas por la influencia del efluente de la planta de tratamiento de aguas servidas de Freirina, por lo que mantienen las condiciones estables de los hábitats. Estas condiciones no varían a lo largo del trayecto estudiado del río.

En cuanto a calidad de aguas de las estaciones monitoreadas, es posible mencionar que permanecen con características óptimas para el desarrollo de la vida acuática, vale decir aguas fuertemente oxigenadas y con pH neutro levemente tendiendo a la alcalinidad. El

Folio018216

potencial oxido reducción muestra a la columna de agua con unpoder bastante oxidante de la materia y las conductividades son altas.

La morfometría y la sedimentología del cauce se mantienen constantes en un lecho delgado en el área de estudio, presentando el mayor ancho la estación 1, seguido de la estación 3 y finalmente la estación 2. La presencia de bolones se mantuvo similar en las distintas estaciones y con alta tendencia esférica, aunque de menor tamaño. Los altos porcentajes de fango, arena y grava son constantes para las 3 estaciones. La vegetación ribereña en ésta porción del río se presenta bastante abundante y cerrada.

La fauna íctica nativa en el río Huasco, según distintos autores, se clasifica en 5 familias, cada una con una especie: Trichomycteridae: T. areolatus (Vulnerable), Galaxiidae: G. maculatus(Vulnerable), Atherinopsidae: B. microlepidotus (Peligro de extinción), Characidae: Ch. pisculus(Peligro de extinción) y Mugilidae: M. cephalus (Información no disponible).

El estado de conservación presente de las especies nativas explicaría la composición actual de la fauna íctica en la cuenca la que es dominada por la especie de carácter introducida Gambusia affinis, encontrándose gran abundancia para los tres estaciones definidas. Gambusia affinis está incluido en la lista 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (UICN). Por lo tanto, la presencia y dominancia de G. affinis en esta área geográfica, sugiere a lo menos un desplazamiento de la fauna nativa por parte de la fauna introducidos.

En relación a la comparación abundancia-biomasa de G. affinisen las distintas estaciones, se observa mayor presencia de ejemplares adultos en las estaciones 1 y 2, y de juveniles en la estación 3

Con respecto al camarón de río del norte Cryphiops caementarius, su presencia se vio claramente reflejada en el estudio realizado, debido a que se observó gran cantidad de ejemplares. La abundancia fue mayor en las estaciones 1 y 2 con 13 y 15 ejemplares respectivamente. En cambio en la estación aguas abajo del efluente, sólo se encontró 3 individuos.

7.1.7 Algoritmos SA para MMA (2013): Diagnóstico, inventario de emisiones y monitoreo de la calidad de las aguas de la cuenca del Río Huasco.

Este estudio tenía como objetivo aportar información relevante para el desarrollo del AGIES de las NSCA para la protección de las aguas de la cuenca del Río Huasco, mediante el levantamiento de antecedentes generales de la cuenca, la generación de un inventario de emisiones validado y la realización de monitoreos de calidad del agua en los tramos de vigilancia establecidos. Se entregan los siguientes resultados promedio, por parámetro y subcuenca.

TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
CA-10	A0078	Fitoplancton abundancia relativa	1127500	ceL/L
CA-10	5140	Temperatura del Agua	20.918	Grad. C
CA-10	A0011	Caudal	4.207	m^3/s
CA-10	A0015	Nitrógeno de nitritos	0.05	mg N-NO2 /L
CA-10	A0014	Nitrógeno de nitratos	0.55	mg N-NO3 /L
CA-10	6000	Oxígeno Disuelto	8.781	mg/L
CA-10	6080	Bicarbonato	126.059	mg/L
CA-10	6100	Boro	0.288	mg/L
CA-10	6182	Cloruro	12.469	mg/L
CA-10	6240	Nitratos	4.15	mg/L
CA-10	6310	Fosforo total	0.118	mg/L

Folio018217

TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
CA-10	6341	Sulfato	268.707	mg/L
CA-10	7040	Demanda química de Oxigeno	17.152	mg/L
CA-10	8021	Aluminio total	8.019	mg/L
CA-10	8041	Arsénico total	0.005	mg/L
CA-10	8120	Calcio disuelto	83.021	mg/L
CA-10	8145	Cobre total	0.02	mg/L
CA-10	8203	Fierro total	13.543	mg/L
CA-10	8260	Magnesio disuelto	22.871	mg/L
CA-10	8281	Manganeso total	0.04	mg/L
CA-10	8303	Mercurio total	0.001	mg/L
CA-10	8341	Níquel total	0.01	mg/L
CA-10	8383	Plomo total	0.003	mg/L
CA-10	8400	Potasio disuelto	2.786	mg/L
CA-10	8440	Sodio disuelto	26.128	mg/L
CA-10	8465	Zinc total	0.031	mg/l
CA-10	A0002	Cianuro total	0.05	mg/L
CA-10	A0005	Molibdeno total	0.04	mg/L
CA-10	A0006	Sodio total	26.525	mg/L
CA-10	A0007	Nitritos	0.05	mg/L
CA-10	A0009	Fosfato total	0.368	mg/L
CA-10	A0010	Solidos Disueltos Totales	658	mg/L
CA-10	A0012	Amonio	0.05	mg/L
CA-10	A0013	Demanda Bioquímica de Oxigeno	1.15	mg/L
CA-10	A0017	Amoniaco	0.05	mg/L
CA-10	A0032	Nitrógeno total Kjeldahl	0.275	mg/L
CA-10	A0034	Magnesio total	16.625	mg/L
CA-10	A0045	Calcio Total	111.95	mg/L
CA-10	A0050	Hierro Total	0.215	mg/L
CA-10	A0055	Potasio Total	1.72	mg/L
CA-10	A0073	Sólidos suspendidos	13	mg/L
CA-10	A0075	Alcalinidad	132.25	mg/L
CA-10	A0076	Clorofila-a	0.01	mg/L
CA-10	5020	Conductividad Especifica	743.682	mhos/cm
CA-10	A0021	Coliformes Fecales	70.75	NMP/100 ML
CA-10	6020	pH	7.938	unid. ph
CH-10	A0078	Fitoplancton abundancia relativa	240000	ceL/L
CH-10	5140	Temperatura del Agua	16.233	Grad. C
CH-10	A0015	Nitrógeno de nitritos	0.05	mg N-NO2 /L
CH-10	A0014	Nitrógeno de nitratos	0.5	mg N-NO3 /L
CH-10	6000	Oxígeno Disuelto	8.5	mg/L
CH-10	6100	Boro	0.05	mg/L
CH-10	6182	Cloruro	7.2	mg/L
CH-10	6240	Nitratos	0.5	mg/L
CH-10	6310	Fosforo total	0.365	mg/L
CH-10	6341	Sulfato	221.185	mg/L
CH-10	7040	Demanda química de Oxigeno	15.234	mg/L
CH-10	8021	Aluminio total	3.108	mg/L
CH-10	8041	Arsénico total	0.005	mg/L
CH-10	8120	Calcio disuelto	59.994	mg/L
CH-10	8145	Cobre total	0.025	mg/L
CH-10	8203	Fierro total	15.975	mg/L
CH-10	8260	Magnesio disuelto	8.516	mg/L

Folio018218

TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
CH-10	8281	Manganeso total	0.375	mg/L
CH-10	8303	Mercurio total	0.001	mg/L
CH-10	8341	Níquel total	0.03	mg/L
CH-10	8383	Plomo total	0.003	mg/L
CH-10	8440	Sodio disuelto	7.798	mg/L
CH-10	8465	Zinc total	0.11	mg/l
CH-10	A0002	Cianuro total	0.05	mg/L
CH-10	A0005	Molibdeno total	0.015	mg/L
CH-10	A0006	Sodio total	18.755	mg/L
CH-10	A0007	Nitritos	0.05	mg/L
CH-10	A0009	Fosfato total	1.14	mg/L
CH-10	A0010	Solidos Disueltos Totales	402	mg/L
CH-10	A0012	Amonio	0.05	mg/L
CH-10	A0013	Demanda Bioquímica de Oxigeno	1.05	mg/L
CH-10	A0017	Amoniaco	0.05	mg/L
CH-10	A0032	Nitrógeno total Kjeldahl	0.16	mg/L
CH-10	A0034	Magnesio total	7.75	mg/L
CH-10	A0045	Calcio Total	60.6	mg/L
CH-10	A0050	Hierro Total	0.415	mg/L
CH-10	A0055	Potasio Total	1.215	mg/L
CH-10	A0073	Sólidos suspendidos	10	mg/L
CH-10	A0075	Alcalinidad	29.4	mg/L
CH-10	A0076	Clorofila-a	0.01	mg/L
CH-10	5020	Conductividad Especifica	439.171	mhos/cm
CH-10	A0021	Coliformes Fecales	12.5	NMP/100 ML
CH-10	6020	pH	7.85	unid. ph
CO-10	A0078	Fitoplancton abundancia relativa	2375000	ceL/L
CO-10	5140	Temperatura del Agua	12.636	Grad. C
CO-10	A0011	Caudal	3.72	m^3/s
CO-10	A0015	Nitrógeno de nitritos	0.05	mg N-NO2 /L
CO-10	A0014	Nitrógeno de nitratos	1.25	mg N-NO3 /L
CO-10	6000	Oxígeno Disuelto	8.518	mg/L
CO-10	6080	Bicarbonato	83.817	mg/L
CO-10	6100	Boro	0.255	mg/L
CO-10	6120	Carbonato	4.35	mg/L
CO-10	6182	Cloruro	23.467	mg/L
CO-10	6240	Nitratos	8.6	mg/L
CO-10	6310	Fosforo total	0.125	mg/L
CO-10	6341	Sulfato	199.412	mg/L
CO-10	7040	Demanda química de Oxigeno	20.631	mg/L
CO-10	8021	Aluminio total	3.302	mg/L
CO-10	8041	Arsénico total	0.005	mg/L
CO-10	8120	Calcio disuelto	60.812	mg/L
CO-10	8145	Cobre total	0.05	mg/L
CO-10	8203	Fierro total	3.583	mg/L
CO-10	8260	Magnesio disuelto	8.768	mg/L
CO-10	8281	Manganeso total	0.33	mg/L
CO-10	8303	Mercurio total	0.001	mg/L
CO-10	8341	Níquel total	0.01	mg/L
CO-10	8383	Plomo total	0.003	mg/L
CO-10	8400	Potasio disuelto	3.068	mg/L
CO-10	8440	Sodio disuelto	22.458	mg/L

Folio018219

TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
CO-10	8465	Zinc total	0.15	mg/l
CO-10	A0002	Cianuro total	0.05	mg/L
CO-10	A0005	Molibdeno total	0.01	mg/L
CO-10	A0006	Sodio total	22.085	mg/L
CO-10	A0007	Nitritos	0.05	mg/L
CO-10	A0009	Fosfato total	1.71	mg/L
CO-10	A0010	Solidos Disueltos Totales	434	mg/L
CO-10	A0012	Amonio	0.05	mg/L
CO-10	A0013	Demanda Bioquímica de Oxigeno	1	mg/L
CO-10	A0017	Amoniaco	0.05	mg/L
CO-10	A0032	Nitrógeno total Kjeldahl	0.16	mg/L
CO-10	A0034	Magnesio total	8.55	mg/L
CO-10	A0045	Calcio Total	52.95	mg/L
CO-10	A0050	Hierro Total	0.28	mg/L
CO-10	A0055	Potasio Total	1.465	mg/L
CO-10	A0073	Sólidos suspendidos	20	mg/L
CO-10	A0075	Alcalinidad	65.785	mg/L
CO-10	A0076	Clorofila-a	0.01	mg/L
CO-10	5020	Conductividad Especifica	494.671	mhos/cm
CO-10	A0021	Coliformes Fecales	8	NMP/100 ML
CO-10	6020	pH	7.887	unid. ph
ES-10	8021	Aluminio total	4.971	mg/L
ES-10	8203	Fierro total	9.711	mg/L
ES-10	8281	Manganeso total	2.986	mg/L
ES-10	8465	Zinc total	2.45	mg/l
ES-10	A0001	Cloro total	4.498	mg/L
ES-10	A0006	Sodio total	5.507	mg/L
ES-10	A0009	Fosfato total	141.905	mg/L
ES-10	A0010	Solidos Disueltos Totales	307.347	mg/L
ES-10	A0003	Conductividad	326.519	umho
ES-10	6020	pH	6.427	unid. ph
HU-10	A0078	Fitoplancton abundancia relativa	365000	ceL/L
HU-10	5140	Temperatura del Agua	20.675	Grad. C
HU-10	A0011	Caudal	5.825	m^3/s
HU-10	A0015	Nitrógeno de nitritos	1.276	mg N-NO2 /L
HU-10	A0014	Nitrógeno de nitratos	0.55	mg N-NO3 /L
HU-10	6000	Oxígeno Disuelto	8.574	mg/L
HU-10	6100	Boro	0.258	mg/L
HU-10	6182	Cloruro	49.698	mg/L
HU-10	6240	Nitratos	2.921	mg/L
HU-10	6310	Fosforo total	0.053	mg/L
HU-10	6341	Sulfato	283.155	mg/L
HU-10	7040	Demanda Química de Oxigeno	5.933	mg/L
HU-10	8021	Aluminio total	0.6	mg/L
HU-10	8041	Arsénico total	0.004	mg/L
HU-10	8120	Calcio disuelto	84.77	mg/L
HU-10	8145	Cobre total	0.023	mg/L
HU-10	8260	Magnesio disuelto	20.852	mg/L
HU-10	8281	Manganeso total	0.047	mg/L
HU-10	8303	Mercurio total	0.001	mg/L
HU-10	8341	Níquel total	0.01	mg/L
HU-10	8383	Plomo total	0.003	mg/L

Folio018220

TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
HU-10	8440	Sodio disuelto	29.411	mg/L
HU-10	8465	Zinc total	0.039	mg/l
HU-10	A0002	Cianuro total	0.05	mg/L
HU-10	A0005	Molibdeno total	0.012	mg/L
HU-10	A0006	Sodio total	234.271	mg/L
HU-10	A0007	Nitritos	0.05	mg/L
HU-10	A0009	Fosfato total	0.156	mg/L
HU-10	A0010	Solidos Disueltos Totales	809.286	mg/L
HU-10	A0012	Amonio	0.05	mg/L
HU-10	A0013	Demanda Bioquímica de Oxigeno	4.925	mg/L
HU-10	A0017	Amoniaco	0.05	mg/L
HU-10	A0032	Nitrógeno total Kjeldahl	0.175	mg/L
HU-10	A0034	Magnesio total	13.95	mg/L
HU-10	A0045	Calcio Total	97.125	mg/L
HU-10	A0050	Hierro Total	0.258	mg/L
HU-10	A0055	Potasio Total	1.775	mg/L
HU-10	A0073	Sólidos suspendidos	10	mg/L
HU-10	A0075	Alcalinidad	126.518	mg/L
HU-10	A0076	Clorofila-a	0.01	mg/L
HU-10	5020	Conductividad Especifica	902	mhos/cm
HU-10	A0021	Coliformes Fecales	13.75	NMP/100 ML
HU-10	A0003	Conductividad	834.333	umho
HU-10	6020	pH	7.648	unid. ph
HU-20	A0078	Fitoplancton abundancia relativa	353250	ceL/L
HU-20	5140	Temperatura del Agua	17.112	Grad. C
HU-20	A0011	Caudal	5.905	m^3/s
HU-20	A0015	Nitrógeno de nitritos	0.05	mg N-NO2 /L
HU-20	A0014	Nitrógeno de nitratos	0.8	mg N-NO3 /L
HU-20	6000	Oxígeno Disuelto	2.838	mg/L
HU-20	6080	Bicarbonato	226.081	mg/L
HU-20	6100	Boro	0.635	mg/L
HU-20	6120	Carbonato	14.873	mg/L
HU-20	6182	Cloruro	35.881	mg/L
HU-20	6240	Nitratos	1.545	mg/L
HU-20	6310	Fosforo total	0.025	mg/L
HU-20	6341	Sulfato	264.476	mg/L
HU-20	7040	Demanda Quimica de Oxigeno	24.842	mg/L
HU-20	8021	Aluminio total	1.95	mg/L
HU-20	8041	Arsenico total	0.003	mg/L
HU-20	8120	Calcio disuelto	66.83	mg/L
HU-20	8145	Cobre total	0.018	mg/L
HU-20	8203	Fierro total	5.416	mg/L
HU-20	8260	Magnesio disuelto	23.731	mg/L
HU-20	8281	Manganeso total	0.028	mg/L
HU-20	8303	Mercurio total	0.001	mg/L
HU-20	8341	Niquel total	0.01	mg/L
HU-20	8383	Plomo total	0.003	mg/L
HU-20	8400	Potasio disuelto	4.495	mg/L
HU-20	8440	Sodio disuelto	57.789	mg/L
HU-20	8465	Zinc total	0.028	mg/l
HU-20	A0002	Cianuro total	0.05	mg/L
HU-20	A0005	Molibdeno total	0.013	mg/L

Folio018221

TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
HU-20	A0006	Sodio total	275.462	mg/L
HU-20	A0007	Nitritos	0.05	mg/L
HU-20	A0009	Fosfato total	0.075	mg/L
HU-20	A0010	Solidos Disueltos Totales	30.211	mg/L
HU-20	A0012	Amonio	0.05	mg/L
HU-20	A0013	Demanda Bioquímica de Oxigeno	1	mg/L
HU-20	A0017	Amoniaco	0.05	mg/L
HU-20	A0032	Nitrógeno total Kjeldahl	0.225	mg/L
HU-20	A0034	Magnesio total	13.65	mg/L
HU-20	A0045	Calcio Total	121.3	mg/L
HU-20	A0050	Hierro Total	0.125	mg/L
HU-20	A0055	Potasio Total	2.497	mg/L
HU-20	A0073	Sólidos suspendidos	10	mg/L
HU-20	A0075	Alcalinidad	158.25	mg/L
HU-20	A0076	Clorofila-a	0.01	mg/L
HU-20	5020	Conductividad Especifica	790.42	mhos/cm
HU-20	A0021	Coliformes Fecales	96.75	NMP/100 ML
HU-20	9921	Razon de Absorción de Sodio (RAS)	5.17	ras
HU-20	A0003	Conductividad	850.833	umho
HU-20	6020	pH	8.05	unid. ph
HU-30	A0078	Fitoplancton abundancia relativa	6496875	ceL/L
HU-30	5140	Temperatura del Agua	23.384	Grad. C
HU-30	A0011	Caudal	6.263	m^3/s
HU-30	A0015	Nitrógeno de nitritos	0.145	mg N-NO2 /L
HU-30	A0014	Nitrógeno de nitratos	0.4	mg N-NO3 /L
HU-30	6000	Oxígeno Disuelto	6.813	mg/L
HU-30	6080	Bicarbonato	324.284	mg/L
HU-30	6100	Boro	3.281	mg/L
HU-30	6120	Carbonato	41.89	mg/L
HU-30	6182	Cloruro	996.594	mg/L
HU-30	6240	Nitratos	1.694	mg/L
HU-30	6310	Fosforo total	0.302	mg/L
HU-30	6341	Sulfato	630.954	mg/L
HU-30	7040	Demanda Quimica de Oxigeno	45.662	mg/L
HU-30	8021	Aluminio total	0.237	mg/L
HU-30	8041	Arsenico total	0.003	mg/L
HU-30	8120	Calcio disuelto	177.31	mg/L
HU-30	8145	Cobre total	0.018	mg/L
HU-30	8203	Fierro total	5.095	mg/L
HU-30	8260	Magnesio disuelto	56.652	mg/L
HU-30	8281	Manganeso total	0.036	mg/L
HU-30	8303	Mercurio total	0.001	mg/L
HU-30	8341	Niquel total	0.01	mg/L
HU-30	8383	Plomo total	0.003	mg/L
HU-30	8400	Potasio disuelto	31.426	mg/L
HU-30	8440	Sodio disuelto	998.925	mg/L
HU-30	8465	Zinc total	0.02	mg/l
HU-30	A0002	Cianuro total	0.05	mg/L
HU-30	A0005	Molibdeno total	0.011	mg/L
HU-30	A0006	Sodio total	898.231	mg/L
HU-30	A0007	Nitritos	1.717	mg/L
HU-30	A0009	Fosfato total	0.942	mg/L

Folio018222

TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
HU-30	A0010	Solidos Disueltos Totales	1817.8	mg/L
HU-30	A0012	Amonio	0.05	mg/L
HU-30	A0013	Demanda Bioquímica de Oxigeno	8.552	mg/L
HU-30	A0017	Amoniaco	0.05	mg/L
HU-30	A0032	Nitrógeno total Kjeldahl	0.425	mg/L
HU-30	A0034	Magnesio total	24.638	mg/L
HU-30	A0045	Calcio Total	159.325	mg/L
HU-30	A0050	Hierro Total	0.103	mg/L
HU-30	A0055	Potasio Total	4.627	mg/L
HU-30	A0073	Sólidos suspendidos	11.5	mg/L
HU-30	A0075	Alcalinidad	210.49	mg/L
HU-30	A0076	Clorofila-a	0.013	mg/L
HU-30	5020	Conductividad Especifica	3115.347	mhos/cm
HU-30	A0021	Coliformes Fecales	250	NMP/100 ML
HU-30	9921	Razon de Absorción de Sodio (RAS)	20.38	ras
HU-30	A0003	Conductividad	3031.167	umho
HU-30	6020	pH	8.18	unid. ph
PO-10	8021	Aluminio total	5.09	mg/L
PO-10	8203	Fierro total	5.744	mg/L
PO-10	8281	Manganeso total	3.28	mg/L
PO-10	A0001	Cloro total	6.532	mg/L
PO-10	A0006	Sodio total	20.766	mg/L
PO-10	A0009	Fosfato total	376.831	mg/L
PO-10	A0010	Solidos Disueltos Totales	746.391	mg/L
PO-10	A0003	Conductividad	809.195	umho
PO-10	6020	pH	7.515	unid. ph
PO-20	8021	Aluminio total	11.828	mg/L
PO-20	8203	Fierro total	15.964	mg/L
PO-20	8281	Manganeso total	2.95	mg/L
PO-20	A0001	Cloro total	7.748	mg/L
PO-20	A0009	Fosfato total	229.088	mg/L
PO-20	A0010	Solidos Disueltos Totales	490.438	mg/L
PO-20	A0003	Conductividad	567.495	umho
PO-20	6020	pH	7.835	unid. ph
QU-10	8021	Aluminio total	24.5	mg/L
QU-10	8203	Fierro total	20.65	mg/L
QU-10	A0001	Cloro total	7	mg/L
QU-10	A0006	Sodio total	8.636	mg/L
QU-10	A0009	Fosfato total	79.282	mg/L
QU-10	A0010	Solidos Disueltos Totales	300.485	mg/L
QU-10	A0003	Conductividad	336.67	umho
QU-10	6020	pH	8.052	unid. ph
TO-10	A0001	Cloro total	4.257	mg/L
TO-10	A0006	Sodio total	5.611	mg/L
TO-10	A0007	Nitritos	2.6	mg/L
TO-10	A0009	Fosfato total	170.667	mg/L
TO-10	A0010	Solidos Disueltos Totales	351.05	mg/L
TO-10	A0003	Conductividad	406.94	umho
TO-10	6020	pH	7.686	unid. ph
TR-10	A0078	Fitoplancton abundancia relativa	14752500	ceL/L
TR-10	5140	Temperatura del Agua	20.089	Grad. C
TR-10	A0011	Caudal	4.753	m^3/s

Folio018223

TRAMO	COD_PARAM	NOMBRE	MEDIA	UNIDAD
TR-10	A0015	Nitrógeno de nitritos	0.158	mg N-NO2 /L
TR-10	A0014	Nitrógeno de nitratos	0.85	mg N-NO3 /L
TR-10	6000	Oxígeno Disuelto	8.866	mg/L
TR-10	6080	Bicarbonato	126.721	mg/L
TR-10	6100	Boro	0.225	mg/L
TR-10	6120	Carbonato	4.459	mg/L
TR-10	6182	Cloruro	20.334	mg/L
TR-10	6240	Nitratos	4.333	mg/L
TR-10	6310	Fosforo total	0.112	mg/L
TR-10	6341	Sulfato	239.702	mg/L
TR-10	7040	Demanda Quimica de Oxigeno	14.708	mg/L
TR-10	8021	Aluminio total	4.275	mg/L
TR-10	8041	Arsenico total	0.004	mg/L
TR-10	8120	Calcio disuelto	76.016	mg/L
TR-10	8145	Cobre total	0.02	mg/L
TR-10	8203	Fierro total	5.567	mg/L
TR-10	8260	Magnesio disuelto	15.325	mg/L
TR-10	8281	Manganeso total	0.097	mg/L
TR-10	8303	Mercurio total	0.001	mg/L
TR-10	8341	Niquel total	0.01	mg/L
TR-10	8383	Plomo total	0.003	mg/L
TR-10	8400	Potasio disuelto	3.741	mg/L
TR-10	8440	Sodio disuelto	26.149	mg/L
TR-10	8465	Zinc total	0.075	mg/l
TR-10	A0002	Cianuro total	0.05	mg/L
TR-10	A0005	Molibdeno total	0.01	mg/L
TR-10	A0006	Sodio total	20.843	mg/L
TR-10	A0007	Nitritos	0.05	mg/L
TR-10	A0009	Fosfato total	0.277	mg/L
TR-10	A0010	Solidos Disueltos Totales	476.667	mg/L
TR-10	A0012	Amonio	0.05	mg/L
TR-10	A0013	Demanda Bioquímica de Oxigeno	1.367	mg/L
TR-10	A0017	Amoniaco	0.05	mg/L
TR-10	A0032	Nitrógeno total Kjeldahl	0.17	mg/L
TR-10	A0034	Magnesio total	9.933	mg/L
TR-10	A0045	Calcio Total	75.833	mg/L
TR-10	A0050	Hierro Total	0.135	mg/L
TR-10	A0055	Potasio Total	1.553	mg/L
TR-10	A0073	Sólidos suspendidos	10	mg/L
TR-10	A0075	Alcalinidad	85.165	mg/L
TR-10	A0076	Clorofila-a	0.01	mg/L
TR-10	5020	Conductividad Especifica	660.5	mhos/cm
TR-10	A0021	Coliformes Fecales	21.5	NMP/100 ML
TR-10	6020	pH	8.011	unid. ph

7.1.8 Barrick (2010): Informe planta aguas servidas.

Corresponde a los resultados del monitoreo de aguas en la estación NE-1B, en el período enero-octubre de 2010, para los siguientes parámetros:

ACEITES Y GRASAS (N-HEXANO) mg/l

Folio018224

ALUMINIO Total como Al mg/L
ARSENICO Total como As mg/L
BORO, Total (mg/l)
CADMIO Total como Cd mg/L
CIANUROS (como CN-1) Total mg/l
CLORUROS (como Cl-1) mg/l
COBRE Total como Cu mg/L
Coliforme fecal NMP/100ml
Conductividad, Campo, uS/cm
CROMO Total como Cr mg/L
CROMO VI (HEX) (mg/l as Cr)
Demanda BIOQUIMICA DE O2 mg/l
DETERGENTE Surfactants (mg/l)
E_COLI, NO/100ML
ESTAÑO, Total (mg/l as Sn)
FENOLES
FLUORUROS (como F-1) mg/l
Fosforo TOTAL (PO4-3 -P) mg/l
HIDROCARBUROS Fijos mg/L
HIDROCARBUROS mg/l
HIDROCARBUROS Volátiles mg/L
HIERRO Dissolved como Fe mg/L
HIERRO Total como Fe mg/L
MANGANESO Total como Mn mg/L
MERCURIO Total como Hg mg/L
MOLIBDENO, Total (mg/l)
NIQUEL Total como Ni mg/L
NITROGENO Nitratos (NO3-1 -N) mg/l
NITROGENO Nitritos (NO2-1 -N) mg/l
NITROGENO Total (como N) mg/l
NITROGENO, Kjeldahl, Total, (mg/L as N)
Oxigeno Disuelto (como O2), mg/l
PENTACLOROFENOL mg/l
pH (unidades de pH), Lab, units
pH Campo (unidades de pH)
PLOMO Total como Pb mg/L
PODER ESPOMOGENO
SELENIO Total como Se mg/L
SOLIDOS SEDIMENTABLES mL/L/Hora

Folio018225

SOLIDOS Suspendidos mg/l
SULFATOS (como SO4 -2) mg/l
SULFUROS (como S-2) mg/l
Temperatura del Agua, Campo (°C)
Temperatura del Agua_LAB (Grados Celcius)
TETRACLOROETANO
TOLUENO
TRICLOROMETANO, CLOROFORMO
TURBIEDAD Field FTU
TURBIEDAD Lab FTU
XILENO
ZINC Total como Zn mg/L

7.1.9 Proust Consultores para Barrick (2009). Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2008 a Junio 2009. Proyecto Pascua Lama.

El informe contiene los resultados del Programa de Monitoreo de Calidad y Cantidad de Aguas del Proyecto “Modificaciones Proyecto Pascua-Lama” (el “Proyecto”), de Compañía Minera Nevada Ltda., cuyos resultados se deben informar anualmente a la CONAMA. Se exponen los resultados correspondientes al período comprendido entre los meses de julio de 2008 y junio de 2009(inclusive), los cuales son representativos de la condición de línea base de la zona (previo al inicio de construcción del Proyecto) sobre el que será implementado el Proyecto.

El Programa de monitoreo comprende un total de 36 puntos de monitoreo de agua superficial y 12 pozos de monitoreo de agua subterránea distribuidos en los siguientes cauces de la cuenca del Huasco: río Del Estrecho, río Chollay, río del Tránsito, río El Toro, río Tres Quebradas, río Potrerillos, río del Carmen, río Del Transito y río Huasco, además de tributarios menores (Figuras 1y2). En estos puntos se realizan muestreos de agua con una frecuencia mensual para su análisis físico-químico en laboratorio. Además, enlos puntos superficiales se realizan aforos mensuales y en los pozos se registra el nivel freático o potenciométrico con igual frecuencia. En laboratorio se analiza un total de 45 parámetros, incluyendo indicadores de drenaje ácido natural de aguas (pH, sulfatos, aluminio, arsénico, cobre,hierro, manganeso y zinc), indicadores de aguas servidas (coliformes fecales y totales) y otros parámetros de referencia de línea base.

El análisis de los resultados comprende el comportamiento espacial y temporal de los parámetros monitoreados, es decir, la variación de calidad y caudal que se produce a lo largo de los cauces y a lo largo del período de medición. Además, se realiza una comparación de la línea base con la norma de riego NCh 1.333 (80%) en el punto de monitoreo superficial denominado NE-4 y una comparación de la línea base con la norma de agua potable NCh 409 en el punto NE-8; en ambos puntos el Proyecto se ha comprometido a mantener el cumplimiento de las respectivas normas, exceptuando aquellos parámetros que las exceden de forma natural. Por último, los resultados de línea base de los parámetros indicadores de drenaje ácido se comparan con los niveles de alerta de calidad del agua definidos para el Proyecto en cinco puntos de la subcuenca Estrecho/Chollay: NE-5, NE-2A, NE-3, NE-4 y NE-8. De manera específica, los resultados del período julio 2008 -junio 2009 se comparan con los niveles de alerta calculados para un período de 12 meses consecutivos.

Folio018226

Durante los 12 meses que comprende el presente período de monitoreo, la cobertura de medición de las aguas superficiales alcanzó un 94,5%; el 5,5% faltante corresponde principalmente a puntos ubicados en las cuencas altas, debido a dificultades de acceso en el período de invierno y/o la presencia de hielo en el cauce. En el caso de las aguas subterráneas, la cobertura de medición de de calidad un 79,8%.

Las conclusiones del análisis de los resultados del monitoreo de aguas del período julio 2008 a junio 2009 se presentan a continuación:

- En la línea de flujo que se inicia en la cuenca alta del Río del Estrecho, lugar en que se ubica la zona mineralizada que da origen al yacimiento minero y que termina en el Río del Tránsito, inmediatamente aguas abajo de la confluencia con el Río Chollay, las concentraciones y/o niveles de los parámetros indicadores de acidez muestran un descenso notorio a lo largo del recorrido de las aguas, exceptuando el pH que presenta un patrón inverso. Las concentraciones relativamente elevadas que se producen en la cuenca alta (zona mineralizada) se diluyen gradualmente hacia aguas abajo, en la medida que la línea de flujo recibe aportes laterales de aguas neutras, siendo notorio el efecto de dilución y neutralización que aporta el primero de ellos (la Quebrada Barriales).
- Un comportamiento distinto al descrito anteriormente se observa en las concentraciones (y cargas másicas) de sulfatos, aluminio y arsénico, y en los niveles de conductividad eléctrica, que luego de disminuir a causa de la dilución ya señalada, vuelven a aumentar levemente a la altura del punto de monitoreo NE-8 (Río Chollay). Este aumento se atribuye a los aportes del Río Blanco (afluente ubicado a una corta distancia aguas arriba del punto NE-8), cuyas aguas muestran contenidos elevados de dichos parámetros (punto NE-7), concordante con las observaciones geológicas de la zona, que señalan la existencia de mineralización en la cuenca del Río Blanco.
- El hierro, en tanto, si bien muestra una tendencia general decreciente, experimenta variaciones significativas a lo largo de la línea de flujo, lo que se atribuye a su condición de elemento no conservativo.
- El comportamiento del pH es inverso: en la cuenca alta presenta los valores mínimos, reflejando el proceso de acidificación natural de las aguas, y aumenta paulatinamente aguas abajo, en la medida que la línea de flujo recibe aportes laterales de aguas neutras.
- En la cuenca alta del Río del Estrecho se observa que el comportamiento de los parámetros indicadores de acidez natural presenta una variación estacional, con valores máximos en el período de invierno y primavera. Este comportamiento se atribuye al efecto de arrastre y/o lixiviación natural de sales y metales que producen los caudales (reducidos) en invierno y los primeros deshielos en su paso a través de los intersticios y fisuras de la roca y coluvios existentes en la zona mineralizada de la cuenca en primavera. Aguas abajo, esta variación estacional desaparece. Se observa un comportamiento errático en el hierro, atribuido nuevamente a su condición no conservativa, que permite la precipitación y redisolución.
- En la línea de flujo que se inicia en la cuenca alta del río El Toro -colindante con la zona mineralizada que da origen al yacimiento minero- y que termina en el Río del Carmen, las aguas son en general neutras y no presentan contenidos significativos de metales y sales a la altura intermedia del río El Toro.

Folio018227

- En los pozos de monitoreo, el comportamiento de los parámetros indicadores de acidez es similar al de los puntos superficiales más cercanos, evidenciando la ocurrencia de drenajes ácidos naturales en la cuenca alta del Río del Estrecho y un efecto de dilución y neutralización hacia aguas abajo. La variación estacional en la cuenca alta también es apreciable en los pozos ubicados en la cuenca alta, pero con un desfase respecto de las aguas superficiales; las concentraciones máximas se producen al final del verano y al inicio del otoño, es decir, con dos a tres meses de retraso, el que es atribuible a la menor velocidad de los flujos subterráneos.
- Analizado el comportamiento histórico de los parámetros indicadores de acidez natural, se observa que las concentraciones en general han mostrado una tendencia creciente desde el período 2002-2003. Este comportamiento es atribuible al período "inter El Niño", es decir, los años en que la cuenca presenta caudales reducidos. De acuerdo a los aforos disponibles en la estación DGA Río del Carmen en Corral (de más de 40 años de extensión), cada cinco años en promedio se produce un evento de crecida asociado al fenómeno de El Niño y el último de ellos se produjo en 2002-2003.

7.1.10 Proust Consultores para Barrick (2010). Informe Programa de monitoreo de aguas Junio 2009 a Julio 2010. Proyecto Pascua Lama.

Este informe contiene los resultados del Programa de Monitoreo de Calidad y Cantidad de Aguas del Proyecto "Modificaciones Proyecto Pascua-Lama" (el "Proyecto"), de Compañía Minera Nevada Ltda., calificado ambientalmente favorable mediante la Resolución Exenta N° 24/06 de la COREMA Región de Atacama. De acuerdo a lo ordenado en dicha resolución, los resultados del programa de monitoreo se deben informar anualmente a la CONAMA. En el presente informe se exponen los resultados correspondientes al período comprendido entre los meses de julio de 2009 y junio de 2010(inclusive). Se hace notar que en octubre de 2009 se iniciaron los trabajos preparativos de la construcción del proyecto y posteriormente algunos movimientos de tierra en el área del proyecto.

El Programa de monitoreo comprende un total de 36 puntos de monitoreo de agua superficial y 12 pozos de monitoreo de agua subterránea distribuidos en los siguientes cauces de la cuenca del Huasco: río Del Estrecho, río Chollay, río del Tránsito, río El Toro, río Tres Quebradas, río Potrerillos, río del Carmen, río Del Transito y río Huasco, además de tributarios menores. En estos puntos se realizan muestreos de agua con una frecuencia mensual para su análisis físico-químico en laboratorio. Además, en los puntos superficiales se realizan aforos mensuales y en los pozos se registra el nivel freático o potenciométrico con igual frecuencia. En laboratorio se analiza un total de 45 parámetros, incluyendo indicadores de drenaje ácido natural de aguas (pH, sulfatos, aluminio, arsénico, cobre,hierro, manganeso y zinc), indicadores de aguas servidas (coliformes fecales y totales) y otros parámetros de referencia de línea base.

El análisis de los resultados comprende el comportamiento espacial y temporal de los parámetros monitoreados, es decir, la variación de calidad y caudal que se produce a lo largo de los cauces y a lo largo del período de medición. Además, se realiza una comparación de la calidad del agua con la norma de riego NCh 1.333 (80%) en el punto de monitoreo superficial denominado NE-4 y una comparación de la calidad del agua con la norma de agua potable NCh 409 en el punto NE-8; en ambos puntos el Proyecto se ha comprometido a mantener el cumplimiento de las respectivas normas, exceptuando aquellos parámetros que las exceden de forma natural. Por último, los resultados de calidad del agua de los parámetros indicadores de drenaje ácido se comparan con los niveles de alerta de calidad del agua definidos para el Proyecto en cinco puntos de la subcuenca

Folio018228

Estrecho/Chollay: NE-5, NE-2A, NE-3, NE-4 y NE-8. De manera específica, los resultados del período julio 2009 -junio 2010 se comparan con los niveles de alerta calculados para un período de 12 meses consecutivos.

Durante los 12 meses que comprende el presente período de monitoreo, la cobertura de medición de las aguas superficiales alcanzó un 94%; el 6%faltante corresponde principalmente a puntos ubicados en las cuencas altas, debido a dificultades de acceso en el período de invierno y/o la presencia de hielo en el cauce. En el caso de las aguas subterráneas, la cobertura de medición de calidad un 69%.

- El hierro, en tanto, si bien muestra una tendencia general decreciente, experimenta variaciones significativas a lo largo de la línea de flujo, lo que se atribuye a su condición de elemento no conservativo.
- El comportamiento del pH es inverso: en la cuenca alta presenta los valores mínimos, reflejando el proceso de acidificación natural de las aguas, y aumenta paulatinamente aguas abajo, en la medida que la línea de flujo recibe aportes laterales de aguas neutras.
- En la cuenca alta del Río del Estrecho se observa que el comportamiento de los parámetros indicadores de acidez natural presenta una variación estacional, con valores máximos en el período de invierno y primavera. Este comportamiento se atribuye al efecto de arrastre y/o lixiviación natural de sales y metales que producen los caudales (reducidos) en invierno y los primeros deshielos en su paso a través de los intersticios y fisuras de la roca y coluvios existentes en la zona mineralizada de la cuenca en primavera. Aguas abajo, esta variación estacional desaparece. Se observa un comportamiento errático en el arsénico y hierro, atribuido nuevamente a su condición no conservativa, que permite la precipitación y redisolución.
- En la línea de flujo que se inicia en la cuenca alta del Río El Toro -colindante con la zona mineralizada que da origen al yacimiento minero- y que termina en el Río del Carmen, las aguas son en general neutras y no presentan contenidos significativos de metales y sales a la altura intermedia del río El Toro.
- En los pozos de monitoreo, el comportamiento de los parámetros indicadores de acidez es similar al de los puntos superficiales más cercanos, evidenciando la ocurrencia de drenajes ácidos naturales en la cuenca alta del Río del Estrecho y un efecto de dilución y neutralización hacia aguas abajo. La variación estacional en la cuenca alta también es apreciable en los pozos ubicados en la cuenca alta, pero con un desfase respecto de las aguas superficiales; las concentraciones máximas se producen al final del verano y al inicio del otoño, es decir, con dos a tres meses de retraso, el que es atribuible a la menor velocidad de los flujos subterráneos.
- Analizado el comportamiento histórico de los parámetros indicadores de acidez natural, se observa que las concentraciones en general han mostrado una tendencia creciente desde el período 2002-2003. Este comportamiento es atribuible al período “inter El Niño”, es decir, los años en que la cuenca presenta caudales reducidos. De acuerdo a los aforos disponibles en la estación DGA Río del Carmen en Corral (de más de 40 años de extensión), cada cinco años en promedio se produce un evento de crecida asociado al fenómeno de El Niño y el último de ellos se produjo en 2002-2003.

Folio018229

7.1.11 Proust Consultores para Barrick (2012). Informe Programa de monitoreo de aguas Julio 2010 a Junio 2011. Proyecto Pascua Lama.

El informe contiene los resultados del Programa de Monitoreo de Calidad y Cantidad de Aguas del Proyecto “Modificaciones Proyecto Pascua-Lama” (el “Proyecto”), de Compañía Minera Nevada SpA , calificado ambientalmente favorable mediante Resolución Exenta N° 24/06 de la COREMA Región de Atacama. De acuerdo a lo ordenado en dicha resolución, los resultados del programa de monitoreo se deben informar anualmente a la CONAMA.

En el informe se exponen los resultados correspondientes al período comprendido entre los meses de julio de 2010 y junio de 2011(inclusive), los cuales son representativos de la condición previa a la etapa de depositación de estériles, por lo que se pueden considerar que estos aún corresponden a condiciones de línea base de la zona donde será implementado el Proyecto.

El Programa de monitoreo comprende un total de 36 puntos de monitoreo de agua superficial y 13 pozos de monitoreo de agua subterránea distribuidos en los siguientes cauces de la cuenca del Huasco: río del Estrecho, río Chollay, río del Tránsito, río El Toro, río Tres Quebradas, río Potrerillos, río del Carmen, río Del Tránsito y río Huasco, además de tributarios menores. En estos puntos se realizan muestreos de agua con una frecuencia mensual para su análisis físico-químico en laboratorio. Además, en los puntos superficiales se realizan aforos mensuales y en los pozos se registra el nivel freático o potenciométrico con igual frecuencia. En laboratorio se analiza un total de 45 parámetros, incluyendo indicadores de drenaje ácido natural de aguas (pH, sulfatos, aluminio, arsénico, cobre,hierro, manganeso y zinc), indicadores de aguas servidas (coliformes fecales y totales) y otros parámetros de referencia de línea base.

El análisis de los resultados comprende el comportamiento espacial y temporal de los parámetros monitoreados, es decir, la variación de calidad y caudal que se produce a lo largo de los cauces y a lo largo del período de medición. Además, se realiza una comparación con la norma de riego NCh 1.333 (80%) en el punto de monitoreo superficial denominado NE-4 y una comparación con la norma de agua potable NCh 409 en el punto NE-8; en ambos puntos el Proyecto se ha comprometido a mantener el cumplimiento de las respectivas normas, exceptuando aquellos parámetros que las exceden de forma natural. Por último, los resultados de los parámetros indicadores de drenaje ácido se comparan con los niveles de alerta de calidad del agua definidos para el Proyecto en cinco puntos de la subcuenca Estrecho/Chollay: NE-5, NE-2A, NE-3, NE-4 y NE-8. De manera específica, los resultados del período julio 2010 -junio 2011 se comparan con los niveles de alerta calculados para un período de 12 meses consecutivos.

Las conclusiones del análisis de los resultados del monitoreo de aguas del período julio 2010 a junio 2011 se presentan a continuación:

- En la línea de flujo que se inicia en la cuenca alta del Río del Estrecho, donde se ubica la zona mineralizada que da origen al yacimiento minero, y que termina en el Río del Tránsito, inmediatamente aguas abajo de la confluencia con el Río Chollay, las concentraciones y/o niveles de los parámetros indicadores de acidez muestran un descenso notorio a lo largo del recorrido de las aguas, exceptuando el pH que presenta un patrón inverso. Las concentraciones relativamente elevadas que se producen en la cuenca alta (zona mineralizada) se diluyen gradualmente hacia aguas abajo, en la medida que la línea de flujo recibe aportes laterales de aguas neutras, siendo notorio el efecto de dilución y neutralización que aporta el primero de ellos (la Quebrada Barriales).

Folio018230

- Un comportamiento distinto al descrito anteriormente se observa en las concentraciones (y cargas másicas) de sulfatos, aluminio y arsénico, y niveles de conductividad eléctrica, que luego de disminuir a causa de la dilución ya señalada, vuelven a aumentar levemente a la altura del punto de monitoreo NE-8 (Río Chollay). Este aumento se atribuye a los aportes del Río Blanco (afluente ubicado a una corta distancia aguas arriba del punto NE-8), cuyas aguas muestran contenidos elevados de dichos parámetros (punto NE-7), concordante con las observaciones geológicas de la zona, que señalan la existencia de mineralización en la cuenca del Río Blanco.

7.1.12 Compañía Minera Nevada SpA (2014). Línea base actualizada de calidad del agua superficial proyecto Pascua Lama.

En la línea de flujo del Estrecho/Chollay se encontró que los valores elevados de metales en los períodos de deshielos que presenta el río Del Estrecho dan cuenta de la influencia de los Drenajes Ácidos de Rocas (DAR) natural en la calidad de las aguas, principalmente en la parte alta de la cuenca, donde se localizan la zona mineralizada (minerales sulfurados asociados a los yacimientos de Pascua). Estas aguas pueden ser caracterizadas teóricamente como “aguas con productos de oxidación de sulfuro” donde la concentración de los metales aluminio, arsénico, cobre, hierro, manganeso y zinc, junto a los sulfatos, son los principales parámetros descriptores de la calidad de las aguas debido a la movilidad (transporte) de éstos en el agua, la cual es provocada por la acidez de las escorrentías (deshielo) en la zona mineralizada.

En la línea de flujo El Toro/Tres Quebradas, que se inicia en la cuenca alta del río El Toro, colindante con la zona mineralizada que da origen al yacimiento minero, y que termina en el Río del Carmen, las concentraciones de los parámetros DAR a la alturaintermedia del río El Toro (TO-3) evidencian concentraciones de metales y sales disueltas elevadas respecto a los puntos situados aguas abajo.

Estas concentraciones, que se pueden asociar a la generación de DAR natural en la parte alta de la cuenca, son de menor orden de magnitud que en la cuenca vecina del río Del Estrecho.

En el río Tres Quebradas (TO-6A y VIT-4) las aguas presentan un comportamiento general con bajos contenidos significativos de metales y sales, junto a niveles neutros de pH; producto del efecto de dilución que experimentan.

Respecto de indicadores de aguas servidas, tanto los Coliformes Fecales como los Coliformes Totales registran valores por sobre el límite de detección en la parte baja de la cuenca del río Chollay. Estos registros se asocian a la actividad humana y animal (pastoreo) que existe en el sector (aguas abajo de CN-7 y para PX-1 sólo la actividad animal).

7.1.13 Universidad de Atacama (2009). Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.

El muestreo se realizó los días 26 de Junio, 5 de Agosto, 27 de Octubre y 23 de Noviembre de 2009, correspondiendo a las campañas de otoño, invierno y primavera (2 campañas) respectivamente. Los lugares de muestreo son los siguientes:

Folio018231

• Aguas abajo de la confluencia de los ríos Tránsito y sector denominado “Chepica”, cuyas coordenadas son 348475 E y 6823911 N. Identificado como HCO-1.

• Aguas abajo del embalse Santa Juana , en el sector Chañar blanco, cuyas coordenadas son: 334261 E y 6830475 N. Identificado como HCO-2.

• Aguas abajo de la descarga de aguas servidas de la planta de tratamiento de aguas servidas de Vallenar, cuyas coordenadas son: 334261 E y 6830475 N. Identificado como HCO-3.

• Aguas debajo de la descarga de aguas servidas de la Planta de tratamiento de aguas servidas de Freirina, cuyas coordenadas son: 294435 E y 6845270 N. Identificado como HCO-4.

Las muestras de agua fueron tomadas en las respectivas estaciones de monitoreo de acuerdo a lo señalado en NCh 411/1 Of 96, NCh 411/2 Of 96 y NCh 411/6 Of98.

Para evitar su alteración durante el traslado a loslaboratorios las muestras fueron convenientemente preservadas según su destino, de acuerdo a lo indicado en NCh 411/3 Of 96 y Standard Methods for Examination of Water and Wastewater.

7.1.14 Universidad de Atacama (2010). Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.

El muestreo se realizó los días 23 de Junio, 5 de Agosto, 27 de Octubre y 25 de Noviembre de 2010, correspondiendo a las campañas de otoño, invierno y primavera (dos campañas) respectivamente.

Los lugares de muestreo son los siguientes:

- Aguas abajo de la confluencia de los ríos Tránsito y Carmen (junta del Carmen), en el sector denominado “Chepica”, cuyas coordenadas son 348475 E y 6823911 N. Identificado como HCO-1.
- Aguas abajo del embalse Santa Juana , en el sector Chañar blanco, cuyas coordenadas son: 334261 E y 6830475 N. Identificado como HCO-2.
- Aguas abajo de la descarga de aguas servidas de la planta de tratamiento de aguas servidas de Vallenar, cuyas coordenadas son: 334261 E y 6830475 N. Identificado como HCO-3.
- Aguas debajo de la descarga de aguas servidas de la Planta de tratamiento de aguas servidas de Freirina, cuyas coordenadas son: 294435 E y 6845270 N. Identificado como HCO-4.

Las muestras de agua fueron tomadas en las respectivas estaciones de monitoreo de acuerdo a lo señalado en NCh 411/1 Of 96, NCh 411/2 Of 96 y NCh 411/6 Of 98.

7.1.15 ANAM (2012) Informe Final Caracterización físicoquímica del Río Huasco. Áreas de vigilancia anteproyecto norma agua superficial cuenca Río Huasco.

En el marco del desarrollo del proyecto de monitoreo y de acuerdo a las exigencias señaladas en los términos de referencia, las campañas de monitoreo mensuales se realizaron los días 4 de Enero,1 de Febrero, 8 de Marzo, 3 de Abril y 9 de Mayo 2012. Las

Folio018232

estaciones de monitoreo se recorrieron en orden desde “aguas arriba” a “aguas abajo”, esto es en el siguiente orden:

- Punto aguas debajo de la confluencia de los ríos Tránsito y Carmen (junta del Carmen).
- Aguas abajo del embalse Santa Juana, sector Chañar blanco.
- Aguas debajo de la descarga de aguas servidas de la PTAS de Vallenar.
- Aguas debajo de la descarga de aguas servidas de la PTAS de Freirina.

Se entregan resultados individuales que se incluyen en la base de datos elaborada para este proyecto.

7.1.16 Knight Piesold para DGA (2013). Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Huasco. Región de Atacama.

Este estudio tuvo como objetivo general desarrollar una herramienta de análisis y planificación que permita evaluar diversas situaciones de manejo del recurso hídrico en la cuenca.

El estudio concluye, luego de la revisión y sistematización de numerosos antecedentes, que la cuenca del río Huasco posee una activa interacción entre los actores que utilizan sus recursos superficiales y subterráneos. En general se observa un uso activo debido a la actividad agrícola del sector, lo cual motivó en su momento la construcción del embalse Santa Juana. Además, son relevantes para el abastecimiento de las zonas bajas de la cuenca, los afloramientos que recibe el río Huasco desde Vallenar hacia aguas abajo. En términos generales, esta cuenca se caracteriza por su régimen hidrológico nivopluvial, y por el importante aporte que reciben sus cauces desde los cuerpos acuíferos adyacentes.

Se desarrolló una modelación hidrológica en plataforma MAGIC, la cual incorporó todos los elementos de la cuenca con los que se dispuso información útil para los intereses del estudio. Esta herramienta permitió generar una base de datos que representa a los diversos actores que participan en el uso y distribución del recurso, tanto en su componente superficial como subterránea. Esta base de datos abarcó el período entre los años hidrológicos 1963 y 2011.

Paralelamente, se desarrolló una actualización del modelo numérico hidrogeológico desarrollado por GCF Consultores para CNR en 2006, en plataforma Visual Modflow. Esta actualización incorporó información disponible hasta el año 2013, y fue calibrado y complementado con los resultados obtenidos en MAGIC, retroalimentándose ambos modelos en virtud de un mejor ajuste y conocimiento de la cuenca. Este modelo se implementó únicamente para los acuíferos existentes aguas abajo del embalse Santa Juana.

Para desarrollar ambos modelos se dispuso de información de estudios anteriores realizados por la DGA, CNR, CAZALAC, CBR, entre otros actores, además de información de completa y de primera fuente facilitada por la Junta de Vigilancia del Río Huasco y su Afluentes (JVRHA), quienes manifestaron completa colaboración tanto en la entrega de antecedentes útiles para el estudio, como en la campaña de levantamiento de información que se realizó en terreno.

Folio018233

Se desarrolló una campaña de recolección de información relacionada con los usos de agua en la cuenca, y enfocada principalmente al uso agrícola, el cual representa el mayor consumo del recurso hídrico superficial del río Huasco y sus afluentes. Se encuestó a regantes que equivalen al 85% de superficie de cultivo de la cuenca. En general, se concluye que la cuenca posee una actividad agrícola bastante desarrollada, con diversos tipos de cultivos distribuidos según la zona geográfica. El embalse Santa Juana, que opera en la cuenca desde 1997, ha significado una mejora importante respecto a la seguridad de riego de sus usuarios. No obstante, se advirtió en terreno preocupación por la situación hídrica actual y la escasez del recurso que se ha observado los últimos años.

Entre otros resultados, se determinaron los caudales críticos de explotación de los acuíferos Huasco en Desembocadura, Freirina (Alto y Bajo conjuntamente), Vallenar Alto y Vallenar Bajo, los cuales son del orden de 65; 6; 70 y 137 l/s, respectivamente, caudales que son superiores a la explotación que hoy afecta a estas unidades.

Respecto a la interacción río-acuífero, se observa una afección directa conforme se aumentan los bombeos en la cuenca. Los acuíferos de Vallenar y Freirina presentaron mayor sensibilidad a esta variable, así como el acuífero río del Carmen. Además, los acuíferos El Tránsito y Huasco Desembocadura presentaron mayor sensibilidad a su variación de volumen. Cabe señalar que los acuíferos El Tránsito, Vallenar Alto y Huasco Desembocadura han sido declarados con restricción por parte de la DGA.

Como recomendación del presente estudio, se sugiere la implementación o reconstrucción de una estación que se ubique en el cierre de la cuenca. En particular, la construcción de la estación río Huasco en Huasco Bajo, que fue destruida por la crecida de Octubre de 1997, sería de particular interés para el conocimiento de la cuenca. Desgraciadamente, la última estación con importante estadística se ubica a la salida del embalse Santa Juana, situación que no permite un entendimiento cabal de las secciones 3 y 4 del río, ya que la estación río Huasco en Puente Nicolasa no posee una estadística muy abundante.

Además, se recomienda evaluar la infraestructura de las estaciones fluviométricas en general. Durante los reconocimientos en terreno se observó que, si bien en general todas las estaciones se encuentran en buen estado, su estructura no permitiría medir crecidas importantes, como las que se presentan cada cierto tiempo en la cuenca. En particular, además, se recomienda analizar el flujo de diferencia que existe entre río Conay en Las Lozas, y río Tránsito en Angostura Pinte, el cual las modelaciones realizadas no fueron capaces de predecir, y de acuerdo a los análisis realizados, no tendría explicación física por generación de escorrentía de subcuencas intermedias.

7.1.17 U. Católica del Norte, SERNAGEOMIN (2010) Evaluación hidrogeológica de la Cuenca del Río Huasco, con énfasis en la cuantificación y dinámica de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

Este estudio identifica una clara relación entre la química del agua y las características geológicas de la zona y ello queda evidenciado por el aumento de la concentración aguas abajo de algunos iones, por los índices de saturación, por coeficientes de correlación, por mezclas de aguas y por el análisis de los diagramas Stiff. También es evidente el aporte de algunos factores naturales como el aerosol marino, lo que se refleja en fuertes anomalías químicas cerca de la costa.

Las principales conclusiones sacadas de este estudio fueron:

1) La fuerte anomalía de sulfato en las aguas de río Potrerillos, así como los bajos pH y

Folio018234

alta conductividad eléctrica se deben a que este río nace en manantiales en zonas de alteración hidrotermal. Este río se encuentra relativamente cerca del yacimiento minero Pascua Lama, el cual es un yacimiento del tipo epitermal de Au de alta sulfidización (Deyell et al, 2005). Se reconocen varios estados de alteración argílica avanzada con varios tipos de alunita. Por otro lado, se reconoce la ocurrencia de estados de mineralización de alunita, pirita y enargita, estos tres son minerales del tipo sulfuros. Es probable que las zonas de alteración de la parte alta del río Potrerillos compartan características con las de Pascua Lama, por lo que al pasar las aguas por esta zona pueden lixiviar parcialmente estos sulfuros, explicando así estas tres anomalías (sulfato, pH y conductividad eléctrica). Es importante mencionar que estas zonas de alteración hidrotermal están alojadas en rocas volcánica terciarias y se extienden por la parte alta de toda la cuenca (Fig. 3.33), por lo cual, no sería extraño encontrar este mismo fenómeno en otros lugares, de hecho una muestra tomada en el Valle del Encierro (no incluida en el estudio) tenía un pH 3.

2) El aumento del bicarbonato y calcio (en menor proporción) se explica por la disolución rocas calcáreas. Esto pueden apreciarse bastante bien por el aumento de los índices de saturación de calcita y dolomita después del paso de las aguas por estas rocas, en el sector del río Tránsito al pasar por calizas de la Formación Lautaro, en el sector del río Carmen en su parte más alta al pasar por pequeños cuerpos de la Formación Lautaro y en su parte más baja al pasar por rocas de la Formación San Félix, que si bien son principalmente conglomerados, estos tienen algunas intercalaciones calcáreas y además su distribución areal en el sector previo a la Junta del Carmen es bastante grande, y por último al paso de las aguas del río Huasco por calizas de las formaciones Totoralillo y Pabellón a la altura del embalse Santa Juana. Cada vez que las aguas pasan por rocas calcáreas se produce el aumento en los índices de saturación, desde subsaturado en la parte alta hasta llegar a un estado de sobresaturación en la localidad de Vallenar. Este fenómeno también es apoyado por el análisis multivariante, pues los coeficientes de correlación del par $Ca\text{-}HCO_3$ en las estaciones de la D.G.A. ubicados después de estas tres zonas son altos, siendo el más alto de estos el de la estación de la ciudad de Vallenar (0,82). Por último este fenómeno también es apoyado por los diagramas stiff, pues se puede apreciar al aumento del eje del bicarconato en las aguas de los ríos Tránsito, del Carmen y Huasco hasta Vallenar.

3) La futura puesta en marcha del proyecto minero Pascua-Lama puede tener un gran impacto en las aguas del río Huasco, por lo cual es muy importante un control o monitoreo permanente de su actividad para evitar futuras contaminaciones del río que podrían acarrear graves problemas al valle. Esto queda demostrado por el estudio de mezclas de agua, pues Pascua-Lama está ubicada cerca del límite de las dos cuencas de la parte alta y en la naciente de dos ríos, el Estrecho (cuenca río Tránsito) y el río El Toro (cuenca río del Carmen). Como se vio en el estudio de mezclas las aguas del río de las Tres Quebradas que se forma a partir del Río El Toro son predominates en la mezcla cuando se juntan con el río Potrerillos, aportan casi un 75% y estas aguas finalmente dan al río del Carmen. Por el lado de la cuenca del río Tránsito las aguas del río Chollay (formado a partir del río Estrecho) aporta casi un 80% al juntarse con el río Conay, esta junta forma en río Tránsito. En base a este análisis podemos apreciar que las aguas de los ríos del Carmen y Tránsito están fuertemente influenciadas por las aguas que vienen de la zona de Pascua Lama y son estos dos ríos los que al juntarse forman el río Huasco.

4) El aporte lateral de la quebrada Maitencillo es muy importante. En los diagramas Stiff podemos apreciar que el río Huasco tiene dos comportamientos y el quiebre precisamente se produce en esta quebrada. Aguas arriba de la quebrada las aguas son más ricas en

Folio018235

bicarbonato, mientras que aguas debajo de la quebrada son más cloruradas. Además la marca del diagrama stiff del punto de muestreo de la quebrada es muy similar a los diagramas de los puntos de muestreo del río bajo la quebrada. Esto también es apoyado por un estudio de mezcla de aguas subterráneas en el cual se ve un aporte de un 60% de las aguas subterráneas de la quebrada.

5) El aporte del aerosol costero es bastante importante y condiciona el aumento de cloruro, sodio, sulfato, calcio, magnesio y potasio. Esto se ve reflejado en los gráficos de variación de los elementos versus distancia al mar, pues en la estación de monitoreo río Huasco en Huasco Bajo (cerca de la costa) se produjo un aumento exponencial de todos estos iones, versus un leve aumento y lineal que mostraba aguas arriba. Esto también es apoyado por el análisis multivariante, pues los índices de correlación de las estaciones costeras tiene una gran cantidad de correlaciones superiores a 0,9 (alta) para los distintos pares de estos elemento. Además, el dendograma obtenido en esta estación muestra un conglomerado conformado por cloruro, sodio, sulfato, calcio y magnesio, si bien el potasio no lo forma se agrega a una distancia mayor, de esto podemos decir que el potasio si bien estás influenciado por este aerosol marino es el que menos lo está de estos seis elementos.

6) Las concentraciones y variaciones del nitrato se debería a efecto antrópicos, pues no muestra un comportamiento regular. Sus concentraciones son bajas e irregulares, inclusive en algunos puntos de muestreo no se registra. Esto probablemente esté condicionado por las zonas de cultivo presentes en el valle, las cuales están presentes mayoritariamente en el valle del río Huasco, en los valles del río Tránsito y río del Carmen son bastante más restringidas.

7) Las concentraciones de los iones cloruro, sodio, sulfato, calcio, magnesio y potasio dependen fuertemente del caudal desde Vallenar hacia el interior. Los diagramas de variación de la concentración en el tiempo como ya vimos manifiestan la ocurrencia de ciertos peaks positivos y negativos de las concentraciones. Los peaks de concentraciones positivos se correlacionan con períodos históricos de caudales bajos, mientras que los peaks de concentraciones negativas se correlacionan con los máximos caudales históricos. Además, la ocurrencia de estos distintos peaks históricos reflejaría la ocurrencia de los fenómenos del “niño” y la “niña” en nuestras costas, pero para asegurarlo es necesario un estudio más detallado. Esta dependencia del caudal se limita sólo de Vallenar al Este, pues como se vio en la zona costera está fuertemente influenciado por el aerosol marino, aunque igual se ven estos peaks de caudal.

8) Respecto al anteproyecto de norma secundaria de calidad ambiental para la protección de aguas superficiales de la cuenca del río Huasco, fueron definidos 12 tramos de vigilancia para su monitoreo respecto a distintas características hidroquímicas. Además se hicieron una serie de recomendaciones para la elaboración de anteproyectos, entre estas tenemos:

- Hacer una buena y correcta validación de los datos, esto es sumamente importante por el bien de la calidad de la información resultante.
- Los límites de detección analíticos de la D.G.A. deben mejorarse a futuro. Estos límites son muy altos y hacen que la calidad de la información sea mala.
- Es necesario establecer pronto valores bases para ser utilizados como clases de calidad, pues los actuales valores de la guía Conama no son los más indicados.

Folio018236

- Es importante incluir la distribución de los diagramas stiff a lo largo de la cuenca para proponer las distintas áreas de vigilancia. Esta distribución ayuda a definir el comportamiento de los elementos a lo largo de la cuenca, lo cual nos facilita identificar las diferencias o cambios de comportamiento de un área a otra.
- Hay muchos parámetros para los cuales la información es claramente insuficiente o dudosa y por lo tanto se sugiere hacer un buen muestreo que incluya todos los parámetros por un periodo con el fin de normar bien esos parámetros.
- Se ha utilizado una metodología para la determinación de las áreas de vigilancia así como de los valores a utilizar, la cual podría ser utilizada para otras cuencas.

7.1.18 SEREMI Atacama (2012) Informe Piloto basado en metodología APPA. Índice de Funcionalidad Fluvial Río Huasco. Región de Atacama.

El estudio consistió en aplicar una metodología propuesta la Agencia Provincial del Ambiente de la Provincia de Trento (APPA) basada en análisis de terreno bajo diversos criterios de las condiciones naturales y antropicas del sistema acuático incluida las formaciones o usos de los sectores de ribera.

Los parámetros considerados incluyen parámetros ecológicos (tipología, el ancho, la continuidad o la interrupción de la vegetación de ribera), parámetros socioeconómicos (utilización del suelo, la presencia de infraestructuras, etc.) y otros parámetros abióticos (pendiente, la artificialidad orilla, etc.).

Se aplicó el Indice de Funcionalidad Fluvial (IFF) a la cuenca del río Huasco, reevaluando los alcances de cada criterio según las características específicas de la cuenca.

Del trabajo realizado se encontró que el tramo estudiado (V-001 al V-016) manifiesta una tendencia a un índice de Funcionalidad Fluvial de “Inferior”. Esto se debe principalmente por la gran cantidad de tramos que se encuentran fuertemente intervenidos por la Ciudad de Vallenar. Cabe señalar que del tramo V-001 al TRAMO v-007 el río se encuentra en un paseo ribereño, en donde existen muros de contención tanto longitudinales como transversales, con el fin de generar piscinas empedradas para usos recreacionales, zonas de juegos con “pasto” y canchas de futbol, pistas de bicicletas y calles de autos. En dichos tramos las modificaciones de conductividad del agua y morfológicas son de gran importancia, con una marcada intervención antropica. Sera tarea de un análisis posterior reevaluar los beneficios ecosistemicos que pueda tener la re naturalización de dichos tramos, con el fin de mejorar la funcionalidad del mismo, versus los actuales usos de recreación que prestan dichos tramos aun cuando bajen en calidad y funcionalidad.

Los tramos aguas debajo de la ciudad de Vallenar mejoran su índice pero aun se encuentran con grandes presiones asociadas principalmente a las extracciones de áridos, cruce de caminos, descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) de Vallenar, principalmente entre tramos V-010 y V-012.

Entre el tramo V-013 hacia la ciudad de Freirina se puede ver una mejora considerable respecto a los tramos iniciales, dado principalmente por la mayor cobertura de especies nativas de árboles y arbustos, mejoras en la erosión, mayor presencia de fauna bentónica e ictofauna y menores presiones directas sobre el cauce.

El tramo V-015 tiene un índice de bueno, el cual pudiese mejorar con un cambio metodológico más aceptable a las condiciones representativas de un buen estado de

Folio018237

funcionalidad en zonas semi áridas. Por tal motivo el tramo V-015 es un tramo fundamental para realizar modificaciones metodológicas, al ser considerado como uno de los tramos de mejor calidad de gran parte de la parte media y baja de la cuenca del río Huasco.

El desglose de los resultados obtenidos corresponde a: 1 tramo (izq – der) con Funcionalidad Inferior - Pésimo, 8 tramos (izq - der) con Funcionalidad Inferior, 2 tramos con Funcionalidad Mediocre – Inferior, 1 tramo (der- izq) con funcionalidad Bueno – Mediocre, 3 tramos con Funcionalidad mediocre y 2 tramos con funcionalidad buena.

A nivel metodológico es claro que el índice propuesto debe ser modificado según criterio de expertos bajo una consultoría especifica que determine cambios en la valoración o para agregar nuevos criterios asociados a cuerpos fluviales de zonas áridas. Cabe señalar que la cobertura vegetal tiene características completamente diferentes a las usadas en la metodología Italiana considerando las características arbustivas de un valle estrecho de zonas semi aridas. Lo mismo sucede con el nivel de icto fauna que se puede encontrar, la cual puede variar de forma significativa según el tramo del río y la temporada en que se realiza el terreno. Se debe sumar que al existir un Embalse de regulación, las condiciones hidrológicas cambian según los requerimientos agrícolas, por lo que se mantiene un régimen hidrológico diverso según temporada del año.

Como primer piloto a los Indices de Funcionalidad Fluvial, se tomaron algunos supuestos en terreno según criterio de experto, por lo que existe ya una experiencia de puntos clave a modificar en la metodología al igual de cómo se debe realizar la planificación de la visita. Cabe señalar que este trabajo requiere de un equipomultidisciplinario para futuras visitas y rectificaciones metodológicas para zonas semi aridas.

Se considera que la información base para la determinación de la línea base a nivel de trabajo de gabinete es suficiente para la cuenca del río Huasco, dado que ha sido una cuenca históricamente estudiada en mucho de los criterios evaluados por la ficha de terreno, aun cuando existan brechas a nivel de bio indicadores y caracterización de ictofauna y fauna bentónica.

7.1.19 Anteproyecto de NSCA para la protección de las aguas de la Cuenca del Río Huasco y su Expediente Público.

La Resolución Exenta Nº 3403[24] de la Comisión Nacional del Medio Ambiente[25], con fecha 18 de Diciembre de 2006, dio inicio a la elaboración de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del Río Huasco. En su artículo 2º instruye que se conforme un expediente para la tramitación del proceso.

El expediente en cuestión, menciona como antecedente el “Estudio de Soporte Técnico y Propuesta de Anteproyecto de Norma Secundaria de Aguas Superficiales para la Cuenca del Río Huasco”, elaborado por el Sr. Sixto Gutiérrez, Consultor y profesional de Oikos Chile Ltda, adjudicado el 20 de octubre de 2006 y financiado por la Dirección Ejecutiva de CONAMA. Una copia de dicho estudio fue remitido a la Dirección Regional de CONAMA en

[24] Resolución Exenta Nº 3403. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 18 de Diciembre de 2006. Da Inicio a la elaboración de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del Río Huasco

[25] CONAMA. Institución coordinadora de los temas ambientales hasta 2010 que se creó el Ministerio de Medio Ambiente.

Folio018238

Atacama en abril de 2007. El estudio fue presentado al Comité Operativo en mayo de 2007, según consta en el expediente de la norma.

Desde esa fecha (mayo de 2007) se indicaba que "**los sulfatos y el pH en la parte alta de la cuenca son demasiado altos**" por lo que requieren una evaluación detallada.

Respecto de la procedencia de los resultados de calidad de agua, el expediente al integrar el resumen del mencionado estudio identifica las siguientes fuentes, que se presentan con la explicación adicional para su mejor comprensión.

Tabla 48: Resumen de documentos con información de calidad de aguas, consultadas y/o reportadas como antecedentes.

Institución	Detalle del monitoreo	Cobertura temporal	Cantidad de Mediciones aportadas
Dirección General de Aguas (DGA)	Calidad de aguas superficiales en base a estaciones DGA vigentes	1980-2006	4201
	Proyecto CADE-IDEPE	Octubre 2003	36
Comisión Nacional de Riego (CNR)	Calidad de agua de riego en Huasco	Abril, julio, septiembre de 2003	1380
Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) Atacama	Estudio puntual de calidad de agua de riego en el Río Huasco y sus afluentes	Diciembre 2005	629
Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)	Estudio puntual de aguas continentales superficiales en la III Región	Noviembre 2003	64
Cia Minera Nevada (Barrick)	Aguas superficiales de las cuencas del Estrecho Chollay y El Toro-Tres Quebradas	1981-2005	31123

7.1.20 2012-2013: Programas de Vigilancia en Normas Secundarias de Calidad de Aguas Vigente y las que están en proceso, con el objeto de avanzar en el estado ecológico de las aguas superficiales desarrollado por CENMA para la Subsecretaría de Medio Ambiente.

El estudio en su totalidad incluyó la evaluación de 10 cuencas hidrográficas de Chile en base a diversos factores, no sólo científicos, sino que también sociales y económicos. Para cada cuenca se seleccionaron entre 10 y 15 estaciones de monitoreo, por ser estaciones de la DGA y en agosto de 2012 se realizó la campaña de colección de muestras de aguas superficiales, medición de parámetros físico-químicos in situ de los cuerpos de agua, observación y registro de familias de invertebrados de cada estación, para de esta forma establecer el estado ecológico, basado en el índice ChBMWP, análisis biológicos, químicos y microbiológicos en laboratorio e integración de la información.

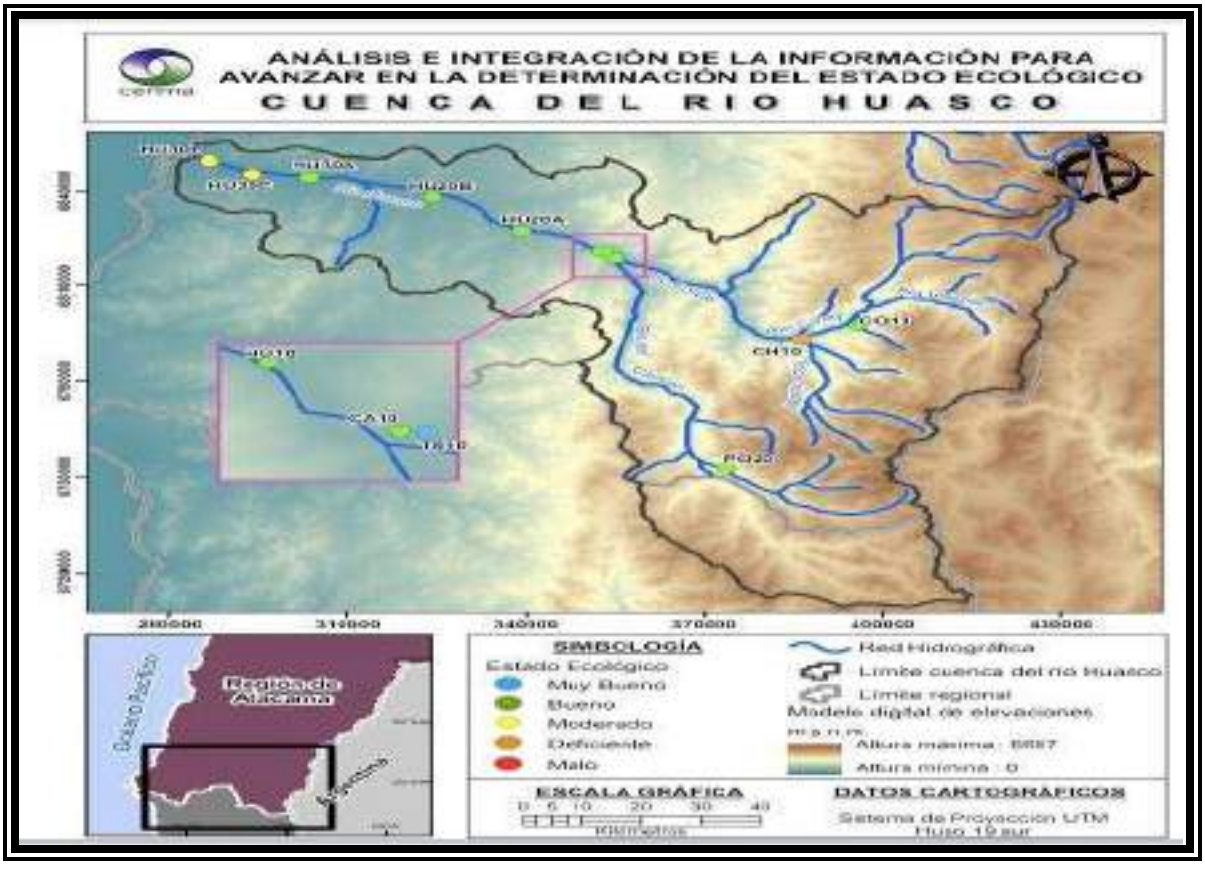
Los resultados en la cuenca del Río Huasco indicaron que no se superaron los parámetros físico-químicos incluidos en la propuesta normativa (pH, conductividad eléctrica, color aparente, oxígeno disuelto, RAS y sólidos suspendidos y disueltos) en sus aguas superficiales. Todas las estaciones presentaron alta riqueza taxonómica (entre 9 y 14 taxa) y la gran mayoría poseía una buena diversidad. De las estaciones para esta cuenca, 1 tuvo

Folio018239

nivel Muy Bueno, 7 tuvieron nivel Bueno, 2 de nivel Moderado y 1 de nivel Deficiente, como se presenta a continuación.

Para la cuenca del Huasco, se identificó un *Tipo* de río, mediante la utilización de factores fisiográficos y se estimó recomendable definir los *Tipos* de ríos de la cuenca a partir de la utilización de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos recolectadas en monitoreos continuos en el tiempo, para complementar y corroborar estos resultados. Se recomendó también establecer más estaciones de referencia, en cursos de cabecera ubicados en la parte alta de la cuenca como por ejemplo en las áreas de vigilancia QU10 y PO10, las cuales no presentan impacto humano considerable. Lo anterior con el propósito de corroborar si la calidad ambiental de las aguas de la cuenca está principalmente condicionada por las características mineralógicas del suelo y subsuelo por donde escurren las aguas o por la creciente presión antrópica sobre el recurso hídrico.

En general los ríos de la cuenca presentaron un estado ecológico *Bueno*, el cual difiere bastante de la calidad biológica determinada con los rangos originales del ChBMWP, que nos señala que la mayor parte de las estaciones de muestreo presentan un impacto notable sobre la biota.



Fuente: Programas de Vigilancia en Normas Secundarias de Calidad de Aguas Vigente y las que están en proceso, con el objeto de avanzar en el estado ecológico de las aguas superficiales. Cenma 2012

Ilustración 34: Resumen del estado ecológico de las aguas en las estaciones de la Cuenca del Río Huasco, según estudio CENMA

Folio018240

7.1.21 2014: "EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES PARA USO AGRÍCOLA EN UNA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL NORTE CHICO, EN EL PERÍODO 2003 -2013" Seminario de Título de la estudiante Carolina Andrea Campos Briones como requisito para obtener el Título de Químico Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.

Se recopilaron antecedentes de las cuencas del Norte Chico, con el fin de seleccionar una cuenca específica, sobre la base de la información disponible de registros de monitoreo de calidad de aguas y superficie destinada a la agricultura. A partir de estos criterios, se determinó que la Cuenca del Río Huasco era la más apropiada para ser estudiada, porque presenta estaciones de monitoreo de calidad de aguas en todas sus subcuencas y posee registros asociados cada año en todas estas estaciones de monitoreo.

Se identificaron las actividades que generan usos y presiones sobre el recurso hídrico en la Cuenca del Río Huasco: consumo humano (captaciones de agua potable), actividades agrícolas, compañías mineras y empresas eléctricas, vertederos y plantas de tratamientos de aguas servidas.

Se analizó la evolución histórica de los parámetros de calidad de aguas en la cuenca de Río Huasco, y respecto a esto se puede concluir que muchos de los parámetros estudiados muestran un incremento en las concentraciones (o registros) medidos durante el período de estudio, lo cual indicaría que la calidad de las aguas está siendo afectada.

7.1.22 2014: Análisis de metales pesados presentes en sedimentos de las cuencas de los Ríos Huasco, Elqui y Limarí, con el objeto de completar la evaluación del estado ecológico". Seminario de Título del estudiante Pablo Enrique Cabello Espinoza como requisito para obtener el Título de Químico Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.

En este estudio se evidenció que los sedimentos de la cuenca del Río Huasco son ricos en As, Cd, Mn y Zn, los que superaron el límite de efecto probable, según la normativa canadiense que establece niveles en las que se espera que existan efectos ecológicos.



GESTIÓN Y MONITOREO AMBIENTAL

CONSULTORES

"CONSULTORÍA PARA LA RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LA BIODIVERSIDAD Y LA SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA EN APOYO A LA ELABORACIÓN DEL ANTEPROYECTO DE LA NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCION DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO HUASCO"

Flavio Olivares Zuleta

Amancay Cepeda Mercado

Paola Treiman Valdés

VALLENAR, DICIEMBRE 2007

Folio018242

INDICE

I. INTRODUCCION 4

II. OBJETIVOS 7

2.1. OBJETIVO GENERAL 7

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 7

III. METODOLOGIA 8

3.1. SISTEMATIZACION DE LA BIODIVERSIDAD DE LA CUENCA 8

3.3. SISTEMATIZACION DE LA INFORMACION SOCIOECONOMICA 8

IV. RESULTADOS SISTEMATIZACIÍON DE LA BIODIVERSIDAD 8

4.1. CLASE AVES 9

4.1.1 Aves de la Cuenca del río Huasco 10

4.1. 2 Sector Andino 16

4.1.3. Sector Medio 24

4.1.4. Sector Bajo 29

4.2. CLASE MAMIFEROS 34

4.2.1 Mamíferos presentes en la cuenca del río Huasco 35

4.2.2 Sector Andino 37

4.2.3 Sector Medio 39

4.2.4 Sector Bajo 41

4.3 CLASE REPTILES 44

4.3.1 Reptiles presentes en la Cuenca del río Huasco 45

4.3.2. Sector Andino 47

4.3.3. Sector Medio 47

4.3.4. Sector Bajo 48

4.4 DESCRIPCION DE LA FLORA REGISTRADA 49

4.4.1 Flora Registrada en la Cuenca del río Huasco 50

Folio018243

4.4.2 Sector Andino 64

4.4.3 Sector Medio 65

4.4.4. Sector Bajo 78

V. CARACTERIZACIÓN DE LA BIOTA ACUATICA

5.1 Clase Peces 81

5.1.2 Ictiofauna presente en la Cuenca del río Huasco 82

5.2 Clase Anfibia 82

5.2.1 Anfibios presentes en la Cuenca del río Huasco 83

5.3 Flora Acuática 84

5.4 Fauna Bentónica 85

5.4.1 Fauna Mentónica presente en la Cuenca del río Huasco 85

VI. BIONDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA 86

VII. RELACIONES DE CALIDAD DEL AGUA CON BIODIVERSIDAD 96

VIII. CONCLUSIONES PRELIMINARES 98

IX. CONTEXTO TERRITORIAL DE LA CUENCA 102

9.1. ANTECEDENTES GENERALES 102

9.2. ANTECEDENTES GEOGRÁFICOS 102

9.3. ANTECEDENTES GEOMORFOLÓGICOS 104

9.4. HIDROGRAFÍA 108

9.5. CLIMA 110

9.6. SUELOS 113

X. CARACTERISTICACIÓN SOCIAL DE LA CUENCA 118

10.1. EVOLUCION DEMOGRÁFICA Y DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN 118

10.2. DIMENSIONES DE POBREZA 123

10.3. VIVIENDA Y URBANISMO 126

10.4. COBERTURA EDUCACIONAL Y DE SALUD 130

XI. CARACTERISTICAS ECONÓMICAS DE LA CUENCA 134

Folio018244

11.1. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA 133

11.2. RAMA ACTIVIDAD ECONOMICA 135

11.3. RECURSO HÍDRICO 137

11.4. RECURSO TIERRA 154

11.5 PROCESOS CONTAMINANTES 175

XII. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO 186

12.1 Costos Asociados 186

12.2 Beneficios Asociados 186

12.3 Evaluación Costo Beneficio 186

XIII. BIBLIOGRAFÍA 194

I. INTRODUCCIÓN

El río Huasco se encuentra conformado por los tributarios río El Tránsito, que cruza el valle del Tránsito, y río El Carmen, que lo hace por el valle de San Félix. Ambos ríos se unen en las Juntas del Carmen, desde donde se inicia el río Huasco propiamente tal, el cual cursa transversalmente desde el Este al Oeste en la Provincia del Huasco.

La hoya del Huasco, posee una superficie de 9.850 Kms.^{2} y conforma el Valle del Huasco, el cual se encuentra unido al norte y sur del país, a través de la Carretera 5 Norte, que cruza la depresión aluvial a 2.5 km., al poniente de la ciudad de Vallenar, capital de la provincia. La cuenca presenta los siguientes límites y características naturales: al norte con las cumbres de Pulido y Manflas, al este con la Cordillera de los Andes comprendida entre los Cerros el Potro y la Cordillera Doña Ana, al este por las estribaciones septentrionales de esta misma cordillera y al oeste por el Océano Pacífico.

El clima se presenta como desértico con nublados abundantes y como desértico normal, de acuerdo con el avance de las expresiones del valle hacia los macizos cordilleranos. Durante el día, las temperaturas son altas para bajar durante la noche. La influencia marina se observa a través de la neblina o camanchaca, que se extiende hasta las Juntas del Carmen en ocasiones excepcionales.

El valle del río Huasco, muestra las características típicas de los valles transversales del norte de Chile. En su parte superior se desarrolla entre cordones de cerros que se despliegan hasta el borde costero y el estuario del Huasco. A la altura de la ciudad de Vallenar el río se ensancha en una serie de amplias terrazas que luego se angostan hasta su desembocadura.

El valle del río, presenta dos sectores fisiográficos definidos; el primero se localiza aguas arriba de Vallenar y presenta características de ritrón con fuerte pendiente y estrechamente confinado por los cerros bordeantes de la caja. El segundo, que limnológicamente corresponde al mezoritrón se localiza aguas abajo de Vallenar, con una extensión de 50 km. hasta el puerto de Huasco. Entre Vallenar y Maitencillo, la geomorfología se expresa en amplias terrazas fluviales, que representan la zona de contacto entre el suelo y el relleno fluvial.

En la actualidad se está elaborando el anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Huasco (NSCA), en el marco de la Ley de Bases del Medio Ambiente y con los procedimientos que fija el D.S. 93 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, "Reglamento para dictación de normas de calidad ambiental y de emisión".

Las Normas Secundarias de Calidad Ambiental son aquellas que establecen los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

Una vez elaborado el anteproyecto de la norma, debe hacerse un Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) de las normas contenidas en dicho anteproyecto. En especial, el AGIES deberá evaluar los costos y beneficios para la población, ecosistemas o especies directamente afectadas o protegidas, los costos y beneficios a él o los emisores que deberán cumplir las normas y los costos y beneficios para el Estado como responsable de la fiscalización del cumplimiento de la norma.

Tanto el anteproyecto de las Normas y el estudio AGIES son insumos para los siguientes pasos de dictación de las mismas, la etapa de participación ciudadana y la etapa de elaboración del proyecto definitivo.

Para la elaboración del anteproyecto de las normas secundarias de calidad ambiental y para formular el AGIES que acompañará dicho anteproyecto, es necesario, a lo menos, considerar los siguientes aspectos:

- Aspecto Calidad de aguas – que contempla recopilar, analizar los antecedentes acerca de la calidad y cantidad de las aguas superficiales de la cuenca, incluyendo las emisiones de residuos líquidos vertidos a las aguas superficiales que se registran en el cumplimiento del Decreto Supremo 90 y en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

- Aspecto protección del Medio Ambiente – que debe recopilar los antecedentes y encargar los estudios que sean necesarios para establecer los niveles de exposición o carencia para la protección o conservación del medio ambiente.

- Aspecto Socioeconómico – que recopila, examina y analiza los antecedentes socio-económicos de la cuenca.

El presente estudio se ocupará de los dos últimos aspectos mencionados, que deben acompañar a los estudios ya realizados referidos al primer aspecto de la calidad de las aguas superficiales de la cuenca, de manera de contar con todos los antecedentes necesarios para el proceso.

En este sentido, como primer paso que nos permita realizar una gestión de protección ambiental adecuada y avanzar en la elaboración de la NSCA de la cuenca del río Huasco, es de fundamental importancia sistematizar el conocimiento existente en cuanto al estado de la biodiversidad y los ecosistemas de la cuenca. Esto pasa por hacer un diagnóstico sobre su situación actual y realizar un análisis comparativo con las eventuales evaluaciones hechas en el pasado, lo que nos permitirá en primera instancia, determinar tendencias, en base a la información existente, lo que se recogerá en la primera parte del presente estudio.

En el aspecto económico y social, la importancia de contar con información socioeconómica se fundamenta en el hecho que cualquier acción que se lleve a cabo tendrá un efecto sobre las empresas y la comunidad. Además, se debe considerar la importancia industrial, nacional y regional, que tiene el área de influencia del estudio, por lo que las consecuencias de aplicar una norma de calidad dejan de ser sólo locales. Por lo tanto, contar con una línea de base socioeconómica, que describa la situación actual de el área de influencia, permitirá a la autoridad tomar decisiones sobre la norma y sobre las políticas, inversiones, planes de control u otros instrumentos de gestión pública.

II. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Establecer, en base a la información existente, una primera aproximación al diagnóstico de la biodiversidad de la cuenca del Río Huasco, a través de un análisis de la situación actual de la biota y sus ambientes. Con ello se pretende generar las bases para la incorporación del componente biodiversidad en la Norma Secundaria de Calidad de Aguas de la cuenca.

- Caracterizar la economía de la cuenca y su relación con la calidad de los recursos hídricos. Esta caracterización debe evidenciar la importancia de la calidad del recurso hídrico para la mantención de la actividad humana y productiva, tanto en el escenario actual como a largo plazo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Especificar la biodiversidad presente en la cuenca de Río Huasco y su actual estado de protección.

- Comparar con evaluaciones de biodiversidad anteriores existentes.

- Realizar una primera estimación del grado de conocimiento sobre la biota acuática regional y las necesidades futuras de investigación.

- Relacionar criterios de calidad de aguas y biodiversidad para la definición de políticas de protección en la cuenca y su integración en la Norma Secundaria de Calidad de Aguas, en base a la información existente.

- Caracterizar la economía de la cuenca y su relación con la calidad de los recursos hídricos. Esta caracterización debe evidenciar la importancia de la calidad del recurso hídrico para la mantención de la actividad humana y productiva, tanto en el escenario actual como a largo plazo.

- Realizar un diagnóstico de la información disponible para poder aplicar métodos cuantitativos de análisis, analizando la factibilidad de aplicar Análisis Costo Beneficio en forma parcial o total.

III. METODOLOGÍA

3.1. SISTEMATIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA CUENCA

Se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica de la biodiversidad existente en la cuenca del río Huasco, donde se recopilaron antecedentes, estudios y monitoreos de flora y fauna emplazados en el área de estudio. Para una mejor sistematización y compresión de los resultados, estos se entregan generales (a nivel de cuenca) y segmentados en tres sectores:

Sector Andino: Correspondiente a los estudios realizados principalmente en las lagunas Huascoaltinas: Laguna Grande, Laguna Chica y Laguna Valeriana

Sector Medio: Correspondiente a la comuna de Alto del Carmen, Ríos El Tránsito, El Carmen y sus Subcuencas como el Río el Toro, Chollay, Conay, Estrecho, Quebrada Chanchoquín y el tramo San Félix – Pinte.

Sector Bajo: Corresponde a la subcuenca del río Huasco, entre la junta del Carmen y la desembocadura en el Estuario del Río Huasco, incluyendo, humedales artificiales de Hacienda Compañía, las Quebradas de Tatara y Maitencillo.

3.2. SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN SOCIOECONOMICA

En primer término, para la recopilación de antecedentes sociales de la población se utilizaron los diferentes instrumentos que definen la situación de pobreza de cada comuna, estableciendo además la distribución espacial que estos presentan.

En el caso de las comunas que presentan un alto número de localidades rurales, se buscó agrupar a aquellas que se encontraran más cercanas, utilizando como rango de concentración la presencia de infraestructura educacional y/o de salud.

En el caso de las características de las actividades económicas relacionadas con el recurso hídrico se recopilo información de las principales instituciones públicas y organismos privados presentes en la cuenca. Para ambos casos la información recopilada se establece como un

primer acercamiento al área de estudio, debiendo a través de terrenos (uno por cada sección de la cuenca) corroborar y detallar los datos obtenidos.

IV. SISTEMATIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

4.1. CLASE AVES

La división más clara para poder entender la categoría de las aves, es la diferenciación entre aves marinas, dulceacuícolas y terrestres, completando así una gran variedad de aves de las cuales es importante entender su categoría.

El ambiente marino es la zona con mayor riqueza de especies principalmente por su extensión y variación latitudinal, dentro de las aves marinas es posible encontrar 109 especies de aves de un total de 462 reconocidas para Chile (Schlatter & Simeone, 1999). Mientras que Conama 2006 en "Biodiversidad de Chile ", registra un total de 150 especies de aves marinas.

En relación con las aves que habitan en aguas interiores o continentales (aves acuáticas) se han registrado un total de 132 especies de aves, constituyendo un 29% del total de especies del país, conformando un total de 10 órdenes, los más representativos es el Charadriformes (gaviotas, playeros), Anseriformes (patos y gansos), y Ciconiiformes (garzas y bandurrias), seguiría en importancia los paseriformes representadas por 9 especies, repartidas en 7 géneros y 4 familias diferentes

De las aves acuáticas chilenas un 69% son consideradas residentes, mientras que un 13% son visitantes regulares que en su mayoría arriban anualmente al país durante los meses de primavera y verano. El último grupo al que se hace referencia es el de las aves terrestres, reconociendo para el país más de 20 órdenes (CONAMA 2006), agrupados en dos superórdenes: Paleognathae y Neognathae. En el primer grupo se incluyen dos órdenes de formas primitivas, con poca o nula capacidad de volar: Tinamiformes (perdices) y Struthioniformes (ñandúes, avestruces y emúes). Mientras que el superorden Neognathae incluye la mayoría de los órdenes de aves actuales, destacando para Chile el órden más importante de los representantes terrestres, los Passeriformes. Las aves terrestres contemplan un número cercano a las 213 especies en el territorio nacional.

4.1.1. Aves de la cuenca del Río Huasco

En la cuenca del río Huasco se han registrado un total de 171 especies de aves, representando el 36% de las aves presentes en todo el territorio nacional, donde 80 especies son acuáticas (43%) y 90 son terrestres (53%) (Figura Nº 2), correspondientes a 15 órdenes y 37 familias (TABLA I), donde los órdenes más representativos son los Passeriformes con un aporte del 32% de las especies registradas, le siguen los Charadriiformes con un 22% y los Anseriformes con un 9 % de representatividad (Figura Nº 1).

De las 171 especies registradas, éstas se agrupan en 36 familias, destacando por su mayor aporte las familias Anatidae y Tyranidae con un 8,8% de representatividad. (TABLA II)

Figura Nº 1: Porcentaje de especies por orden registrados en la cuenca del Río Huasco

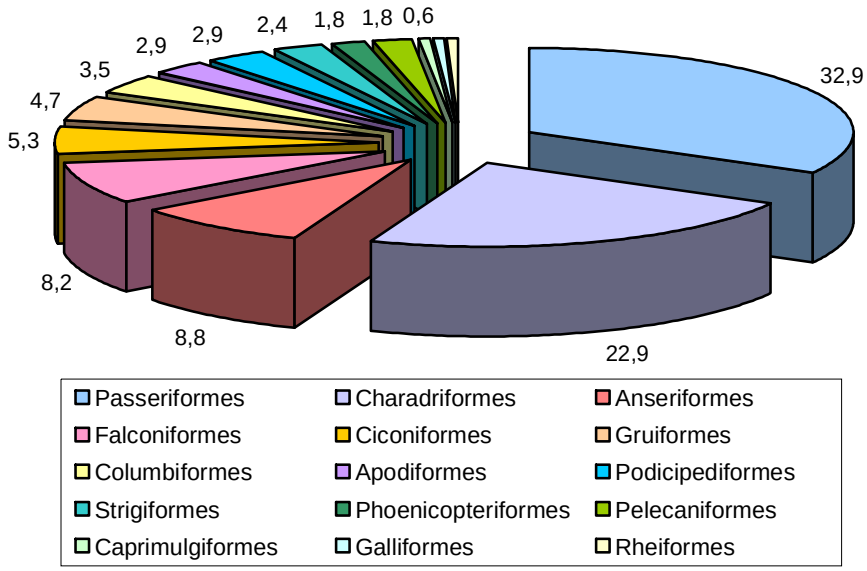


Tabla I: Taxocenosis de la cuenca del Río Huasco

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Rheiformes	Rheidae	*Pterocnemia pennata*	Nandú
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala
		Podilymbus podiceps	Picurio
		Rollandia roland	Pimpollo
		Podiceps occipitalis	Blanquillo
		Podiceps occipitalis junisenis	Blanquillo del norte
Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus thagus*	Pelícano
	Phalacrocoracidae	*Phalacrocórax brasilianus*	Yeco
		Phalacrocórax boungainvillii	Guanay
Ciconiformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza chica
		Casmerodius albus	Garza grande
		Bubulcus ibis	Garza boyera
		Ardea cocoi	Garza cuca
		Egretta caerulea	Garza azul
		Butorides striatus	Garza azulada
		Nycticorax nicticorax	Huairavo
		Ixobrichus involucris	Huairavillo
	Threskiorthinae	*Theristicus caudatus*	Bandurria
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco chileno
		Phoenicoparrus andinus	Parina grande
		Phoenicoparus jamesi	Parina chica
Anseriformes	Anatidae	*Anas cyanoptera*	Pato colorado
		Anas platalea	Pato cuchara
		Anas flaviro stris	Pato jergón chico
		Anas flaviro stris oxyptera	Pato jergón chico del norte
		Anas georgica	Pato jergón grande
		Oxyura vitatta	Pato rana de pico delgado
		Anas sibilatrix	Pato real
		Lophonetta specularoides	Pato juarjual
		Netta peposaca	Pato negro
		Merganetta armata	Pato cortacorriente
		Anas bahamensis	Pato gargantillo
		Anas platyrhynchos	Pato mallard
		Coscoroba coscoroba	Cisne coscoroba
		Cygnus melancoryphus	Cisne de cuello negro
		Chloephaga melanoptera	Piuquén
Falconiformes	Accipitridae	*Circus cinereus*	Vari
		Geranoaetus melanoleucus	Aguila
		Buteo polysoma	Aguilucho común
		Parabuteo unicintus	Peuco
		Elanus leucorus	Bailarín
	Falconidae	*Caracara plancus*	Traro
		Phalcoboenus megalopterus	Carancho cordillerano
		Milvago chimango	Tiuque
		Falco sparevrius	Cernícalo
		Falco femoralis	Halcón perdiguero
		Falco peregrinus	Halcón Peregrino
	Catarthidae	*Catarthes aura*	Jote cabeza roja

		Vultur gryphus	Condór
		Coragyps atratus	Jote cabeza negra
Galliformes	Odontophoridae	*Callipepla californica*	Codorniz
Gruiformes	Rallidae	*Laterallus jamaicencis*	Pidencito
		Pardirallus sanguinolentus	Pidén
		Fulica leucoptera	Tagua chica
		Fulica armillata	Tagua común
		Fulica rufifrons	Tagua frente roja
		Porphyriops melanops	Taguita
		Fulica cornuta	Tagua cornuda
		Gallinula chloropus	Taguita del norte
Charadriformes	Charadiidae	*Vanellus chilensis*	Queltehue
		Charadrius alexandrinus	Chorlo nevado
		Charadrius collares	Chorlo de collar
		Pluviales dominica	Chorlo dorado
		Charadrius facklandicus	Chorlo de doble collar
		Phegornis mitchellii	Chorlo cordillerano
		Charadrius alticola	Chorlo de la puna
		Charadrius modestus	Chorlo chileno
	Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Pilpilén
		Haematopus ater	Pilpilén negro
	Recurvirostridae	*Himantopus melanorus*	Perrito
		Recurvirostra andina	Caiti
	Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico
		Tringa melanoleuca	Pitotoy grande
		Rostratula semicollaris	Becacina pintada
		Calidris canutus	Playero artico
		Arenaria interpres	Playero vuelvepiedras
		Catoptrophorus semipalmatus	Playero grande
		Calidris alba	Playero blanco
		Numenius phaeophus	Zarapito
		Aprhiza virgata	Playero de las rompientes
		Calidris bairdii	Playero de Baird
		Gallinago paraguaiae	Becacina
	Phalaropodinae	*Phalaropus fulicaria*	Pollito de mar tricolor
	Thinocoridae	*Thinocorus rumicivorus*	Perdicita
		Thinocorus orbignyanus	Perdicita cojon
		Attagis gayi	Perdicita cordillerana
	Laridae	*Larus maculipennis*	Gaviota cahuil
		Larus pixpican	Gaviota de Franklin
		Larus dominicanus	Gaviota dominicana
		Larus modestus	Gaviota garuma
		Larus serranus	Gaviota andina
		Larus belcheri	Gaviota peruana
		Sterna paradisaea	Gaviotín ártico
		Sterna elegans	Gaviotín elegante
		Sterna hirundinaceae	Gaviotín sudamericano
		Sterna hirundo	Gaviotín boreal
		Larosterna inca	Gavitín monja
		Rynchops niger	Rallador
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas

		Columba livia	Paloma
		Colombina Picui	Tórtolita cuyana
		Metropelia melanoptera	Tórtolita cordillerana
		Metriopelia aymara	Tórtolita de la puna
		Zenaida auriculata	Tórtola
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza
	Strigidae	*Bubo virginianus*	Tucuquere
		Glaucidium Nahum	Chuncho
		Atiene cunicularia	Pequén
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Caprimulgus longirostris*	Gallina ciega
Apodiformes	Trochilidae	*Patagona gigas*	Picaflor gigante
		Sephanoides sephanoides	Picaflor
		Sephanoides galeritas	Picaflor chico
		Oreotrochilus leucopleurus	Picaflor cordillerano
		Rhodopis vesper	Picaflor del norte
Passeriformes	Furnariidae	*Cinclodes fuscus*	Churrete acanalado
		Cinclodes oustaleti	Churrete chico
		Cinclodes atacamensis	Churrete de alas blancas
		Cinclodes patagonicus	Churrete
		Geossita rufipensis	Minero cordillerano
		Geossita cunicularia	Minero
		Upucerthia dumetaria	Bandurrilla
		Upercerthia ruficauda rufic.	Bandurrilla de pico recto
		Chilia melanura melanura	Chiricoca
		Satenes humicola	Canastero
		Leptas thenura aegithaloides	Tijeral
		Pheleocryptes melanops	Trabajador
	Rhynocriptidae	*Pteroptochos megapodius*	Turca
		Syctalopus fuscus	Churrín del norte
	Tyrannidae	*Lessonia rufa*	Colegial
		Hymenops perspicillatus	Run run
		Agriomis livida	Mero
		Agriomis montana	Mero gausho
		Xolomis pyrope	Diucón
		Muxcisaxicola macloviana	Dormilona tontita
		Musciaxicola frontales	Dormilona de frente negra
		Musciaxicola rufivertex	Dormilona de nuca rojiza
		Musciaxicola cinerea	Dormilona cenicienta
		Musciaxicola alvilora	Dormilona ceja blanca
		Musciaxicola flavinucha	Dormilona fraile
		Elaenia albiceps	Fio fio
		Anairetes parulus	Cachudita
		Colorhampus parvirostris	Viudita
		Tachuris rubigastra	Siete colores
	Cotingidae	*Phytotoma rara*	Rara
	Hirundinidae	*Tachycineta meyeni*	Golondrina chilena
		Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina de dorso negro
		Hirundo rustica	Golondrina bermeja
	Muscicapidae	*Turdus falck landii*	Zorzal
	Mimidae	*Mimus thenca*	Tenca
	Motaciliidae	*Anthus correndera*	Bailarín chico
	Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol

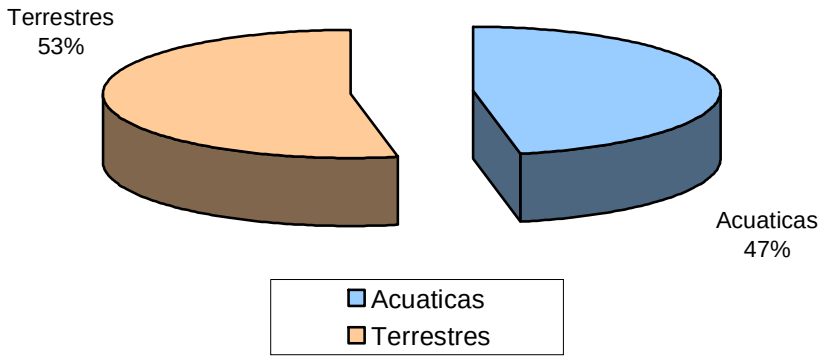
		Sicalis auriventris	Chirihue dorado
		Sicalis olivas cens	Chirihue verdoso
		Sicalis uropygialis	Chirihue cordillerano
		Sicalis luteiventris	Chirihue
	Icteridae	*Curaeus curaeus*	Tordo
		Chrysomus thilius	Trile
		Molothrus bonariensis	Mirlo
		Sturnella loyca	Loica
	Fringildae	*Cardelius barbata*	Jilguero
		Carduelis uropygialis	Jilguero cordillerano
		Carduelis atratus	Jilguero negro
		Phrygilus atriceps	Cometocino del norte
		Phrygilus gayi	Cometocino de gay
		Phrygilus unicolor	Pájaro plomo
		Phrygilus alaudinus	Platero
		Diuca diuca	Diuca
		Phrygilus fruticeti	Yal
	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán
		Cistothorus platensis	Chercán de las vegas

Tabla II: Familias de la avifauna presente en la cuenca del Río Huasco

FAMILIA	Nº DE ESPECIES	APORTE %
Rheidae	1	0.6
Podicipedidae	5	2.9
Pelecanidae	1	0.6
Phalacrocoracidae	2	1.2
Ardeidae	8	4.7
Thereskiomithinae	1	0.6
Phoenicopteridae	3	1.8
Anatidae	15	8.8
Accipitridae	5	2.9
Falconidae	6	3.5
Catarthidae	3	1.8
Odontophoridae	1	0.6
Rallidae	8	4.7
Charadiidae	8	4.7
Haematopodidae	2	1.2
Recurvirostridae	2	1.2
Scolopacidae	11	6.5
Phalaropodinae	1	0.6
Thinocoridae	3	1.8
Laridae	12	7.1
Columbidae	6	3.5
Tytonidae	1	0.6
Strigidae	3	1.8
Caprimulgidae	1	0.6
Trochilidae	5	2.9
Fumariidae	12	7.1
Rhynocriptidae	2	1.2

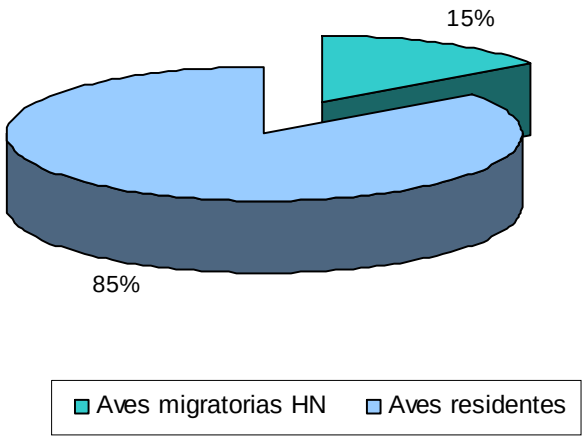
Tyrannidae	15	8.8
Cotingidae	1	0.6
Hirundinidae	3	1.8
Muscicapidae	1	0.6
Mimidae	1	0.6
Motaciliidae	1	0.6
Emberizidae	5	2.9
Icteridae	4	2.4
Fringildae	9	5.3
Troglodytidae	2	1.2
TOTAL	170	100%

Figura Nº 2: Porcentaje de especies terrestres y acuáticas registradas en la cuenca



De las 170 especies registradas para la cuenca del río Huasco, 26 son migratorias correspondientes al 16 % del total registrado (Figura Nº 3)

Figura Nº 3: Porcentaje de especies migratorias provenientes del H.N presentes en la cuenca.



Según el DS Nº 5 de la Ley de Caza 19.473 del Ministerio de Agricultura, son consideradas con algún grado de conservación 18 especies correspondientes al 11% del total de especies registradas, de ellas 12 son acuáticas y 6 son terrestres (TABLA III)

Tabla III: Avifauna con problemas de conservación.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTADO CONSERVACIÓN
Ardea cocoi	Garza cuca	R
Theristicus caudatus	Bandurria	P
Phoenicopterus chilensis	Flamenco chileno	V
Phoenicoparrus andinus	Parina grande	V
Phoenicoparus jamesi	Parina chica	V
Anas platalea	Pato cuchara	I
Anas bahamensis	Pato gargantillo	R
Cooscoroba coscoroba	Cisne coscoroba	P
Cygnus melencoryphus	Cisne de cuello negro	V
Chloephaga melanoptera	Piuquén	V
Falco peregrinus	Halcón peregrino	V
Vultur gryphus	Condór	V
Áulica corneta	Tagua cornuda	V
Gallinago paraguaiae	Becacina	V
Attagis gayi	Perdicita cordillerana	R
Larus modestus	Gaviota garuma	V
Larus serranus	Gaviota andina	V

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción

4.1.2. Sector Andino

En este sector se analizó la avifauna correspondiente a tres sistemas lacustres altoandinos, tomando en cuenta las aves observadas en las rutas desde Junta de Valerianos a: Laguna Grande, Laguna Chica y Laguna Valeriano, las que se describen por separados por su importancia como núcleos de concentración de biodiversidad dentro de la cuenca.

- **Sector Laguna Grande:**

En este sector se han registrado un total de 50 especies de aves, donde 14 especies (28%) son acuáticas y 36 son terrestres (72%), (Figura Nº 5), correspondientes a 9 órdenes y 23 familias (TABLA IV), donde los órdenes más representativos fueron los Passeriformes con un aporte del 32% de las especies registradas, le siguen los Charadriiformes con un 22% y los Anseriformes con un 9 % de representatividad (Figura Nº 4).

De las 50 especies registradas, éstas se distribuyen en 23 familias, destacando por su mayor aporte las familias Furnaridae con 7 especies representando así el 14% del total, la familia Tyrannidae aporta con 6 especies y un porcentaje de 12% del total de especies registradas.

Figura Nº 4: Porcentaje de especies por orden registrados en el sector Laguna Grande

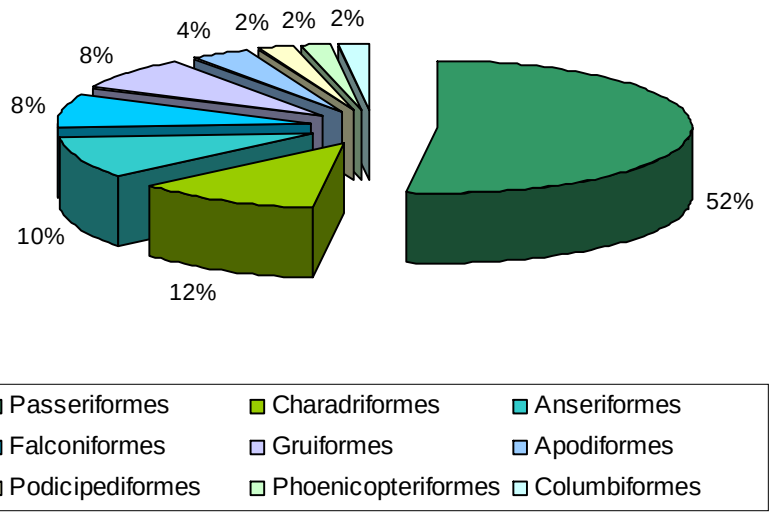


Tabla IV: Taxocenosis sector Laguna Grande

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podicepsoccipitalis*	Blanquillo
Anseriformes	Anatidae	*Chloeohaga melanoptera*	Piuquén
		Merganetta armata	Pato cortacorriente
		Lophonetta specularioidies	Pato Juarjual
		Anas Flavirostris	Pato jergón chico
		Anas georgica	Pato jergón grande
Phoenicopteriformes	Phoenocopteridae	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco chileno
Falconiformes	Cathartidae	*Vultur gryphus*	Cóndor
	Accipitridae	*Buteo polyosoma*	Aguilucho
	Falconidae	*Phalcoboenus megalopoterus*	Carancho cordillerano
		Falco sparverius	Cernícalo
Gruiformes	Rallidae	*Pardirallus sanguinolentus*	Pidén
		Fulica amarillata	Tagua
		Fulica cornuta	Tagua cornuda
		Fulica leucoptera	Tagua chica
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Queltehue
		Charadrius alticola	Chorlo de la puna
	Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Pitotoy grande
		Calidris bairdii	Playero de Baird
	Thinocoridae	*Thinocorus orbignyianus*	Perdicita cojón
	Laridae	*Larus serranus*	Gaviota andina

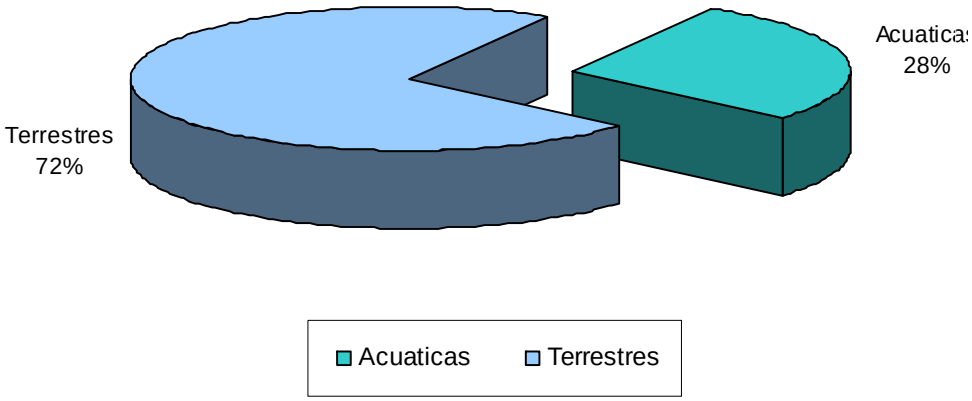
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida auriculata*	Tórtola
Apodiformes	Trochilidae	*Oreotrochilus leucoppleurus*	Picaflor cordillerano
		Patagonas gigas	Picaflor gigante
Passeriformes	Furnariidae	*Geositta cunicularia*	Minero
		Geositta isabellina	Minero grande
		Upucerthia jelskii	Bandurrilla pico recto
		Cinclodes oustaleti	Churrete chico
		Cinclodes atacamensis	Churrete de alas blancas
		Leptasthenura aegithaloides	Tijeral
		Asthenes modesta	Canastero chico
	Rhinocryptidae	*Pteroptochos megapodius*	Turca
		Syctalopus fuscus	Churrín del norte
	Tyrannidae	*Elaenia albiceps*	Fío Fío
		Muscisaxicola maculirostris	Dormilona chica
		Musciaxicola cinerea	Dormilona cenicienta
		Musciaxicola macloviana	Dormilona tontita
		Musciaxicola albilora	Dormilona ceja blanca
		Musciaxicola flavinucha	Dormilona fraile
	Hirundindae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina dorso negro
	Turdidae	*Turdus falcklandii*	Zorzal
	Mimidae	*Mimus thenca*	Tenca
	Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol
		Phrygilus unicolor	Pájaro plomo
		Sicalis auriventris	Chirigue dorado
		Phrygilus atriceps	Cometocino del norte
		Phrygilus gayi	Cometocino de gay
	Icteridae	*Curaeus curaeus*	Tordo
	Fringillidae	*Carduelis barbata*	Jilguero
	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán

Tabla V: Aporte porcentual de familias presente en el sector Laguna Grande

FAMILIA	Nº DE ESPECIES	APORTE %
Podicipadidae	1	2
Anatidae	5	10
Phoenicopteridae	1	2
Cathartidae	1	2
Accipitridae	1	2
Falconidae	2	4
Rallidae	4	8
Charadriidae	2	4
Scolopacidae	2	4
Thinocoridae	1	2
Laridae	1	2
Columbidae	1	2
Trochilidae	2	4
Furnariidae	7	14
Rhinocryptidae	2	4
Tyrannidae	6	12

Hirundindae	1	2
Turdidae	1	2
Mimidae	1	2
Emberizidae	5	10
Icteridae	1	2
Fringillidae	1	2
Troglodytidae	1	2
TOTAL	50	100%

Figura Nº 5. Porcentaje de especies terrestres y acuáticas, sector Laguna Grande



Según el DS Nº 5 de la Ley de Caza 19.473 del Ministerio de Agricultura, son consideradas con algún grado de conservación 4 de las 50 especies registradas en este sector, correspondientes al 8% del total de especies registradas, de ellas 3 son acuáticas y 1 terrestre, siendo estas especies características del sistema altoandino, sobre todo de sectores de humedales.

Tabla VI: Avifauna con problemas de conservación

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTADO CONSERVACIÓN
Chloephaga melanoptera	Piuquén	V
Phoenicopterus chilensis	Flamenco chileno	V
Vultur gryphus	Cóndor	V
Fulica cornuta	Tagua cornuda	V

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción

- **Sector Laguna Chica:**

En este sector se han registrado 29 especies, correspondientes a 8 órdenes y 13 familias, (TABLA VII), donde 8 especies son acuáticas (27%) y 21 son terrestres (73%) (Figura Nº 6), los órdenes mas representativos son los Passeriformes con un aporte del 63% de total de especies registradas, le siguen en importancia de aporte en especies, los órdenes Anseriformes 11% y los Falconiformes con un aporte del 7% (Figura Nº 6)

Figura Nº 6. Porcentaje de especies por órden registrados en el sector Laguna Chica

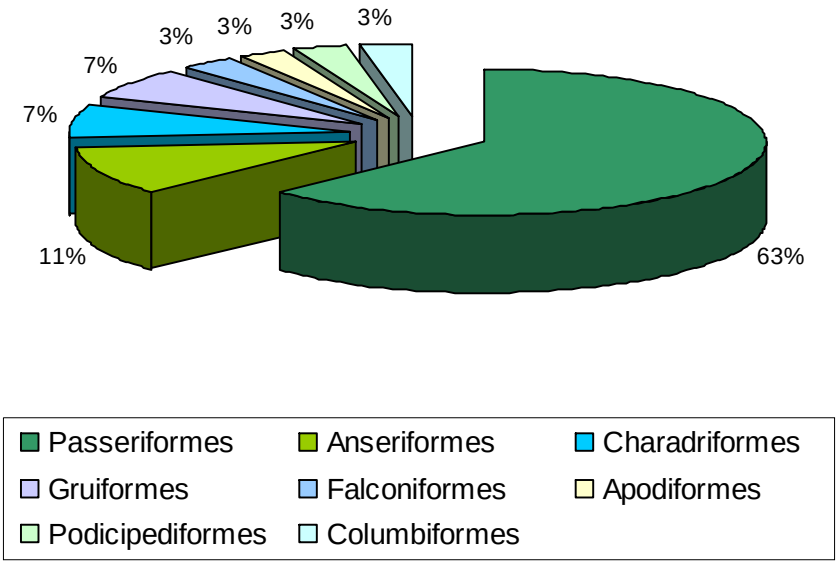


Tabla VII: Taxocenosis del sector Laguna Chica

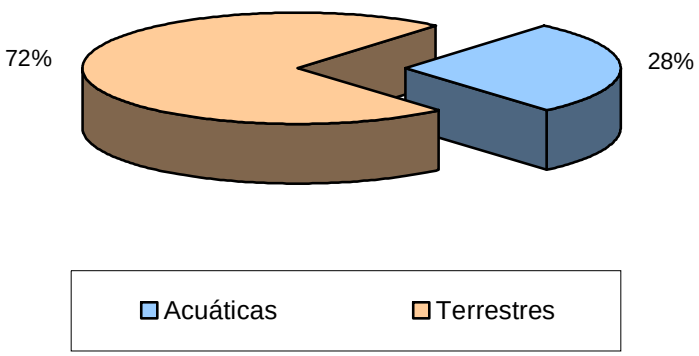
ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Anseriformes	Anatidae	*Cholephaga melanoptera*	Piuquén
		Lophonetta specularioides	Paro juarjual
		Anas flavirostris	Pato jergón chico
Falconiformes	Cathartidae	*Vultur gryphus*	Cóndor
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podiceps occipitalis*	Blanquillo
Gruiformes	Rallidae	*Fulica amarillata*	Tagua
		Fulica cornuta	Tagua cornuda
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playero de Baird
	Laridae	*Larus serranus*	Gaviota andina
Columbiformes	Columbidae	*Metriopelia aymara*	Tortolita de la puna
Apodiformes	Trochilidae	*Oreotrochilus leucopleurus*	Picaflor cordillerano
Passeriformes	Furnariidae	*Geositta rufipennis*	Minero cordillerano
		Upucerthia jelskii	Bandurrilla de pico recto
		Upucerthia dumetaria	Bandurrilla

		Cinclodes oustaleti	Churrete chico
		Cinclodes atacamensis	Churrete alas blancas
		Asthenes modesta	Canastero chico
	Tyramidae	*Musciaxicola cinerea*	Dormilona cenicienta
		Musciaxicola rufivertex	Dormilona nuca rojiza
		Musciaxicola maculirostris	Dormilona chica
	Hirundindae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina de dorso negro
	Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol
		Phrygilus atriceps	Cometocino del norte
		Phrygilus gayi	Cometocino de gay
		Phrygilus unicolor	Pájaro plomo
		Sicalis auriventris	Chirigue dorado
	Fringillidae	*Carduelis barbata*	Jilguero
		Carduelis uropygialis	Jilguero cordillerano
		Carduelis atratus	Jilguero negro

Tabla VIII: Aporte porcentual de familias presente en el sector Laguna Grande

FAMILIAS	Nº DE ESPECIES	APORTE %
Anatidae	3	10.3
Cathartidae	1	3.4
Podicipedidae	1	3.4
Rallidae	2	6.9
Scolopacidae	1	3.4
Laridae	1	3.4
Columbidae	1	3.4
Trochilidae	1	3.4
Fumariidae	6	20.7
Tyrannidae	3	10.3
Emberizidae	5	17.2
Fringillidae	3	10.3
TOTAL	29	100%

Figura Nº 7. Porcentaje de especies terrestres y acuáticas presente en el sector Laguna Chica



Según el DS Nº 5 de la Ley de Caza 19.473 del Ministerio de Agricultura, son consideradas con algún grado de conservación 3 de las 29 especies registradas en este sector, correspondientes al 10,5% del total de especies registradas, de ellas 2 son acuáticas y 1 terrestre, siendo especies características del sistema altoandino, sobre todo de sectores de vegas y humedales.

Tabla IX: Avifauna con problemas de conservación

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTADO CONSERVACIÓN
Chloephaga melanoptera	Piuquén	V
Vultur gryphus	Cóndor	V
Fulica cornuta	Tagua cornuda	V

Ec: (V) Vulnerable

- **Sector Laguna Valeriano:**

En este sector se han registrado 20 especies, correspondientes a 6 órdenes y 9 familias, (TABLA X), donde 7 son acuáticas (35%) y 13 son terrestres (65%), (Figura Nº 9), los órdenes más representativos son los Passeriformes con un 47% de representatividad, le siguen los órdenes Anseriformes 21% y los Charadriiformes con 11% de representatividad. (Figura Nº 8)

Las familias con mayor representatividad corresponden a la familia Anatidae, aportando con un 20% de las especies registradas, seguida por las familias Thinocoridae y Furnaridae con un 15% del aporte total a las especies registradas en el sector. (Tabla Nº 11)

Figura Nº 8. Porcentaje de especies por orden registradas en el sector Laguna Valeriano

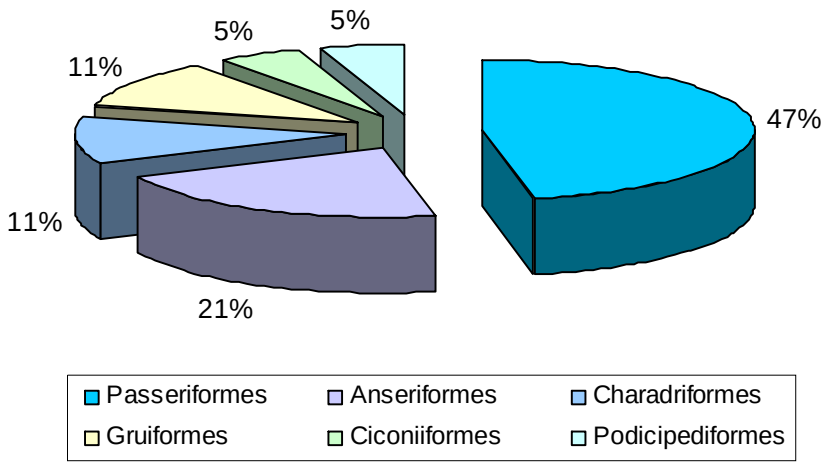


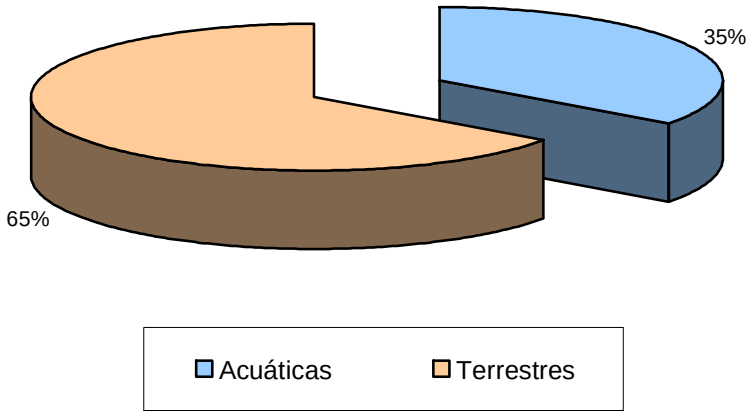
Tabla X: Taxocenosis del sector Laguna Valeriano

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Anseriformes	Anatidae	*Chloephaga melanoptera*	Piuquén
		Lophonetta specularioides	Pato juarjual
		Anas flovirostris	Pato jergón chico
		Anas georgica	Pato jergón grande
Podicipedirformes	Podicipedidae	*Podiceps occipitalis*	Blanquillo
Ciconiiformes	Cathartidae	*Vultur gryphus*	Cóndor
Gruiformes	Rallidae	*Fulica amarillata*	Tagua
		Fulica cornuta	Tagua cornuda
Charadriiformes	Thinocoridae	*Thinocorus orbignyianus*	Perdicita cojón
		Attagis gayi	Perdicita cordillerana
Passeriformes	Furnariidae	*Geositta culinaria*	Minero
		Cinclodes oustaleti	Churrete chico
		Cinclodes atacamensis	Churrete alas blancas
	Tyrannidae	*Muscisaxicola macloviana*	Dormilona tontita
		Muscisaxicola flavinucha	Dormilona fraile
	Hirundindae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina de dorso negro
	Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol
		Phrygilus unicolor	Pájaro plomo
		Sicalis auriventris	Chirigue dorado

Tabla XI: Aporte porcentual de familias presente en el sector Laguna Valeriano

FAMILIA	Nº DE ESPECIES	APORTE PORCENTUAL
Anatidae	4	20
Podicipedidae	1	5
Cathartidae	1	5
Rallidae	2	10
Thinocoridae	3	15
Fumariidae	3	15
Tyrannidae	2	10
Hirundindae	1	5
Emberizidae	3	15
TOTAL	20	100%

Figura Nº 9: Porcentaje de especies terrestres y acuáticas, sector Laguna Valeriano



De las especies registradas en este sector, son consideradas con algún grado de conservación 4 de las 20 especies, correspondientes al 20% del total de especies registradas, de ellas 3 son acuáticas y 1 terrestre. (TABLA XII)

Tabla XII: Avifauna con problemas de conservación

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTADO CONSEVACIÓN
Chloephaga melanoptera	Piuquén	V
Vultur gryphus	Cóndor	R
Fulica cornuta	Tagua cornuda	V
Attagis gayi	Perdicita cordillerana	V

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción

4.1.3. Sector Medio: Comuna de Alto del Carmen

En este sector se registraron 105 especies, correspondientes a 11 órdenes y 29 familias, (Figura Nº 10, TABLA XIII), donde 18 especie son acuáticas (17,2%) y 87 especies son terrestres (82%), (Figura Nº 11). Los órdenes más representativos son los Passeriformes con un aporte del 49%, le siguen los Falconiformes con un 11% y los Charadriformes con un 10% de representatividad.

Las familias con mayor representatividad en aporte de especies, corresponden a la familia Furnaridae con un 13,3%, Tyrannidae 10,5% y la familia Emberizidae con un 8,6% de representatividad. (TABLA XIV)

Figura Nº 10. Porcentaje de especies por órden registradas en la comuna de Alto del Carmen

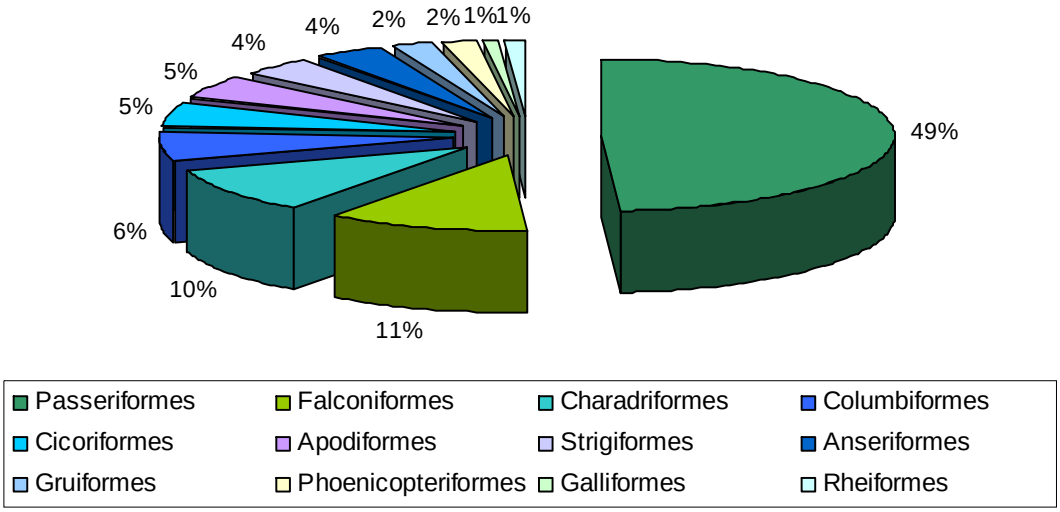


Tabla XIII: Taxocenosis del sector comuna de Alto del Carmen

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Rheiformes	Rheidae	*Pterocnemia pennata*	Ñandú
Anseriformes	Anatidae	*Anas flavorostris*	Pato jergón chico
		Chloephaga melanoptera	Piuquén
		Lophonetta speculatioides	Pato juarjual
		Merganetta armata	Pato cortacorrientes
Ciconiformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza boyera
		Casmerodius albus	Garza grande
		Egretta thula	Garza chica
		Nicticorax nicticorax	Huairavo
	Threskiomithidae	*Theristicuscaudatus*	Bandurria
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	*Phoenicoparrus andinus*	Parina grande
		Phoenicoparus jamesi	Parina chica
Falconiformes	Accipitridae	*Buteo polyyosoma*	Aguilucho
		Elanus leucurus	Bailarín
		Geranoaetus melanoleucus	Aguila
		Parabuteo unicinctus	Peuco
	Cathartidae	*Cathartes aura*	Gallinazo
		Coragyps atratus	Jote cabeza negra
		Vultur gryphus	Cóndor
	Falconidae	*Falco femoralis*	Halcón perdiguero
		Falco peregrinus	Halcón peregrino

		Falco sparverius	Cernícalo
		Milvago chimango	Tique
		Phalcoboenus megalopterus	Carancho cordillerano
		Polyborus plancus	Traro
Galliformes	Phasianidae	*Calliplepa californica*	Codorniz
Gruiformes	Rallidae	*Fulica cornuta*	Tagua cornuda
		Pardillarus sanguinolentus	Pidén
Charadriformes	Charadriidae	*Oreopholus ruficollis*	Chorlo de campo
		Phegornis mitchellii	Chorlo cordillerano
		Vanellus chilensis	Queltehue
	Laridae	*Larus serranus*	Gaviota andina
	Scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playero de Baird
		Gallinago paraguaiae	Becasina
	Thinocoridae	*Attagis gayi*	Perdicita cordillerana
		Thinocorus orbigyanus	Perdicita cojón
		Thinocorus rimicivorus	Perdicita
		Nothoprocta perdicaria	Perdiz chilena
Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Pequén
		Bubo magellanicus	Tucúquere
		Glaucidium nanum	Chuncho
	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza
Apodiformes	Trochilidae	*Oreotrochilus leucopleurus*	Picaflor cordillerano
		Patogona gigas	Picaflor gigante
		Rhodopis vesper	Picaflor del norte
		Sephanaoides galeritus	Picaflor chico
		Sephanoides sephanoides	Picaflor
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma
		Columbina picui	Tortolita cuyana
		Metriopelia aymara	Tortolita de la puna
		Metriopelia melanoptera	Tortolita cordillerana
		Zenaida auriculata	Tórtola
		Zenaida meloda	Paloma de alas blancas
Passeriformes	Emberizidae	*Agelaius thilius*	Trile
		Curaeus curaeus	Tordo
		Molothrus bonariensis	Mirlo
		Sicalis aurantus	Chirigue
		Sicalis auriventiris	Chirigue dorado
		Sicalis olivascens	Chirigue verdoso
		Sicalis uropygialis	Chirigue cordillerano
		Sturnella loica	Loica
		Zonotrichia capensis	Chincol
	Fringillidae	*Carduelis barbatus*	Jilguero
		Carduelis uropygialis	Jilguero cordillerano
		Diuca diuca	Diuca
		Phrygilus alaudinus	Platero
		Phrygilus atriceps	Cometocino del norte
		Phrygilus fruticeti	Yal
		Phrygilus gayi	Cometocino de gay
		Phrygilus unicolor	Pájaro plomo
	Furnariidae	*Asthenes humicola*	Canastero
		Asthenes modesta	Canastero chico
		Chilia melanura	Chiricoca

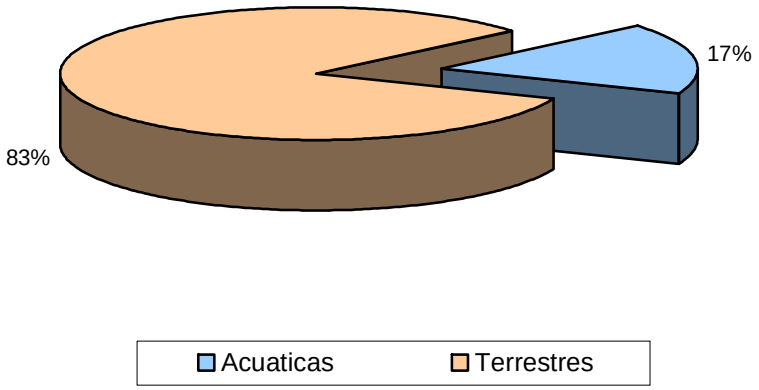
		Cinclodes atacamensis	Churrete de alas blancas
		Cinclodes fuscus	Churrete acanelado
		Cinclodes oustaletis	Churrete chico
		Cinclodes patagonicus	Churrete
		Geossita cunicularia	Minero
		Geossita isabellina	Minero grande
		Geossita punensis	Minero de la puna
		Geossita rufipennis	Minero cordillerano
		Leptasthenura aeghithaloides	Tijeral
		Upucerthia dumeteria	Bandurrilla
		Upucerthia ruficauda	Bandurrilla de pico recto
	Hurundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina bermeja
		Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina de dorso negro
		Tachycineta leucopyga	Golondrina chilena
		Tachycineta mecheni	Golondrina chilena
	Mimidae	*Mimus thenca*	Tenca
	Motacillidae	*Anthus correndera*	Bailarín chico
	Muscicapidae	*Turdus falcklandii*	Zorzal
	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión
	Rhynocryptidae	*Pteroptochos megapodius*	Turca
	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán
	Tyrannidae	*Agriornis montana*	Mero gaucho
		Elaenia albiceps	Fío fío
		Lessonia oreas	Colegial andino
		Lessonia rufa	Colegial
		Muscisaxicola flavinucha	Dormilona frailes
		Muscisaxicola frontalis	Dormilona de frente negra
		Muscisaxicola juninensis	Dormilona de la puna
		Muscisaxicola macloviana	Dormilona tontita
		Muscisaxicola rufivertex	Dormilona de nuca rojiza
		Xolomis pyrope	Diucón

Tabla XIV: Aporte porcentual de familias presente en el sector comuna de Alto del Carmen

FAMILIAS	Nº DE ESPECIES	APORTE %
Rheidae	1	1.0
Anatidae	4	3.8
Ardeidae	4	3.8
Threskiornithidae	1	1.0
Phoenicopteridae	2	1.9
Accipitridae	4	3.8
Cathartidae	3	2.9
Falconidae	6	5.7
Phasianidae	1	1.0
Rallidae	2	1.9
Charadriidae	3	2.9
Laridae	21	1.0
Scolopacidae	4	1.9
Thinocoridae	3	3.8

Strigidae	1	2.9
Tytonidae	5	1.0
Trochilidae	6	4.8
Columbidae	9	5.7
Emberizidae	8	8.6
Fringillidae	14	7.6
Furnariidae	4	13.3
Hurundinidae	1	3.8
Mimidae	1	1.0
Motacillidae	1	1.0
Muscicapidae	1	1.0
Passeridae	1	1.0
Rhynocryptidae	1	1.0
Troglodytidae	1	1.0
Tyrannidae	11	10.5
TOTAL	105	100%

Figura Nº 11: Porcentaje de especies terrestres y acuáticas, sector de Alto del Carmen



De las 105 especies registradas en este sector, son consideradas con algún grado de conservación 8 especies, correspondientes al 7,6 % del total de especies registradas, de ellas 4 son acuáticas y 4 especies son terrestres. (TABLA XV)

Tabla XV: Avifauna con problemas de conservación

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTADO CONSERVACIÓN
Chloephaga melanoptera	Piuquén	V
Theristicus caudatus	Bandurria	P
Phoenicoparrus andinus	Parina grande	V
Phoenicoparus jamesi	Parina chica	V

Vultur gryphus	Cóndor	V
Falco peregrinus	Halcon peregrino	V
Larus serranus	Gaviona andina	R
Attagis gayi	Perdicita cordillerana	R

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción

4.1.4. Sector Bajo: Subcuenca del Río Huasco

En este sector se han registrado un total de 132 especies, correspondientes a 11 órdenes y 33 familias, (Figura Nº 12, TABLA XVI), de ellas 70 son acuáticas (53%) y 62 son terrestres (47%), (Figura Nº 13). Los órdenes más representativos en el número de especies son los Passeriformes con un 28%, seguido inmediatamente por los Charadriformes con un 27% de representatividad.

Las familias con mayor representatividad en aporte de especies, corresponden a la familia Anatidae, aportando con un 9,8% de las especies registradas, seguida por la familia Laridae, Tyrannidae y Furnaridae con un 8,3% de representatividad. (TABLA XVII)

Figura Nº 12.Porcentaje de especies por orden registradas en la subcuenca del Río Huasco

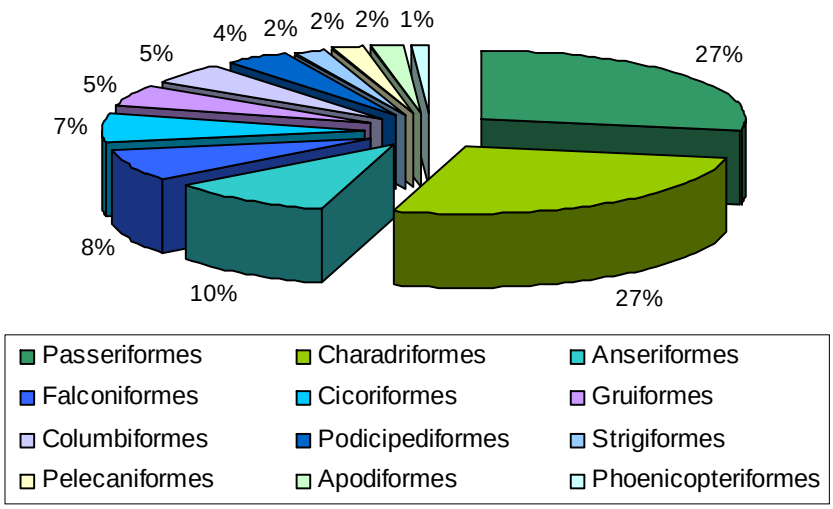


Tabla XVI: Taxocenosis del sector subcuenca del Río Huasco

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala
		Podylimbus podiceps	Picurio
		Rollandia roland	Pimpollo
		Podiceps occipitalis	Blanquillo
		Podiceps occipitalis junisenis	Blanquillo del norte
Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus thagus*	Pelícano
		Phalacrocorax brasilianus	Yeco
		Phalacrocorax boungainvillii	Guanay
Ciconiformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza chica
		Casmerodius albus	Garza grande
		Bubulcus ibis	Garza boyera
		Ardea cocoi	Garza cuca
		Egretta caerulea	Garza azul
		Butorides striatus	Garzita azulada
		Nycticorax nicticorax	Huairavo
		Ixobrichus involucris	Huairavillo
	Threskiornithinae	*Theristicus caudatus*	Bandurria
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco chileno
Anseriformes	Anatidae	*Anas cyanoptera*	Pato colorado
		Anas platalea	Pato cuchara
		Anas flavirostris	Pato jergón chico
		Anas flavirostris oxyptera	Pato jergón chico del norte
		Anas georgica	Pato jergón grande
		Oxyura vitatta	Pato rana de pico delgado
		Anas sibilatrix	Patos reales
		Lophonetta specularoides	Pato juarjual
		Netta pepo saca	Pato negro
		Anas bahamensis	Pato gargantillo
		Anas platyrhynchos	Pato Mallard
		Coscoroba coscoroba	Cisne coscoroba
		Cygnus melancoryphus	Cisne de cuello negro
Falconiformes	Accipitridae	*Circus cinereus*	Vari
		Buteo polysoma	Aguilucho común
		Parabuteo unicintus	Peuco
		Elanus leucorus	Bailarín
	Falconidae	*Caracara plancus*	Traro
		Milvago chimango	Tiuque
		Falco sparevrius	Cernícalo
		Falco peregrinus	Halcón peregrino
	Catarthidae	*Catarthes aura*	Jote cabeza roja
		Coragyps atratus	Jote cabeza negra
Gruiformes	Rallidae	*Laterallus jamaicencis*	Pidencito
		Pardirallus sanguinolentus	Pidén
		Fulica leucoptera	Tagua chica
		Fulica armillata	Tagua común
		Fulica rufifrons	Tagua frente roja
		Porphyriops melanops	Taguita
		Gallinula chloropus	Taguita del norte
Charadriformes	Charadiidae	*Vanellus chilensis*	Queltehue

		Charadrius alexandrinus	Chorlo nevado
		Charadrius collaris	Chorlo de collar
		Pluvialis dominica	Chorlo dorado
		Charadrius facklandicus	Chorlo de doble collar
		Charadrius modestus	Chorlo chileno
	Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Pilpilén
		Haematopus ater	Pilpilén negro
	Recurvirostridae	*Himantopus melanorus*	Perrito
		Recurvirostra semicollaris	Caiti
	Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico
		Tringa melanoleuca	Pitotoy grande
		Rostrulata semicollaris	Becacina pintada
		Calidris canutus	Playero ártico
		Arenaria interpres	Playero vuelvepiedras
		Catoptrophorus semipalmatus	Playero grande
		Calidris alba	Playero blanco
		Numenius phaeophus	Zarapito
		Aphriza virgata	Playero de las rompientes
		Calidris bairdii	Playero de Baird
		Gallinago paraguaiae	Becacina
	Phalaropodinae	*Phalaropus fulicaria*	Pollito de mar tricolor
	Thinocoridae	*Thinocorus rumicivorus*	Perdicita
	Laridae	*Larus maculipennis*	Gaviota cahuil
		Larus pixpican	Gaviota de Franklin
		Larus dominicanus	Gaviota dominicana
		Larus modestus	Gaviota garuma
		Larus serranus	Gaviota andina
		Larus belcheri	Gaviota peruana
		Sterna paradisaea	Gaviotín ártico
		Sterna elegans	Gaviotín elegante
		Sterna hirundinaceae	Gaviotín sudamericano
		Sterna hirundo	Gaviotín boreal
		Larosterna inca	Gaviotín monja
		Rynchops niger	Rayador
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas
		Columba livia	Paloma
		Columba araucana	Torcaza
		Colombina picui	Tortolita cuyana
		Zenaida auriculata	Tortola
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza
	Strigidae	*Bubo virginianus*	Tucuquere
		Athene cunicularia	Pequén
Apodiformes	Trochilidae	*Patagona gigas*	Picaflor gigante
		Sephanoides sephanoides	Picaflor
		Rhodopis vesper	Picaflor del norte
Passeriformes	Furnariidae	*Cinclodes fuscus*	Churrete acanelado
		Cinclodes oustaleti	Churrete chico
		Geossita rufipensis	Minero cordillerano
		Geossita cunicularia	Minero
		Upucerthia dumetaria	Bandurrilla
		Asthenes humicola	Canastero
		Leptasthenura aegithaloides	Tijeral

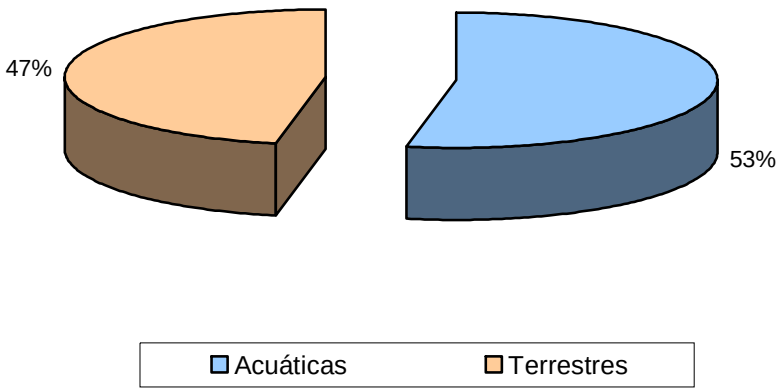
		Pheleocryptes melanops	Trabajador
	Tyrannidae	*Lessonia rufa*	Colegial
		Hymenops perspicillatus	Run run
		Agriomis livida	Mero
		Agriomis montana	Mero gausho
		Xolomis pyrope	Diucón
		Muxcisaxicola macloviana	Dormilona tontita
		Muxcisaxicola albilora	Dormilona de ceja blanca
		Elaenia albiceps	Fio fio
		Anairetes parulus	Cachudito
		Colorhampus parvirostris	Viudita
		Tachuris rubigastra	Siete colores
	Cotingidae	*Phytotoma rara*	Rara
	Hirundinidae	*Tachycineta meyeni*	Golondrina chilena
		Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina de dorso negro
		Hirundo rustica	Golondrina bermeja
	Muscicapidae	*Turdus falcklandii*	Zorzal
	Mimidae	*Mimus thenca*	Tenca
	Motaciliidae	*Anthus correndera*	Bailarín chico
	Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol
		Sicalis Luteiventris	Chirihue
	Icteridae	*Curaeus curaeus*	Tordo
		Chrysomus thilius	Trile
		Molothrus bonariensis	Mirlo
		Sturnella loyca	Loica
	Fringildae	*Cardelius barbata*	Jilguero
		Phrygilus alaudinus	Platero
		Diuca diuca	Diuca
		Phrygilus fruticeti	Yal
	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán
		Cistothorus platensis	Chercán de las vegas

Tabla XVII: Aporte porcentual de familias presente en la subcuenca del Río Huasco

FAMILIA	Nº DE ESPECIES	APORTE %
Podicipedidae	5	3.8
Pelecanidae	1	0.8
Phalacrocoracidae	2	1.5
Ardeidae	8	6.1
Threskiornithinae	1	0.8
Phoenicopteridae	1	0.8
Anatidae	13	9.8
Accipitridae	4	3.0
Falconidae	4	3.0
Catarthidae	2	1.5
Rallidae	7	5.3
Charadiidae	6	4.5
Haematopodidae	2	1.5
Recurvirostridae	2	1.5
Scolopacidae	11	8.3
Phalaropodinae	1	0.8

Thinocoridae	1	0.8
Laridae	11	8.3
Columbidae	5	3.8
Tytonidae	1	0.8
Strigidae	3	2.3
Trochilidae	3	2.3
Furnariidae	8	6.1
Tyrannidae	11	8.3
Cotingidae	1	0.8
Hirundinidae	3	2.3
Muscicapidae	1	0.8
Mimidae	1	0.8
Motaciliidae	1	0.8
Emberizidae	2	1.5
Icteridae	4	3.0
Fringildae	4	3.0
Troglodytidae	2	1.5
TOTAL	132	100%

Figura Nº 13: Porcentaje de especies terrestres y acuáticas, sector de Alto del Carmen



De las 132 especies registradas en este sector, son consideradas con algún grado de conservación 13 especies, correspondientes al 9,8 % del total de especies registradas, de ellas 10 son acuáticas y 3 son terrestres. (TABLA XVIII)

Tabla XVIII: Avifauna con problemas de conservación

ESPECIE	NOMBRE COMUN	ESTADO CONSERVACIÓN
Ardea cocoi	Garza cuca	R
Theristicus caudatus	Bandurria	P
Phoenicopterus chilensis	Flamenco chileno	V
Anas platalea	Pato cuchara	I
Anas bahamensis	Pato gargantillo	R
Coscoroba coscoroba	Cisne coscoroba	P
Cygnus melancoryphus	Cisne de cuello negro	V
Falco peregrinus	Halcón peregrino	V
Laterallus jamaicensis	Pidencito	I
Gallinago paraguaiae	Becacina	V
Larus modestus	Gaviota garuma	V
Larus serranus	Gaviota andina	V
Columba araucana	Torcaza	P

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción

4.2. CLASE MAMIFEROS

En Chile se pueden encontrar cerca de 150 especies de mamíferos nativos, de estos aproximadamente 94 corresponden a especies de mamíferos terrestres, de los cuales más del 50% presenta problemas de conservación (1 especie extinta, 15 especies en peligro, 15 especies vulnerables, 12 especies en la categoría rara, 2 con amenaza indeterminada y 7 insuficientemente conocida2).

Al igual como sucede en otro tipo de fauna, existen diferencias en cuanto a la cantidad de especies que se encuentran en Chile, principalmente difieren en cuanto a las especies de roedores reconocidos para ciertas familias y géneros (CONAMA 2006). Finalmente se puede decir que en Chile existen al menos 99 especies de mamíferos terrestres silvestres, excluyendo a las nutrias, pinnípedos, cetáceos y a todas las especies introducidas.

Esta diversidad se distribuye en ocho órdenes, 20 familias y 53 géneros. Las familias que presentan la mayor diversidad de especies en Chile son Muridae (36), Octodontidae (9), Vespertilionidae (6), Chinchillidae (5), Ctenomydae (5) y Felidae (5).

4.2.1. Mamíferos presentes en la Cuenca del río Huasco

En la cuenca del Río Huasco, se han registrado un total de 33 especies de mamíferos, pertenecientes a 5 órdenes y 12 familias (TABLA XIX), representando el 35% de las especies de mamíferos terrestres citados para Chile. El órden con mayor representatividad en el aporte de especies es el Rodentia con un 55%, le sigue el orden Carnívora con un 12% de representatividad en el número total de especies. (Figura Nº 14)

Las familias con mayor número de aportes en especies fue la familia Muridae con un aporte del 27%, le siguen las familias Vespertilionidae con un 12% y la familia Didelphidae con un 9,1%. (Figura Nº 15)

Figura Nº 14. Porcentaje de especies por orden registradas en la cuenca del Río Huasco

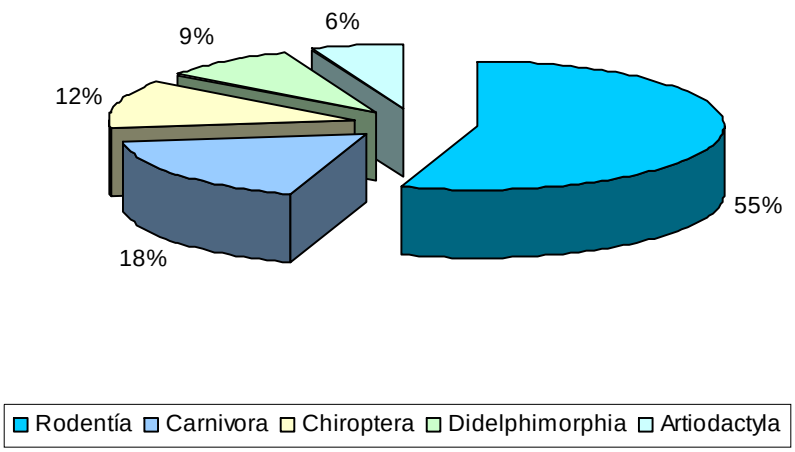
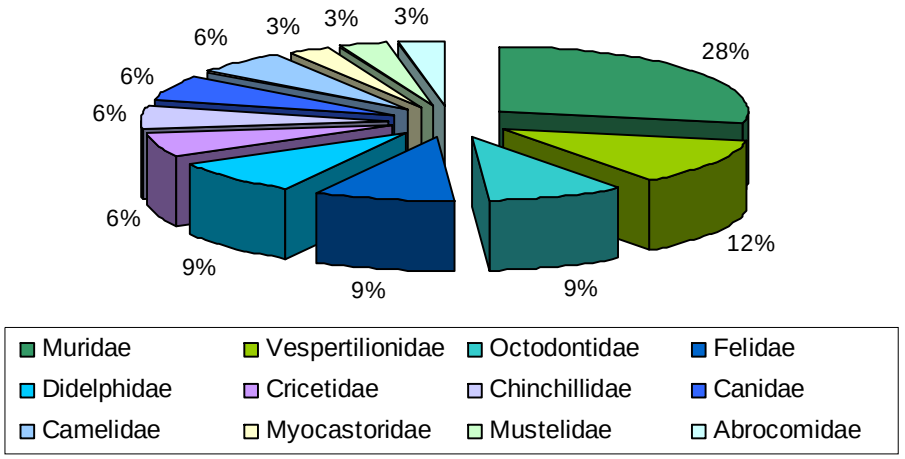


Tabla XIX: Taxocenosis de los mamíferos presentes en la cuenca del Río Huasco

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Didelphimorphia	Didelphidae	*Thylamys elegans*	Yaca
		Thylamys pallidior	Marmosa de la puna
		Desmodus rotundus	Piuchén
Chiroptera	Vespertilionidae	*Histiotus montanus*	Murciélago orejudo
		Myotis atacamensis	Murciélago de Atacama
		Tadarida brasiliensis	Murciélago común
		Histiotus macrotus	Murciélago orejón
Rodentia	Muridae	*Olygorizomys longicaudatus*	Ratón de cola larga
		Akodon olivaceus	Ratoncito oliváceo

		Eligmodontia typus	Ratoncito de piel sedosa
		Abrothrix olivaceus	Ratón lanudo común
		Rattus norvergicus	Guarén
		Abrothrix longipilis	Ratón lanudo
		Abrothrix andinus	Ratón andino
		Abrothrix andinus	Laucha andina
		Mus musculus	Laucha común
	Cricetidae	*Phyllotis darwini*	Ratoncito de Darwin
		Phyllotis x. vaccarum	
	Octodontidae	*Spalocopus cyanus*	Cururo
		Ctyenomys fulvus	Tuco tuco
		Octodon degus	Degu
	Abrocomidae	*Abrocoma bennetti*	Ratón chinchilla común
	Chinchillidae	*Lagidium viscacia*	Vizcacha
		Chinchilla brevicaudata	Chinchilla
	Myocastoridae	*Myocastor coypus*	Coipo
Carnivora	Mustelidae	*Galictis cuja*	Quique
	Canidae	*Pseudalopex griseus*	Zorro chilla
		Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo
	Felidae	*Puma concolor*	Puma
		Felis colocola	Gato colocolo
		Felis jacobita	Gato montés andino
Artiodactyla	Camelidae	*Lama guanicoe*	Guanaco
		Vicuqna vicuqna	Vicuña

Figura Nº 15. Porcentaje de especies por órden registradas en la cuenca del Río Huasco



Según el DS Nº 5 de la Ley de Caza 19.473 del Ministerio de Agricultura, son consideradas con algún grado de conservación 18 de las 33 especies registradas, correspondientes al 55% del los mamíferos encontrados en la cuenca del Río Huasco (TABLA XX).

Tabla XX: Mamíferos con problemas de conservación

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTADO CONSERVACION
Thylamys elegans	Yaca	R
Desmodus rotundus	Piuchen	R
Abrotrix olivaceus	Ratón lanudo común	IC
Abrotrhix longipilis	Ratón lanudo común	I
Spalocopus cyanus	Cururo	P
Ctenomys fulvus	Tuco tuco	V
Abrocoma bennetti	Ratón chinchilla común	IC
Lagidium viscacia	Vizcacha	P
Chinchilla brevicaudata	Chinchilla	P
Myocastor coypus	Coipo	V
Galictis cuja	Quique	V
Pseudalopex griseus	Zorro chilla	IC
Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	IC
Puma concolor	Puma	P
Felis colocola	Gato colocolo	P
Felis jacobita	Gato montés andino	R
Lama guanicoe	Guanaco	P
Vicuqna vicuqna	Vicuña	P

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (IC) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción

4.2.2. Sector Andino: Laguna Grande, Laguna Chica y Laguna Valeriano

En este sector se registraron 5 especies de mamíferos, las que se distribuyen en 3 órdenes y 5 familias (TABLA XXI). El órden con mayor representatividad fue el Rodentia con un aporte del 60% de las especies registradas (Figura Nº 16). Las 5 familias encontradas poseen el mismo porcentaje de representatividad en cuanto al aporte de especies. (Figura Nº 17).

Figura Nº 16. Porcentaje de especies por órden registradas en la cuenca del Río Huasco

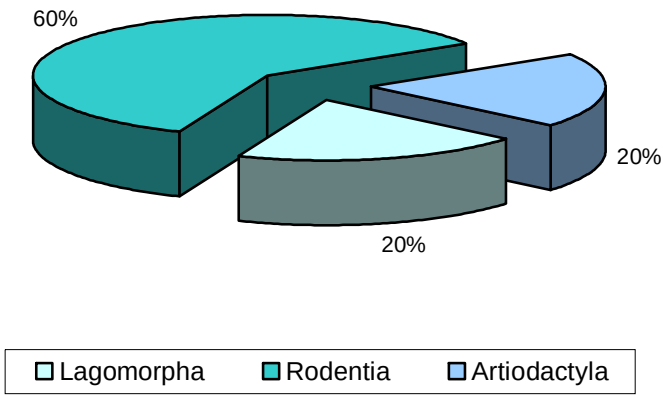
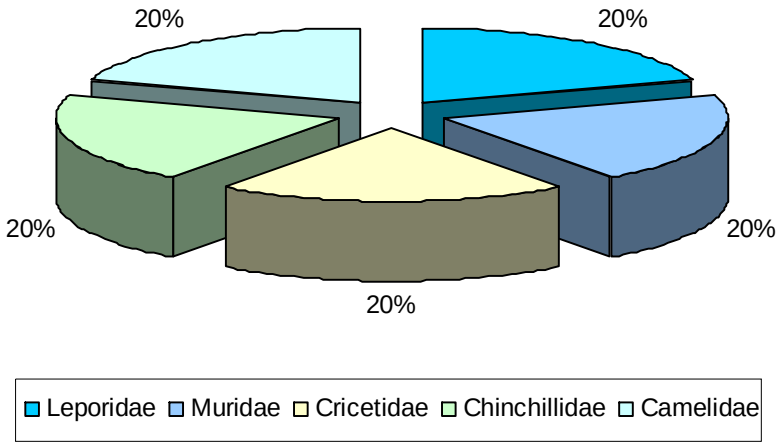


Tabla XXI: Taxocenosis de los mamíferos presentes en el sector andino

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus capensis*	Liebre
Rodentia	Muridae	*Abrothrixandinus*	Ratón andino
	Cricetidae	*Phyllotis darwini*	Ratón orejudo de Darwin
	Chinchillidae	*Lagidium viscacia*	Vizcacha
Artiodactyla	Camelidae	*Lama guanicoe*	Guanaco

Figura Nº 17. Aporte porcentual de las familias de mamíferos presentes en el sector andino



De las 5 especies de mamíferos registradas para este sector, 2 poseen algún grado de conservación según el reglamento Nº 5 de la Ley de Caza, correspondiendo así al 40% de las especies registradas para este sector. (TABLA XXII)

Tabla XXII: Especies de mamíferos con problemas de conservación en el sector andino

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTADO CONSERVACIÓN
Lagidium viscacia	Vizcacha	P
Lama guanicoe	Guanaco	P

4.2.3. Sector medio: Comuna de Alto del Carmen

En este sector se han registrado un total de 29 especies de mamíferos, correspondientes a 6 órdenes y 12 familias (TABLA XXIII). Los órdenes con mayor número de especies fue el Rodentia con un 44% de representatividad, le sigue el orden Carnívora con un 21% de aporte en especies. (Figura Nº 18)

Las familias con mayor aporte en especies fueron: Felidae y Vespertilionidae con una representatividad del 14 % en el número total de especies registradas. (Figura Nº 19)

Figura Nº 18. Porcentaje de especies por órden registradas en la comuna de Alto del Carmen

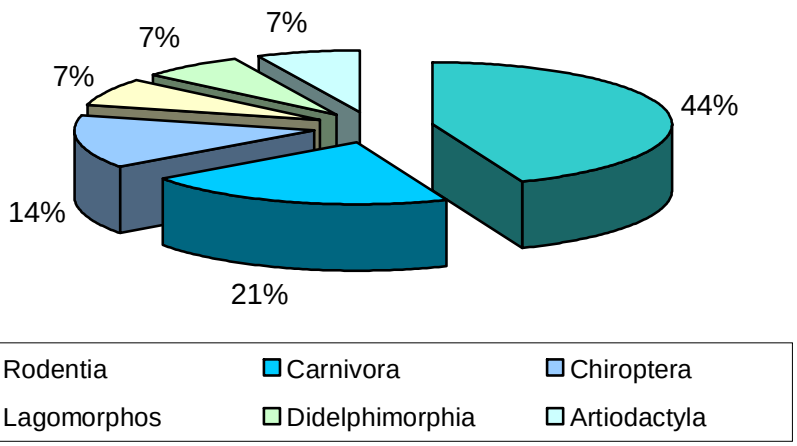
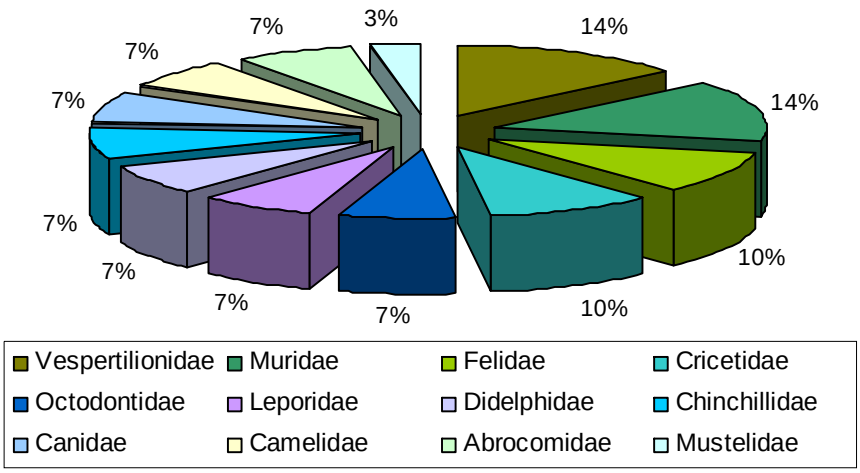


Tabla XXIII: Taxocenosis de los mamíferos presentes en la comuna de Alto del Carmen.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Artiodactyla	Camelidae	*Lama guanicoe*	Guanaco
		Vicuqna vicuqna	Vicuña
Carnivora	Canidae	*Pseudalopex culpaeus*	Zorri culpeo
		Pseudalopex griseus	Zorro chilla
	Felidae	*Felis colocola*	Gato colocolo
		Felis concolor	Puma
		Felis jacobita	Gato montés andino
	Mustelidae	*Galictis juca*	Quique
Chiroptera	Vespertilionidae	*Histiotus macrotus*	Murciélago orejón
		Histiotus montanus	Murciélago orejudo
		Myotis atacamensis	Murciélago de Atacama
		Tadarida brasiliensis	Murciélago común
Didelphimorphia	Didelphidae	*Thylamys elegans*	Marmosa
		Thylamys pallidior	Marmosa de la puna
Lagomorphos	Leporidae	*Lepus capensis*	Liebre
		Oryctolagus cuniculus	Conejo
Rodentia	Abrocomidae	*Abracoma spp.*	
		Abracoma bennetti	Ratón chinchilla común
	Chinchillidae	*Chinchilla brevicaudata*	Chinchilla
		Lagidium viscacia	Vizcacha
	Cricetidae	*Phyllotis x. vaccarum*	
		Phillotis darwini	Ratón orejudo de Darwin
		Phyllotis xanthopygus	Lauchón orejudo andino
	Muridae	*Abrothrix andinus*	Ratoncito andino
		Abrotrhix longipilis	Ratón lanudo común
		Abrotrhix olivaceus	Ratón oliváceo
		Rattus norvergicus	Guarén
	Octodontidae	*Ctenomys fulvus*	Tuco tuco
		Spalacopus cyanus	Cururo

Figura Nº 19. Aporte % de familias de mamíferos presentes en la comuna de Alto del Carmen



Según el DS Nº 5 de la Ley de Caza 19.473 del Ministerio de Agricultura, son consideradas con algún grado de conservación 13 de las 29 especies registradas, correspondientes al 45% del los mamíferos encontrados en la comuna de Alto del Carmen (TABLA XXIV).

Tabla XXIV: Especies de mamíferos con problemas de conservación.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTADO CONSERVACIÓN
Lama guanicoe	Guanaco	P
Vicuqna vicuqna	Vicuña	P
Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	I
Pseudalopex griseus	Zorro chilla	I
Felis colocola	Gato colocolo	P
Felis concolor	Puma	P
Felis jacobita	Gato montés andino	R
Galictis juca	Quique	V
Thylamys elegans	Marmosa	R
Chinchilla brevicaudata	Chinchilla	P
Lagidium viscacia	Vizcacha	P
Abrothrix longipilis	Ratón lanudo común	I
Ctenomys fulvus	Tuco tuco	V

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción

4.2.4. Sector Bajo: Subcuenca del Río Huasco

En este sector se han registrado 20 especies de mamíferos, correspondientes a 6 órdenes y 10 familias (TABLA XXV). El órden con mayor numero de especies, es el Rodentia, con una representatividad del 55% del total registrado, le siguen en aporte de número de especies, los órdenes Carnívora (15%) y Lagomorpha con un aporte del 10%. (Figura Nº 20)

Las familias más representativas en cuanto al aporte en especies son Muridae (30%), Canidae y Leporidae con un 10%. (Figura Nº 21)

Figura Nº 20. Porcentaje de especies por órden el la subcuenca del Río Huasco

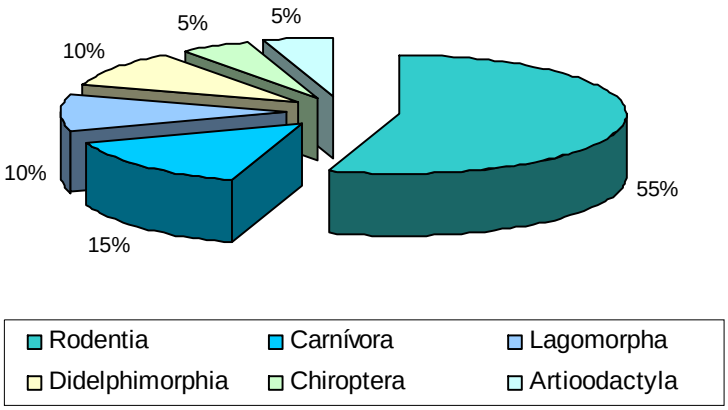
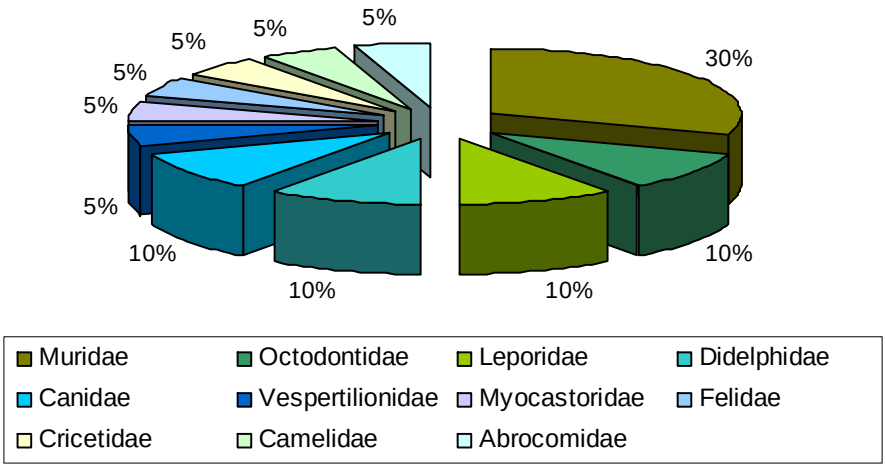


Tabla XXV. Taxocenosis de los mamíferos presentes en la subcuenca del Río Huasco

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Didelphimorphia	Didelphidae	*Thylamys elegans*	Yaca
		Desmodus rotundus	Piuchén
Chiroptera	Vespertilioridae	*Histiotus montanus*	Murciélago orejudo
Rodentia	Muridae	*Olygorizomys longicaudatus*	Ratón de cola larga
		Akodon olivaceus	Ratoncito oliváceo
		Eligmodontia typus	Ratoncito de piel sedoso
		Abrotrix olivaceo	Ratón lanudo común
		Rattus norvergicus	Guarén
		Mus musculus	Laucha común
	Cricetidae	*Phyllotis darwini*	Ratoncito de Darwin
	Octodontidae	*Spalocopus cyanus*	Cururo
		Octogon degus	Degu
	Abrocomidae	*Abrocoma bennetti*	Ratón chinchilla común
	Myocastoridae	*Myocastor coipus*	Coipo
Carnivora	Canidae	*Pseudalopex griseus*	Zorro chilla
		Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo
	Felidae	*Puma concolor*	Puma
Artiodactyla	Camelidae	*Lama guanicoe*	Guanaco
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus capensis*	Liebre
		Oryctolagus cuniculus	Conejo

Figura Nº 21. Aporte porcentual de las familias de mamíferos presentes en la subcuenca del Río Huasco.



Según el DS Nº 5 de la Ley de Caza 19.473 del Ministerio de Agricultura, son consideradas con algún grado de conservación 11 de las 20 especies registradas, correspondientes al 45% del los mamíferos encontrados en la subcuenca del Río Huasco (TABLA XXVI).

Tabla XXVI: Especies de mamíferos con problemas de conservación

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTADO CONSERVACIÓN
Thylamys elegans	Yaca	R
Desmodus rotundus	Piuchén	R
Histiotus montanus	Murciélago orejudo	R
Abrotix olivaceus	Ratón lanudo común	IC
Spalocopus cyanus	Cururo	P
Abrocoma bennetti	Ratón chinchilla común	IC
Myocastor coypus	Coipo	V
Pseudalopex griseus	Zorro chilla	IC
Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	IC
Puma concolor	Puma	P
Lama guanicoe	Guanaco	P

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción

4.3. CLASE REPTILES

Hasta la fecha en nuestro país se han descrito al menos 109 especies de reptiles, la mayoría de ellos corresponde al órden Squamata, (Mella, 2005). Dentro de los reptiles existen distintos tipos de grupos, uno de ellos son las lagartijas, las que se encuentran las familias Iguanidae, Gekkonidae, Teiidae, en la primera se pueden diferenciar tres subfamilias: Liolaeminae: con sólo dos géneros Liolaeminae y Phymaturus, el primero con una gran diversidad de especies en todo Chile, por otro lado el género Phymaturus solo se conoce una especie en el país, P. flagellifer, muy poco estudiada. Subfamilia Polychrine, con dos géneros identificados: Diplolaemus Bell y Pristidactylus Fitzinger, el grupo se caracteriza por presentar un patrón de distribución restringido en Chile y su taxonomía es relativamente conocida. La última subfamilia es Tropidurinae (Frost y Etheridge, 1989). Se encuentra representada en Chile por el género *Microlophus, Duméril* y *Bibron*.

En cuanto a la familia Gekkonidae, la mayoría de sus integrantes presentan hábitos nocturnos, crepusculares o raramente diurnos, las especies chilenas se distribuyen en el extremo norte y sólo una Lepidodactylus lugubris se encuentra en Isla de Pascua. El estatus taxonómico de este grupo de especies es controversial y es necesario un estudio mas acabado (CONAMA 2006). Solo se han reconocido especies de Homonota gaudichaudii y Phyllodactylus gerrhopygus.

La familia Teiidae en Chile se encuentra representada solo por una especie, Callopistes Palluma con distribución desde la región de Atacama hasta el Maule. Dentro de esta especie se han reconocido 3 subespecies: C. p. palluma, C. p. atacamensis, y C. p. manni de Paposo (Veloso y Navarro 1988).

Otro de los reptiles que se encuentran en Chile, corresponden a las culebras, las que presenta la familia Colubridae, al igual que las lagartijas, no existen estudios acabados de este grupo de reptiles. Desde el estudio de Donoso-Barros (1966) hasta la actualidad, la taxonomía y sistemática del grupo ha experimentado cambios profundos.

4.3.1. Reptiles presentes en la cuenca del Río Huasco

En la cuenca del río Huasco, se han registrado 20 especies de reptiles correspondientes a 1 orden (Squamata) y 4 familias. (TABLA XXVII). Las familias más representativas en lo que se refiera al número de especies son la familia Tropiduridae con un 80% y la familia Colubridae con un aporte del 10%. (Figura Nº 22)

Figura Nº 22: Aporte porcentual de las familias de reptiles presentes en la cuenca.

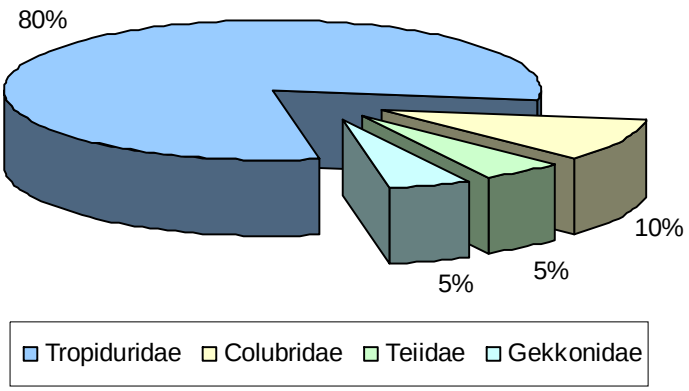


Tabla XXVII: Taxocenosis de los reptiles presentes en la cuenca del Río Huasco

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Squamata	Colubridae	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga
		Tachymenis chilensis	Culebra de cola corta
	Teiidae	*Callopistes palluma*	Iguana
	Gekkonidae	*Homonota gaudichaudi*	Salamanqueja del norte
	Tropiduridae	*Liolaemus alticolor*	Lagartija rayada nortina
		Liolaemus atacamensis	Lagartija de atacama
		Liolaemus bisignatus	Lagartija de dos manchas
		Liolaemus copiapoensis	Lagartija de Copiapó
		Liolaemus nigromaculatus	Lagartija de mancha negra
		Liolaemus silvai	Lagartija de Silva
		Microlophus atacamensis	Corredor de atacama
		Liolaemus cf. platei	Lagartija de plate
		Liolaemus cf. vallecurensis	Lagartija del valle del cura
		Liolaemus lorenzmuelleri	Lagarto de muller
		Liolaemus fuscus	Lagartija oscura
		Liolaemus nitidus	Lagarto nítido
		Liolaemus platei	Lagartija de plate
		Liolaemus sp.	Lagartija
		Phymaturus flagelifer	Matuasto

Según el DS Nº 5 de la Ley de Caza 19.473 del Ministerio de Agricultura, son consideradas con algún grado de conservación 18 de las 20 especies registradas, correspondientes al 90% de los reptiles encontrados en la subcuenca del río Huasco (Tabla Nº 27).

Tabla XXVII. Reptiles con problemas de conservación

Orden	Familia	Especie	Nombre Comun	Ec
Squamata	Colubridae	Philodryas chamissonis	Culebra de cola larga	R
		Tachymenis chilensis	Culebra de Cola corta	V
	Teiidae	Callopistes palluma	Iguana	V
	Gekkonidae	Homonota gaudichaudi	Salamanqueja del norte chico	R
	Tropiduridae	Liolaemus alticolor	Lagartija rayada nortina	FP
		Liolaemus atacamensis	Lagartija de atacama	R
		Liolaemus bisignatus	Lagartija de Dos manchas	R
		Liolaemus copiapoensis	Lagartija de Copiapó	FP
		Liolaeumus nigromaculatus	Lagartija de Mancha negra	V
		Liolaeums silvai	Lagartija de Silva	R
		Microlophus atacamensis	Corredor de Atacama	V
		Liolaemus cf. Platei	Lagartija de Plate	R
		Liolaemus cf. Vallecurensis	Lagartija del Valle del Cura	R
		Liolaemus lorenzmuelleri	Lagarto de Muller	V
		Liolaemus fuscus	Lagartija oscura	F
		Liolaemus multiformis		
		Liolaemus nitidus	Lagarto nitido	V
		Liolaemus platei	Lagartija de plate	R
		Liolaemus sp.	Lagartija	
		Phymaturus flagelifer	Matuasto	P

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción

4.3.2. Sector Andino: Laguna Grande, Laguna Chica y Laguna Valeriano

En este sector se registraron 3 especies pertenecientes a 1 orden (Squamata) y a 1 familia (Tropiduridae). De las tres especies registradas 2 presentan problemas de conservación según el DS Nº 5 de la Ley de Caza. (TABLA XXVIII)

TablaXXVIII: Taxocenosis de los reptiles encontrados en el sector Andino

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	EC
Squamata	Tropiduridae	*Liolaemus lorenzmulleri*	Lagarto de Müller	V
		Liolaemus cipoapoensis	Lagartija de copiapó	FP
		Liolaemus vallecurensis	Lagartija del valle del cura	R

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción

4.3.3. Sector Medio: Comuna de Alto del Carmen

En este sector se han registrado 12 especies de reptiles, correspondientes a 1 orden (Squamata) y a 3 familias (TABLA XXIX). Las familias con mayor porcentaje de representación es la familia Tropiduridae con un 84% de aporte. (Figura Nº 23). Según el D.S. Nº 5 de la Ley de caza, son consideradas 8 especies con problemas de conservación equivalentes al 67% del total registrado para este sector.

Figura Nº 23. Aporte %l de las familias de reptiles presentes en sector de Alto del Carmen

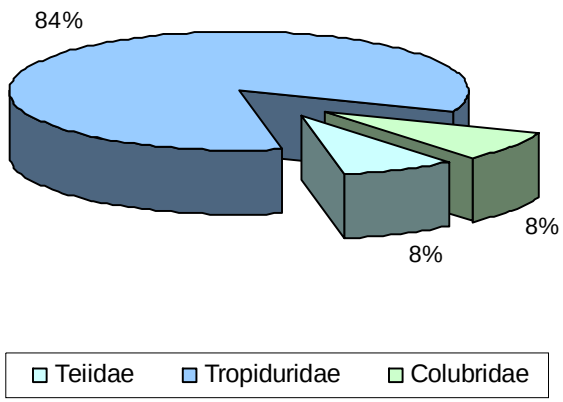


Tabla XXIX: Taxocenosis de los reptiles registrados para el sector de Alto del Carmen

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	EC
Squamata	Colubridae	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	R
		Callopistes palluma	Iguana	V
	Teiidae	*Liolaemus alticolor*	Lagastija rayada nortina	
		Liolaemus atacamensis	Lagartija de atacama	R
		Liolaemus cf. platei	Lagartija de plate	
		Liolaemus cf. vallecurensis	Lagartija del valle del cura	R
		Liolaemus lorenzmuelleri	Lagartija de muller	V
		Liolaemus multiformis		
		Liolaemus nitidus	Lagarto nítido	V
		Liolaemus platei	Lagartija de plate	R
		Liolaemus sp.	Lagarto	
		Phymaturus flagelifer		P

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción

4.3.4. Sector Bajo: Sub cuenca del río Huasco

En este sector se han registrado 12 especies de reptiles, correspondientes a 1 orden (Squamata) y a 4 familias (TABLA XXX). Las familias con mayor porcentaje de representación es la familia Tropiduridae con un 84% de aporte, le sigue inmediatamente la familia Colubridae con un 17% de representatividad. (Figura Nº 24). Según el D.S. Nº 5 de la Ley de caza, son consideradas 8 especies con problemas de conservación equivalentes al 67% del total registrado para este sector.

Figura Nº 24. Aporte porcentual de las familias de reptiles presentes en la cuenca del Río Huasco

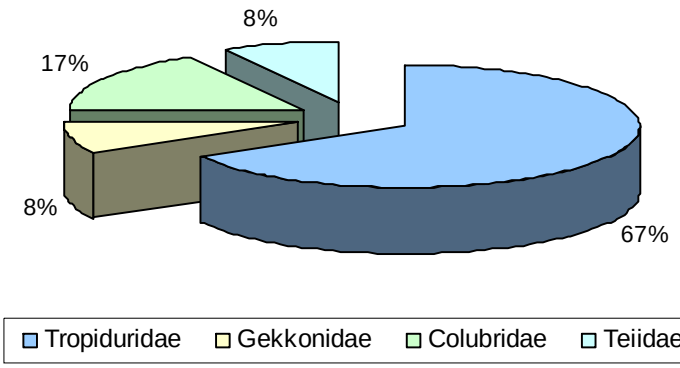


Tabla XXX: Taxocenosis de los reptiles presentes en la subcuenca del Río Huasco

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	EC
Squamata	Tropiduridae	*Liolaemus atacamensis*	Lagartija de atacama	R
		Liolaemus bisignatus	Lagartija de dos manchas	R
		Liolaemus copiapoensis	Lagartija de copiapó	FP
		Liolaemus nigromaculatus	Lagartija de mancha negra	V
		Liolaemus platei	Lagartija de plate	R
		Liolaemus silvai	Lagartija de silva	V
		Liolaemus fuscus	Lagartija oscura	FP
		Microlophus atacamensis	Corredor de atacama	V
	Gekkonidae	*Homonota gaudichaudi*	Salamanqueja del norte chico	R
	Colubridae	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	R
		Tachymenis chilensis	Culebra de cola corta	V
	Teiidae	*Callopistes palluma*	Iguana chilena	V

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción (FP) Fuera de Peligro

4.4. DESCRIPCIÓN DE LA FLORA REGISTRADA PARA LA CUENCA

La vegetación presente en un área determinada es producto de una serie de factores ambientales, siendo los más determinantes la temperatura y humedad. Así a través de tiempo geológico (miles de años) las especies se van adaptando a las distintas condiciones evolucionando, muchas veces, en forma convergente. Por otro lado también existe una relación en cuanto al origen de las especies, su parentesco o filogenia, así taxa genéticamente más parecidas tenderán a adaptarse al medio modificando sus características en forma distinta a aquellas taxa que tienen un origen evolutivo diferente; por ejemplo las cactáceas se han adaptado a condiciones semidesérticas formando cuerpos suculentos mientras que otros grupos han desarrollado una forma de vida anual o tallos subterráneos modificados como los bulbos, este es el caso de las Liliáceas.

En Chile, debido al amplio rango climático sumado a diferencias topográficas y geomorfológicas, que cambian de norte a sur y de mar a cordillera, existen varias unidades vegetales con características propias y diferenciables. Así en nuestro país se han definido 8 Regiones vegetales (Gajardo, 1994) las que a su vez se pueden dividir en sub-regiones, formaciones y asociaciones o comunidades vegetales.

La región de Atacama y principalmente el valle del Huasco, se encuentra inserta dentro de la región del Desierto, y las subregiones del Desierto Costero, Desierto Florido y el Desierto Andino, donde en cada una de estas subregiones se encuentran asociaciones vegetales características a lo largo y ancho de toda la cuenca del río Huasco.

4.4.1 Flora presente en la Cuenca del río Huasco

En la cuenca del río Huasco, se han registrado 698 especies de flora, las que representan el 13,5% de la vegetación citada para Chile. Estas se distribuyen en 87 familias, donde las más representativas por su número de especies son la Asteraceae, con 118 especies, Poaceae con 64, y Fabaceae con 47 especies. De estas especies, 16 poseen alguna categoría de conservación, según el Libro rojo y el boletín del Museo de Historia Natural, correspondiendo al 2,3% del total registrado. (Tabla XXXII)

Tabla XXXI: Taxocenosis de la flora presente en la cuenca del Río Huasco

FAMILIA	ESPECIE	ORIGEN	EC
Adiantaceae	*Adiantum chilense Kaulf. Var .chilense*	Autóctona	
	Cheilantes hypoleuca (Kunze) K. Presl	Autóctona	
	Cheilantes molles (Kunze). Presl	Autóctona	
Equistaceae	*Equisetum giganteum L.*	Autóctona	V
	Equisetum bogotense	Autóctona	
Ephedraceae	*Ephedra breana Phil*	Autóctona	
	Ephedra chilense. C. Presl	Autóctona	
Amaranthaceae	*Amaranthus Hybridus L.*	Alóctona	
Anacardiaceae	*Schinus molle L. var. areira (L) DC*	Autóctona	
	Schinus polygamus (Cav) Cabr.	Autóctona	
Apiaceae	*Apium andinum Phil*	Autóctona	
	Apium leptophyllum	Autóctona	
	Apium sp.	Autóctona	
	Asteriscium chilense Cham. Et Schiecht	Autóctona	
	Azorella cryptantha (Clos) Reiche	Autóctona	
	Azorella madreporica Clos	Autóctona	
	Azorella trifoliolata Clos	Autóctona	
	Foeniculum vulgare Mill	Alóctona	
	Gymnophyton flexuosum Clos	Autóctona	
	Gymnophyton robustum Clos	Autóctona	
	Gymnophyton sp.	Autóctona	
	Gymnophyton spinosissimum	Autóctona	
	Homolocarpus dichotomus	Autóctona	
	Hydrocotyle ranunculoides Lf.	Autóctona	
	Laretia acaulis (Cav) Gill. Et Hock	Autóctona	V
	Lilaeopsis macloviana (Gand) A.W	Autóctona	

	Mulinum cfr pauciflorum Reiche	Autóctona	
	Mulinum spinosum (Cav) Pers.	Autóctona	
Aristolochiaceae	*Aristolochia bridgesii*	Autóctona	
	Aristolochia chilensis Bridges ex Linl.	Autóctona	
	Cynachum viride (Phil). Reiche	Autóctona	
	Aster squamatus (spreng) Hieron.	Autóctona	
	Baccharis incarum Wedd.	Autóctona	
	Baccharis linearis (R. et p.) Pers.	Autóctona	
	Baccharis pingraea DC.	Autóctona	
	Baccharis sagittalis (Less) DC.	Autóctona	
	Baccharis salicifolia (R. et. P.) Pers	Autóctona	
	Baccharis spartioides (H. Et A.) Remy	Autóctona	
	Baccharis tola phil.	Autóctona	
	Baccharis volckmanni phil	Autóctona	
	Bahia Ambrosioides Lag	Autóctona	
	Bidens pilosa L.	Alóctona	
	Centaurea cachinalensis phil.	Autóctona	
	Centaurea floccosa H. et A	Autóctona	
	Centaurea melitensis L	Alóctona	
	Chaetanthera acerosa (Remy) B. et H.ex griseb	Autóctona	
	Chaetanthera glabrata (DC) Meigen	Autóctona	
	Chaetanthera lycopodioides	Autóctona	
	Chaetanthera gnaphalioides (Remy) Johnst	Autóctona	
	Chaetanthera lanata (Phil) Johnst	Autóctona	
	Chaetanthera leptocephala Cabr.	Autóctona	
	Chaetanthera limbata (D. don) less.	Autóctona	
	Chaetanthera linearis Poepp. Ex Less	Autóctona	
	Chaetanthera minuta (Phil) Cabr.	Autóctona	
	Chaetanthera pulvinata (Phil) Haum	Autóctona	
	Chaetanthera sp.	Autóctona	
	Chaetanthera sphaeroidalis (Reiche) Hicken	Autóctona	
	Chuquiraga acicularis D.don	Autóctona	
	Chuquiraga ulicina	Autóctona	
	Cichorium intybus L.	Alóctona	
	Conyza bonariensis (l.) Crong.	Autóctona	
	Conyza sp.	Autóctona	
	Cotula coronopifolia L	Alóctona	
	Doniophyton anomalum (D. don) Kurtz	Autóctona	
	Doniophyton weddellii Katinas et Stuessy	Autóctona	
	Encelia Canescens Lam.	Autóctona	
	Erigeron leptopetalus Phil.	Autóctona	
	Flaveria bidentis (l.) O.K.	Alóctona	
	Gamochaeta sp.	Autóctona	
	Gamochaeta stachydifolia (Lam) Cabr.	Autóctona	
	Gnaphalium cf. Coquimbense Phil.	Autóctona	
	Gnaphalium Coquimbense Phil	Autóctona	
	Gnaphalium sp. 1	Autóctona	
	Gnaphalium sp. 2	Autóctona	
	Gutierrezia neaeana (DC) Blake	Autóctona	
	Haplopappus angustifolius (DC) Reiche	Autóctona	
	Haplopappus bailahuen Remy	Autóctona	
	Haplopappus bailahuen x linifolius	Autóctona	

	Haplopappus linifolius (Phil) Reiche	Autóctona	
	Haplopappus parvifolius (DC) A. Gray	Autóctona	
	Haplopappus rigidus (Phil)	Autóctona	
	Haplopappus sp. 1	Autóctona	
	Haplopappus sp. 2	Autóctona	
	Haplopappus sp. 3	Autóctona	
	Haplopappus sp. 4	Autóctona	
	Helenium atacamense Cabr.	Autóctona	
	Heinterhubera scoparia (Phil) Cabr.	Autóctona	
	Lactuca serriola L.	Alóctona	
	Leucheria polyclados (Remy) Reiche	Autóctona	
	Leucheria runcinata D. Don	Autóctona	
	Leucheria Salina	Autóctona	
	Madia chilensis (Nutt) Reiche	Autóctona	
	Madia sativa Mol.	Autóctona	
	Mutisia cana Poepp. Ex P et E	Autóctona	
	Mutisia sinuata Cav	Autóctona	
	Nassauvia looseri	Autóctona	V
	Ophryosporus paradoxus (H et A) Benth	Autóctona	
	Pachylaena atriplicifolia D . Don ex H et A	Autóctona	
	Pachylaena sp.	Autóctona	
	Perezia atacamensis (Phil) Reiche	Autóctona	
	Perezia purpurata Wedd.	Autóctona	
	Perityle emoryl Torr.	Autóctona	
	Pluchea absinthioides (H et A) H. Rob. Ex Cuatr.	Autóctona	
	Polyachyrus carduoides Phil	Autóctona	
	Polyachyrus fuscus Meyen et Walp	Autóctona	
	Polyachyrus sphaerocephalus D. Don	Autóctona	
	Proustia ilicifolia H et A.	Autóctona	
	Proustia sp.	Autóctona	
	Schkuhria pinnata (Lam) O.K	Autóctona	
	Senecio benaventianus Remy	Autóctona	
	Senecio brachylobus Phil	Autóctona	
	Senecio breviscapus DC	Autóctona	
	Senecio crepidiodes Phil. Au	Autóctona	
	Senecio haenkei DC	Autóctona	
	Senecio johnstonianus Cabr.	Autóctona	
	Senecio jorquerae Phil.	Autóctona	
	Senecio luridus Phil	Autóctona	
	Senecio micropifolius DC	Autóctona	
	Senecio microtis Phil	Autóctona	
	Senecio minotifolius Phil	Autóctona	
	Senecio murinus Phil	Autóctona	
	Senecio oreinus Cabri	Autóctona	
	Senecio oreophyton Remy	Autóctona	
	Senecio proteus Remy	Autóctona	
	Senecio santelicis Phil	Autóctona	
	Senecio segethii Phil	Autóctona	
	Senecio sp. 1	Autóctona	
	Senecio sp. 2	Autóctona	
	Senecio sp. 3	Autóctona	
	Senecio tinctolobus Johnst.	Autóctona	

	Senecio troncosii Phil	Autóctona	
	Senecio volckmanni Phil	Autóctona	
	Sonchus asper (L) J. Hill	Alóctona	
	Sonchus oleraceus L.	Alóctona	
	Tagetes minuta L	Alóctona	
	Tagetes multiflora H.B.K	Autóctona	
	Tanacetum parthenium (L) sch. Bip	Alóctona	
	Tanacetum vulgare L	Alóctona	
	Taraxacum offcinale Weber	Alóctona	
	Tessaria absinthioides (H. Et A.) DC	Autóctona	
	Viguiera adenotricha Blake	Autóctona	
	Viguiera gayana (Phil) Cabr. Ex Esp.	Autóctona	
	Viguiera sp.	Autóctona	
	Werneria pinnatifida Remy	Autóctona	
	Werneria pygmaea Gill. Ex H. et A	Autóctona	
	Xanthium spinosum L.	Alóctona	
Bignoniaceae	*Argylia checoensis (Meyen) Johnst*	Autóctona	
	Argylia geranioides DC	Autóctona	
	Argylia potentilifolia DC	Autóctona	
Boraginaceae	*Cordia decandra H et A.*	Autóctona	
	Cryptantha calycina (Phil) Reiche	Autóctona	
	Cryptantha diffus a (Phil) Johnst	Autóctona	
	Cryptantha gnaphalioides (A. D.C) Reiche	Autóctona	
	Cryptantha involucrata (Phil) Reiche	Autóctona	
	Cryptantha kingii (Phil) Reiche	Autóctona	
	Cryptantha sp. 1	Autóctona	
	Cryptantha sp. 2	Autóctona	
	Cryptantha sp. 3	Autóctona	
	Cryptantha sp. 4	Autóctona	
	Heliotropium chenopodiaceum (A. DC) Clos	Autóctona	
	Heliotropium stenophilum (A. DC) Clos	Autóctona	
	Heliotropium sinuatum (Miers) Johnst	Autóctona	
	Pectocarya dimorpha (Johnst) Johnst	Autóctona	
	Pectocarya gracilis (R et P) Johnst	Autóctona	
Brassicaceae	*Brassica nigra Koch*	Alóctona	
	Brassica rapa L	Alóctona	
	Cardamine glacialis (G. Forster) DC	Autóctona	
	Descurainia erodifolia (Phil) Reiche	Autóctona	
	Descurainia pimpinelifolia (Barn) O.E Schultz	Autóctona	
	Descurainia sp. 1	Autóctona	
	Descurainia sp. 2	Autóctona	
	Descurainia stricta (Phil) Prantl ex Reiche	Autóctona	
	Hirschfeldia incana (L) Lagrese - Fossat	Alóctona	
	Hymenolobus procumbens (L) Nutt ex Torr	Autóctona	
	Lepidium bonariense L	Alóctona	
	Lepidium brevicaule Barn	Autóctona	
	Lepidium sp. 1	Autóctona	
	Lepidium sp. 2	Autóctona	
	Lepidium strictum (s. Wats) Raltan	Autóctona	
	Mathewsia sp.	Autóctona	
	Menonvillea alata Rollins	Autóctona	
	Menonvillea cuneata (Gill et Hock) Rollins	Autóctona	

	Menonvillea macrocarpa (Johnst) Rollins	Autóctona	
	Menonvillea orbiculata Phil	Autóctona	
	Menonvillea sp.	Autóctona	
	Nasturtium offcinale R. Br	Alóctona	
	Rapistrum rugosum (L) All	Alóctona	
	Schizopetalon rupestre (Barn) Reiche	Autóctona	
	Schizopetalon sp.	Autóctona	
	Sisymbrium officinale (L) Scop	Alóctona	
	Sisymbrium sp. 1	Autóctona	
	Sisymbrium sp. 2	Autóctona	
	Sisymbrium sp. 3	Autóctona	
	Weberbauera lagunae (O. E Schulz) Al- Shenhbaz	Autóctona	
	Werdermannia pinnata (Barn) O.E Schultz	Autóctona	
Buddlejaceae	*Buddleja suaveolens Kunth et Bouché*	Autóctona	
Cactaceae	*Eriosyce aurata (Pfeiff) Backed*	Autóctona	
	Eriosyce lapampaensis F. Ritter	Autóctona	
	Eulychnia acida Phil Var. Procumbens Ritt	Autóctona	
	Maihueniopsis archiconoidea F. Ritter	Autóctona	
	Neoporteria vallenarensis (riff) A. Hoffmann J.	Autóctona	
	Opuntia berteri (colla) A. Hoffmann	Autóctona	
	Opuntia glomerata Britton & Rose	Autóctona	
	Opuntia leoncito	Autóctona	
	Opuntia tunicata (Lehm) Pfeiff	Autóctona	
	Opuntia miquelli Monv	Autóctona	V
	Copiapoa coquimbana var. alticostata (Ritter) Hoffmann	Autóctona	V
	Copiapoa coquimbana var. Fiedleriana (Schumann) Hoffmann	Autóctona	V
	Copiapoa coquimbana var. Vallenarensis (Ritter) Hoffmann	Autóctona	V
	Echinopsis spinibarbis (Otto) A. Hoffmann	Autóctona	R
	Eulychnia breviflora Phil	Autóctona	
	Neoporteria jussieu vas huacencis (Ritter) Hoffmann	Autóctona	
	Neoporteria napina (Phil) Don. et Rowl	Autóctona	V
	Neoporteria vallenarensis Ritter	Autóctona	IC
	Neoporteria villosa (Monv) Berger	Autóctona	V
	Pyrrhocactus eriosyzoides (F.Ritter) F. Ritter	Autóctona	
	Trichocereus chilensis (colla) Britton et Rose	Autóctona	
Calyceraceae	*Nastanthus caespitosus (Phil) Reiche*	Autóctona	
	Nastanthus sp.	Autóctona	
Chenopodiaceae	*Atriplex atacamensis Phil*	Autóctona	
	Atriplex clivicola Johnst	Autóctona	
	Atriplex desertícola Phil	Autóctona	
	Atriplex nummularia	Autóctona	
	Atriplex inbricata (Mob) Dietr.	Autóctona	
	Atriplex madariagae Phil	Autóctona	
	Atriplex oreophila Phil	Autóctona	
	Atriplex suberecta Verd	Alóctona	
	Sarcocomia fruticosa	Autóctona	
	Chenopodium album L	Alóctona	
	Chenopodium ambrosioides L	Autóctona	
	Chinopodium frigidum L	Autóctona	
	Chinopodium mutale L	Autóctona	
	Chinopodium sp.	Autóctona	

Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis L*	Alóctona	
	Convolvulus bonariensis Cav	Autóctona	
	Convolvulus chilensis Pers	Autóctona	
Cuscutaceae	*Cuscuta suaveolens Ser*	Autóctona	
Euphorbiaceae	*Euphorbia engelmanni Boiss*	Alóctona	
	Euphorbia peplus L	Alóctona	
	Euphorbia sp. 1	Autóctona	
	Ricinus Communis L	Alóctona	
Fabaceae	*Acacia caven (mol) Mol*	Autóctona	
	Acacia saligna	Alóctona	
	Adesmia aegiceras Phil	Autóctona	
	Adesmia aphylla Clos	Autóctona	
	Adesmia argyrophylla Phil	Autóctona	
	Adesmia atacamensis Phil	Autóctona	
	Adesmia capitellata (Clos) Haum	Autóctona	
	Adesmia coquimbensis Burk	Autóctona	
	Adesmiaechinus K Prest	Autóctona	
	Adesmia eremophila Phil	Autóctona	
	Adesmia filifolia Clos	Autóctona	
	Adesmia glutinosa H et A	Autóctona	
	Adesmia hystrix Phil	Autóctona	
	Adesmia kingii Phil	Autóctona	
	Adesmia obscura Clos	Autóctona	
	Adesmia parviflora Clos	Autóctona	
	Adesmia pedicellata H et A	Autóctona	
	Adesmia sessiliflora Phil	Autóctona	
	Adesmia sp. 1	Autóctona	
	Adesmia sp. 2	Autóctona	
	Adesmia sp. 3	Autóctona	
	Adesmia sp. 4	Autóctona	
	Adesmia sp. 5	Autóctona	
	Adesmia sp. 6	Autóctona	
	Adesmia sp. 7	Autóctona	
	Adesmia sp. 8	Autóctona	
	Adesmia sp. 9	Autóctona	
	Adesmia spuma Werd. ex Burk	Autóctona	
	Adesmia subterranea Clos	Autóctona	
	Astragalus bustilosii Clos	Autóctona	
	Astragalus cruckshanksii (H et A) Griseb	Autóctona	
	Astragalus sp. 1	Autóctona	
	Astragalus sp. 2	Autóctona	
	Astragalus vagus (Clos) Reiche	Autóctona	
	Astragalus valerianensis johnst	Autóctona	
	Balsamocarpon brevifolium Clos	Autóctona	
	Geoffroea decorticans (Gill ex H et A) Burk	Autóctona	
	Hoffmanseggia glauca (Ort) Eifert	Autóctona	
	Lupinus microcarpus sims	Alóctona	
	Medicago lupulina L.	Alóctona	
	Medicago sativa L.	Alóctona	
	Melilotus alba Desr	Alóctona	
	Melilotus indica (L) All	Alóctona	
	Prosopis chilensis (Mol) Stuntz	Autóctona	

	Senna acuta (Meyen) Zollner et San Martín	Autóctona	
	Senna urmenetae (Phil) Irw et Baneby	Autóctona	
	Trifolium polymorphum Poir	Autóctona	
Gentianaceae	*Gentiana prostrata Haenke var. Prostata*	Autóctona	
	Gentianella coquimbensis	Autóctona	V
	Gentianella gilliesii (Gilg) Martic et Arroyo	Autóctona	
Geraniaceae	*Erodium cicutarium (l) L'Herit ex Aiton*	Alóctona	
	Erodium moschatum (L) L'Herit ex Aiton	Alóctona	
	Geranium core-core steud	Autóctona	
	Geranium pusillum L	Autóctona	
Haloraqaceae	*Myriophyllum aquaticum (vell) Verde*	Autóctona	
Hydrophyllaceae	*Phacelia cumingii (Benth) A. Gray*	Autóctona	
	Phacelia nana Wedd	Autóctona	
	Phacelia pinnatifida Griseb ex Wedd	Autóctona	
Krameriaceae	*Krameria cistoidea H et A*	Autóctona	V
Labiataceae	*Kurzamra pulchella (Clos) O.K*	Autóctona	
	Stachys gran didentata Lind	Autóctona	
	Teucrium nudicaule Hook	Autóctona	
Lamiaceae	*Marrubium vulgare L*	Alóctona	
	Mentha suaveolens	Alóctona	
	Mentha xpiperita	Alóctona	
	Mentha citrata Ehrh	Alóctona	
	Mentha piperita L	Alóctona	
	Mentha pulegium L	Alóctona	
	Mentha sp.	Alóctona	
	Teucrium nudicaule Hook	Autóctona	
Loasaceae	*Cajophora coronata (Gill ex Am) H et A*	Autóctona	
	Loasa chilensis (Gay) Urban et Gilg	Autóctona	
	Loasa longiseta Phil	Autóctona	
	Loasa malesherbioides Phil	Autóctona	
	Loasa sp.	Autóctona	
	Mentzella albescens (Gill ex Am) Griseb	Autóctona	
Loranthaceae	*Tristerix verticillatus (R et P) Barlow et Wiens*	Autóctona	
	Tristerix aphyllus (Miers ex DC)	Autóctona	
Lythraceae	*Lythrum hyssopifolia L*	Alóctona	
	Pleurophora pungens D Don	Autóctona	
	Pleurophora pusilla H et A	Autóctona	
Malesherbiaceae	*Malesherbia auristipulata Ricardi*	Autóctona	R
	Malesherbia lanceolata	Autóctona	
	Malesherbia humilis Poepp var Humilis	Autóctona	
	Malesherbia lactea Phil	Autóctona	
	Malesherbia lirana Gay	Autóctona	
	Malesherbia multiflora Ricardi	Autóctona	
	Malesherbia paniculata D Don	Autóctona	
	Malesherbia rugosa Gay	Autóctona	
	Malesherbia sp.	Autóctona	
Malpighiaceae	*Dinemagonum gayanum A.H.L Juss ver Gayanum*	Autóctona	
	Dinemagonum maculigerum Phil	Autóctona	
Malvaceae	*Cristaria andicola Gay*	Autóctona	
Nolanaceae	*Cristaria cordato – rotundifolia Gay*	Autóctona	
	Cristaria cyanea Phil ex E Baker	Autóctona	
	Cristaria dissecta H et A	Autóctona	

	Cristaria eriantha H et A	Autóctona	
	Cristaria inconspicua F. Phil ex Phil	Autóctona	
	Cristaria patens Phil	Autóctona	
	Cristaria sp.	Autóctona	
	Cristaria univittata Hochr	Autóctona	
	Malvanicaensis All	Alóctona	
	Modiola caroliniana (L) G. Don	Alóctona	
	Nototriche holoserica A W Hill	Autóctona	
	Alona rostrata Lindl	Autóctona	
	Nolana crassulifolia ssp. Crassulifolia	Autóctona	
	Nolana pterocarpa Phil Ex Wettst	Autóctona	
	Nolana rostrata (Lindl) Miers var Rostrata	Autóctona	
	Nolana salsoloides	Autóctona	
	Nolana acuminata (Miers) ex Dunal	Autóctona	
	Nolana werdermannii Johnst	Autóctona	
Nyctaginaceae	*Boerhavia diffusa L*	Alóctona	
	Boerhavia discolor H.B.K	Alóctona	
	Boerhavia sp.	Alóctona	
	Oxybaphus elegans Choisy	Autóctona	
Apocynaceae	*Oxybaphus ovatus (R et P) vahl var ovatus*	Autóctona	
	Skytanthus acutus	Autóctona	
Onagraceae	*Camissonia dentata (Cav) Reiche*	Autóctona	
	Epilobium barbeyanum Lev	Autóctona	
	Epibolium ciliatum Rafin	Autóctona	
	Epibolium sp. 1	Autóctona	
	Epibolium sp. 2	Autóctona	
	Gayophytum micranthum H et A	Autóctona	
	Oenothera acaulis Cav	Autóctona	
	Oenothera affinis Cambess	Autóctona	
	Oenothera coquimbensis Gay	Autóctona	
	Oenothera mollissima	Autóctona	
	Oenothera sp. 1	Autóctona	
	Oenothera sp. 2	Autóctona	
Oxalidaceae	*Oxalis aff. glutinosa Phil*	Autóctona	
	Oxalis cfr. puerula Phil	Autóctona	
	Oxalis compacta Gill ex H et A	Autóctona	
	Oxalis hypsophila Phil	Autóctona	
	Oxalis erythrrhiza	Autóctona	
	Oxalis gigantea Barneoud	Autóctona	
	Oxalis puberula Phil	Autóctona	
	Oxalis sp.	Autóctona	
	Oxalis uspallatensisknuth	Autóctona	
Papaveraceae	*Argemone crassifolia*	Autóctona	
	Argemone subfusiformis Ownbeyssp subfusiformis	Autóctona	
Plantaginaceae	*Plantago barbata G. Forster*	Autóctona	
	Plantago barbata G. Forster var pauciflora (Hook)	Autóctona	
	Plantagp hispidula R et P	Autóctona	
	Plantago lanceolata L.	Alóctona	
	Plantago major L	Alóctona	
	Plantago pachyneura Steud	Autóctona	
	Plantago sp.	Autóctona	
Polemoniaceae	*Gilia crassifolia Benth*	Autóctona	

	Gilia sp.	Autóctona	
Polygonaceae	*Chorizanthe commisuralis Remy*	Autóctona	
Portulacaceae	*Chorizanthe umbellata Phil*	Autóctona	
	Chorizanthe kingii Phil	Autóctona	
	Muehlenbeckia hastulata (J E Sm) Johnst	Autóctona	
	Oxyteca sp.	Autóctona	
	Oxytheca dedronidea Nutt ssp chilensis	Autóctona	
	Oxytheca sp.	Autóctona	
	Polygonum aviculare L	Alóctona	
	Polygunum sp.	Autóctona	
	Polypogon monspeliensis (L) Dest	Alóctona	
	Rumex longifolius	Alóctona	
	Rumex conglomeratus Murr	Autóctona	
	Calandrinia bandurriae Phil	Autóctona	
	Calandrinia caespotosa Gill ex Am var caespitosa	Autóctona	
	Calandrinia cf. Longiscapa Barn	Autóctona	
	Calandrinia compacta Barn	Autóctona	
	Calandrinia Coipiapina Phil	Autóctona	
	Calandrinia discolor Schrad	Autóctona	
	Calandrinia fasciculata Phil	Autóctona	
	Calandrinia floribunda Phil	Autóctona	
	Calandrinia grandiflora Lindl	Autóctona	
	Calandrinia leucocephala Phil	Autóctona	
	Calandrinia longiscapa Bam	Autóctona	
	Calandrinia modesta Phil	Autóctona	
	Calandrinia occulta Phil	Autóctona	
	Calandrinia picta Gill ex All	Autóctona	
	Calandrinia salsoloides Bam	Autóctona	
	Calandrinia sp. 1	Autóctona	
	Calandrinia sp. 2	Autóctona	
	Calandrinia spicata Phil	Autóctona	
	Lenzia chamaepitys Phil	Autóctona	
	Philippiamra celosioides (Phil) O.K	Autóctona	
	Philippiamra fastigiata (Phil) Pax.	Autóctona	
	Portulaca oleracea L	Alóctona	
Primulaceae	*Anagallis altemifolia Cav.*	Autóctona	
	Anagallis altemifolia Cav. Var. Repens (D'Urv) Knuth	Autóctona	
	Anagallis arvensis L	Autóctona	
Rafflesiaceae	*Pilostyles berteroi Guill*	Autóctona	
Ranunculaceae	*Ranunculus chilensis DC.*	Autóctona	
	Ranunculus sp.	Autóctona	
	Ranunculus cymbalaria Pursh	Autóctona	
	Ranunculus uniflorus Phil ex Reiche Fma Uniflorus	Autóctona	
Rhamnaceae	*Discaria trinervis (Gill ex H ex A) O.K*	Autóctona	
Rosaceae	*Acaena magellanica (Lam) Vahl*	Autóctona	
	Tetraglochin alatum (Gill ex H ex A) O.K	Autóctona	
Myrtaceae	*Eucaliptus globulus*	Alóctona	
Rubiaceae	*Cruckshanksia hymenodon H et A*	Autóctona	
	Cruckshanksia macranthus Phil	Autóctona	
	Cruckshanksia pumila Clos	Autóctona	
	Oreopolus macranthus (Phil) Ricardi	Autóctona	
Salicaceae	*Populus nigra L*	Alóctona	

	Salix babylonica L	Autóctona	
	Salix humboldtiana Wild	Autóctona	
Saxifragaceae	*Escallonia angustifolia K Presl*	Autóctona	
	Escallonia sp.	Autóctona	
Scrophulariaceae	*Agalinis linarioides (Cham et Schlecht) D'Arcy*	Autóctona	
Convolvulaceae	*Agalinis sp.*	Autóctona	
	Calceolaria arachnoidea Graham	Autóctona	
	Calceolaria biflora Lam.	Autóctona	
	Calceolaria cf. Kingii Phil	Autóctona	
	Calceolaria filicaulis clos	Autóctona	
	Calceolaria pelida Phil	Autóctona	
	Calceolaria pinifolia Cav.	Autóctona	
	Calceolaria sp. 1	Autóctona	
	Calceolaria sp. 2	Autóctona	
	Calceolaria sp. 3	Autóctona	
	Mimulus depressus Phil. Var. Depressus	Autóctona	
	Mimulus grabatus H.B.K var, Parviflorus (Lindl)	Autóctona	
	Mimulus luteus L	Autóctona	
	Mimulus sp. 1	Autóctona	
	Mimulus sp. 2	Autóctona	
	Sternodia durantifolia (L) Sw	Alóctona	
	Veronica anagalli-aquatica L	Alóctona	
	Convolvulus arvensis	Alóctona	
Gramineae	*Cortaderia rudiuscula*	Autóctona	
	Distichlis sp.	SD	
	Briza minor L	Advena	
	Bromus berterianus Colla	Nativa	
	Lolium multiflorum Lam	Advena	
	Festuca sp.	SD	
	Muhlenbergia asperifolia	Autóctona	
	Phragmites sp (australis)	SD	
	Stipa chrysophylla	Autóctona	
Geranieaceae	*Erodium cicutarium*	Alóctona	
	Geranium core-core	Alóctona	
Saxifragaceae	*Escallonia alpina*	Autóctona	
Solanaceae	*Cestrum parqui L'Herit*	Autóctona	
	Datura ferox L	Alóctona	
	Datura stramonium L.	Alóctona	
	Fabiana cordifolia	Autóctona	
	Fabiana imbricata R et P.	Autóctona	
	Fabiana viscosa H et A	Autóctona	
	Jabonosa caulescens Gill et Hook var. Caulescens	Autóctona	
	Lycium deserti Phil	Autóctona	
	Lycium humile Phil	Autóctona	
	Lycium minutifolium Remy	Autóctona	
	Lycium rachidocladum Dunal	Autóctona	
	Lycium sp. 1	Autóctona	
	Lycium vergarae Phil	Autóctona	
	Lycopersicon esculentum Mill	Alóctona	
	Nicotiana acuminata (Graham) Hook	Autóctona	
	Nicotiana corymbosa Remy	Autóctona	
	Nicotiana glauca Graham	Alóctona	

	Nicotiana miersii Remy var Miersii	Autóctona	
	Nicotiana pauciflora Remy	Autóctona	
	Nicotiana sp.	Autóctona	
	Phrodus microphyllus (Miers) Miers	Autóctona	
	Physalis pubescens L	Autóctona	
	Physalis sp.	Autóctona	
	Reyesia chilensis Gay	Autóctona	
	Reyesia parviflora (Phil) Hunz	Autóctona	
	Reyesia sp.	Autóctona	
	Schizanthus integrifolius Phil	Autóctona	
	Solanum elaeagnifolium Cav var Leprosum	Autóctona	
	Solanum elaeagnifolium Cav var Obtusifolium	Autóctona	
	Solanum eleagnifolium Cav	Autóctona	
	Solanum phyllanthum Cav	Autóctona	
	Solanum sp.	Autóctona	
Nyctaginaceae	*Boerhaavia diffusa*	Autóctona	V
Buddlejaceae	*Buddleja suaveolens*	Autóctona	
Portulaceae	*Calandrinia affinis*	Autóctona	
Umbelliferae	*Apium panul*	Autóctona	
	Azorella madreporica	Autóctona	
	Azorella trifoliolata	Autóctona	
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria andina*	Autóctona	
Urticaceae	*Urtica dioca L var Mollis (Steud) Wedd*	Autóctona	
	Urtica pseudo-dioica Steud	Autóctona	
Valerianaceae	*Valeriana atacamensis Phil*	Autóctona	
	Valeriana sp. 1	Autóctona	
	Valeriana sp. 2	Autóctona	
	Valeriana stricta Clos	Autóctona	
	Valeriana vaga Clos	Autóctona	
Verbenaceae	*Aloysia salviifolia (H et A) Mold*	Autóctona	
	Grandularia origenes (Phil) Schnack et Covas	Autóctona	
	Junellia aff. Asparagoides (Gill et Hook) Mold	Autóctona	
	Junellia asparagoides (Gill et Hook) Mold	Autóctona	
	Junellia caespitosa (Gill) Mold	Autóctona	
	Junellia erinacea (Gill) Mold	Autóctona	
	Junellia sp.	Autóctona	
	Junellia uniflora (Phil) Mold	Autóctona	
	Phyla nodiflora (l.) Greene	Alóctona	
	Pitraea cuneato – ovata (Cav) Caro	Alóctona	
	Verbena bonariensis L	Alóctona	
	Verbena litoralis H.B.K	Autóctona	
	Verbena origenes Phil	Autóctona	
Caesalpiniaceae	*Senna urmeneta*	Autóctona	
Ledocarpaceae	*Balbisia peduncularis (Lindl) D.Don*	Autóctona	
Frankeniaceae	*Frankenia chilensis Presl.*	Nativa	
Caesalpinaceae	*Balsamocarpon brevifolium Clos*	Autóctona	V
	Senna cumingii (H et A) Irw et Barn	Autóctona	
Violaceae	*Viola chrysantha Phil*	Autóctona	
	Viola frigida Phil	Autóctona	
	Viola montagnei Gay	Autóctona	
	Viola sp. 1	Autóctona	
	Viola sp. 2	Autóctona	

Vivianiaceae	*Viviania marifolia Cav.*	Autóctona	
Zygophyllaceae	*Bulnesia chilensis Gay*	Autóctona	
	Fagonia chilensis H et A	Autóctona	
	Larrea divaricata Cav.	Autóctona	
	Larrea nitida Cav.	Autóctona	
	Pintosa chilensis Gay	Autóctona	
Amaryllidaceae	*Alstroemeria andina Phil SSp Andina*	Autóctona	
Cyperaceae	*Alstroemeria andina Phil Ssp. Venustula*	Autóctona	
	Alstroemeria crispata Phil	Autóctona	
	Alstroemeria Kingii Phil	Autóctona	
	Rodophiala bagnoldii (herb) Traub	Autóctona	
	Alstroemeria polyphylla Phil	Autóctona	
	Carex atropicta Steud	Autóctona	
	Carex barrosii Nelmes	Autóctona	
	Carex gayana Desv	Autóctona	
	Carex malmei Kalela	Autóctona	
	Carex maritima Gunn var Misera (Phil) Fern	Autóctona	
	Carex microglochin Wahlenb Ssp Fuegina Kuek	Autóctona	
	Carex pseudocyperus L	Autóctona	
	Carex riparia Curtis var chilensis (Brongn) Kuek	Autóctona	
	Carex sp. 1	Autóctona	
	Carex sp. 2	Autóctona	
	Carex vallis – pulchrae Phil	Autóctona	
	Cyperus eragnostis Lam.	Alóctona	
	Cyperus rotundus L	Alóctona	
	Cyperus sp.	Autóctona	
	Eleocharis albibracteata Nees et Meyen ex Kunth	Autóctona	
	Eleocharis dombeyana Kunth	Autóctona	
	Eleocharis melanostachys (D'Urv) C.B Clarke	Autóctona	
	Eleocharis sp. 1	Autóctona	
	Eleocharis sp. 2	Autóctona	
	Scirpus acaulis Phil	Autóctona	
	Scirpus amaricanus Pers. Ssp Monophyllus	Autóctona	
	Scirpus asper J et K Presl	Autóctona	
	Scirpus atacamensis (Phil) Boeck	Autóctona	
	Scirpus californicus (C.A Mey) Steud	Autóctona	
	Scirpus cernuus Vahl	Autóctona	
	Scirpus deserticola Phil	Autóctona	
	Scirpus maritimus L	Autóctona	
	Scirpus sp. 1	Autóctona	
	Acirpus sp. 2	Autóctona	
Iridaceae	*Sisyrinchium arenarium Poepp*	Autóctona	
	Sisyrinchium iridifolium H.B.K	Autóctona	
Cruciferae	*Descurainia pimpinellifolia*	Autóctona	
	Calceolaria pinifolia	Autóctona	
	Brassica nigra (l) Koch	Advena	
	Coronopus didymus (L) J e Sm	Advena	
	Raphanus sativus L	Advena	
	Rapistrum rugosum (L) All	Advena	
	Hirschfeldia incana	Alóctona	
Juncaceae	*Juncus balticus Wild*	Autóctona	
	Juncus bufonius L var Condensatus Cout	Autóctona	

	Juncus arcticus	Autóctona	
	Juncus effusus	Autóctona	
	Juncus chilensis Gay	Autóctona	
	Juncus depauperatus Phil	Autóctona	
	Juncus dombeyanus J Gay ex Lah	Autóctona	
	Juncus scheuchzerioides Gaud	Autóctona	
	Juncus sp.	Autóctona	
	Juncus stipulatus Nees et Meyen	Autóctona	
	Oxychloe andina Phil	Autóctona	
	Patosia clandestina (Phil) Buch	Autóctona	
	Viquiera sp.	Autóctona	
Juncaginaceae	*Triglochin palustris L*	Autóctona	
	Triglochin striata R et P	Autóctona	
Liliaceae	*Leucocoryne incrassata Phil*	Autóctona	
	Pabellonia incrassata (Phil) Quez et Martic	Autóctona	
	Linum macraei	Autóctona	
Orchidaceae	*Habenaria paucifolia Lindl*	Autóctona	
Poaceae	*Agrostis kuntz ei Mez*	Autóctona	
	Agrostis semiverticillata (Forsk) C. Christ	Alóctona	
	Aristida adscensionis L	Alóctona	
	Arundo donax L	Alóctona	
	Avena barbata Pott ex Link	Alóctona	
	Bromus berteroanus Colla	Autóctona	
	Bromus catharticus Vahl	Autóctona	
	Bromus setifolius J. Presl	Autóctona	
	Bromus setifolius J. Presl var brevifolius Ness	Autóctona	
	Bromus sp.	Autóctona	
	Bromus unioloides H.B.K	Autóctona	
	Catabrosa werdermannii (Pilger) Nic. et Rug	Autóctona	
	Cortaderia atacamensis (Phil) Pilger	Autóctona	
	Cortaderia speciosa (Ness) Stapf	Autóctona	
	Critesion comosum (J. Presl) Love	Autóctona	
	Critesion santacrucence (Parodi et Nicora) Love	Autóctona	
	Cynodon dactylon (L) Pers	Alóctona	
	Deschapmsia caespitosa (L) P. Beauv	Autóctona	
	Deyeuxia eminens J. Presl	Autóctona	
	Deyeuxia sp.	Autóctona	
	Deyeuxia velutina Nees et Meyen	Autóctona	
	Distichlis sp.	Autóctona	
	Distichlis spicata (L) Greene	Autóctona	
	Eleocharis albibracteata Nees et Meyen ex Kunth	Autóctona	
	Eragrostis virescens J. Presl	Autóctona	
	Festuca deserticola Phil	Autóctona	
	Festuca hypsophila Phil	Autóctona	
	Festuca sp.	Autóctona	
	Festuca werdermannii st. Yves	Autóctona	
	Hordeum comosum J. Presl	Autóctona	
	Hordeum halophilum var halophilum	Autóctona	
	Hordeum santacrucense Parodi	Autóctona	
	Hordeum sp.	Autóctona	
	Imperata condensata Steud	Autóctona	
	Imperata cylindrica (L) Raeuschel	Autóctona	

	Lolium multiflorum Lam	Alóctona	
	Lolium perenne L	Alóctona	
	Muhlenbergia asperifolia (Nees et Meyen ex Trin) Parodi	Autóctona	
	Paspalum sp.	Autóctona	
	Pennisetum chilense (Desv) Jacks ex R. E Fries	Autóctona	
	Pennisetum clandestinum Hochst ex Chiok	Alóctona	
	Phragmites australis (Cav) Trin ex Steud	Autóctona	
	Poa annua L	Alóctona	
	Poa brevis Hitchc	Autóctona	
	Poa pratensis L	Alóctona	
	Poa sp. 1	Autóctona	
	Poa sp. 2	Autóctona	
	Polypogon sp.	Autóctona	
	Polypogon australis Brongn	Autóctona	
	Polypogon linearis Trin	Autóctona	
	Polypogon semiverticillatus (Forsk) Hyl	Alóctona	
	Puccinellia oresigena (Phil)	Autóctona	
	Schismus sp	Autóctona	
	Setaria verticillata (L) P. Beauv	Alóctona	
	Sorghum halepense (L) Pers	Alóctona	
	Stipa atacamensis Parodi	Autóctona	
	Stipa chrysophylla Desv	Autóctona	
	Stipa diriuscula Phil	Autóctona	
	Stipa frigida Phil	Autóctona	
	Stipa pogonathera Desv	Autóctona	
	Stipa speciosa trin et Rupr	Autóctona	
	Stipa tortuosa Desv	Autóctona	
	Trisetum preslei (Kunth) Desv	Autóctona	
Potamogetonaceae	*Potamogeton strictus Phil*	Autóctona	
Typhaceae	*Typha angustifolia L*	Autóctona	
Aizoaceae	*Carpobrotus aequilaterus*	Alóctona	
	Phacellia sp.	Autóctona	
	Mesembryanthenum crystallinum L	Advena	

Tabla XXXII: Especies de flora con problemas de conservación en la cuenca del Río Huasco

ESPECIES	ORIGEN	EC. Libro Rojo MNHN
Equisetum giganteum L	Autóctona	V
Laretia acaulis (Cav) Gill et Hook	Autóctona	V
Nassauvia looseri	Autóctona	V
Opuntia miquelli Monv	Autóctona	V
Copiapoa coquimbana var Alticostata (Ritter) Hoffmann	Autóctona	V
Copiapoa coquimbana var Fiedleriana (Schumann) Hoffmann	Autóctona	V
Copiapoa coquimbana var vallenarensis (Ritter) Hoffmann	Autóctona	V
Echinopsis spinibarbis (Otto) A. Hoffmann	Autóctona	R
Neoporteria napina (Phil) Don. et Rowl	Autóctona	V
Neoporteria vallenarensis Ritter	Autóctona	IC
Neoporteria villosa (monv) Berger	Autóctona	V
Gentianella coquimbensis	Autóctona	V

Krameria cistoidea H et A	Autóctona	V
Malesherbia auristipulata Ricardi	Autóctona	R
Boerhaavia diffusa	Autóctona	V
Balsamocarpon brevifolium Clos	Autóctona	V

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción (FP) Fuera de Peligro

4.4.2 Sector Andino: Laguna Grande, Laguna Chica y Laguna Valeriano

En este sector se registraron 97 especies, las que se distribuyen en 37 familias, siendo las más representativas las familias Asteracea y Fabaceae por su aporte en el número de especies (TABLA XXXIII). Ocho especies presentan algún grado de conservación en la zona, las que corresponden al 8,3 % del total registrado para este sector (TABLA XXXIV).

Tabla XXXIII: Flora registrada en el sector Andino

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	ORIGEN	EC
Mimosaceae	*Acacia caven*	Espino	Nativa	FP
Rosaceae	*Acaena magellanica*	Cadillo	Nativa	FP
	Adesmia aegiceras	Varilla blanca	Nativa	FP
	Adesmia echinus	Varilla Blanca	Nativa	FP
	Azorella trifoliolata	Llareta	Nativa	FP
	Adesmia hystrix	Varilla brava	Nativa	FP
	Adesmia sp. 1	Jote	SD	
Fabaceae	*Adesmia sp. 2*	Cresta de perdiz	Nativa	FP
	Adesmia subterranea	Cuerno amarillo o cuerno de Cabra	Nativa	FP
	Astragalus bustillosii	Hierba loca	Nativa	FP
	Medicago lupulina	Trébol	Introducida	
	Medicago sativa	Alfalfa	Introducida	
	Geoffroea decorticans	Chañar	Nativa	V
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria andina*	Maicillo	Endemica	FP
	Apium panul	Panul	Nativa	FP
Umbelliferae	*Azorella madreporica*	Llareta de Coquimbo	Nativa	FP
	Azorella trifoliolata	Llareta	Nativa	FP
Asteraceae	*Baccharis sagittalis*	H Tres esquinas	Nativa	FP
	Baccharis salicifolia	Chilca	Nativa	FP
	Baccharis tola	Bailahuen fino	SD	
	Haplopappus baylahuen	Bailahuen fino	Nativa	FP
	Hipochoeris glabra	SD	Introducida	
	Chaetanthera lanata	Lanilla de oveja	Nativa	FP
	Doniophyton anomalum	Clavelina o cadillo	Nativa	
	Mutisia sinuata	Clavelilla	Nativa	FP
	Chaetanthera lycopodioides	Chinita o clavelilla	Nativa	FP
	Madia sativa	Melosa	Nativa	FP
	Nassauvia looseri	H de soldado	Endemica	
	Pachylaena atriplicifolia	Mano de león	Nativa	FP
	Pluchea absinthioides	Brea	Nativa	FP
	Werneria pygmaea	Vega	Nativa	FP

	Senecio volckmannii	Monte blanco	Nativa	FP
	Sychorium intybus	SD	Introducida	
	Taraxacum officinale	Lechuguilla	Introducida	
	Senecio anthemidiphyllus	Silgeron	Nativa	FP
	Senecio oreophyton	Chachacoma amarilla	Nativa	FP
	Sonchus asper	Ñuble cabelluno	Introducida	
Nyctaginaceae	*Boerhaavia diffusa*	SD	Nativa	V
Buddlejaceae	*Buddleja suaveolens*	Matico del norte	Endémica	FP
Portulaceae	*Calandrinia affinis*	Calandrinia	Nativa	FP
Chenopodiaceae	*Chenopodium ambrosioides*	Paico	Nativa	FP
	Atriplex deserticola	Cachiyuyo	Nativa	FP
Convolvulaceae	*Convulvulus arvensis*	Correguela	Introducida	
	Cortaderia rudiuscula	Cortadera	Nativa	IC
	Distichlis sp.	Chepiquilla fina	SD	
Gramineae	*Festuca sp.*	Pasto	SD	
	Muhlenbergia asperifolia	Sf	Nativa	FP
	Phragmites sp (australis)	Carrizao	SD	
	Stipa chrysophilla	Pajonal	Nativa	FP
Malvaceae	*Cristaria andicola*	Malvilla	Nativa	FP
	Cristaria inconspicua	Malvilla	Nativa	FP
Cyperaceae	*Cyperus rotundus*	Junquillo tres esquinas	Introducida	
	Descurainia pimpinellifolia	Te Blanco o Mano de Lagarto	Nativa	FP
Cruciferae	*Hirschfeldia incana*	Yuyo	Introducida	
	Cardamine glacialis	Berro andino	Nativa	FP
Caryophyllaceae	*Cerastium nervosum*	SD	Adventa	
	Spergularia pissisii	Cuerno fino fino	Nativa	V
Gencianaceae	*Gentiana postrata*	Genciana minima	Nativa	FP
Rhamnaceae	*Discaria trinervis*	Chacai	Nativa	FP
Ephedraceae	*Ephedra breana*	Pingo pingo	Nativa	FP
Equicetaceae	*Equisetum bogotense*	Cola de caballo	Nativa	FP
Geranieceae	*Erodium cicutarium*	Alfirelillo	Introducida	
	Geranium core-core	Curico	Nativa	FP
Saxifragaceae	*Escallonia alpina*	Nipa	Nativa	
	Fabiana imbricata	Tola	Endémica	FP
Solanaceae	*Lycium minutifolium*	Caspiche	Endémica	FP
	Solanum eleagnifolium	Tomatillo	Nativa	FP
Juncaceae	*Juncus arcticus*	Junquillo	Nativa	FP
Labiatae	*Kurtzamra pulchella*	Berro picante	Nativa	IC
Linaceae	*Linum macraei*	Linazilla	Endémica	FP
Loasaceae	*Loasa malesherbioides*	Ortiga	Nativa	FP
Lythraceae	*Lythrum hyssopifolia*	Dedito	Introducida	
Malesherbiaceae	*Malesherbia humilis*	Matapiojo	Nativa	FP
Lamiaceae	*Mentha suaveolens*	Menta blanca	Introducida	
	Mentha xpiperita	Menta	Introducida	
	Mimulus depressus	Placa chica o berro picante	Endémica	FP
Scrphulariaceae	*Mimulus luteus*	Berro dulce	Nativa	FP
	Calceolaria pinifolia	Pozuelo	Nativa	FP
Rubiaceae	*Oreopulus macranthus*	Naranjillo del campo	Endémica	FP
Calyceraceae	*Nastanthus caespitosus*	Chicoria fina o cloliflor de montaña	Nativa	FP
Cactaceae	*Opuntia leoncito*	Leoncito	SD	FP
	Oxalis compacta	Vinagrillo	Nativa	FP
Oxalydaceae	*Oxalis erythrorrhiza*	Vinagrillo del campo	Nativa	IC
	Oxalis hypsophila Vinagrillo	Vinagrillo	Nativa	FP
	Plantago hispidula	SD	Endémica	FP
Plantaginaceae	*Plantago lanceolata*	Lenguilla	Introducida	
	Plantago pachyneura	Llaiten	Nativa	V

Folio018307

Polygonaceae	*Polygonum aviculare*	SD	Introducida	
	Rumex longifolius	Romasa	Introducida	
Ranunculaceae	*Ranunculus cymbalaria*	Berro picante	Nativa	FP
Salicaceae	*Salix babilonica*	Sauce	Introducida	
	Salix humboldtiana	Sauce	Nativa	FP
Anacardiaceae	*Schinus polygamus*	Molle	Nativa	FP
Caesalpiniaceae	*Senna urmeneta*	Alcaparra	Endémica	FP
Iridaceae	*Sisyrinchium iridifolium*	Chepica	Nativa	FP
Loranthaceae	*Tristerix verticillatus*	Quintral	Nativa	FP
Vivianaceae	*Viviana marifolia*	Oreganillo	Nativa	FP

Tabla XXXIV: Flora con problemas de conservación del sector Andino

ESPECIE	NOMBRE COMUN	ORIGEN	EC
Geoffroea decorticans	Chañar	Nativa	V
Nassauvia looseri	H de soldado	Endémica	V
Boerhaavia diffusa	SD	Nativa	V
Cortaderia rudiuscula	Cortadera	Nativa	IC
Oxalis erythrorrhiza	Vinagrillo del campo	Nativa	IC
Plantago pachyneura	Llaiten	Nativa	V
Kurtzamra pulchella	Berro picante	Nativa	IC
Spergularia pissisii	Cuerno fino fino	Nativa	V

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción (FP) Fuera de Peligro

4.4.3 Sector Medio: Comuna de Alto del Carmen

En este sector se registraron 620 especies de flora, las que representan aproximadamente el 12% de las especies vegetales citadas para Chile, de estás un 14% corresponden a especies alóctonas y un 86% a especies nativas (TABLA XXXV). Cinco especies se encuentran bajo alguna categoría de conservación lo cual representa el 0,8% de las especies registradas en este sector (TABLA XXXVI)

Tabla Nº XXXV: Flora descrita para el sector comuna de Alto del Carmen

FAMILIA	ESPECIE	ORIGEN	EC
Adiantaceae	*Adiantun chilense Kaulf var chilense*	Autóctona	FP
	Cheilantes hypoleuca (Kunze) K Presl	Autóctona	
	Cheilantes mollies (Kunze) K Presl	Autóctona	
Equistaceae	*Equisetum giganteum L*	Autóctona	V
Ephedraceae	*Ephedra breana Phil*	Autóctona	
	Ephedra chilensis C Presl	Autóctona	
Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus L*	Alóctona	
Anacardiaceae	*Schinus molle L var areira (L) DC*	Autóctona	

Apiaceae	*Schinus polygamus (Cav) Cabr*	Autóctona	V
	Apium andinum Phil	Autóctona	
	Apium leptophyllum	Autóctona	
	Apium sp.	Autóctona	
	Asteriscium chilense Cham et Schiecht	Autóctona	
	Azorella cryptantha (Clos) Reiche	Autóctona	
	Azorella madreporica Clos	Autóctona	
	Azorella triofoliolata Clos	Autóctona	
	Foeniculum vulgare Mill	Alóctona	
	Gymnophyton flexuosum Clos	Autóctona	
	Gymnophyton robustum Clos	Autóctona	
	Gymnophyton sp.	Autóctona	
	Gymnophyton spinosissimum	Autóctona	
	Homalocarpus dichotomus	Autóctona	
	Hydrocotyle ranunculoides L.f	Autóctona	
	Laretia acaulis (Cav) Gill et Hook	Autóctona	
	Lilaeopsis macloviana (Gand) A W	Autóctona	
	Mulinum cfr pauciflorum Reiche	Autóctona	
	Mulinum spinosum (Cav) Pers	Autóctona	
Aristolochiaceae	*Aristolochia bridgesii*	Autóctona	
Asclepiadaceae	*Cynachum viride (Phil) Reiche*	Autóctona	
Asteraceae	*Anthemis cotula L*	Alóctona	
	Aphyllocladus denticulatus (Remy)	Autóctona	
	Arctium minus (J. Hill) Bernh	Alóctona	
	Aster squamatus (Spreng) Hieron	Autóctona	
	Baccharis incarum Wedd	Autóctona	
	Baccharis linearis (R et P) Pers	Autóctona	
	Baccharis pingraea DC	Autóctona	
	Baccharis sagittalis (Less) DC	Autóctona	
	Baccharis salicifolia (R et P) Pers	Autóctona	
	Baccharis spartioides (H et A) Remy	Autóctona	
	Baccharis tola Phil	Autóctona	
	Baccharis volckmanni Phil	Autóctona	
	Bahia ambrosioides Lag	Autóctona	
	Bidens pilosa L	Alóctona	
	Centaurea cachinalensis Phil	Autóctona	
	Centaurea floccosa H et A	Autóctona	
	Centaurea melitensis L	Alóctona	
	Chaetanthera acerosa (Remy) B et H ex Griseb	Autóctona	
	Chaetanthera glabrata (DC) Meigen	Autóctona	
	Chaetanthera gnaphalioides (Remy) Johnst	Autóctona	
	Chaetanthera lanata (Phil) Johnst	Autóctona	
	Chaetanthera leptocephala Cabr	Autóctona	
	Chaetanthera limbata (D.Don) Less	Autóctona	
	Chaetanthera linearis Poepp ex Less	Autóctona	
	Chaetanthera minuta (Phil) Cabr	Autóctona	
	Chaetanthera pulvinata (Phil) Haum	Autóctona	
	Chaetanthera sp.	Autóctona	
	Chaetanthera sphaeroidalis (Reiche) Hicken	Autóctona	
	Chuquiraga acicularis D.Don	Autóctona	
	Cichorium intybus L	Alóctona	
	Conyza bonariensis (I) Crong	Autóctona	
	Conyza sp.	Autóctona	
	Cotula coronopifolia L	Alóctona	
	Doniophyton anomalum (D.Don) Kurtz	Autóctona	
	Doniophyton weddellii Katinas et Stuessy	Autóctona	

	Encelia canescens Lam	Autóctona	
	Erigeron leptopetalus Phil	Autóctona	
	Flaveria bidentis (i) O.K	Alóctona	
	Gamochaeta sp	Autóctona	
	Gamochaeta stachydifolia (Lam) Cabr	Autóctona	
	Gnapalium cf coquimbense Phil	Autóctona	
	Gnapalium coquimbense Phil	Autóctona	
	Gnapalium sp. 1	Autóctona	
	Gnapalium sp. 2	Autóctona	
	Gutierrezia neaeana (DC) Blake	Autóctona	
	Haplopappus angustifolius (DC) Reiche	Autóctona	
	Haplopappus baylahuen Remy	Autóctona	
	Haplopappus baylahuen x linifolius	Autóctona	
	Haplopappus linifolius (Phil) Reiche	Autóctona	
	Haplopappus parvifolius (DC) A Gray	Autóctona	
	Haplopappus rigidus Phil	Autóctona	
	Haplopappus sp. 1	Autóctona	
	Haplopappus sp. 2	Autóctona	
	Haplopappus sp. 3	Autóctona	
	Haplopappus sp. 4	Autóctona	
	Helenium atacamense Cabr	Autóctona	
	Heinterhubera scoparia (Phil) Cabr	Autóctona	
	Lactuca serriola L	Alóctona	
	Leucheria polyclados (Remy) Reiche	Autóctona	
	Leucheria runcinata D. Don	Autóctona	
	Leucheria salina (Remy) Hieron	Autóctona	
	Madia chilensis (Nutt) Reiche	Autóctona	
	Madia sativa Mol	Autóctona	
	Mutisia cana Poepp ex P et E	Autóctona	
	Mutisia sinuata Cav	Autóctona	
	Ophryosporus paradoxus (H et A) Benth	Autóctona	
	Pachylaena atriplicifolia D.Don ex H et A	Autóctona	
	Pachylaena sp.	Autóctona	
	Perezia atacamensis (Phil) Reiche	Autóctona	
	Perezia purpurata Wedd	Autóctona	
	Perityle emoryl Torr	Autóctona	
	Pluchea absinthioides (H et A) H Rob ex Cuatr	Autóctona	
	Polyachyrus carduoides Phil	Autóctona	
	Polyachyrus fuscus Meyen et Walp	Autóctona	
	Polyachyrus sphaerocephalus D.Don	Autóctona	
	Proustia ilicifolia H et A	Autóctona	
	Proustia sp.	Autóctona	
	Schkuhria pinnata (Lam) O.K	Autóctona	
	Senecio benaventianus Remy	Autóctona	
	Senecio brachylobus Phil	Autóctona	
	Senecio breviscapus DC	Autóctona	
	Senecio crepidiodes Phil Au	Autóctona	
	Senecio haenkei DC	Autóctona	
	Senecio johnstonianus Cabr	Autóctona	
	Senecio jorquerae Phil	Autóctona	
	Senecio luridus Phil	Autóctona	
	Senecio micropifolius DC	Autóctona	
	Senecio microtis Phil	Autóctona	
	Senecio minutifolius Phil	Autóctona	
	Senecio murinus	Autóctona	
	Senecio oreinus Cabri	Autóctona	

	Senecio oreophyton Remy	Autóctona	
	Senecio proteus Remy	Autóctona	
	Senecio santelicis Phil	Autóctona	
	Senecio segethii Phil	Autóctona	
	Senecio sp. 1	Autóctona	
	Senecio sp. 2	Autóctona	
	Senecio sp. 3	Autóctona	
	Senecio tinctolobus Johnst	Autóctona	
	Senecio troncosii Phil	Autóctona	
	Senecio volckmanni Phil	Autóctona	
	Sonchus asper (L) J Hill	Alóctona	
	Sonchus oleraceus L	Alóctona	
	Tagetes minuta L	Alóctona	
	Tagetes multiflora H.B.K	Autóctona	
	Tanacetum parthenium (L) Sch Bip	Alóctona	
	Tanacetum vulgare L	Alóctona	
	Taraxacum offcinale Weber	Alóctona	
	Tessaria absinthioides (H et A) DC	Autóctona	
	Viguiera adenotricha Blake	Autóctona	
	Viguiera gayana (Phil) Cabr ex Esp	Autóctona	
	Viguiera sp.	Autóctona	
	Wemeria pinnatifida Remy	Autóctona	
	Wemeria pygmaea Gill ex H et A	Autóctona	
	Xanthium spinosum L	Alóctona	
	Argylia checoensis (Meyen) Johnst	Autóctona	
Bignoniaceae	*Argylia geranioides DC*	Autóctona	
	Argylia potentilifolia DC	Autóctona	
	Cordia decandra H et A	Autóctona	V
	Cryptanthra calycina (Phil) Reiche	Autóctona	
	Cryptanthra diffusa (Phil) Johnst	Autóctona	
	Cryptanthra gnaphalioides (A DC) Reiche	Autóctona	
	Cryptanthra involucrata (Phil) Reiche	Autóctona	
	Cryptanthra kingii (Phil) Reiche	Autóctona	
	Cryptanthra sp. 1	Autóctona	
Boraginaceae	*Cryptanthra sp. 2*	Autóctona	
	Cryptanthra sp. 3	Autóctona	
	Cryptanthra sp. 4	Autóctona	
	Heliotropium chenopodiaceum (A DC) Clos	Autóctona	
	Heliotropium chenopodiaceum (A DC) Clos	Autóctona	
	Heliotropium sinuatum (Miers) Johnst	Autóctona	
	Pectocarya dimorpha (Johnst) Johnst	Autóctona	
	Pectocarya gracilis (R et P) Johnst	Autóctona	
Brassicaceae	*Brassica nigra Koch*	Alóctona	
	Brassica rapa L	Alóctona	
	Cardamine glacialis (G Forster) DC	Autóctona	
	Descurainia erodifolia (Phil) Reiche	Autóctona	
	Descurainia pimpinefolia (Bam) OE Schultz	Autóctona	
	Descurainia sp. 1	Autóctona	
	Descurainia sp. 2	Autóctona	
	Descurainia stricta (Phil) Prantl ex Reiche	Autóctona	
	Hirschfeldia incana (L) Lagrése- Fossat	Alóctona	
	Hymenolobus procumbens (L) Nutt ex Torr	Autóctona	
	Lepidium bonariense L	Alóctona	
	Lepidium brevicaule Bam	Autóctona	
	Lepidium sp. 1	Autóctona	
	Lepidium sp. 2	Autóctona	

	Lepidium strictum (s Wats) Rattan	Autóctona	
	Mathewsia sp.	Autóctona	
	Menonvillea alata Rollins	Autóctona	
	Menonvillea cuneata (Gill et Hook) Rollins	Autóctona	
	Menonvillea macrocarpa (Johnst) Rollins	Autóctona	
	Menonvillea orbiculata Phil	Autóctona	
	Menonvillea sp.	Autóctona	
	Nasturtium offcinale R Br.	Alóctona	
	Rapistrum rugosum (L) All	Alóctona	
	Schizopetalon rupestre (Bam) Reiche	Autóctona	
	Schizopetalon sp	Autóctona	
	Sisymbrium offcinale (L) Scop	Alóctona	
	Sisymbrium sp. 1	Autóctona	
	Sisymbrium sp. 2	Autóctona	
	Sisymbrium sp. 3	Autóctona	
	Weberbauera lagunae (O. E Schultz) Al Shehbaz	Autóctona	
	Werdermannia pinnata (Bam) O.E Schultz	Autóctona	
Buddlejaceae	*Buddleja suaveolens Kunth et Bouché*	Autóctona	
	Eriosyce aurata (Pfeiff) Backed	Autóctona	
	Eriosyce lapampaensis F. Ritter	Autóctona	
	Eulychnia acida Phil var Procumbens Ritt	Autóctona	
	Mahueniopsis archiconoidea F. Ritter	Autóctona	
Cactaceae	*Neoporteria vallenarensis (Riff) A Hoffman J*	Autóctona	
	Opuntia berteri (Colla) A. Hoffmann	Autóctona	
	Opuntia glomerata Britton & Rose	Autóctona	
	Pyrrhocactus eriosyzoides (F. Ritter) F. Ritter	Autóctona	
	Trichocereus chilensis (Colla) Britton et Rose	Autóctona	
Calyceraceae	*Nastanthus caespitosus (Phil) Reiche*	Autóctona	
	Nastanthus sp.	Autóctona	
	Cyphocarpus rigescens Miers	Autóctona	
Campanulaceae	*Hypsela reniformis (H.B.K) K. Prest*	Autóctona	
	Hypsela sp.	Autóctona	
	Patria repens Gaud	Autóctona	
	Arenaria rivularis Phil	Autóctona	
	Arenaria serpens H.B.K	Autóctona	
Caryophyllaceae	*Colobanthus quitensis (H.B.K) Bartl*	Autóctona	
	Spergularia pissisii (Phil) Johnst	Autóctona	
	Spergularia sp.	Autóctona	
	Stellaria stenopetala Phil	Autóctona	
Celastraceae	*Maytenus boaria Mol*	Autóctona	
	Atriplex atacamensis Phil	Autóctona	
	Atriplex clivicola Johnst	Autóctona	
	Atriplex deserticola Phil	Autóctona	
	Atriplex imbricata (Mog) Dietr	Autóctona	
	Atriplex madariagae Phil	Autóctona	
	Atriplex oreophila Phil	Autóctona	
Chenopodiaceae	*Atriplex suberecta Verd*	Alóctona	
	Chenopodium album L	Alóctona	
	Chenopodium ambrosioides L	Autóctona	
	Chenopodium frigidum Phil	Autóctona	
	Chenopodium murale L	Autóctona	
	Chenopodium sp.	Autóctona	
	Convolvulus arvensis L	Alóctona	
Convolvulaceae	*Convolvulus bonariensis Cav*	Autóctona	
	Convolvulus chilensis Pers	Autóctona	
Cuscutaceae	*Cuscuta suaveolens Ser*	Autóctona	

Euphorbiaceae	*Euphorbia engelmanni Boiss*	Alóctona	
	Euphorbia peplus L	Alóctona	
	Euphorbia ap. 1	Autóctona	
	Ricinus communis L	Alóctona	
Fabaceae	*Acacia caven (Mol) Mol*	Autóctona	V
	Adesmia aegiceras Phil	Autóctona	
	Adesmia aphylla Clos	Autóctona	
	Adesmia argyrophylla Phil	Autóctona	
	Adesmia atacamensis Phil	Autóctona	
	Adesmia capitellata (Clos) Haum	Autóctona	
	Adesmia coquimbensis Burk	Autóctona	
	Adesmia echinus K Presl	Autóctona	
	Adesmia eremophila Phil	Autóctona	
	Adesmia filifolia Clos	Autóctona	
	Adesmia glutinosa H et A	Autóctona	
	Adesmia hystrix Phil	Autóctona	
	Adesmia kingii Phil	Autóctona	
	Adesmia obscura Clos	Autóctona	
	Adesmia parviflora Clos	Autóctona	
	Adesmia pedicellata H et A	Autóctona	
	Adesmia sessiliflora Phil	Autóctona	
	Adesmia sp. 1	Autóctona	
	Adesmia sp. 2	Autóctona	
	Adesmia sp. 3	Autóctona	
	Adesmia sp. 4	Autóctona	
	Adesmia sp. 5	Autóctona	
	Adesmia sp. 6	Autóctona	
	Adesmia sp. 7	Autóctona	
	Adesmia sp. 8	Autóctona	
	Adesmia sp. 9	Autóctona	
	Adesmia spuma Werd ex Burk	Autóctona	
	Adesmia subterranea Clos	Autóctona	
	Astragalus bustillosii Clos	Autóctona	
	Astragalus cruckshanksii (H et A) Griseb	Autóctona	
	Astragalus sp. 1	Autóctona	
	Astragalus sp. 2	Autóctona	
	Astragalus vagus (Clos) Reiche	Autóctona	
	Astragalus valerianensis Johnst	Autóctona	
	Balsamocarpom brevifolium Clos	Autóctona	
	Geoffroea decorticans (Gill ex H et A) Burk	Autóctona	
	Hoffmanseggia glauca (Ort) Eifert	Autóctona	
	Lupinus microcarpus sims	Alóctona	
	Medicago lupulina L	Alóctona	
	Medicago sativa L	Alóctona	
	Melilotus alba Desr	Alóctona	
	Melilotus indica (L) All	Alóctona	
	Prosopis chilensis (Mol) Stuntz	Autóctona	
	Senna acuta (Meyen) Zollner et San Martín	Autóctona	
	Senna urmenetae (Phil) Irw er Baneby	Autóctona	
	Trifolium polymorphum Poir	Alóctona	
Gentianaceae	*Gentiana prostrata Haenke var Prostata*	Autóctona	
	Gentianella gilliesii (Gilg) Martic et Arroyo	Autóctona	
Geraniaceae	*Erodium cicutarium (L) L'Herit ex Aiton*	Alóctona	
	Erodium moschatum (L) L'Herit ex Aiton	Alóctona	
	Geranium core-core Steud	Autóctona	
	Geranium pusillum L	Alóctona	

Haloragaceae	*Myriophyllum aquaticum (Vell) Verde*	Autóctona	
	Phacelia cumingii (Benth) A Gray	Autóctona	
Hydrophyllaceae	*Phacelia nana Wedd*	Autóctona	
	Phacelia pinnatifida Griseb ex Wedd	Autóctona	
Krameriaceae	*Krameria cistoidea H et A*	Autóctona	V
Labiatae	*Kurzamra pulchella (Clos) O.K*	Autóctona	
	Kurzamra pulchella (Clos) O.K	Autóctona	
	Marrubium vulgare L	Alóctona	
	Mentha citrata Ehrh	Alóctona	
Lamiaceae	*Mentha piperita L*	Alóctona	
	Mentha pulegium L	Alóctona	
	Mentha sp.	Alóctona	
	Teucrium nudicaule Hook	Autóctona	
	Cajophora coronata (Gill ex Am) H et A	Autóctona	
	Loasa chilensis (Gay) Urban et Gilg	Autóctona	
	Loasa longiseta Phil	Autóctona	
Loasaceae	*Loasa malesherbioides Phil*	Autóctona	
	Loasa sp.	Autóctona	
	Mentzella albescens (Gill ex Am) Griseb	Autóctona	
Loranthaceae	*Tristerix verticillatus (R et P) Barlow et Wiens*	Autóctona	
	Lythrum hyssopifolia L	Alóctona	
Lythraceae	*Pleurophora pungens D.Don*	Autóctona	
	Pleurophora pusilla H et A	Autóctona	
	Malesherbia auristipulata Ricardi	Autóctona	
	Malesherbia humilis Poepp var Humilis	Autóctona	
	Malesherbia lactea Phil	Autóctona	
	Malesherbia lirana Gay	Autóctona	
Malesherbiaceae	*Malesherbia multiflora Ricardi*	Autóctona	
	Malesherbia paniculata D.Don	Autóctona	
	Malesherbia rugosa Gay	Autóctona	
	Malesherbia sp.	Autóctona	
	Dinemagonum gayanum A.H.L Juss var Gayanum	Autóctona	
Malpighiaceae	*Dinemagonum maculigerum Phil*	Autóctona	
	Cristaria andicola Gay	Autóctona	
	Cristaria cordato-rotundifolia Gay	Autóctona	
	Cristaria cyanea Phil ex E Baker	Autóctona	
	Cristaria dissecta H et A	Autóctona	
	Cristaria eriantha H et A	Autóctona	
	Cristaria inconspicua F Phil ex Phil	Autóctona	
Malvaceae	*Cristaria patens Phil*	Autóctona	
	Cristaria sp.	Autóctona	
	Cristaria univittata Hochr	Autóctona	
	Malva nicaensis All	Alóctona	
	Modiola caroliniana (L) G.Don	Alóctona	
	Nototriche holoserica A. W Hill	Autóctona	
	Alona rostrata Lindl	Autóctona	
	Nolana crassulifolia ssp crassulifolia	Autóctona	
Nolanaceae	*Nolana pterocarpa Phil ex Wettst*	Autóctona	
	Nolana rostrata (Lindl) Miers var Rostrata	Autóctona	
	Nolana werdermannii Johnst	Autóctona	
	Boerhavia diffusa L	Alóctona	
	Boerhavia discolor H.B.K	Alóctona	
Nyctaginaceae	*Boerhavia sp.*	Alóctona	
	Oxybaphus elegans Choisy	Autóctona	
	Oxybaphus ovatus (R et P) Vahl var ovatus	Autóctona	
Onagraceae	*Camissonia dentata (Cav) Reiche*	Autóctona	

	Epilobium barbeyanum Lev	Autóctona	
	Epilobium ciliatum Rafin	Autóctona	
	Epilobium sp. 1	Autóctona	
	Epilobium sp. 2	Autóctona	
	Gayophytum micranthum H et A	Autóctona	
	Oenothera acaulis Cav	Autóctona	
	Oenothera affinis Cambess	Autóctona	
	Oenothera coquimbensis Gay	Autóctona	
	Oenothera mollisima	Autóctona	
	Oenothera sp. 1	Autóctona	
	Oenothera sp. 2	Autóctona	
	Oxalis aff Glutinosa Phil	Autóctona	
	Oxalis cfr Puerula Phil	Autóctona	
	Oxalis compacta Gill ex H et A	Autóctona	
Oxalidaceae	*Oxalis hypsophila Phil*	Autóctona	
	Oxalis puberula Phil	Autóctona	
	Oxalis sp.	Autóctona	
	Oxalis uspallatensisknuth	Autóctona	
	Argemone crassifolia Ownbey	Autóctona	
Papaveraceae	*Argemone subfusiformis Ownbey ssp subfusiformis*	Autóctona	
	Plantago barbata G. Forster	Autóctona	
	Plantago barbata G Forster var pauciflora (Hook)	Autóctona	
	Plantago hispidula R et P	Autóctona	
Plantaginaceae	*Plantago lanceolata L*	Alóctona	
	Plantago major L	Alóctona	
	Plantago pachyneura Steud	Autóctona	
	Plantago sp.	Autóctona	
	Gilia crassifolia Benth	Autóctona	
Polemoniaceae	*Gilia sp*	Autóctona	
	Chorizanthe commisuralis Remy	Autóctona	
	Chorizanthe umbellata Phil	Autóctona	
	Muehlenbeckia hastulata (J.E Sm) Johnst	Autóctona	
	Oxyteca sp.	Autóctona	
	Oxytheca dendroidea Nutt ssp chilensis	Autóctona	
Polygonaceae	*Oxytheca sp.*	Autóctona	
	Polygonum aviculare L	Alóctona	
	Polygonum sp.	Autóctona	
	Polypogon monspeliensis (L) Desf	Alóctona	
	Rumex conglomeratus Murr	Autóctona	
Portulacaceae	*Calandrinia bandurriae*	Autóctona	
	Calandrinia caespitosa Gill ex Am var caespitosa	Autóctona	
	Calandrinia cf longiscapa Bam	Autóctona	
	Calandrinia compacta Bam	Autóctona	
	Calandrinia copiapina Phil	Autóctona	
	Calandrinia discolor Schrad	Autóctona	
	Calandrinia fasciculata Phil	Autóctona	
	Calandrinia floribunda Phil	Autóctona	
	Calandrinia grandiflora Lindl	Autóctona	
	Calandrinia leucocephala Phil	Autóctona	
	Calandrinia longiscapa Bam	Autóctona	
	Calandrinia modesta Phil	Autóctona	
	Calandrinia occulta Phil	Autóctona	
	Calandrinia picta Gill ex Am	Autóctona	
	Calandrinia salsoloides Barn	Autóctona	
	Calandrinia sp. 1	Autóctona	
	Calandrinia sp. 2	Autóctona	

	Calandrinia spicata Phil	Autóctona	
	Lenzia chamaepitys Phil	Autóctona	
	Philippiamra celosioides (Phil) O.K	Autóctona	
	Philippiamra fastigiata (Phil) Pax	Autóctona	
	Portulaca oleracea L	Alóctona	
	Anagallis alternifolia Cav	Autóctona	
Primulaceae	*Anagallis alternifolia Cav var Repens (D'Urv) Knuth*	Autóctona	
	Anagallis arvensis L	Autóctona	
Rafflesiaceae	*Pilostyles berteroi Guill*	Autóctona	
	Ranunculus chilensis DC	Autóctona	
Ranunculaceae	*Ranunculus cymbalaria Pursh*	Autóctona	
	Ranunculus uniflorus Phil ex Reiche fma uniflorus	Autóctona	
Rhamnaceae	*Discaria trinervis (Gill ex H et A) Reiche*	Autóctona	
	Acaena magellanica (Lam) Vahl	Autóctona	
Rosaceae	*Tetraglochin alatum (Gill ex H et A) O.K*	Autóctona	
	Cruckshanksia hymenodon H et A	Autóctona	
	Cruckshankia macrantha Phil	Autóctona	
Rubiaceae	*Cruckshankia oumila Clos*	Autóctona	
	Oreopolus macranthus (Phil) Ricardi	Autóctona	
	Populus nigra L	Alóctona	
Salicaceae	*Salix babylonica L*	Autóctona	
	Salix humboldtiana Wild	Autóctona	
	Escallonia angustifolia K Presl	Autóctona	
Saxifragaceae	*Escallonia sp.*	Autóctona	
	Agalinis linarioides (Cham et Schlecht) D'Arcy	Autóctona	
	Agalinis sp.	Autóctona	
	Calceolaria arachnoidea Graham	Autóctona	
	Calceolaria biflora Lam	Autóctona	
	Calceolaria cf Kingii Phil	Autóctona	
	Calceolaria filicaulis Clos	Autóctona	
	Calceolaria pelida Phil	Autóctona	
	Calceolaria pinifolia Cav	Autóctona	
	Calceolaria sp. 1	Autóctona	
Scrophulariaceae	*Calceolaria sp. 2*	Autóctona	
	Calceolaria sp. 3	Autóctona	
	Mimulus depressus Phil var depressus	Autóctona	
	Mimulus glabratus H.B.K var parviflorus (Lindl)	Autóctona	
	Mimulus luteus L	Autóctona	
	Mimulus sp. 1	Autóctona	
	Mimulus sp. 2	Autóctona	
	Sternodia durantifolia (L) Sw	Alóctona	
	Veronica anagalli-aquatica L	Alóctona	
Solanaceae	*Cestrum parqui L'Herit*	Autóctona	
	Datura ferox L	Alóctona	
	Datura stramonium L	Alóctona	
	Fabiana cordifolia	Autóctona	
	Fabiana imbricata R et P	Autóctona	
	Fabiana viscosa H et A	Autóctona	
	Jaborosa caulescens Gill et Hook var caulescens	Autóctona	
	Lycium deserti Phil	Autóctona	
	Lycium humile Phil	Autóctona	
	Lycium minutifolium Remy	Autóctona	
	Lycium rachidocladum Dunal	Autóctona	
	Lycium sp. 1	Autóctona	
	Lycium vergarae Phil	Autóctona	
	Lycopersicon esculentum Mill	Alóctona	

	Nicotiana acuminata (Graham) Hook	Autóctona	
	Nicotiana corymbosa Remy	Autóctona	
	Nicotiana glauca Graham	Alóctona	
	Nicotiana miersii Remy var miersii	Autóctona	
	Nicotiana pauciflora Remy	Autóctona	
	Nicotiana sp.	Autóctona	
	Phrodus microphyllus (Miers) Miers	Autóctona	
	Physalis pubescens L	Autóctona	
	Physalis sp.	Autóctona	
	Reyesia chilensis Gay	Autóctona	
	Reyesia parviflora (Phil) Hunz	Autóctona	
	Reyesia sp.	Autóctona	
	Schizanthus integrifolius Phil	Autóctona	
	Solanum elaeagnifolium cav var leprosum	Autóctona	
	Solanum elaeagnifolium cav var obtusifolium	Autóctona	
	Solanum eleagnifolium cav	Autóctona	
	Solanum phyllanthum cav	Autóctona	
	Solanum sp.	Autóctona	
Urticaceae	*Urtica dioca L var Mollis (Steud) Wedd*	Autóctona	
	Urtica pseudo-dioica Steud	Autóctona	
	Valeriana atacamensis Phil	Autóctona	
	Valeriana sp 1.	Autóctona	
Valerianaceae	*Valeriana sp 2*	Autóctona	
	Valeriana stricta Clos	Autóctona	
	Valeriana vaga Clos	Autóctona	
	Aloysia salviifolia (H et A) Mold	Autóctona	
	Glandularia origenes (Phil) Schnack et Covas	Autóctona	
	Junellia aff asparagoides (Gill et Hook) Mold	Autóctona	
	Junellia asparagoides (Gill et Hook) Mold	Autóctona	
	Junellia caespitosa (Gill) Mold	Autóctona	
	Junellia erinacea (Gill) Mold	Autóctona	
Verbenaceae	*Junellia sp.*	Autóctona	
	Junellia uniflora (Phil) Mold	Autóctona	
	Phyla nodiflora (l) Greene	Alóctona	
	Pitraea cuneato-ovata (Cav) Caro	Alóctona	
	Verbena bonariensis L	Alóctona	
	Verbena litoralis H.B.K	Autóctona	
	Verbena origenes Phil	Autóctona	
	Viola crysantha Phil	Autóctona	
	Viola frigida Phil	Autóctona	
Violaceae	*Viola montagnei Gay*	Autóctona	
	Viola sp. 1	Autóctona	
	Viola sp. 2	Autóctona	
Vivianiaceae	*Viviania marifolia Cav*	Autóctona	
	Bulnesia chilensis Gay	Autóctona	
	Fagonia chilensis H et A	Autóctona	
Zygophyllaceae	*Larrea divaricata Cav*	Autóctona	
	Larrea nitida Cav	Autóctona	
	Pintoa chilensis Gay	Autóctona	
	Alstroemeria andina Phil ssp andina	Autóctona	
Amaryllidaceae	*Alstroemeria andina Phil ssp venustula*	Autóctona	
	Alstroemeria crispata Phil	Autóctona	
	Alstroemeria polyphylla Phil	Autóctona	
Cyperaceae	*Carex atropicta Steud*	Autóctona	
	Carex barrosii Nelmes	Autóctona	
	Carex gayana Desv	Autóctona	

	Carex malmei Kalela	Autóctona	
	Carex maritima Gunn var Misera (Phil) Fern	Autóctona	
	Carex microglochin Wahlenb ssp fuegina Kuek	Autóctona	
	Carex pseudocyperus L	Autóctona	
	Carex riparia curtis var chilensis (Brongn) Kuek	Autóctona	
	Carex sp. 1	Autóctona	
	Carex sp. 2	Autóctona	
	Carex vallis – pulchrae Phil	Autóctona	
	Cyperus eragrostis Lam	Alóctona	
	Cyperus rotundus L	Alóctona	
	Cyperus sp.	Autóctona	
	Eleocharis albibracteata Nees et Meyen ex Kunth	Autóctona	
	Elecocharis dombeyana Kunth	Autóctona	
	Eleocharis melanostachys (D'Urv) C.B Clarke	Autóctona	
	Eleocharis sp. 1	Autóctona	
	Eleocharis sp. 2	Autóctona	
	Scirpus acaulis Phil	Autóctona	
	Scirpus americanus Pers ssp monophyllus	Autóctona	
	Scirpus asper J et K Presl	Autóctona	
	Scirpus atacamensis (Phil) Boeck	Autóctona	
	Scirpus californicus (C.A Mey) Steud	Autóctona	
	Scirpus cernuus Vahl	Autóctona	
	Scirpus deserticola Phil	Autóctona	
	Scirpus maritimus L	Autóctona	
	Scirpus sp. 1	Autóctona	
	Scirpus sp. 2	Autóctona	
Iridaceae	*Sisyrinchium arenarium Poepp*	Autóctona	
	Sisyrinchium iridifolium H.B.K	Autóctona	
	Juncus balticus Wild	Autóctona	
	Juncus bufonius L var condensatus Cout	Autóctona	
	Juncus chilensis Gay	Autóctona	
	Juncus depauperatus Phil	Autóctona	
	Juncus dombeyanus J Gay ex Lah	Autóctona	
Juncaceae	*Juncus Scheuchzerioides Gaud*	Autóctona	
	Juncus sp.	Autóctona	
	Juncus stipulatus Nees et Meyen	Autóctona	
	Oxychloe andina Phil	Autóctona	
	Patosia clandestina (Phil) Buch	Autóctona	
	Viguiera sp	Autóctona	
	Triglochin palustris L	Autóctona	
Juncaginaceae	*Triglochin striata R et P*	Autóctona	
Liliaceae	*Leucocoryne incrassata Phil*	Autóctona	
Orchidaceae	*Habenaria paucifolia Lindl*	Autóctona	
Poaceae	*Agrostis kuntzei Mez*	Autóctona	
	Agrostis semiverticillata (Forsk) C. Christ	Alóctona	
	Agrostis adscensionis L	Alóctona	
	Arundo donax L	Alóctona	
	Avena barbata Pott ex Link	Alóctona	
	Bromus berteroanus Colla	Autóctona	
	Bromus catharticus Vahl	Autóctona	
	Bromus setifolius J. Presl	Autóctona	
	Bromus setifolius J. Presl var brevifolius Ness	Autóctona	
	Bromus sp.	Autóctona	
	Bromus unioloides H.B.K	Autóctona	
	Catabrosa werdermannii (Pilger) Nic et Rug	Autóctona	
	Cortaderia atacamensis (Phil) Pilger	Autóctona	

	Cortaderia speciosa (Ness) Stapf	Autóctona	
	Critesion comosum (J. Presl) Love	Autóctona	
	Critesion santacrucence (Parodi et Nicora) Love	Autóctona	
	Cynodon dactylon (L) Pers	Alóctona	
	Deschapmsia caespitosa (L) P Beauv	Autóctona	
	Deyeuxia eminens J. Presl	Autóctona	
	Deyeuxia sp.	Autóctona	
	Deyeuxia velutina Nees et Meyen	Autóctona	
	Distichlis sp	Autóctona	
	Distichlis spicata (L) Greene	Autóctona	
	Eleocharis albibracteata Nees et Meyen ex kunth	Autóctona	
	Eragrostis virescens J. Presl	Autóctona	
	Festuca deserticola Phil	Autóctona	
	Festuca hypsophila Phil	Autóctona	
	Festuca sp.	Autóctona	
	Festuca wendermannii st. Yves	Autóctona	
	Hordeum cornosum J. Presl	Autóctona	
	Hordeum halophilum var halophilum	Autóctona	
	Hordeum santacrucense Parodi	Autóctona	
	Hordeum sp.	Autóctona	
	Imperata condensata Steud	Autóctona	
	Imperata cylindrica (L) Raeuschel	Autóctona	
	Lolium multiflorum Lam	Alóctona	
	Lolium perenne L	Alóctona	
	Muhlenbergia asperifolia (Nees et Meyen ex Trin)	Autóctona	
	Paspalum sp	Autóctona	
	Pennisetum chilense (Desv) Jacks ex R.E Fries	Autóctona	
	Pennisetum clandestinum Hochst ex Chiok	Alóctona	
	Phragmites australis (Cav) Trin ex Steud	Autóctona	
	Poa annua L	Alóctona	
	Poa brevis Hitchc	Autóctona	
	Poa pratensis L	Alóctona	
	Poa sp 1	Autóctona	
	Poa sp 2	Autóctona	
	Polypogon australis Brongn	Autóctona	
	Polypogon linearis Trin	Autóctona	
	Polypogon semiverticillatus (Forsk) Hyl	Alóctona	
	Puccinellia oresigena (Phil)	Autóctona	
	Schismus sp	Autóctona	
	Setaria verticillata (L) P. Beauv	Alóctona	
	Sorghum halepense (L) Pers	Alóctona	
	Stipa atacamensis Parodi	Autóctona	
	Stipa chrysophylla desv	Autóctona	
	Stipa duriuscula Phil	Autóctona	
	Stipafrigida Phil	Autóctona	
	Stipa pogonathera desv	Autóctona	
	Stipa speciosa Trin et Rupr	Autóctona	
	Stipa tortuosa desv	Autóctona	
	Trisetum preslei (Kunth) Desv	Autóctona	
Potamogetonaceae	*Potamogeton strictus Phil*	Autóctona	
Typhaceae	*Typha angustifolia L.*	Autóctona	

Tabla XXXVI: Flora con problemas de conservación de la comuna de Alto del Carmen

ESPECIE	ORIGEN	EC
Equisetum giganteum L	Autóctona	V
Laretia acaulis (Cav) Gill et Hook	Autóctona	V
Cordia decandra H et A	Autóctona	V
Prosopis chilensis (Mol) Stuntz	Autóctona	V
Krameria cistoidea H et A	Autóctona	V

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción (FP) Fuera de Peligro

4.4.4 Sector Bajo: Sub cuenca del Río Huasco

En este sector se registraron 74 especies de flora, las que se distribuyen en 35 familias, donde la familia que mayor número de especies aporta es la Asteraceae y Cactaceae (TABLA XXXVII). Del total de especies citadas para este sector 17 presentan algún grado de conservación según (Benoit, 1989) y el Boletín del Museo de Historia Natural (Baeza, 1997) (TABLA XXXVIII).

Tabla XXXVII: Flora registrada en la subcuenca del Río Huasco

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	ORIGEN	EC
Ephedraceae	*Ephedra breana Phil*	Pingo pingo	Nativa	
Aizoaceae	*Mesembryanthemum crystallinum L*	Rocio	Advena	
Anacardiaceae	*Schinus molle L*	Pimiento	Nativa	
	Schinus polygamus (Cav) Cabrera	Huingán	Natina	
Apocynaceae	*Skytanthus acutus Meyen*	Cuerno de cabra	Endémica	
Aristolochiaceae	*Aristolochia chilensis Bridges ex Linl*	Oreja de zorro	Endémica	
Asteraceae	*Baccharis linearis (R et P) Pers*	Romerillo	Nativa	
	Baccharis pingraea DC	Chilca	Nativa	
	Bahia ambrosioides Lag	Chamiza	Endémica	
	Chaetanthera glabrata (DC) Meigen	Chinita	Endémica	
	Chuquiraga ulicina	Chana	Endémica	
	Chuquiraga ulicina (H et A) H et A	Chana	Endémica	
	Encelia cnescens Lam	Coronilla del Fraile	Nativa	
	Haplopappus parviflorus (DC) A Gray		Endémica	
	Helenium atacamense Cabrera	Póquil	Endémica	
	Proustia ilicifolia H et A	Olivillo	Endémica	
	Senecio myriophyllus Phil	Senecio	Endémica	
	Tessaria absinthioides (H et A) DC	Brea	Nativa	
Boraqinaceae	*Cordia decandra H et A*	Carbonillo	Endémica	V
	Heliotropium stenophylum H et A	Monte negro	Endémica	
Cactaceae	*Copiapoa coquimbana var*	Quisco	Endémica	V
	Copiapoa coquimbana var Fiedleriana	Quisco	Endémica	V
	Copiapoa coquimbana var Vallenarensis	Quisco	Endémica	V

	Echinopsis spinibarbis (Otto) A. Hoffmann	Cacto	Endémica	R
	Eulychnia acida Phil	Rumpa	Endémica	FP
	Eulychnia breviflora Phil	Copao	Endémica	FP
	Neoporteria jussieu var huacencis	Quisquito	Endémica	FP
	Neoporteria napina (Phil) Don et Rowl	Napín	Endémica	V
	Neoporteria vallenarensis Ritter	Quisquito	Endémica	IC
	Neoporteria villosa (monv) Berger	Quisco peludo	Endémica	V
	Opuntia berteri (Colla) A.E Hoffm	Chuchampe	Nativa	FP
	Opuntia Miqueli Monv	Chuchampe	Endémica	V
	Opuntia tunicata (Lehm) Pfeiff	Oveja echada	Nativa	FP
Caesalpinaceae	*Balsamocarpon breviflorum Clos*	Algarrobilla	Endémica	V
	Senna cumingii (H et A) Irw et Barn	Alcaparra	Endémica	
Chenopidiaceae	*Atriplex deserticola Phil*	Cachiyuyo	Nativa	
	Brassica nigra (L) Koch	Yuyo	Advena	
Cruciferae	*Coronopus didymus (L) J e Sm*	Mastuerzo	Advena	
	Raphanus sativus L	Rábano	Advena	
	Rapistrum rugosum (L) All	Rapistro	Advena	
Frankeniaceae	*Frankenia chilensis Presl*	Hierba del salitre	Nativa	
Geraniaceae	*Erodium cicutarium (L) L'Herb ex Aiton*	Alfilerillo	Advena	
Krameriaceae	*Krameria cistoidea H et A*	Pacul	Endémica	V
Labiatae	*Stachys grandidentata Lind*	Hierba santa	Endémica	
	Teucrium nudicaule Hook	Oreganillo	Endémica	
Lodecarpaceae	*Balbisia peduncularis (Lindl) D.Don*	Flor de San José	Nativa	
Loranthaceae	*Tristeriz aphyllus (miers ex DC)*	Quintral de quisco	Endémica	
Malvaceae	*Cristaria cyanea Phil ex E. Baker*	Malvilla	Endémica	
	Cristaria patens Phil	Malvilla	Endémica	
Mimosaceae	*Prosopis chilensis (Mol) Stuntz*	Algarrobo	Nativa	V
Myrtaceae	*Eucalypptus camaldulensis*	Eucalipto	Advena	
Nolanaceae	*Nolana acuminata (Miers) ex Dunal*	Suspiro	Endémica	
	Nolana crassulifolia Poepp	Suspiro	Endémica	
Oleaceae	*Olea europea L*	Olivo	Advena	
Oxalidaceae	*Oxalis gigantea Barneoud*	Churqui	Endémica	
Papaveraceae	*Argemone hunnemannii Otto et Dietr*	Cardo santo	Nativa	
Papilonaceae	*Adesmia argentea Meyen*	Varilla	Endémica	
Plantaginaceae	*Plantago hispidula R et P*	Llantén	Endémica	
	Plantago lanceolata L	Llantén	Advena	
Polygonaceae	*Chorizanthe kingii Phil*	Sanguinaría	Endémica	
	Muehlenbeckia hastulata (Sm) Johnst	Quilo	Nativa	
Portulacaceae	*Calandrinia longiscapa Barn*	Pata de guanaco	Endémica	
Rubiaceae	*Cruchshanksia hymenodon H et A*	Rosita	Endémica	
	Cruchshanksia pumila Clos	Rosita	Endémica	
Solanaceae	*Phrodus microphyllus (Miers) Miers*	Monte de burro	Endémica	
Zygophyllaceae	*Bulnesia chilensis Gay*	Retama	Endémica	
	Fagonia chilensis H et A	Retama	Nativa	
Amaryllidaceae	*Alstroemeria kingii Phil*	Lirio de campo	Endémica	
	Rodophiala bagnoldii (Herb) Traub	Añañuca amarilla	Endémica	
Gramineae	*Briza minor L*	Tembladerilla	Advena	
	Bromus berterianus Colla	Pasto largo	Nativa	
	Lolium multiflorum Lam	Ballica	Advena	
Liliaceae	*Pabellonia incrassata (Phil) Quez et Martic*		Endémica	
Lyphaceae	*Typha angustifolia*	Totora	Nativa	

Tabla XXXVIII: Flora con problemas de conservación en la subcuenca del Río Huasco

ESPECIE	NOMBRE COMUN	ORIGEN	EC
Cordia decandra H et A	Carbonillo	Endémica	V
Copiapoa coquimbana var alticostata (Ritter) Hoffmann	Quisco	Endémica	V
Copiapoa coquimbana var Fiedleriana (Schumann) Hoffmann	Quisco	Endémica	V
Copiapoa coquimbana var vallenarensis (Ritter) Hoffmann	Quisco	Endémica	V
Echinopsis spinibarbis (Otto) A. Hoffmann	Cacto	Endémica	R
Neoporteria napina (Phil) Don et Rowl	Napín	Endémica	V
Neoporteria vallenarensis Ritter	Quisquito	Endémica	IC
Neoporteria villosa (Monv) Berger	Quisco peludo	Endémica	V
Opuntia miquelli Monv	Chuchampe	Endémica	V
Balsamocarpon brevifolium Clos	Algarrobilla	Endémica	V
Krameria cistoidea H et A	Pacul	Endémica	V
Prosopis chilensis (Mol) Stuntz	Algarrobo	Nativa	V

Ec: (V) Vulnerable (R) Rara (I) Inadecuadamente Conocida (P) En Peligro de extinción (FP) Fuera de Peligro

V. CARACTERIZACION DE LA BIOTA ACUATICA

5.1. CLASE PECES

Actualmente la fauna de peces dulceacuícolas de Chile se compone de 11 familias y 17 géneros y alrededor de 44 especies nativas de peces estrictamente límnicos y diadrómicos. El género con mayor presencia es el Siluriformes con un total de 11 especies distribuidas por todo el territorio chileno, este grupo contiene representates muy singulares en Chile, como el género Bullockia, la familia Diplomystidae representada por tres especies es considerada la más primitiva del orden Siluriformes (Arratia 1987, De Pinna 1998). Destaca también en este orden, el género Trichomycterus, correspondiente al de mayor riqueza en especies, sobresalen especies con endemismo marcado tales como: T. Chungarensis, T. Laucaensis, T Ciltoni, T Areolatus. Los Osmeriformes también presentan un número importante de especies (9).

Además, cabe destacar que la fauna de peces dulceacuícolas se ve aumentada en casi un 50% con la presencia de 22 especies introducidas. De esta cantidad de especies el 81% son endémicas y 40% se encuentran en peligro de extinción (Dyer, 2000)

A pesar de su baja diversidad, la ictiofauna continental chilena presenta características que la hacen únicas dentro de la región, como lo son su alto grado de endemismo tanto a nivel específico, genérico (*Nematogenys*, *Percilia*) e incluso familiar (Perciliidae) (Arratia, 1981; Dyer, 2000). Muchos taxa se encuentran restringidos a dos o tres cuencas (Vila et al, 1999), lo que en conjunto a su condición de primitividad hace que constituyan relictos (Ruiz, 1993). Todas estas particularidades les confieren a los peces límnicos de nuestro país un indudable valor científico y una gran sensibilidad a los cambios en las condiciones abióticas y bióticas de su ambiente. Esto último ha sido crítico para nuestros peces, debido a la alteración del hábitat por contaminación, cambios en las características hidrológicas y alteración de la vegetación acuática y ripariana (Campos et al., 1998), sumado con la introducción de cerca de 22 especies exóticas, de las cuales solo dos pertenecen a familias autóctonas (Dyer, 2000).

Producto de esto, casi la totalidad de las especies se encuentran con algún problema de conservación, incluso algunas se consideran extintas (Campos et al., 1998).

5.1.2. Fauna Íctica de la cuenca del río Huasco

En la cuenca del río Huasco se han registrado 6 especies correspondientes a 6 órdenes y 6 familias (Tabla XL), las que corresponden al 14% de la fauna íctica nacional. De las especies registradas 2 especies son endémicas y 1 introducida, la mayoría de los registros corresponden a la parte baja de la cuenca (subcuenca del río Huasco) y los registros de especies ícticas para la zona media (comuna de Alto del Carmen) corresponden a *Basiilichthys microlepidotus* (Pejerrey Chileno), especie que se ha registrado por el valle del Carmen hasta la altura de San Félix y por el valle del transito hasta la localidad de Conay. Además esta especie esta registrada para el sector del río Huasco desde Vallenar hasta la desembocadura del río Huasco.

Es importante destacar que 4 de las 6 especies presentan algún grado de conservación según (Campos et al., 1998), lo que corresponde al 67% de las especies registradas para la cuenca

Tabla XL. Ictiofauna de la cuenca del río Huasco

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	E C	ENDÉMICO
Osmeriformes	Galaxiidae	*Galaxias maculatus*	Puye	V	No
Mugiliformes	Mugiliidae	*Mugil cephalus*	Lisa		No
Ciprinodontiformes	Poeciilidae	*Gambusia holbrooki*	Gambusia		Introducido
Atheriniformes	Atherinopsidae	*Basilichthys microlepidotus*	Pejerrey del Norte	P	SI
Siluriformes	Trychomicteridae	Trichomyterus areolatus	Bagresito	V	No
Characiformes	Characidae	Cheirodon pisciculus	Pocha	P	Si

5.2. CLASE ANFIBIA

Los anfibios son el grupo menos numeroso de vertebrados presentes en Chile, además de presentar muy poca diversidad en relación a otros países del Neotrópico. Sin embargo es relevante la presencia de importantes endemismos, y la presencia de géneros monotípicos.

En el estudio realizado por Cei (1962), se reconocen 9 géneros que incluyen 19 especies y 4 subespecies, mientras que en el recuento de las especies realizado por Formas (1995) y Díaz-Páez y Ortiz (2003) y Ortiz y Díaz- Páez (2004) indican que el número de anfibios presentes en Chile alcanza a 52 especies.

Al comparar estos valores con estudios recientes existe un aumento de 44% de géneros y un 194% de especies, ya que se han identificado 13 géneros y 56 especies. (Ortíz- Díaz. 2006)

La distribución geográfica, reconoce cinco áreas según el esquema seguido por Cei (1962): Región alto andina (16 especies); Región del desierto (2 especies); Región de Chile Central (6 especies); Región suababtártica o valdiviana (37 especies); Región Patagónica (1 especie)

Según Díaz - Páez y Ortiz (2004), las especies nativas pertenecen a tres familias: Bufonidae, Leptodactylidae y Rhinodermatidae, la familia Bufonidae está representada por seis especies del género Bufo, la familia Leptodactylidae representada por la mayor parte de los anfibios de Chile con 42 especies, de 11 géneros adscritas a dos subfamilias Leptodactylinae, que incluye el género Pleurodema con tres especies Telmatobiinae, de los géneros Alsodes, Atelognathus, Batrachyla, Caudiverbera, Eupsophus, Hylorina, Insuetophrynus, Telmalsodes, Telmatobufo y Telmatobius, con un total de 39 especies. La familia Rhinodermatidae (ranitas de Darwin) está formada por dos especies, Rhinoderma darwinii y Rhinoderma rufum, está última posiblemente esté extinta. Se debe incorporar la especie introducida Xenopus laevis que pertenece a la familia Pipidae.

5.2.1. Anfibios presentes en la cuenca del río Huasco

En la cuenca del río Huasco, se han registrado 3 especies de anfibios, correspondientes a 1 órden y 2 familias (Tabla XLI), los que equivalen al 5,2 % de las especies de batracios que se encuentran en Chile. De las tres especies registradas para la cuenca del río Huasco, el 100% presenta problemas de conservación según el DS. Nº 5 de la ley de caza.

Tabla XLI. Taxocenosis de los Anfibios presentes en la cuenca del río Huasco

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	E C
Anura	Bufonidae	Bufo atacamensis	Sapo de Atacama	V
		Bufo spinulosus	Sapo espinoso	V
	Leptodactylidae	Pleurodema thaul	Sapo de cuatro ojos	V

V: Vulnerable

5.3. FLORA ACUATICA

Se registraron un total de 23 especies de plantas acuáticas, pertenecientes a 11 familias (Tabla XLII), la mayor parte de ellas registradas en el río Huasco, el cual presenta una cobertura casi total de plantas acuáticas, siendo la especie dominante *Ceratophyllum demersus*, acompañada por *Enteromorpha intestinallis*. No se poseen registros ni estudios de plantas acuáticas en los sectores andinos y en la comuna de Alto del Carmen (salvo las familias Juncaceae y Thyphaceae).

Tabla XLII: Flora acuática presentes en la cuenca del río Huasco

FAMILIA	ESPECIE	EC
Potamogetonaceae	Potamogeton berteroana	IC
Ceratophyllaceae	Ceratophylum demersum	
Lamiaceae	Enteromorpha intestinalis	
Azollaceae	Azolla filiculoides	IC
Onagraceae	Ludwigia sp	
Apiaceae	Lilaeopsis sp	
Pontederiaceae	Eichhornia crassipes	
Ranunculaceae	Ranunculus sp	
Lemnaceae	Lemna minor	
Juncaceae	*Juncus balticus Wild*	
	Juncus bufonius L var Condensatus Cout	
	Juncus arcticus	
	Juncus effusus	
	Juncus chilensis Gay	
	Juncus depauperatus Phil	
	Juncus dombeyanus J Gay ex Lah	
	Juncus scheuchzerioides Gaud	
	Juncus sp.	
	Juncus stipulatus Nees et Meyen	
	Oxychloe andina Phil	
	Patosia clandestina (Phil) Buch	
	Viquiera sp.	
Typhaceae	*Typha angustifolia L*	

5.4. FAUNA BENTONICA

Los organismos bentónicos (macro y micro) que viven sobre, debajo o entre las piedras que conforman el fondo de un río, incluyen casi todos los grupos posibles de encontrar en las aguas fluviales o lóticas. Sin embargo las especies no son ubicuas ni se distribuyen en forma continua. Su distribución está principalmente guiada por los factores ambientales, por lo tanto, cambios en la estructura y calidad del ambiente, pueden exceder la capacidad de tolerancia de organismos claves de la comunidad bentónica preferentemente. En Chile, el grupo de organismos mejor tipificado como perteneciente a las aguas lóticas son los insectos (75%). Otros representantes de las aguas escurrentes como fitobentos e innumerables micro y macroinvertebrados tales como esponjas, turbelarios, oligoquetos, sanguijuelas, crustáceos y moluscos son prácticamente ignorados por los estudios básicos y aplicados.

5.4.1. Fauna Bentónica presente en el río Huasco

Debido al escaso estudio sobre este grupo en la cuenca del río Huasco se han registrado 11 especies bentónicas pertenecientes a insectos acuáticos, moluscos y crustáceos (Tabla XLIII). Los registros de este grupo corresponden a estudios realizados en el río Huasco desde la ciudad de Vallenar hasta el puente Los Guindos de la comuna de Freirina. Para el sector andino no se cuentan con estudios de este grupo, y para el sector de la comuna de Alto del Carmen existen estudios realizados por el EIA del proyecto Pascualama, el cual se refiere solamente a densidades por estación, no especificando los grupos ni especies encontradas.

Tabla XLIII. Fauna Bentónica presentes en la cuenca del río Huasco

PHYLLUM	ORDEN O CLASE	FAMILIA	ESPECIE
Insecta	Diptera	Chiromonidae	
Insecta	Diptera	Tipulidae	
Insecta	Diptera	Culicidae	*Culex sp.*
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	
Insecta	Odonata		
Mollusca	Gastropoda	Physidae	*Physa sp*
Mollusca	Gastropoda	Anmicolidae	*Littoridina sp.*
Mollusca	Gastropoda	Planorbidae	*Biomphalaria sp.*
Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella sp*
Annelida	Oligochaeta		
Platelmintos	Turbellaria	Dugesiidae	*Dugesia sp*

Especial atención merece una especie de crustáceo acuático como el camarón de río (*Cryphiops caementarius*) el cual se encuentra en categoría de conservación Vulnerable, y representa una actividad tradicional en el valle del río Huasco y la cual ha sido escasamente estudiada. Según Andrade (1999) & un estudio realizado por la universidad Catolica del Norte señalan que el lugar con mayor cantidad de hembras con huevo y "changallos" (Reproductores) se encuentra en el sector del humedal del estuario del río Huasco y el puente Huasco Bajo (áreas de desove) .

Sin embargo también señalan que los agentes forzantes hacia esta especie son producto del encauzamiento del río e instalación de plantas de áridos en las riberas, junto a los RiLes emitidos por los canales de regadíos de olivos, y la extracción furtiva en épocas de verano. Los que sin duda afectan la calidad del agua y los corredores biológicos naturales de esta especie.

VI. BIOINDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA

La degradación de los recursos acuáticos ha sido motivo de preocupación en las últimas décadas, y aunque la contaminación del agua es ante todo un problema biológico, muchos países han dependido de los parámetros físico-químicos para su evaluación. Como alternativa a estos procedimientos, algunos países han incorporado el biomonitoreo, que a diferencia de la evaluación química que refleja las condiciones puntuales en que fue tomada la muestra, los organismos informan además la situación pasada. Los bioindicadores mas utilizados son las, microalgas y macroinvertebrados (Toro et, al. 2003)

El uso de invertebrados bentónicos como indicadores biológicos es de larga tradición en países desarrollados y en la actualidad son incorporados en casi todas las evaluaciones de aguas fluviales, mediante el uso de índices bióticos reconociendo su importancia para integrar información sobre el estado general del ecosistema.

Como una alternativa a estos procedimientos, desde hace varios años muchos países han generado conocimientos y desarrollo de técnicas de *biomonitoreo* basadas en indicadores biológicos, a través de la evaluación de reacciones e índices de sensibilidad de organismos

vivos ante la presencia de sustancias contaminantes en los sistemas acuáticos. Los llamados índices biológicos informan de la situación tanto momentánea como de lo acontecido algún tiempo antes de la toma de muestras, es decir, es como tener información del presente y pasado de lo que esta sucediendo en las aguas (Alba-Tercedor, 1988). La literatura revela que de los organismos acuáticos, los macroinvertebrados y microalgas son los dos grupos que ha menudo se recomienda usar en evaluaciones de la calidad del agua (Hellawell 1986, Christie et al, 1993; Kelly & Whitton, 1995, Roldan 1999).

- **Microalgas:**

De las microalgas, las diatomeas son preferidas para los monitoreos debido a que son generalmente el grupo autotrófico dominante, además que la identificación de las especies de diatomeas es más simple que la de otros componentes (Cianobacterias, Chlorophyceae, etc.), además, las diatomeas están presentes a lo largo de todo el río, y presentes a través de todo el año, no presentan complicaciones en su ciclo y ecológicamente son mejor conocidos que otros grupos (Round 1993).

Entre los trabajos realizados con diatomeas bentónicas como bioindicadores, destacan los llevados a cabo por Langue-Bertalot, 1979; Fabrí, 1987; Guhl, 1987; Prygiel, 1990; Prygiel & Coste, 1993; Christie et al, 1993; Kelly & Whitton, 1995; Basualto & Tapia, 1997; Steinberg & Schiefele, 1998; Fritz, 1999; Gómez & Licursi, 2001 y Lobo, 1995, 1996, 1997 y 2002.

En todos estos trabajos, se han identificado un conjunto de variables físico-químicas que determinan con mayor frecuencia la presencia de determinados taxa de diatomeas bentónicas, indicadoras de una condición específica: pH, temperatura, salinidad, nitrógeno, requerimiento de oxígeno, saprobidad, estado trófico y mezcla de la columna de agua. No obstante, el uso de diatomeas bentónicas como bioindicadores del estado de los ecosistemas acuáticos, ha sido menos desarrollada que los macroinvertebrados bentónicos.

Se asume que esta deficiencia esta dada por la dificultad metodológica y taxonómica que conlleva su utilización. Sin embargo, debido a que estos microorganismos son capaces de responder a los cambios del medio de manera rápida, puesto que su crecimiento depende de la incorporación directa de substancias disueltas en el agua (nutrientes, sales, metales), pueden ser de gran utilidad como factores de referencia del medio en el que están.

Las ventajas de emplear diatomeas como indicadoras de la calidad de las aguas pueden ser resumidas de la siguiente manera: a) son cosmopolitas, b) algunas especies de este grupo son muy sensibles a los cambios ambientales, mientras otros son muy tolerantes, c) son sensibles a cambios ambientales ya sea en cortos o largos períodos de tiempo (paleolimnología), d) fáciles y rápidas de muestrear en grandes cantidades y sobre pequeñas áreas superficiales, e) el material utilizado para el montaje de las preparaciones, puede ser preservado, re-chequeado y distribuido a otros laboratorios, f) las preparaciones hechas para la identificación son permanentes, entonces, comparaciones pueden ser realizadas por otros investigadores, g) estas algas son particularmente manejables, debido a sus paredes celulares de sílice (generalmente denominadas como frústulos) son raramente dañadas al ser removidas de los sustratos naturales o artificiales, h) son fácilmente cultivables y por lo tanto muy adecuados para trabajos experimentales bajo condiciones controladas para determinar respuestas a cambios, i) existe mucha información ecológica referida a sus rangos de tolerancia ambiental.

Como se ha mencionado, la habilidad de responder rápidamente a los cambios del medio, le otorga a este grupo gran importancia en la detección de compuestos vertidos ocasionalmente. Asimismo, por el hecho de utilizar un hábitat bentónico, muchos compuestos de condición inestable en la fracción disuelta, pueden ser capturados e incorporados por estos microorganismos desde el sedimento, pudiéndose detectar un evento de contaminación puntual, aunque ya no pueda ser medido dicho elemento en el agua.

Por otra parte, su utilidad no se basa únicamente en una aproximación poblacional, sino también en respuestas en el ámbito comunitario, tales como: riqueza, abundancia, índices de diversidad y equidad, entre otros. En relación con esto último, debido a que se trata, en la mayoría de los casos de muchas especies oportunistas y pocas dominantes, resulta más fácil determinar el efecto de un contaminante a nivel comunitario ya sea como: 1) desaparición de los taxa de baja frecuencia y abundancia y/o 2) desaparición de los taxa dominantes.

Entre los índices más utilizados exitosamente en estudios de diatomeas indicadores biológicos, están a) Indice biológico diatómico (IBD), b) Indice biológico general normalizado (IBGN), c) Indice General Diatómico (IDG), d) Indice Sapróbico (SI).

- **Macroinvertebrados bentónicos:**

El uso de macroinvertebrados para valorar y determinar la calidad del agua tiene cuando menos 100 años de antigüedad. De estas técnicas, los insectos acuáticos (entre un 70-90% de la fauna de macroinvertebrados dulceacuícolas) han sido el grupo más estudiado para evaluar la calidad del agua por muchos investigadores (Hellawell, 1986; Abel; 1989; Rosenberg & Resh; 1993, 1996).

Los macroinvertebrados acuáticos son generalmente abundantes, relativamente fáciles de recolectar y tienen el suficiente tamaño para ser observados si necesidad del microscopio, o cuando menos se prescinde de infraestructura sofisticada. Presentan las siguientes ventajas de acuerdo a Rosenberg & Resh (1996): a) prácticamente universales, b) son sedentarios, c) son extremadamente sensibles a perturbaciones, d) presentan largos ciclos de vida, e) muestran una respuesta inmediata ante un determinado impacto, f) existe un patrón de estímulo-respuesta ante alteraciones físico-químicas, g) existen métodos de evaluación y conocimiento sobre taxonomía para algunas regiones.

Así por ejemplo, en ríos de montaña de aguas frías, muy transparentes, oligotróficas y muy bien oxigenadas, se espera siempre encontrar poblaciones dominantes de plecópteros, tricópteros y efemerópteros; pero también se espera encontrar en bajas proporciones, odonatos, hemípteros, dípteros, neurópteros, ácaros, crustáceos, y otros grupos menores (Roldán, 1999). Por el contrario, en ríos y quebradas que están siendo contaminadas con materia orgánica, de aguas turbias, con poco oxígeno y eutroficadas, se espera siempre encontrar poblaciones dominantes de oligoquetos, quironómidos y ciertos moluscos; pero ocasionalmente, pueden presentarse algunos individuos que se consideran indicadores de aguas limpias. La situación así planteada, resulta aparentemente fácil de entender y de aplicar. De hecho, una persona experimentada en reconocer a simple vista todos estos organismos en el campo, en unos pocos minutos después de levantar algunas rocas y troncos sumergidos, y de acuerdo a las características de olor y color de las aguas, puede con certeza dar un diagnóstico rápido acerca de la calidad del agua. En otras palabras,

puede afirmar con relativa seguridad si el ecosistema no está perturbado, o si por el contrario, algo preocupante está sucediendo.

Los índices más utilizados para la evaluación de la calidad del agua con macroinvertebados bentónicos son el Sistema Saprobio (Kolkwitz & Marsson 1909), BMWP (Biological Monitoring Working Party), desarrollado para Gan Bretaña y BMWP' adaptado a la península Ibérica, IBF (Indice Biótico de Familias) utilizado en EEUU. Las ventajas de la mayoría de estos índices, es que para su utilización sólo se necesita conocer a nivel de familia cada uno de los grupos presentes en el sistema acuático, lo que soluciona el gran problema de nuestro país respecto a la falta de especialistas, taxónomos de los estados inmaduros de insectos acuáticos.

En Chile, existe poca información respecto a los organismos acuáticos utilizados como bioindicadores de la calidad del agua. En contraste a lo ocurrido en la mayor parte del hemisferio norte, las comunidades de macroinvetebrados bentónicos de los ecosistemas acuáticos continentales chilenos han sido abordadas recién en las últimas décadas (Campos et al. 1984; Valdovinos et al. 1993; Arenas, 1995; Habit et al 1998; Valdovinos & Araya, 1998; Valdovinos & Figueroa, 2000; Muñoz et al., 2001; Valdovinos, 2001; Moya et al., 2002).

En nuestro país, el único trabajo donde se han utilizados al grupo de los macroinvertabrados bentónicos dulceacuícolas como indicadores de la calidad del agua pertenece a Figueroa et al. (2003) que utiliza el índice IBF (Indice biótico de Familias, Hinselhoff 1988), donde se evalúa la calidad del agua del río Damas (Osorno) con una muy buena aproximación respecto a lo obtenido en la evaluación físico-química.

Respecto al grupo de las diatomeas, entre los escasos trabajos realizados en ríos de Chile, destacan el llevado a cabo por Basualto y Tapia (1997), quienes utilizaron diatomeas como bioindicadores de metales pesados en dos cuerpos de agua de la VII región (río Claro y estero Piduco), donde fueron descritas asociaciones características de microalgas representativas de condiciones ambientales distintas. Otros trabajos desarrollados en el mar, específicamente en la Bahía de Antofagasta (II Región-Chile), dan cuenta también de la importancia de las diatomeas como indicadores de contaminación de diversos tipos (Rodríguez, 1999).

España y EEUU son uno de los países donde el uso de bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua ha tenido mayor relevancia y aceptación. En España, la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) obliga a mantener o lograr un buen estado ecológico en todos los ecosistemas acuáticos que pertenecen a los estados miembros de la comunidad europea, para cumplir este objetivo, el uso de los bioindicadores es uno de sus métodos de evaluación esencial, desarrollando interesantes métodos de evaluación integrada entre índices biológicos y químicos. (Fuente: Toro et.al 2003)

A continuación se describen tres índices:

- **Índice Beck Tsuda** (1974):

Este índice de carácter cuantitativo fue propuesto en 1955 por Beck, más tarde TSUDA realizó algunas modificaciones para facilitar su aplicación. Este indice se basa en la cantidad de especies recolectadas, de acuerdo a ello es posible determinar el nivel de calidad del agua, en este metodo se toman en cuenta solo los organismos visibles por el ojo humano. Existen dos métodos, los cuales se denominan índice biótico (α) e índice biótico (β) respectivamente.

El índice biótico "α" requiere:

- Sacar una muestra del fondo pedregoso de un río con corriente.
- Elegir un lugar de muestro donde haya mayor cantidad de piedras de tamaño menor a una sandía y mayor a una mandarina, y cuya velocidad de corriente sea 100 – 150 cm/seg.
- La profundidad e muestreo debe ser hasta las rodillas.
- Estandarizar el área de muestreo. Colocar un marco de metal en el fondo del río, y dentro de esa área, colectar todos los organismos visibles a simple vista.
- Identificar taxonomicamente los organismos colectores. Dividirlos en tolerantes e intolerantes a la contaminación.

En el sistema de saprobiotico (saprobic system), los organismos oligosaprobioticos corresponden a los intolerantes a contaminación; losmesosaprobioticos y polisaprobioticos se consideran tolerantes.

Para calcular el índice biótico, en número de especies intolerantes corresponde a A y de tolerantes B, entonces: Índice biótico = 2A + B (basado en un principio ecológico de (Thienemann)

Hacer un muestreo dos veces utilizando el marco de metal, calcular el índice biótico y se considera como índice biótico del lugar el correspondiente al mayor valor numérico.

Tabla XLIV. Valores de índice biótico α

2A + B	NIVELES
> 20	Oligosaprobios
11 – 19 b	mesosaprobios
6 – 10 a	mesosaprobios
0 - 5	polisaprobio

El índice biótico β requiere:

En este método se colecta la mayor cantidad de organismo en un área de muestreo. Una persona sostiene la red y otras personas río arriba remueven las piedras y las hacen rodar. Los insectos adheridos a las piedras se sueltan y fluyen en dirección de la corriente y son atrapados por la red.
Debido a que el resultado del índice biótico β es mayor que el índice biótico α el cuadro de clasificación de niveles de calidad hídrica también es diferente.

Tabla XLV. Valores de índice biótico β

2A + B	NIVELES
> 30	Oligosaprobios
15 – 29 b	mesosaprobios
6 – 14 a	mesosaprobios
0 - 5	polisaprobio

- **Índice de Tufféry** (1979) : Este índice es de carácter cualitativo, entrega una certeza de un 60% respecto de la calidad de las aguas.

El índice requiere:

- Un muestreo cualitativo del curso de agua con una malla de 250 mm de poro.
- El muestreo se toma con replicas (hasta 5) a contracorriente.
- Se requiere un número mínimo de personal para la realización.

Con esto se puede obtener un 60% de precisión. Por consiguiente lo hace operacionalmente factible de realizar y la información que se obtiene es procesada taxonomicamente desde órdenes hasta géneros.

La información que entrega este método puede ser tipificada como bioindicadores de acumulación. Caracterizados por tratarse de individuos o grupos de poblaciones de organismos pertenecientes a especies que viven en hábitats naturales o semi-naturales en forma silvestre. Los organismos indicadores se relacionan directamente con los factores ambientales prevalecientes en estos ecosistemas, los cuales pueden acumular contaminantes según el nivel trafico que ocupan en esté, y como tales sirven de alerta.

- **Índice de Hilsenhoff** (1988): Este índice de carácter cuantitativo, sobre la base del tipo de familias presentes en un tramo del río, un puntaje asignado a cada familia en función a su sensibilidad a las contaminación y el número de morfoespecies existentes en cada familia, permite clasificar el tramo de un río de Clase I (excelente) a Clase VII (muy malo) (Tabla XXXIII).

Dada la simplicidad en la estimación de este índice debido a su bajo nivel de resolución taxonómica y a su adecuada correlación con factores estresores antropogénicos (contaminación química, modificaciones del hábitat), en la actualidad ha sido ampliamente utilizados en diferentes zonas del mundo.

El índice biótico el cual corresponde al IBF (índice biótico de familia) de Hilsenhoff (1988), debido a que no es costoso, es fácil de entender, posee alta sensibilidad en la calidad de agua y el resultado que entrega es confiable. Ya que por medio de un calculo matemático (formula) obtenemos los datos necesarios para poder clasificar las características ambientales.

Este índice considera la abundancia y diversidad de las familias, por lo que se necesita de una aproximación de tipo cuantitativa y los resultados obtenidos hacen posible clasificar las

estaciones en clases de calidad de agua, las cuales se representan en un mapa de calidad de agua.

Tabla XLVI. Clasificación del Índice de Hilsenhoff 1998

CLASE	IBF (HILSENHOFF 1988) ÍNDICE BIÓTICO DE FAMILIA	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	CLASES (COLOR DE ALERTA)
I	0,00 – 3,75	Exelente	Celeste
II	3,76 – 4,25	Muy Bueno	Azul
III	4,26 – 5,00	Bueno	Verde
IV	5,01 – 5,75	Regular	Amarillo
V	5,76 – 6,50	Relativamente malo	Café
VI	6,51 – 7,25	Malo	Naranjo
VII	7,26 – 10,00	Muy Malo	Rojo

Se han explicado de modo muy genérico tres índices de monitoreos dos de tipo cuantitativo y uno cualitativo, si bien en algunos aspectos son similares, en general los índices de toma de muestras tienen sus respectivas ventajas y desventajas en:

Tabla XLVII. Cuadro comparativo de índices de Muestreo

ÍNDICE	VENTAJA	DESVENTAJA
BECK TSUDA (1979) (Índice Cuantitativo)	De fácil aplicación.	Se requiere de un conocimiento amplio de taxonomia de grupos.
	Infraestructura requerida: Mínima	La variaciones estacionales o de dinámica poblacional pueden causar inferencias.
	Se usa taxonomia a nivel de familia.	No se puede identificar el tipo de contaminación solo ocurrencias de algún evento.
	Las respuestas biológicas son numéricas y de fácil entendimiento	Se le otorga puntaje a la presencia de especies y no considera abundancia
	Se colectan organismos que se ven a simple vista y se dividen en tolerante e intolerantes.	Se trabaja en áreas de muestreo con instalaciones de marcadores de metal de fondo.
		Se requieren personas con fuerza para realizar los volteos y movimientos de piedras aguas arriba al sector de la muestra.
		Para realizar el estudio se requieren mínimo 4 personas.
TUFFÉRY (1974) (Indice Cualitativo)	De fácil aplicación.	Solo ocurrencia de eventos
	Se cuentan todas las especies que se colectan.	No identifica los tipos de contaminación,
	Infraestructura requerida: básica (Malla)	Se requiere de conocimiento de taxonomía.

	Se clasifican especies en sensible, tolerante y muy tolerante que se vean a simple vista o con lupa.	
	Pueden otorgar voz de alerta por algún evento	
	Este muestreo se puede realizar con dos personas mínimo.	
HILSENHOFF (1988) (Índice Cuantitativo)	De aplicación sencilla	Se requiere de un conocimiento amplio de taxonomía de grupos
	Se identifican los tipos de familias en tramos del río	
	Otorga puntajes a cada familia en función a sensibilidad a la contaminación y Nº de morfoespecies existentes en cada familia	Requiere consolidada de una infraestructura mas
	Clasifica los tramos de los ríos desde clase I(excelente) hasta clase VII (Muy malo) además entrega colores de alerta.	Requiere de mayor tiempo para su realización.

Al observar las ventajas y desventajas de los tres tipos de muestreo seleccionados podemos notar que sus diferencias no son muchas, el ideal de muestreo para un estudio de la Cuenca del río Huasco sería realizarlo por medio del Índice de Hilsenhoff, ya que es más actual y mucho más detallado que los otros, pero el costo de aplicación de este es muy alto.

Respecto a los otros dos índices son de bastante similitud entre ambos y uno entrega una observación cualitativa y el otro cuantitativa, pero se ha seleccionado como índice de aplicación, más que nada por la escasa necesidad de muestreadores y sencillez de la toma de muestras el índice Tuffery, además porque se considera importante la abundancia de las especies colectadas no solo a la presencia de estas, pero mas que nada por un aspecto económico (Fuente: Quantitativa, 2004).

VII. RELACIONES DE CALIDAD DE AGUA CON BIODIVERSIDAD

La biodiversidad es un tema que ha sido abarcado en los últimos años como un indicador de las condicones ambientales. Se habla siempre del número de especies y su abundancia para determinar las características de los ecosistemas, siendo las fluctuaciones de estos parámetros indicadores de los cambios en las condiciones medioambietales. Sin embargo, no es suficiente saber que especies tenemos y en que proporción se encuentran, es indispensable también estudiar las relaciones que estas tienen para poder evidenciar cómo y en qué magnitud los factores bióticos y abióticos modelan las poblaciones.

La diversidad de ecosistemas que se encuentran a lo largo del cause del río Huasco muestran una gran diferencia en su diversidad, sin embargo una baja diversidad no debe siempre significar un problema, ya que el río funciona como un sistema en equilibrio que fluctúa de acuerdo a un gran número de factores como la topografía y el clima que determinan directamente las propiedades físicas del ambiente. Estas propiedas van a establecer las condiciones para que organismos de diversos tipos se ubiquen en el cause del río según las capacidades y necesidades que cada uno tenga.

Algunos sectores del río serán más propicios para el asentamiento de un gran número de espeies tanto animales como vegetales, ya sea por la gran disponibilidad de alimento, refugio o reproducción. Por otra parte, los sitios que presentan condiciones menos favorables van a presentar un menor número de especies sin demostrar esto que las condiciones sean de mala calidad del ambiente. Por esta razón hay que ser muy cautelosos al determinar las características del agua de un sector con base en su diversidad. Es por esto que los bioindicadores son una mejor herrramienta para determinar el estado de contaminación de un cuerpo de agua.

No deja de ser importante el tema de la biodiversidad, como se mencionaba anteriormente, esta debe estar ligada a determinar las relaciones entre las especies que ocupan un determinado ecosistema. Cuando un hábitat ha sido alterado, las especies nativas desaparecen y son reemplazadas por otras que generalmente son oportunistas. Puede ocurrir que no exista un cambio en los índices de diversidad, sin embargo, el desplazamiento de una especie en un hábitat determinado va a producir cambios en otras especies que esten relacionadas directa e

incluso indirectamente con la especies afectada; ya sea porque esta sea parte de su dieta o porque sea la que reguala su población u ocupe un nicho importante dentro del ecosistema.

Antes de saber como se relaciona la biodiversidad con la calidad de agua hay que saber las relaciones entre las especies de acuerdo a las condiones ambientales, en este caso específico la calidad del agua. La determinación de parámetros como la riqueza, abundancia y relaciones ecológicas de especies y su estacionalidad a lo largo del río Huasco son de gran ayuda para determinar el funcionamiento de este sistema hídrico, sin embargo, estos valores deben ser estudiados más a fondo para poder comprender cómo los cambios en las condiciones ambientales influyen sobre las relaciones entre las especies y estas a su vez sobre la biodiversidad que estamos cuantificando.

Lamentablemente, el río Huasco cuenta con escasos estudios de biota acuática y ribereña; y los que existen, solo se refieren a estaciones puntuales, de áreas de influencias de proyectos o estudios focalizados hacia un lugar de interés (humedal E.R.H.); adicionalemnte, la información entregada solamente hace alusión a la presencia de especies, por lo cual se hace tremendamente necesario realizar estudios de la biota de este sistema hídrico para poder establecer relaciones a través de este criterio.

Además de un monitoreo de la biota acuática y ribereña es fundamental establecer puntos a lo largo del río Huasco donde se hagan mediciones de parámetros fisicoquímicos para determinar las fluctuaciones de estos a lo largo del año y así mismo, para detectar cambios que esten relacionados con focos de contaminación en algún punto del curso del agua. Los sitios que por la DGA y en posteriormente por Conama para hacer monitoreo de la calidad del agua, pueden ser utilizados, simultaneamente, para determinar las condiciones en la que se encuentra la fauna y la flora, pudiendo posteriormente relacionar esta información con los resultados obtenidos de los análisas del agua. De esta forma, no solo se complementaría el monitoreo del sistema al cual pertenece el río Huasco, sino que también se podrían detectar los efectos que produce un foco de contaminación detectado, en los organismos que habitan en este ecositema, es decir en la biodiversidad del sistema hídrico del río Huasco.

VIII. CONCLUSIONES PRELIMINARES

La cuenca del río Huasco ha demostrado ser un importante foco de concentración de biodiversidad de flora y fauna a nivel regional y nacional, es importante destacar que en este valle se han registrado el 38% de las aves presentes en Chile, un número importante de mamiferos y reptiles, y en menor medida pero no menos importante los anfibios y peces. Además de un número importante de flora que representa el 13% de represntatividad a nivel nacional, la que posee un número considerable de especies autóctonas y endémicas que componen las asociaciones vegetales de la cuenca del río Huasco.

De acuerdo a los analisis realizados a los ditintos estudios emplazados en el valle, podemos encontrar 4 zonas de alto valor biologico como lo son: las Lagunas Altoandinas, Los estanques de regadio artificiales en el sector de hacienda compañía, la quebrada Maitencillo y el humedal del estuario del río Huasco, zonas que podriamos denominar “puntos calientes” de biodiversidad dentro de la cuenca. Por ejemplo en el humedal del río Huasco se han registrado 150 de las 171 especies de aves descritas para el valle en el presente estudio, un número considerable de reptiles, mamíferos, peces y anfibios.

La alta biodiversidad presente en la cuenca del río Huasco puede ser explicada por la conformación de una zona de traslape biogegráfico, es decir la región se establece como el limite sur para las especies del norte y el limite norte para las especies del sur, generando una gran riqueza de especies, la cual se debe sobrevalorar por estar inserta en una zona con caracteristicas semidesérticas.

El estado del conocimiento actual para la fauna del valle del Huasco, es escazo, destacando a las aves como el grupo más estudiado, en cuanto a su dinamica temporal y estacional en determinados lugares, principalmente en los “puntos calientes” a los cuales anteriormente se hacía alusion, para el resto de la fauna los estudios de tipo ecológico, ya sea distribución, dinámica, comportamiento temporal o estacional es prácticamente nulo, y solo se han estudiado de forma muy puntual a través de lineas bases para DIA o EIA, lo que si bien es cierto contribuye al conocimiento de la cuenca de manera genérica, no constituyen elementos de peso cientifico para la evaluacion de las especies y sus ecosistemas.

Este factor adquiere mayor relevancia aún, cuando se realizan estudios o levantamientos de información biológica en la cuenca, y los autores citan la fauna **"Potencial",** por no poseer estudios actualizados**,** precisamente esta literatura de mamíferos, reptiles, anfibios y flora han sido elaborada en promedio hace 30 o 40 años atrás, lo cual al citarla en el actual estudio produce un **"SESGO** "en la información, ya que se citan especies que probablemente ya no estén, por causas naturales o antrópicas, lo que provoca para el lector o la persona encargada de la toma de desiciones una visión de normalidad en los registros realizados para el sector, esto se agrava aun más cuando el autor no precisa en sus informes la fauna potencial y sus propios registros, lo que estaría encubriendo de algún modo el verdadero estado de la flora y fauna a nivel provincial, y no evidenciando las probables causas del deterioro del patrimonio natural o de alguna especie en particular, lo cual se vio reflejado en algunos estudios analizados para la cuenca del río Huasco.

En el caso de la comuna de Alto del Carmen, Faundez (2004) hace un completo análisis de la flora de la comuna, describiendo asociaciones vegetales en todas las subcuencas , sin embargo en ese estudio no hace alusión, a las coberturas de las especies ribereñas presentes en el río El Transito y El Carmen, las cuales en su composición vegetacional son prácticamente iguales, pero sin embargo en visita a terreno fue posible visualizar como la vegetación de las riberas del río El Transito ha sido modificada y relegada solo a unos pocos metros del río. Este factor ha sido probablemente producto del cambio del uso de suelo por la exponencial tasa de crecieminto de plantaciones de parronales en las terrazas fluviales y riberas del río ubicadas desde el sector de Punta Negra hasta la localidad de Conay, lo cual ha provocado una disminución en la cobertura de las especies de flora ribereña, desaparición de huertos familiares, lo que trae consigo la eliminación definitiva del sostén de la fauna propia de estos sectores a la cual están asociados diversos grupos de animales como las aves, mamíferos y reptiles, especies que al ver alterado su habitat tienen que migrar en busca de mejores condiciones favorables para su desarrollo. El cambio del uso de suelo no ha sido evaluado en lo que respecta a su efecto sobre la fauna, por lo que estudios de este tipo serían tremendamente necesarios para la cuenca.

En el valle del Carmen, la situación no fue tan drástica, debido a que el valle geomorfologicamente es más angosto y no permite la generacion de amplias terrazas para el cultivo de parronales, lo cual ha llevado a los agricultores a conservar sus huertos familiares, y por ende se ha conservado la flora ribereña que en comparación al otro valle presenta mayores

coberturas, y por lo tanto teoricamente debiera albergar un mayor número de fauna en relacion al río El Tránsito.

Para la subcuenca del río Huasco, comprendida entre Alto del Carmen hasta la desembocadura del río Huasco, la información es aún más escaza, expetuando el Humedal del Estuario del río Huasco, y solo se tienen antecedentes de algunas DIA, y un estudio realizado por GTZ el año 1995 en toda la cuenca. Por lo cual es tremendamente difícil establecer comparaciones con validez y peso cientifico debido a la escazes de estudios en la cuenca. Por ejemplo si comparamos el estudio antes mencionado de GTZ el año 1995 en el valle del Transito con respecto a la flora encontrada por Faundez el 2004, encontraremos que prácticamente no hay diferencias en la composición vegetacional de los sectores ribereños, ya que actualmente se encuentran las mismas especies, pero probablemente las densidades y coberturas no son las mismas, y la diversidad y abundancia de fauna haya variado en el transcurso del tiempo debido a los impactos ya mencionados, por lo que las comparaciones entre el año 1995 y las actuales no exhibirian cambios aparentes en su composición, pero como ambos estudios no hacen alusion a la cobertura, se hace imposible poder evaluar los cambios y efectos que ha producido la transformación por el desarrollo de actividades productivas del valle.

En lo que dice relacion a la flora y fauna acuática es aún más drástica la falta de información en toda la cuenca, y solo se conocen los resgitros realizados por el EIA del proyecto Pascualama y Agrosuper, sumado a algunos resgistros realizados en el Estuario del río Huasco. La composición de la fauna íctica, invertebrada, bentónica y plantas acuaticas son las menos estudiadas, y precisamente son las especies bioindicadoras más sensibles a los cambios ambientales que dicen relacion con la calidad del agua, y es por este motivo principal por el cual no se lograron establecer relaciones entre biodiversidad y calidad del agua, ya que los antecedentes son puntuales y no existen estudios temporales y estacionales sobre estas especies, lo cual dificulta obtener variables para su comparación.

De acuerdo al analisis realizado en este estudio, se puede concluir que la información biologica es escaza a través de toda la cuenca, y solo existen estudios aislados para distintos sectores y grupos en particular, con metodologías distintas, en estaciones y años distintos por lo que el presente estudio propone con urgencia la realización de una linea base general de la cuenca del río Huasco, asociado al sistema hidrico y sus riberas, en el cual se pueda obtener información básica sobre la real presencia de fauna en la zona, presencia y cobertura de flora,

estudios ícticos, información a nivel de cuenca sobre las plantas acuaticas, macroinvertebrados etc. Solo este conocimiento basico nos permitirá entender el funcionamiento de la biota, distribución y su relacion con la calidad del agua.

Con la generacion de este conocimiento tan elemental e importante, se pueden establecer los verdaderos cimientos del conocimiento de la biodiversidad, y de esta manera pretender la generacion de estudios más especificos como es el de los bioindicadores de la calidad del agua, herramientas que deben ser aplicadas a la cuenca, pero si el conocimiento basico no existe es imposible comprender la real dinamica de la biodiversidad de la cuenca del río Huasco.

La información sobre los parámetros fisicoquímicos a lo largo del río Huasco, las características topográficas y climáticas de su recorrido sumado con un monitoreo de las especies que ahí habitan, indicando no solo su abundancia y distribución sino también sus relaciones ecológicas, son las herramientas necesarias para poder determinar cómo este sistema hídrico esta respondiendo a los cambios en la calidad del agua no solo estacionalmente sino a través de periodos o episodios de contaminación con diversos agentes tanto físicos como químicos.

IX. CONTEXTO TERRITORIAL DE LA CUENCA

9.1. ANTECEDENTES GENERALES

La cuenca hidrográfica del Río Huasco se encuentra localizada en la Provincia del mismo nombre, en el extremo sur de la III Región de Atacama, cuyos límites administrativos provinciales son: al Norte con la Provincia de Copiapó, al Sur con la IV Región de Coquimbo, al Este con la República de Argentina y al Oeste con el Océano Pacífico. Esta Provincia posee un 13% de la superficie total de la Región y está compuesta -de Este a Oeste- por las comunas de Alto del Carmen, Vallenar, Freirina y Huasco, conformando un total de 18.202 kms.^{2} de superficie.

La capital provincial es la ciudad de Vallenar, la que además tiene la mayor cantidad de superficie con 7.084 kms.^{2} (38,9%), seguido de la comunas de Alto del Carmen con 5.939 kms.^{2} (32,6%), Freirina con 3.578 kms.^{2} (19,7%) y Huasco con 1.601 kms.^{2} (8,8%).

En cuanto al área de estudio la cuenca hidrográfica se extiende aproximadamente entre los paralelos 28º24’ y los 29º42’ de Latitud Sur y 71º11’ y 69º41’ de Longitud Oeste, desarrollándose sobre una superficie aproximada de 9.850 kms.^{2}, abarcando a las cuatro comunas de la Provincia, en donde podemos encontrar solo dos ciudades (Vallenar y Huasco), correspondiendo el resto a entidades rurales (INE, 2002).

9.2. ANTECEDENTES GEOGRÁFICOS

La Región de Atacama, se constituye como el limite Norte del sistema de valles transversales, el cual se estructura desde el Río Copiapó hasta el valle de Aconcagua (V Región de Valparaíso) y que está representado en la región, por los valles de Copiapó y Huasco.

En general el relieve de esta zona se caracteriza por la alternancia sucesiva de cordones montañosos y valles de sentido transversal, en donde las grandes unidades ordenadoras de la morfología nacional se presentan débilmente, no existiendo depresión intermedia y apareciendo en cambio cordones y sierras que conectan la Cordillera de la Costa con la de Los Andes (PROGRAMA SERVICIO PAÍS, 2006a).

En cuanto al área de estudio, sus límites son: al Norte limita con las Montañas de Pulido y Manflas que la separan de las hoyas de los ríos Copiapó y Carrizal; al Sur con el Cordón de Doña Ana y con la Sierra Altos de Peralta que forman el límite con las hoyas de los ríos Elqui, Los Choros y Domeyko; por el Este con la Cordillera de Los Andes entre las cumbres del Potro y Doña Ana, y por el Oeste con el Oceano Pacífico.

Respecto al contexto histórico en que se ha desarrollado la ocupación de la cuenca del Río Huasco, es posible observar ciclos de ocupación humana asociados a dos factores condicionantes: recursos naturales y recursos económicos.

En el primer caso la existencia del recurso hídrico ha sido un factor limitante del poblamiento a nivel regional, adquiriendo históricamente el valle del Huasco una relevancia geoeconómica entre los distintos pisos ecológicos (ruta de intercambio) presentes al interior de la cuenca.

La importancia que posee el recurso hídrico (Río Huasco) en el territorio, se presenta como un factor determinante en la configuración demográfica, permitiendo el abastecimiento de agua potable de la población de las comunas de Alto del Carmen, Vallenar, Freirina y Huasco. Además la morfología de la cuenca -fondo de valle y terrazas fluviales- permite una vinculación geoeconómica de la provincia a través de la viabilidad estructurante que representa los ejes San Félix y El Tránsito/Alto del Carmen y Alto del Carmen/Huasco.

Otros factores naturales asociados son la presencia de elementos climáticos y geomorfológicos, los cuales determinan el mejor aprovechamiento del agua, gracias a la presencia de un clima desértico con influencia oceánica -moderador de temperaturas-, mejores suelos (zonas de valles) y zonas de baja pendiente, las cuales a través de la incorporación de nuevas y modernas tecnologías ha permitido el desarrollo importante de la agricultura y que en la actualidad ha redundado en el crecimiento de los centros urbanos y la incorporación de nuevas mega inversiones (minería y agroindustria).

Por otra parte la explotación de la minería ha inducido la aparición de asentamientos humanos temporales cuya función ha sido principalmente de tipo extractiva, generando una dependencia en torno a las características del yacimiento y las fluctuaciones que el mercado mundial de minerales presenta.

En la sección alta de la cuenca es posible observar la presencia de dos valles: San Félix (Río del Carmen), predominantemente agrícola y El Tránsito de carácter tanto agrícola como minero con presencia de yacimientos de plata, cobre, oro y mármol. En ambos valles se producen a su vez, zonas más pequeñas que se diferencian entre sí por la presencia de microclimas. El valle de El Tránsito presenta una amplitud promedio de 500 metros, orientado en dirección de Este-Oeste, lo que confiere características microclimáticas (altas temperaturas y mayor exposición de radiación solar) más adecuadas a la producción agropecuaria.

El valle del Carmen presenta una amplitud promedio de 200 metros, con una notoria disminución de las horas sol debido, principalmente a su orientación norte sur, lo cual lo diferencia notoriamente del anterior valle.

8.3. ANTECEDENTES GEOMORFOLOGICOS

Es posible observar al interior de la provincia 4 unidades geomorfológicos principales: Cordillera de Los Andes, Llanos de sedimentación, Cordillera de la Costa y Planicies Litorales.

- Cordillera de Los Andes

  Corresponde a los rasgos geomorfológicos de la parte alta de la cuenca del Río Huasco, siendo modelada por la actividad glacial ocurrida en los últimos milenios y por la acción erosiva de los ríos de alta montaña. En la mayoría de las cumbres y laderas cordilleranas, la roca basal que se encuentra expuesta es del tipo ígnea con predominio de rocas intrusitas plutónicas e hipabisales del paleozoico formado por intrusivos graníticos y basamentos impermeables junto con rocas volcánicas, coladas y depósitos piroclásticos reolíticos, dacíticos, andesíticos y basalticos del período jurásico de muy baja permeabilidad.

- Llanos de Sedimentación (Fondos de valle)

  Corresponde al efecto de terrazas escalonas (niveles fluviales) y amplias planicies de acumulación detrítica producida por la depositación de materiales continentales -con coalescencias de depósitos marinos en la sección Oeste de la cuenca- , en donde el suelo corresponde a ripios, arenas, conglomerados poco consolidados y escombros de falda, presentando suelos de espesor mediano a delgado, textura suelta, franco arenosos, muy pobres en materia orgánica. Los diferentes niveles de terrazas se desarrollan a ambos lados

de la cuenca, correspondiendo el nivel más bajo al actual lecho de inundación, caracterizado por la presencia de extensas vegas y presencia de suelos aluviales recientes en los bordes, con escaso desarrollo de sus perfiles y sedimentos estratificados, con texturas medias y gruesas, abundando en superficie pequeños rodados.

Es en esta unidad -principalmente, terrazas intermedias- debido a las características climáticas (ausencia de heladas en épocas claves, alta acumulación de días grado y pocas horas frío), disponibilidad de agua y suelos profundos y estratificados de buen drenaje y permeabilidad, donde se desarrolla la mayor actividad agrícola representada por frutales (principalmente huertos de olivos y plantaciones de parronales y vides), praderas naturales, hortalizas y chacras y especies forestales. En cuanto a los asentamientos humanos esta unidad se establece como el eje principal de concentración de población de la provincia tanto a nivel urbano como rural.

- Cordillera de la Costa:

Corresponde a una serie de cordones montañosos sin una orientación predominante que se asocia con cordones desprendidos de la cordillera de los Andes, creando valles que transcurren de Este a Oeste (valles transversales) permaneciendo solo algunas serranías aisladas en aquellos sectores disectados de la cordillera de la Costa.

A su vez es posible observar lomas de suaves perfiles que se confunden con algunas planicies litorales de gran amplitud. En cuanto a la presencia de asentamientos humanos, solo es posible observar algunas majadas asociadas a sectores de quebradas y pequeños piques de extracción de mineral de uso temporal.

Al interior de la cuenca se conforma como un cordón continúo y bajo, representado por los cerros Carrizo (760 m.s.n.m.), Tomate (1.081 m.s.n.m.) Infiernillo (1.214 m.s.n.m.) y Tatara (1.119 m.s.n.m.) en el sector Norte de la cuenca y por los cerros Arena (1.258 m.s.n.m.), Petaca (1.650 m.s.n.m.) Perdices (1.607 m.s.n.m.) y Sandoval (1.303 m.s.n.m.) por el Sur de esta.

En algunos sectores este cordón es disectado por quebradas principales de corto recorrido e inactivas gran parte del tiempo como las de Las Animas, La Tenca, Las Tórtolas en la vertiente norte, El Negro, Huasco Cruz, Agua Salada, Maitencillo -de curso intermitente- en

la vertiente sur, con sus nacientes en los cerros de la Cordillera de la Costa, desembocando directamente al Río Huasco; se observan algunos encajonamientos en la sección superior, abriéndose en llanos hacia la desembocadura, presentando pendientes medias a fuertes.

El fondo de las quebradas presenta una cubierta de clastos y bloques de gran tamaño, con indicios de fracturación y meteorización de la roca; los cortes en el terreno indican materiales acumulados de granulometría gruesa sueltos en superficie, asociados a procesos pasados de gran competencia de transporte (secuencias sedimentarias clásticas de piedemonte, aluviales, coluviales o fluviales correspondientes a conglomerados, areniscas y limolitas). Tanto los materiales derivados de la meteorización como aquellos depositados en equilibrio inestable, constituyen elementos susceptibles de ser arrastrados hacia el nivel de base representado por el Río Huasco, con ocasión de fuertes escurrimientos asociados a lluvias ocasionales, como las de los inviernos de 1987 y 1997.

- Planicies Litorales

En la sección Oeste de la cuenca se presentan el desarrollo de un litoral acantilado con un frente abrupto en contacto con el borde occidental de la Cordillera de la Costa, alternado con distintos niveles de planicies litorales, correspondientes a solevantamientos de breve desarrollo (tectonismo subactual) modificados por abrasión o sedimentación marina y en algunos casos con depósitos eólicos, las cuales descienden hasta el borde de las playas. Estas planicies aumentan su extensión en el sector de la desembocadura al mar del Río Huasco, produciéndose una coalescencia entre superficies de abrasión marina (secuencias marinas, litorales y transicionales del período Triásico - Jurásico Inferior) y materiales de arrastre continental.

En cuanto a la cuenca del Río Huasco, esta se puede dividir morfológicamente en dos sectores:

La parte superior de la cuenca abarca los ríos El Carmen y El Tránsito, además del río Huasco desde su formación hasta la desembocadura de la quebrada El Jilguero -a 5 Kms. al oriente de Vallenar- en donde el río escurre por un típico cajón cordillerano, en un lecho relativamente estrecho, confinado por altos cerros de roca fundamental mesozoica, donde son frecuentes las angosturas, de las cuales las más conocidas son las del Toro, Santa Juana y Chañar Blanco. Las quebradas laterales interrumpen con sus conos de deyección el curso del río, desviándolo a uno y otro lado.

En cuanto a los principales tributarios, los ríos El Tránsito y El Carmen, también se presentan encajonados, rodeados por elevados cerros rocosos, de laderas escarpadas, aunque la caja misma del Río El Tránsito es bastante ancha desde la localidad de Conay a la Junta del Carmen, y deja extensas playas ripiosas por donde el curso del río presenta múltiples meandros. Son característicos también en ellos los grandes conos de deyección de las quebradas laterales, que son aprovechados en cultivos.

La información estratigráfica, muestra la presencia de dos unidades diferenciadas de sedimentos que sobreyacen a la roca fundamental. La unidad superior posee espesores máximos de 25 mts. en el río El Carmen, 11 mts. en El Tránsito y 9,5 mts. en el Huasco, correspondiendo principalmente a depósitos fluviales recientes, de granulometría gruesa y nula compactación, lo cual unido a lo estrecho de los valles, generaría que el acuífero se encuentre en contacto directo con el escurrimiento superficial.

La unidad inferior correspondería a depósitos fluvio-aluviales con sedimentos más finos -permeabilidad inferior- y en parte semiconsolidados, alcanzando ambas unidades una potencia conjunta de 25 y 50 mts. Sin embargo el valle del río El Tránsito posee tributarios de mayor importancia que el valle del río El Carmen, por lo que se han formado conos de deyección y abanicos aluviales, además de la presencia de frecuentes niveles aterrazados en los sedimentos aluviales, especialmente en los sectores altos del valle.

La segunda unidad morfológica al interior de la cuenca corresponde a aquella que se ubica entre la Quebrada El Jilguero y la desembocadura del Río Huasco -con longitud de 50 kms. (comunas de Vallenar, Freirina y Huasco)-, en donde la caja del río se ensancha y el valle se presenta acompañado de extensas terrazas aluviales cuaternarias. Próximo a su desembocadura, al norte de la localidad de Huasco, la caja del río alcanza a más de 2 Kms. de ancho (DGA, 2004).

En cuanto a la información estratigráfica de los rellenos sedimentarios, esta presenta hasta el sector de Freirina una configuración similar a la observada en los valles de la parte alta; esto es, una unidad superficial de espesor máximo de 38 mts. en los alrededores de Vallenar que por su alta permeabilidad correspondería al acuifero principal. Bajo esta unidad se desarrollaría una unidad de permeabilidad menor con una profundidad máxima reconocida de 200 mts.

A partir de Freirina hacia aguas abajo, se desarrolla una secuencia sedimentaria con evidente influencia marina que contiene dos unidades acuíferas de carácter semiconfinado a confinado. La primera presenta una potencia del orden de los 10 mts., y la segunda, un espesor varaible entre los 5 y 15 mts.

9.4. HIDROGRAFIA

La hoya Hidrográfica del Río Huasco, tiene una superficie de 9.850 kms.^{2} y en ella se distinguen dos grandes subcuencas, correspondientes a los ríos El Tránsito y El Carmen. El Río Huasco propiamente tal se forma justamente por la confluencia de estos ríos en la localidad de Alto del Carmen. Al igual que la mayoría de los ríos chilenos, esta red hidrográfica se encuentra orientada en un sentido general SE a NO, de tal manera que el Huasco desemboca al mar a la misma altura que el nacimiento del río septentrional de los dos cordilleranos que lo forman.

Este rasgo se atribuye a la dirección del viento que provoca lluvias, que hace que las vertientes expuestas a él reciban mayor cantidad de aguas que las protegidas, imprimiendo, en consecuencia, las primeras, su dirección a las redes hidrográficas.

En cuanto al régimen de alimentación predominante este es de tipo nival, donde sus mayores caudales ocurren en los meses de primavera e inicio de verano debido al deshielo, produciéndose en cambio en el periodo de mayo a octubre el estiaje.

En la siguiente tabla se clasifican los tres principales sistemas hídricos -subcuencas- que componen la cuenca del Río Huasco (DGA, 2004), estableciendo sus principales tributarios:

Tabla XLVIII: Subcuencas Hoya Hidrográfica Río Huasco

NOMBRE SUBCUENCA	SUPERFICIE (Kms.^{2})	COORDENADAS		COMUNAS ASOCIADAS	PRINCIPALES AFLUENTES
		Latitud S.	Longitud O.		
Río del Tránsito	4.135	28º 46’ 28º 35’ 29º 20’	70º 30’ 69º 41’ 70º 01’	Alto del Carmen	Río de la Laguna Chica Río de la laguna Grande Río de Valeriano Río Conay Río Chollay Qda. La Plata Qda. Pinte

					Qda. Chanchoquín
Río del Carmen	2.860	28º 46’ 29º 20’ 29º 44’	70º 30’ 70º 01’ 69º 53’	La Higuera (IV Región)	Río Primero
					Río del Medio
					Río Matancilla
				Alto del Carmen	Río Potrerillos
					Río de las 3 Quebradas
					Estero Plata Alta
Río Huasco	2.855	28º 39’ 29º 03’ 28º 25’	70º 24’ 70º 32’ 71º 11’	Vallenar	Qda. La Laja
					Qda. del Carrizo
					Qda. Las Cañas
					Qda. Camarones
					Qda. Jilguero
					Qda. Romero
					Qda. La Higuera
					Qda. Maitencillo
				Freirina	Qda. Maitencillo
					Qda. Agua salada
					Qda. del Negro
				Huasco	Qda. del Pino

Fuente: Elaboración propia

El Río Huasco se forma en el sector de Junta del Carmen, a 35 kms. de la ciudad de Vallenar, por la confluencia de los ríos del Tránsito y del Carmen. Posee una longitud aproximada de 90 kms. desde la confluencia de los ríos antes mencionados y su desembocadura en el mar la cual se encuentra definida como un área de prohibición de caza mediante Decreto Nº 27 del 8 de Mayo de 1995 del Ministerio de Agricultura y como Zona de Protección del Río Huasco (Área de Riesgo y Protección: Zonas de Protección Ambiental), incorporada en el Plan Regulador Intercomunal de Comunas Costeras (PRICOST).

En cuanto a la hoya del Río del Tránsito o de “*Los Naturales*” esta se desarrolla al NE de la cuenca y su longitud establecida desde el nacimiento de su subtributario principal es de 108 kms. hasta la Junta del Carmen. Se forma de la confluencia de los Ríos Conay y Chollay, en el sector de Junta de Chollay, 45 kms. aguas arriba de la Junta del Carmen.
A su vez el Río Conay proviene de la confluencia en plena cordillera andina, de los Ríos Laguna Grande y Laguna Chica, que se generan en sendas lagunas homónimas.

La hoya del Río del Carmen o de “*Los Españoles*” se desarrolla al SE de la cuenca y su longitud desde el nacimiento del tributario más largo hasta Junta del Carmen, es de 145 kms.
Se forma de la confluencia en la localidad de Potrerillos de los Ríos Matancilla y Potrerillo y en su límite Norte se encuentra la sierra del Medio o Tatul, la cual se establece como la divisoria de

aguas entre ambas subcuencas, disminuyendo paulatinamente de altura desde la frontera hasta la Junta del Carmen.

Un caso particular ocurre en esta cuenca, debido a que la subdivisión político-administrativa establece algunos afluentes de esta, como pertenecientes a la comuna de La Higuera (Provincia de Elqui, IV Región de Coquimbo) no considerando las características geográficas en la determinación de estos limites.

9.5. CLIMA

La cuenca del Río Huasco se encuentra bajo la influencia de un bioclima mediterráneo, caracterizado por presentar un incremento y máximo estacional de precipitaciones durante el invierno en su sector más árido, con déficit hídrico durante más de la mitad del año.

El tipo bioclimático dominante es el mediterráneo desértico-oceánico y el régimen de precipitaciones presenta una variabilidad en el origen y montos de estas, desde la costa hacia la cordillera -aumento conforme se asciende en el gradiente altitudinal- concordando con la variación térmica que se produce en el mismo sentido. Además es posible observar una variabilidad temporal de las precipitaciones -estacional e interanualmente-, las cuales se presentan concentradas principalmente en los meses de Abril a Septiembre, con algunas precipitaciones aisladas en los meses de verano, en la zona alta de la cuenca, producto de la influencia del llamado “Invierno Boliviano” en algunos años.

Para ejemplificar lo anterior, la siguiente tabla presenta las estaciones metereológicas de la cuenca, indicando su ubicación y altura, y los registros de las precipitaciones anual promedio asociado.

Tabla Nº XLVIX: Estaciones Pluviométricas, Cuenca del Río Huasco.

ESTACIÓN	INSTITUCIÓN	PRECIPITACIÓN ANUAL MEDIA (mm)	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD (msnm)
Conay Retén	DGA	98,5	70º 09’	28º 58’	1.450
Tambos	DGA	75,0	70º 11’	28º 58’	1.385
Pampa	DMC	68,1	70º 14’	28º 58’	1.300
San Félix	DMC	55,2	70º 27’	25º 55’	1.150
El Tránsito	DMC	59,4	70º 16’	25º 52’	1.100

Junta del Carmen	DGA	55,2	70º 29’	28º 45’	800
Santa Juana (Camarones)	DGA	52,7	70º 39’	28º 40’	560
Vallenar	DMC	36,0	70º 46’	28º 36’	469
Freirina Retén	DMC	37,6	71º 05’	28º 30’	81
Puerto Huasco	DMC	32,1	71º 15’	28º 27’	4

Fuente: CGT Ingenieros Consultores, 2005.

En cuanto al origen de las precipitaciones estas están asociadas a los frentes polares provenientes desde el SO y la barrera climática de la Cordillera de Los Andes la cual produce su acumulación en los sectores altos de la cordillera. Las temperaturas y la oscilación térmica disminuyen hacia el Este debido la combinación del efecto de la altitud y del incremento de la distancia al mar.

De acuerdo a la clasificación climática de Koeppen, existen en el Valle del Huasco dos tipos de clima: desde Vallenar a la costa el clima se denomina como “clima desértico con nublados (BWn)”, cuyas características principales son variaciones térmicas muy moderadas, precipitaciones escasas y solamente en el periodo invernal, alta humedad relativa y nubosidad abundante -aun en los meses de verano-, lo que sumado a las características del suelo, permite el desarrollo de especies más resistentes, tal como el Olivo. (CICA HIDROCONSULT, 1980). La zona litoral es alimentada de agua fundamentalmente a través de neblinas o camanchacas, especialmente en las mañanas y ocasionalmente hasta el sector de Junta del Carmen.

Desde Vallenar hacia el interior, el clima cambia abruptamente a un “clima desértico normal, (BW)”, con variaciones térmicas muy acentuadas entre el día y la noche. Durante el día las temperaturas son altas para bajar considerablemente durante la noche; la influencia marina es escasa debido a lo cual la humedad relativa desciende por el notable aumento de la radiación solar durante todo el año, produciéndose un escaso número de heladas y una mayor concentración de horas grado (HG), lo cual le confiere importantes ventajas comparativas en la producción de un amplio número de especies y variedades para la agricultura de contra estación (CICA HIDROCONSULT, 1980).

Por su parte, Fuenzalida establece 4 tipos climáticos desde la costa hasta la frontera con Argentina:

- “Clima Desértico con Nubosidad Abundante” (BWn)

Escasas precipitaciones, alta nubosidad y humedad relativa, temperatura media relativamente baja y homogenea y una amplitud de oscilación diaria muy modesta. Esta faja es angosta y no penetra más de unos 40 a 50 Kms.

- "Clima Desértico Marginal Bajo (BWh)

Amplitud de la oscilación térmica diaria mayor que en el clima anterior a pesar de las frecuentes nieblas nocturnas, que disminuyen las pérdidas de calor durante la noche. La humedad relativa del aire sigue siendo alta durante las mañanas y las tardes, bajando ostensiblemente durante el medio día.

- "Clima de Estepa con gran Sequedad Atmosférica" (BSt)

Sin influencia marina se presenta sobre los 600 mts. Cielos limpios, humedad relativa baja y temperatura diurna elevada. La amplitud de la oscilación térmica diaria es grande y la precipitación variable dependiendo de la orientación de los cordones de cerros.

- "Clima de Desierto Marginal de Altura" (BWH)

Presente sobre los 3.000 mts. su temperatura media anual es lo suficientemente baja como para hablar de un clima frío. Las precipitaciones aumentan con la altura debido al movimiento convectivo que produce el calentamiento de las montañas durante el verano, pero no es tan abundante como para dejar de calificar la zona como desértica.

Por otra parte, al interior de la cuenca es posible determinar diferentes distritos Agroclimáticos (TABLA Nº L), apoyado en el comportamiento espacial de las variables climátológicas como período libre de heladas, sumas de temperatura, temperaturas máximas y mínimas, período de receso vegetativo, etc., lo cual permite reconocer los recursos que posee el valle en torno al tema agrícola y sus potencialidades (adaptación y productividad de los cultivos).

Tabla Nº L. Distritos Agroclimáticos, Cuenca del Río Huasco

DISTRITO	NOMBRE
I	Huasco
II	Freirina
III	Maitencillo - Quebrada Algarrobo
IV	Vallenar - Estación Margarita
VII	El Tránsito

VIII	Mina Salitrosa - Agua amarga
IX	Conay - La Pampa
XVI	La Higuera
XVIII	Cerro Romero - La Puntilla
XIX	El Chacay
XXIV	Río Tres Quebradas
XXVII	Alta Cordillera

Fuente: UNIVERSIDAD DE CHILE, 1983

9.6. SUELOS

El Valle del Río Huasco, en general presenta suelos delgados derivados principalmente de sedimentos aluviales, aunque existen algunos derivados de sedimentos marinos en las cercanías de la desembocadura; se presentan en una topografía de pie de monte y en las terrazas aluviales tanto altas como bajas -cercanas al río-, presentando estas últimas los mayores problemas de drenaje y alta concentración de sales, condiciones que se agravan por mal manejo.

En el sector preandino de la cuenca, los suelos corresponden en general a suelos xerosoles cálcicos y litosuelos, mientras que en el curso medio, son derivados de materiales aluviales sin salinidad o muy ligera, ocupando la mayoría una topografía de terrazas planas con pendiente suave y drenaje normal. En general son suelos de espesor mediano a delgado, de perfiles pedregosos, textura suelta y muy pobre en materia orgánica, generalmente franco arenosos, de color pardo en su superficie y textura mas pesada en profundidad. En la mayoría de los casos presentan acumulaciones salinas variables profundas en los horizontes de la superficie (B y C).
De Freirina a la costa, aparecen suelos también derivados de materiales aluviales, pero de gran concentración de sales (salinos a alcalinos y a veces fuertemente alcalinos), casi siempre solubles en agua, los cuales al secarse, presentan visibles eflorescencias salinas.

Las texturas de estos suelos son generalmente arenosas en superficie y un poco más pesadas en profundidad, presentando un moteado muy intenso que refleja la fluctuación de las napas freáticas. De profundidad variable presentan una permeabilidad muy lenta, fertilidad baja y altos porcentajes de materia orgánica, pues permanecen casi siempre cubiertos con vegetación adaptada al mal drenaje y a la salinidad.

Folio018355

Estas limitantes (asociadas a aproximadamente 800 Ha.), sumadas a la mala calidad de las aguas de riego, limitan los cultivos a implementar, provocando un bajo rendimiento ya que estos deben ser tolerantes al exceso de agua y muchas veces al exceso de sales asociado a los problemas de drenaje (CNR, 2000).

Al establecer una clasificación de los suelos según sus características, en el Valle del Huasco se han definido 12 series o tipos de suelo, agrupándose de acuerdo a la posición fisiográfica y a características propias como retención de humedad, fertilidad, profundidad efectiva y presencia de alguna limitante física para los cultivos (CICA, 2002):

Tabla LI. Series de suelos en el Valle del Río Huasco y sus características

SERIE	TEXTURA SUPERFICIAL	PROFUNDIDAD (CM)	DRENAJE	PERMEABILIDAD	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	LIMITANTES
Chanchoquín	Franco arcilloso	55 - 110	Bueno	Buena	Moderado	0,5 - 0,6	Sin limitaciones
Huanteme	Franco arenoso arcillo	30 - 55	Bueno	Moderadamente rápida	Moderado	33,6 - 96,2	Salinidad
Chañar	Franco arenoso fino	30 - 80	Bueno	Moderada	Moderadamente rápido	0,6 - 0,7	Pedregosidad
Cavancha	Franco arenoso	38 - 80	Bueno	Moderada	Lento	1,0 - 1,9	Tertel *
La Compañía	Franco arenoso	30 - 60	Bueno	Moderada	Lento	0,6 - 1,5	Profundidad y horizonte compactado
Buena Esperanza	Franco arcillo arenoso	35 - 80	Bueno	Moderada	Lento	0,8 - 1,8	Tertel *
Ventanas	Franco arenoso muy fino	30 - 60	Bueno	Moderada	Lento	0,7 - 1,4	Tertel *
Paona	Franco arenoso fino	35 - 80	Imperfecto	Moderadamente rápida	Lento	7,4 - 16,6	Nivel freático
Tatara	Franco arenoso	15 - 50	Bueno	Moderadamente rápida	Lento	1,1	Pedregosidad
Freirina	Franco arenoso	35 - 65	Excesivo	Rápida	Muy lento	5,3 - 16,6	Pendiente
Huasco	Franco arenoso fino	35 - 120	Bueno	Moderada	Moderado	0,6 - 1,2	Profundidad
Bellavista	Franco a franco arenoso muy fino	55 - 100	Moderado a imperfecto	Moderada a imperfecta	Moderado a imperfecto	7,1 - 8,1	Nivel Freático

Fuente: Programa Servicio País, 2006b.
* Tertel: Capa cementada con carbonato de calcio, extremadamente dura y maciza e impermeable al paso de agua y raíces.

Al considerar la conductividad eléctrica de los suelos del Valle, estos se separan en no salinos (Buena Esperanza, Cavancha, Chanchoquín, Chañar, Huasco, La Compañía, Tatara y Ventanas) y salinos (Bellavista, Freirina, Huanteme y Paona), en donde la condición presente en estos sectores se debe principalmente al aporte de aguas de riego con un elevado contenido salino y al alto nivel freático que presenta la napa, encontrándose el agua en algunos casos solo a 60 cm. de profundidad.

Además es posible agrupar estas 12 series modales, según la posición geográfica y sus características anexas.

- Suelos aluviales recientes en terrazas de posición baja.

Corresponden a los márgenes de ríos, no presentan desarrollo de perfil, con topografía plana. En estos suelos se establece una segunda división: series Paona y Bellavista los que presentan problemas de drenaje y de salinidad, a diferencia de la serie Huasco, que posee buen drenaje y sin problemas de salinidad. Además dentro del Valle las series Paona y Bellavista se ubican en la parte baja del mismo, mientras que la serie Huasco esta en la parte alta y media del valle.

- Suelos de terraza de posición alta.

Existen tres diferencias: suelos de poca evolución, de buen drenaje y topografía plana, está representado por la serie Tatara; y suelos sobre tertel , suelos que descansan sobre tertel a poca profundidad, de la serie La Compañía, también se encuentra la serie Ventanas con mayor profundidad y evolución, y la serie Cavancha es el suelo con mayor grado de evolución en el valle; Suelo evolucionado sin tertel o acumulaciones de carbonato, representado por la serie Buena Esperanza, donde se aprecia un horizonte B.

- Suelos de terrazas intermedias del interior del valle.

Suelos planos de buen drenaje, estratificados, constituye el suelo con más alto potencial agrícola del valle, correspondiendo a la serie Chanchoquín.

- Suelos de piedmont.

Se encuentra en la parte media e interior del valle, están representados por la serie Chañar, en el sector intermedio se encuentra la serie Huantemé que la diferencia con el anterior es más antiguo y con sales. En el sector bajo del valle esta la serie Freirina, es un suelo pedregoso que descansa sobre un substratum aluvio - coluvial.

En cuanto a la aptitud de los suelos esta se desarrolla en directa relación con su ubicación, posición topográfica y microclima. Los suelos ubicados de Vallenar al Este presentan aptitud frutal; entre Vallenar y Freirina, están destinados principalmente a empastadas de alfalfa, complementándose con rotación de cebada y linaza, algunas plantaciones de frutales de poca extensión y plantaciones de eucaliptos en terrenos de topografía mas accidentada; de Freirina a la costa, la propiedad está más dividida siendo el rubro principal las plantaciones de olivos, con cultivos de hortalizas en las terrazas más bajas, usando especies resistentes a la salinidad.

X. CARACTERIZACIÓN SOCIAL DE LA CUENCA

10.1. EVOLUCIÓN DEMOGRAFICA Y DISTRIBUCION DE LA POBLACIÓN

La Región de Atacama, según datos entregados por el Censo realizado el ano 2002, posee 254.336 habitantes que representan un 1,7 % de la población del País. De esta proporción, 66.491 personas residen en la Provincia de Huasco (TABLA LII), lo que constituye un 26% de la población total de la Región.

Tabla LII: Población Urbana-Rural, según sexo, de la Provincia de Huasco

COMUNA	POBLACION CENSO 2002						
	URBANO		RURAL		TOTAL		
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Índice de Masculinidad
Alto Del Carmen	-	-	2.629	2.211	2.629	2.211	1,19
Vallenar	20.922	22.828	2.362	1.928	23.284	24.756	0,94
Freirina	1.641	1.828	1.159	1.038	2.800	2.866	0,97
Huasco	3.206	3.239	793	707	3.999	3.946	1,01
Total Provincia	25.769	27.895	6.943	5.884	32.712	33.779	0,96
Total Región	115.977	116.642	13.170	8.547	129.147	125.189	1,03

Fuente: INE, 2002

La comuna de Vallenar es la que presenta una mayor concentración poblacional, con un 72,16% del total provincial y un 18,9% de la población regional, transformándose en la segunda comuna, después de Copiapó (50, 76%), con mayor número de habitantes al interior de su territorio.

Por otro lado, las Comunas de Huasco, Freirina y Alto del Carmen, son tres de las menos pobladas de la Región, concentrando un 7,3% de su población total, lo que permite visualizar claras evidencias de las disparidades en los tamaños poblacionales de la provincia.

Históricamente la Provincia de Huasco ha concentrado la más alta cantidad de población rural de la Región (TABLA LIII), siendo un claro ejemplo de ello que el 100% de la población de la comuna de Alto del Carmen es rural. Con respecto al resto de las comunas podemos observar a Freirina con un 38,8% y Huasco con un 18,9%. La única comuna que presenta una situación diferente es Vallenar donde tan solo el 9% de las personas habitan en sectores rurales.

TABLA LIII. Evolución demográfica Urbana-Rural de la Provincia de Huasco (1982-2002)

COMUNA	CENSO 1982			CENSO 1992			CENSO 2002		
	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total
Alto del Carmen	718	4.410	5.131	-	4.745	4.745	-	4.840	4.840
Vallenar	39.443	3.332	42.775	42.725	4.523	47.248	43.750	4.290	48.040
Freirina	3.023	2.387	5.410	3.194	2.027	5.221	3.469	2.197	5.666
Huasco	6.343	672	7.015	6.072	1.444	7.516	6.445	1.500	7.945
Total Provincia	49.527	10.804	60.331	51.991	12.739	64.730	53.664	12.827	66.491
Total Región	167.282	16.125	183.407	208.960	21.913	230.873	232.619	21.717	254.336

Al observar la evolución de esta relación en la comuna de Alto del Carmen, esta presentaba cerca de un 14% de población urbana en el año 1982, encontrándose en la actualidad un 100% de la población asentada en localidades rurales. Sin embargo este dato no correspondería a fenómenos de migración ocurridos al interior de la comuna, si no más bien a las diferentes concepciones que los instrumentos de catastro de población utilizan para definir entidades urbanas y/o rurales.

De esta manera para el Censo del año 1982 se definía como entidad urbana a aquella localidad con presencia de elementos urbanísticos (Energía eléctrica, agua potable, trazado regular de calles, servicios), con una concentración de viviendas en un número no inferior a 60 y con una población sobre los 300 habitantes.

Para el Censo del año 1992 la definición de entidad urbana contempló la concentración de viviendas sin definir montos junto a la concentración de población sobre los 2.000 habitantes, o concentración de población entre 1.001 y 2.000 habitantes con predominio de Población Económicamente Activa (PEA) dedicada a actividades secundarias y/o terciarias.

Finalmente para el Censo del año 2.002 quedo establecido como entidad urbana al conjunto de viviendas concentradas con mas de 2.000 habitantes o entre 1.001 y 2.000 habitantes con un 50% o mas de su PEA dedicada a actividades secundarias y/o terciarias.

En cuanto a la distribución geográfica de la población, los instrumentos nacionales de catastro poblacional no permiten inferir esta característica a nivel de cada comuna, por lo cual se utilizaron los datos de la Ficha de Comités de Asignación Social (Ficha CAS II) presente en cada municipalidad (Tabla LIV), lo cual permite visualizar de manera más concreta la realidad que presenta la cuenca.

TABLA LIV: Distribución Geográfica de la población de la Provincia de Huasco

COMUNA	UNIDAD TERRITORIAL	LOCALIDAD	POBLACION			SUB CUENCA ASOCIADA
			Hombres	Mujeres	TOTAL	
Alto del Carmen	Alto del Carmen	Alto del Carmen	188	193	381	Río El Carmen
		La Vega	49	41	90	
	Retamos	Retamos	90	79	169	
		La Mesilla	8	7	15	
		Pedregal	23	16	39	
		Cerro Blanco	14	7	21	
	Crucesita	Crucesita	46	37	83	
		La Majada	28	28	56	
		El Algarrobal	7	9	16	
	San Félix	San Félix	142	166	308	
		El Churcal	21	13	34	
		Los Canales	42	37	79	
		Cerro Alegre	28	43	71	
	Higuerita	La Higuerita	66	36	102	
		El Huracán	11	11	22	
		Piedras Juntas	17	11	28	
		La Cuesta	13	11	24	
	Las Breas	Las Breas	49	38	87	
		El Corral	6	6	12	
		La Plata	-	-	-	
		El Verraco	17	12	29	
	El Sombrío	El Sombrio	23	25	48	Río Huasco
		El Maitén	-	-	-	
		El Solar	-	-	-	
		La Higuera	-	-	-	
	Marquesa	Las Marquesas	60	67	127	Río del Transito
		Las Placetas	11	6	17	
		El Terrón	37	27	64	
		Punta Negra	29	19	48	
	Chiguingo	Chiguinto	69	73	142	
		El Olivo				
	Chanchoquín	Chanchoquín	155	138	293	
		La Totora	0	1	1	
		Los Perales	78	60	138	
	El Transito	El Tránsito	247	214	461	
		La Fragua	48	39	87	
		Quebrada de Pinte	15	7	22	
		La Arena	93	83	176	
	La Pampa	La Pampa	55	44	99	
		Parral	25	27	52	
		Los Tambos	47	52	99	
		Quebrada Colpe	-	-	-	
		La Angostura	51	38	89	
		La Plata	-	-	-	

	Conay	Conay	87	72	159	
		Chollay	93	69	162	
	Valeriano	Junta de Valeriano	51	51	102	
		Corral	69	52	121	
		Malaguín	15	19	34	
Vallenar Urbano	Sargento Aldea (U.Vecinal Nº 1)	Corvi	1.813	2.018	3.831	Río Huasco
		Vallenar Centro				
		Chamonate				
	O'Higgins (U. Vecinal Nº 2)	Bernardo O'Higgins	1.558	1.882	3.440	
		José de San Martín				
		O'Higgins				
		Vallenar Centro				
		Río Huasco				
		Los Yacimientos				
		Profesores de Chile				
		Los Jardines				
		La Turbina				
	Quinta Valle (U. Vecinal Nº 3)	Quinta Valle	452	546	998	
		Pablo Neruda				
		Olivar valle				
		Las pircas				
		Cancha Torino				
	Hermanos Carrera (U.Vecinal Nº 4)	Hermanos Carrera	4.718	5.180	9.898	
		18 de Septiembre				
		Barrio Mini Industrial				
		Los Alemanes				
		Juan López				
		Edén				
		Cavancha				
		Puente río Huasco				
		Carretera Panamericana				
		Los Olivos				
	Libertad (U.Vecinal Nº 5)	Diego Portales	1.039	1.212	2.251	
		Bicentenario				
		Ampliación Gómez				
		Antena				
		Gómez				
	General Baquedano (U,Vecinal Nº 6)	Concepción	4.504	5.058	9.562	
		General Baquedano				
		José Simón				
		Las Ventanas				
		Oscar Bonilla				
		Áreas Verdes				
		Alto de la Luna				
		Ampliac. Gral Baquedano				
		José Santos Ossa				
	Torreblanca (U.Vecinal Nº 7)	Cordillera	7.134	7.883	15.017	
		Rafael Torreblanca				
		Nueva Torreblanca				
		Vista Alegre				
		Las Terrazas				
		Barrio Semi Industrial				

Vallenar Rural (U.Vecinal Nº 10)	Buena Esperanza	Hda. Buena Esperanza	209	205	414	Río Huasco
		Centinela	14	17	31	
		El Colmo	8	6	14	
		Santa Elena	1	2	3	
		Quebrada Honda	3	4	7	
	Ventanas	Las Ventanas	95	80	175	
		El Membrillo	5	3	8	
		Paona	6	5	11	
		Valparaíso	14	10	24	
	Compañia	La Compañía	170	163	333	
		Perales Viejos	55	65	120	
		Panamericana Norte	15	6	21	
	Longomilla	El Chorro	3	1	4	
		El Telegrafo	10	11	21	
		Longomilla	44	41	85	
		Carretera Huasco	15	16	31	
	Cuatro palomas	Buen Retiro	22	10	32	
		Media Luna	10	9	19	
		Parque Municipal	7	6	13	
		Punta del Nicho	2	3	5	
Vallenar Rural	Chañar Blanco	Chañar Blanco	109	112	221	
	Imperial	El Jilguero	72	72	144	
		El Morro	22	12	34	
		Imperial Alto	36	36	72	
		Imperial Bajo	95	87	182	
		La Verbena	40	37	77	
		Las Porotas	24	40	64	
		La Posada	48	58	106	
	Camarones	Santa Juana	-	-	-	
		Villa Amelia	3	2	5	
		El Carrizo	3	2	5	
		Rey Nueva	5	3	8	
		Villa Alegre	12	11	33	
		Camarones	47	42	89	
		La Higuera	6	7	13	
Freirina Urbano	Vicuña Mackenna	Villa Los Alcaldes	53	49	102	Río Huasco
		Vicuña Mackenna Bajo	278	260	538	
		Vicuña Mackenna Alto	90	101	191	
	Santos Ossa	Jose Santos Ossa	470	523	993	
		Juan XXIII	65	66	131	
	Freirina Centro	Freirina Centro	383	467	850	
		I.Carrera Pinto	122	110	232	
		Hortencia Campos	12	24	36	
	Altiplano	Altiplano Sur	288	316	604	
		Vista Hermosa	111	107	218	
	Ramón Freire	Roberto Callejas	200	211	411	
		Ramón Freire	100	110	210	
Freirina Rural	Maitencillo	Santa Rosa	242	239	481	Río Huasco
		Villa Las palmeras	125	122	247	
	Haciendas	Hacienda Nicolasa	171	152	323	
		Hacienda Atcama				

	Las Tablas	Las Tablas	78	80	158	
		Los Loros	33	30	63	
Huasco Urbano	Huasco Tres	Huasco Tres	144	147	291	Río Huasco
		21 de mayo	89	84	173	
	O'Higgins	Libertad	909	920	1.829	
		Alborada	439	497	936	
		Patria Nueva	829	833	1.662	
		Nueva Esperanza	1	0	1	
		Las Colinas	68	58	126	
		Población Salvador Allende	62	64	126	
	Coopermin	Coopermin	230	238	468	
		Villa Victoria	303	342	645	
		Villa Las Palmas	118	138	256	
Huasco Rural	Huasco Bajo	Huasco Bajo	398	418	816	Río Huasco
		Huasco Bajo Sur				
		La Cachina				
	El Pino	El Pino	75	70	145	
	La Arena	La Arena	52	70	122	
		Hacienda la Camelia				

Fuente: Ficha CAS II, 2006 (Municipalidad Alto del Carmen, Vallenar, Freirina, Huasco)

10.2 DIMENSIONES DE POBREZA

Dentro de los instrumentos de medición de la situación de pobreza comunal la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) determina la línea de pobreza como el ingreso mínimo requerido en un hogar para satisfacer las necesidades básicas de sus integrantes (TABLA LV)

El valor de la línea se determina a partir del costo de una canasta de alimentos que cubre las necesidades nutricionales de una población y que considera sus hábitos de consumo. Al valor de dicha canasta se suma una estimación de los recursos requeridos por los hogares para satisfacer el conjunto de las necesidades básicas no alimentarias.

Operativamente, un hogar es pobre cuando su ingreso per cápita es inferior a dos veces el valor de una canasta básica de alimentos, en la zona urbana, y a 1.75 veces, en la zona rural, donde los gastos en servicios tienen menor importancia. Un hogar se considera indigente, si su ingreso per-cápita es inferior al valor de una canasta básica de alimentos. El valor de la canasta básica de alimentos en la zona rural es inferior a su valor en la zona rural.

A su vez cada Municipalidad -a través del Departamento Social- desarrolla la Ficha Comité de Asistencia Social (CAS II), la cual en su aplicación realiza una entrevista dentro del hogar, incorporando como sus principales variables la ocupación, los ingresos familiares, la escolaridad, la materialidad de la vivienda y los bienes materiales que posee el hogar.

Tabla LV: Situación de Pobreza, según instrumento de medición.

COMUNA	CASEN 2003			CASEN 2006			FICHA CAS II, 2006		
	Indigentes	Pobres	No Pobres	Indigentes	Pobres	No Pobres	Indigentes	Pobres	No Pobres
Alto del Carmen	6,58	10,03	83,39	0,0%	1,4%	98,6%	843	1.383	429
Vallenar	5,91	16,18	77,90	1,2%	6,6%	92,2%	6.497	31.699	11.148
Freirina	8,10	21,29	70,61	37	192	5.955	1.215	2.317	2.652
Huasco	3,86	16,04	80,10	0,6%	7,3%	92,2%	1.085	4.933	1.577
Total Provincial	5,90	16,18	71,92	1,0%	6,0%	93,0%	1.0%	6.0%	93.0%
Total Región	8,09	16,76	75,15	2,8%	7,7%	89,5%	2.8%	7.7%	89.5%

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los datos obtenidos por este último instrumento, con las cifras proporcionadas por el MIDEPLAN a través de la encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN), el panorama a nivel tanto comunal como provincial presenta algunas diferencias, siendo la cifra de pobreza a nivel comunal bastante inferior a la que manejan los municipios.

Lo anterior genera una discusión entorno a la validez y confiabilidad de los resultados de los distintos instrumentos con que cuenta el gobierno para medir la situación de pobreza del país, sin existir hasta el momento una visión aunada con respecto a la metodología para cuantificarla. En el caso de la Ficha CAS II, se ha realizado una reformulación (Ficha de Protección Social) en torno a considerar las profundas transformaciones experimentadas en el país, asignándose en la actualidad una metodología más acorde a la realidad que este presenta.

Sin embargo la encuesta CASEN actualmente se encuentra cuestionada debido a que la metodología de aplicación -muestra probabilística que para la Región de Atacama consideró a 6807 personas (2,6% de la población regional)- genera dudas en torno a la capacidad para discriminar adecuadamente situaciones de suficiencia e insuficiencia de ingresos (PROGRAMA SERVICIO PAIS, 2006a)

En cuanto a la distribución geográfica que la situación de pobreza presenta al interior de cada comuna la Ficha CAS II, desarrollada a través del Departamento Social de cada Municipalidad permite tener un acercamiento en torno a esta distribución (Tabla LVI).

La estructura metodológica de este instrumento considera la aplicación de una entrevista dentro del hogar, incorporando como sus principales variables la ocupación, los ingresos familiares, la escolaridad, la materialidad de la vivienda y los bienes materiales que posee el hogar.

Tabla LVI Situación de pobreza, según unidad territorial

COMUNA	UNIDAD TERRITORIAL	FICHA CAS II					
		Indigentes		Pobres		No pobres	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
Alto del Carmen (Río del Carmen)	Alto del Carmen	58	16.4	185	52.6	109	31
	Retamos	150	73.9	48	23.6	5	2.5
	Crucesita	29	44	21	31.8	16	24.2
	San Félix	97	25.4	192	50.4	92	24.2
	La Higuerita	13	9.8	91	69	28	21.2
	Las Breas	60	24.7	163	67	20	8.3
	El Sombrío	26	63.4	15	36.6	0	0
Alto del Carmen (Río del Transito)	Marqueza	18	25.3	45	63.4	8	11.3
	Chiguingo	0	0	3	100	0	0
	Chanchoquín	34	42.5	46	57.5	0	0
	El Tránsito	18	40	19	42.2	8	17.8
	La Pampa	131	28.6	266	58.1	61	13.3
	Conay	55	24.9	107	48.4	59	26.7
	Valeriano	73	26.2	182	65.5	23	8.3
Vallenar Urbano	Sargento Aldea	456	11.9	2.207	57.6	1.168	30.5
	O'higgins	274	8	1.975	57.4	1.191	34.6
	Quinta Valle	21	2.1	278	27.9	699	70
	Hermanos Carrera	1.057	10.6	6.736	68.1	2.105	21.3
	Libertad	236	10.5	1.562	69.4	453	20.1
	General Baquedano	1.010	10.6	6.078	63.6	2.474	25.8
	Torreblanca	1.617	10.7	10.642	70.9	2.758	18.4
Vallenar Rural	4 Palomas	46		19		4	
	Buena Esperanza	162	36.1	262	58.5	24	5.4
	Ventanas	35	81.3	5	11.7	3	7
	Compañía	175	37	259	55	40	8
	Longomilla	73		51		17	
	Chañar Blanco	90	40.8	122	55.2	9	4
	Imperial	346	51	301	44.3	32	4.7
	Camarones	42		67		21	
Freirina Urbano	Vicuña Mackenna	159	19.4	322	39.2	339	41.4
	Santos Ossa	313	28.2	494	44.6	301	27.2
	Freirina Centro	45	4.1	260	23.6	797	72.3
	Altiplano	151	18.6	366	45.1	294	36.3

	Ramón Freire	41	5.7	131	18	554	76.3
Freirina Rural	Maitencillo	187	26	325	45.3	206	28.7
	Haciendas	72	22.6	137	43	110	34.4
	Las Tablas	64	29.3	115	52.8	39	17.9
Huasco Urbano	0'higgins	618		3.225		837	
	Coopermin	77		908		384	
	Huasco Tres	109		105		250	
Huasco Rural	Huasco Bajo	198	24.3	525	64.3	93	11.4
	El Pino	60	41.3	79	54.5	6	4.2
	La Arena	23	18.9	92	75.4	7	5.7

Fuente: Elaboración propia

Otro instrumento de intervención social es el Índice de Desarrollo Humano (IDH), el cual contiene tres variables que definen la situación de salud, educación e ingresos de las personas, es decir cuantifica los logros de cada dimensión seleccionadas para el caso chileno (Logro en educación + Logro en salud + Logro en ingresos) / 3.

Tabla LVII: Índice de Desarrollo Humano, Según comuna

COMUNA	SUBÍNDICES					
	Ranking 2003	Valor IDH	Valor dimensión salud	Valor dimensión educación	Valor dimensión ingresos	Diferencia ranking comparativo 1994-2003
Alto del Carmen	210	0,664	0,791	0,613	0,587	-37
Vallenar	71	0,731	0,798	0,744	0,651	-2
Freirina	149	0,693	0,829	0,687	0,564	-16
Huasco	146	0,695	0,716	0,735	0,633	-111

Fuente: Las Trayectorias del Desarrollo Humano en las Comunas de Chile (1994-2003), PNUD – MIDEPLAN

10.3 VIVIENDA Y URBANIZACIÓN

La información presente en la Tabla LVIII, establece un total de 18.786 viviendas en la Provincia de Huasco, concentrando cerca del 67% de estas en la comuna de Vallenar. Al comparar esta información con la cantidad de población asociada a cada comuna es posible determinar diferencias en torno a la cantidad promedio de habitantes por viviendas. Asi se observa para la comuna de Alto del Carmen, un promedio de 2,4 habitantes por vivienda; para Vallenar 3,8 habitantes por vivienda; para Freirina 3,2 y para la comuna de Huasco este llega a 3,3 habitantes por vivienda.

Tabla LVIII Tipo de viviendas, según comuna.

COMUNAS	VIVIENDAS PARTICULARES								POBLACION TOTAL
	PERMANENTE			SEMI PERMANENTE		MOVIL Y OTRAS		TOTAL	
	Casa	Departamento en edificio	Pieza en casa antigua o conventillo	Mejora, mediagua	Rancho, choza	Móvil	Otro tipo de vivienda		
Alto del Carmen	1.621	1	61	192	138	3	13	2.053	4.840
Vallenar	11.659	246	145	362	125	20	36	12.593	48.040
Freirina	1.660	1	21	187	98	4	8	1.979	5.666
Huasco	2.691	1	38	238	84	5	41	3.098	7.945
Total Provincia	18.752	294	316	1.047	494	33	118	21.054	66.491

Fuente: INE, 2002

Respecto a los servicios básicos y nivel de saneamiento de las viviendas, la Tabla LVIX, muestra el tipo de suministro de agua y el sistema de de eliminación de excretas que estas presentan.

Tabla LVIX: Sistema de suministro de agua y de eliminación de excretas.

COMUNA	SUMINISTRO DE AGUA			ELIMINACION DE EXCRETAS					
	Red Pública (Agua Potable)	Pozo o Noria	Río o Vertiente	Conexión Alcantarillado	Conexión Fosa Séptica	Cajón pozo negro	Cajón Acequia o canal	Químico	No tiene Servicio higiénico
Alto del Carmen	1.002	65	442	479	11	855	2	1	161
Vallenar	12.053	195	345	11.607	45	776	6	11	148
Freirina	1.222	301	85	926	384	122	160	-	162
Huasco	2.021	160	61	1.900	24	285	-	2	31
Total Provincia	16.298	721	933	15.391	464	2.038	168	14	502

Fuente: INE, 2002

Para poder visualizar la distribución geográfica que presentan estas variables, se utilizó la ficha CAS II, desarrollada a través del Departamento Social de cada Municipalidad permite tener un acercamiento en torno a esta distribución (Tabla LX).

Tabla LX. Tipo de suministro de agua y sistema de eliminación de excretas, según unidad territorial

COMUNA	UNIDAD TERRITORIAL	**Nº VIVIENDAS**	SUMINISTRO DE AGUA			ELIMINACIÓN DE EXCRETAS				
			Red Pública (Agua Potable)	Pozo o Noria	Río o Vertiente	Conexión Alcantarillado	Conexión Fosa Séptica	Cajón pozo negro	Cajón Acequia o canal	No tiene Servicio higiénico
Alto del Carmen (Río del Carmen)	Alto del Carmen	242	156	86	-	17	136	57	22	10
	Retamos	91	73	4	14	-	55	15	16	5
	Crucesita	65	62	2	1	-	43	21	1	-
	San Félix	160	151	1	8	-	93	38	16	13
	La Higuerita	91	40	14	37	-	32	40	10	9
	Las Breas	103	13	31	59	-	24	60	8	11
	El Sombrío	35	2	12	21	-	4	28	1	2
Alto del Carmen (Río del Transito)	Marqueza	99	61	15	23	1	47	43	6	2
	Chiguingo	66	63	-	3	1	36	13	14	2
	Chanchoquín	190	170	3	17	2	90	76	7	15
	El Tránsito	252	196	24	32	3	95	132	12	10
	La Pampa	130	96	10	24	-	58	57	7	8
	Conay	118	36	26	56	1	33	65	12	7
	Valeriano	50	27	8	15	-	25	20	-	5
Vallenar Urbano	Sargento Aldea	1.124	1.124	-	-	1.124	-	-	-	-
	O'higgins	985	985	-	-	985	-	-	-	-
	Quinta Valle	248	248	-	-	248	-	-	-	-
	Hermanos Carrera	2.696	2.696	-	-	2.696	-	-	-	-
	Libertad	593	593	-	-	593	-	-	-	-
	Gral. Baquedano	2.498	2.498	-	-	2.498	-	-	-	-
	Torreblanca	3.925	3.925	-	-	3.925	-	-	-	-
Vallenar Rural	4 Palomas	20	11	9	-	-	-	20	-	-
	Buena Esperanza	104	-	104	-	-	-	104	-	-
	Ventanas	91	91	-	-	-	-	91	-	-
	Compañía	138	-	138	-	-	-	138	-	-
	Longomilla	41	41	-	-	-	-	41	-	-
	Chañar Blanco	64	-	64	-	-	-	64	-	-
	Imperial	219	-	219	-	-	-	219	-	-
	Camarones	47	34	13	-	-	-	47	-	-
Freirina Urbano	Vicuña Mackenna	223	223	-	-	-	47	29	21	10
	Santos Ossa	277	277	-	-	204	19	28	10	16
	Freirina Centro	318	317	-	1	298	4	-	6	10
	Altiplano	215	215	-	-	174	16	10	6	9
	Ramón Freire	169	169	-	-	164	2	-	1	2
Freirina Rural	Maitencillo	195	181	-	14	2	124	6	36	27
	Haciendas	83	83	-	-	1	34	21	20	7
	Las Tablas	68	68	-	-	-	22	12	17	3
Huasco Urbano	O'higgins	1.095	1.092	3	-	1.016	19	21	-	31
	Coopermin	363	322	-	-	321	-	-	-	2

	Huasco Tres	104	104	-	-	62	6	19	1	16
Huasco Rural	Huasco Bajo	188	186	2	-	71	71	35	-	11
	El Pino	28	26	2	-	-	15	12	-	1
	La Arena	31	31	-	-	-	15	13	-	3

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los sistemas de agua potable públicos administrados por empresas, es posible observar la inexistencia de ellos en algunas localidades rurales (Tabla LXI), debido al desarrollo de diferentes Comités de agua integrados por la comunidad, los cuales administran los sistemas de agua potable rural.

Tabla LXI: Comités de agua potable rural

COMUNA	LOCALIDAD	POBLACIÓN ABASTECIDA
Alto del Carmen	Alto del Carmen	768
	San Félix	450
	Chiguinto	270
	Chanchoquín grande	300
	Chanchoquín chico	265
	La Arena	184
	La Higuerita alta – baja	295
	El Transito	296
	La Marquesa	214
	Junta Valeriano	122
	Los Perales	615
	Angostura	186
	Conay-Los Tambos- El Parral	225
	Crucesita	425
	El Retamo	241
	El Corral	107
	Las Breas	140
Vallenar	Cuatro Palomas Hacienda La Compañía	499
	Buena Esperanza	315
	Chañar Blanco	236
	Imperial	695
	Camarones	148
Freirina	Las Tablas	92
	Hacienda Nicolasa	304

Fuente: AGUAS CHAÑAR, 2007

10.4 COBERTURA EDUCACIONAL Y DE SALUD

La Tabla LXII y LXIII muestra la dotación de establecimientos educacionales de la provincia según nivel educacional asociado, en donde las comunas de mayor concentración poblacional presentan establecimientos de todos los niveles educacionales, mientras que aquellas comunas con mayor cantidad de población rural presentan principalmente establecimientos educativos unidocentes relacionados con una baja cantidad de alumnos.

Tabla LXII. Dotación de Establecimientos Educacionales

COMUNA	TIPO DE ESTABLECIMIENTO					
	Jardín Infantil	Escuela básica Unidocente	Escuela Básica	Liceo	C. de Formación Técnica	Universidad
Alto del Carmen	-	13	3	1	-	-
Vallenar	14	-	22	4	-	2
Freirina	5	2	2	1	-	-
Huasco						
Total Provincia						

Fuente: Elaboración propia

Tabla LXIII Número de estudiantes por nivel de instrucción, según unidad territorial

COMUNA	UNIDAD TERRITORIAL	ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES							
		Jardín Infantil		Esc. Básica Unidocente		Escuela Básica		Liceo	
		Cantidad	Alumnos	Cantidad	Alumnos	Cantidad	Alumnos	Cantidad	Alumnos
Alto del Carmen (Río del Carmen)	El Corral			1	9				
	Las Breas			1	7				
	San Félix					1	150	1	197
	Crucesita			1	5				
	Alto del Carmen					1	171		
Alto del Carmen (Río del Transito)	Valeriano			1	19				
	Conay			1	18				
	Chollay			1	6				
	La Pampa			1	18				
	Los Tambos			1	10				

	La arena			1	10				
	El Transito					1	183		
	Marquesa			1	6				
	Chinguito			1	11				
	Perales			1	16				
	Chanchoquín			1	26				
Vallenar Urbano	Sargento Aldea								
	O'higgins								
	Quinta Valle								
	Hnos. Carrera								
	Libertad								
	Gral. Baquedano								
	Torreblanca								
Vallenar Rural	4 Palomas								
	B. Esperanza	1	14						
	Ventanas								
	Compañía								
	Longomilla	1	13						
	Chañar Blanco								
	Imperial								
	La Verbena								
	Camarones								
Freirina Urbano	Vic. Mackenna					1	470		
	Santos Ossa	1							
	Freirina Centro	1				1	315	1	307
	Altiplano	1							
	Ramón Freire								
Freirina Rural	Maitencillo	1		1	26				
	Haciendas	1		1	30				
	Las Tablas								
Huasco Urbano	O'higgins								
	Coopermin								
	Huasco Tres								
Huasco Rural	Huasco Bajo								
	El Pino								
	La Arena								

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la dotación de infraestructura de salud la Tabla LXIV muestra a nivel de unidad territorial la distribución geográfica que esta presenta esta temática.

Tabla LXIV. Cobertura de Salud pública, según unidad territorial

COMUNA	UNIDAD TERRITORIAL	INFRAESTRUCTURA DE SALUD			
		Estación Medico rural	Posta	Consultorio	Hospital
Alto del Carmen (Río del Carmen)	El Corral	**X**			
	Las Breas		**X**		
	San Félix		**X**		
	Crucesita				
	Alto del Carmen			**X**	
Alto del Carmen (Río del Transito)	Valeriano	**X**			
	Conay		**X**		
	Chollay				
	La Pampa				
	Los Tambos				
	La arena				
	El Transito		**X**		
	Marquesa				
	Chinguito				
	Perales				
	Chanchoquín				
Vallenar Urbano (U. Vecinales Nº 1,2,3,4,5,6y 7)	Sargento Aldea				
	O'higgins				
	Quinta Valle				
	Hermanos Carrera			**X**	
	Libertad				
	General Baquedano			**X**	
	Torreblanca				
Vallenar Rural (U. Vecinales Nº 10,11 y 22)	4 Palomas				X
	Buena Esperanza				
	Ventanas		X		
	Compañía				
	Longomilla				
	Chañar Blanco				
	Imperial				
	La Verbena				
	Camarones				
Freirina Urbano	Vicuña Mackenna				
	Santos Ossa				
	Freirina Centro			X	
	Altiplano				
	Ramón Freire				
Freirina Rural	Maitencillo				
	Haciendas	X			
	Las Tablas	X			
	O'higgins				

Folio018374

Huasco Urbano	Coopermin				
	Huasco Tres				
Huasco Rural	Huasco Bajo				
	El Pino				
	La Arena				

Fuente: Elaboración propia.

Folio018375

XI. CARACTERIZACIÓN ECONOMICA DE LA CUENCA

11.1. POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA (PEA)

Según el INE (Censo 2002) la PEA la constituyen las personas de uno u otro sexo mayores de 15 años que proporcionan la mano de obra para la producción de bienes y servicios económicos durante un período de referencia elegido para investigar las características económicas. Operacionalmente involucra tanto a ocupados como a desocupados. Las tablas Nº 53 y 54 muestran los datos asociados a la PEA según distintos instrumentos de medición (CASEN 2000 y Censo 2002) estableciendo relaciones Urbano-rural y Hombre-Mujer, incluyendo la tasa de desocupación.

Tabla LXV: Participación en la Fuerza de Trabajo

COMUNA	CASEN 2000					CENSO 2002				
	PEA				INACTIVOS	PEA				**INACTIVOS**
	Ocupados	Desocupados	Tasa de desocupación	Total		Ocupados	Desocupados	Tasa de desocupación	Total	
Alto del Carmen	1.657	65	3,8%	1.722	1.309	1.759	232	11,6%	1.991	
Vallenar	15.639	2.060	11,6%	17.699	17.398	16.259	2.863	15,0%	19.122	17.503
Freirina	1.783	230	11,4%	2.013	1.817	1.802	276	13,3%	2.078	
Huasco	2.700	335	11,0%	3.035	2.399	2.842	380	11,8%	3.222	
Total Provincia	17296	2.690	11,0%	24.469	22.923	22.662	3.751	14,2%	26.413	24.219
Total Región	89.497	10.807	10,8%	100.274	79.651	83.353	12.686	13,2%	96.039	86.164

Fuente: MIDEPLAN, 2000 e INE, 2002

Tabla LXVI: Desempleo rural y urbano

COMUNA	TOTAL	PEA	RURAL	URBANA
Alto del Carmen	4.840	1.798	232	-
Vallenar	48.040	16.802	165	2.698
Freirina	5.666	1.859	97	179
Huasco	7.945	2.913	41	339
Total Provincial	66.491	23.363	535	3.216

Fuente: INE, 2002

11.2. RAMA ACTIVIDAD ECONOMICA

En cuanto al tipo de actividad económica desarrolladas en el territorio la Tabla LXVII presenta datos en torno a cada Rama de Actividad Económica (RAE) y sector productivo asociado. Además la Tabla Nº 56 permite observar la categoría ocupacional predominante según la unidad territorial.

Cabe señalar que el Censo del año 2002 define como Rama de Actividad Económica a la actividad del establecimiento en que una persona económicamente activa, trabaja durante un período de referencia o que trabajó por última vez, si está cesante.

Tabla LXVII PEA según Sector Productivo y Rama de Actividad Económica

COMUNA	SECTOR PRODUCTIVO									
	PRIMARIO		SECUNDARIO			TERCIARIO				
	Agricultura, silvicultura y pesca	Explotación de minas y canteras	Industrias manufactureras	Electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio al por mayor y menor	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Financieras, seguros y bienes	Servicios comunitarios, sociales y personales	Actividades no bien especificadas
Alto del Carmen	985	61	44	7	131	211	24	28	219	49
Vallenar	1.590	1.791	992	175	1.504	3.420	1.305	1.561	3.921	543
Freirina	538	146	86	23	136	424	52	58	310	62
Huasco	487	240	208	136	303	744	184	8	541	320
Provincia de Huasco	3.645	2.239	1.348	349	2.123	4.292	1.572	214	4.221	2.704

Fuente: INE, 2002

Tabla LXVIII. PEA por categoría ocupacional, según unidad territorial

COMUNA	UNIDAD TERRITORIAL	CATEGORIA OCUPACIONAL								
		Trabajador familiar	Trabajador por cuenta propia	Asalariado - Dependiente	Asalariado agrícola	Pequeño agricultor	Trabajador dependiente	Pensión	Otra actividad no considerada	Sin actividad
Alto del Carmen (Río del Carmen)	Alto del Carmen	-	90	55	47	34	54	51	5	247
	Retamos	-	35	8	29	21	4	18	-	102
	Crucesita	-	24	4	14	9	5	20	-	82
	San Félix	-	59	32	37	16	31	32	-	166
	La Higuerita	-	32	6	12	33	4	23	-	98
	Las Breas	-	50	16	10	28	8	18	1	140
	El Sombrío	-	15	4	4	8	1	12	-	28
Alto del Carmen (Río del Transito)	Marqueza	-	44	10	33	17	1	29	1	98
	Chiguingo	-	34	10	15	17	2	13	2	86
	Chanchoquín	-	112	37	31	34	9	44	-	226
	El Tránsito	-	112	32	77	25	27	70	1	295
	La Pampa	-	54	8	40	24	8	32	-	161
	Conay	-	57	10	22	33	6	35	1	161
	Valeriano	-	31	3	3	17	1	2	-	58
Vallenar Urbano	Sargento Aldea	-	272	114	5	-	43	228	-	68
	O'higgins	-	186	100	2	-	42	170	-	45
	Quinta Valle	-	15	30		-	29	49	-	3
	Hermanos Carrera	-	753	504	17	1	61	701	-	189
	Libertad	-	192	129	1	-	20	170	-	50
	Gral. Baquedano	-	685	473	18	-	95	715	1	188
	Torreblanca	-	1.242	711	27	-	59	891	-	260
Vallenar Rural	4 Palomas	-	8	4	5	-	1	6	-	25
	Buena Esperanza	-	43	29	58	4	8	24	4	163
	Ventanas	-	28	16	51	-	3	11	-	104
	Compañía	1	79	23	44	4	5	49	-	22
	Longomilla	-	102	21	38	1	3	40	-	26
	Chañar Blanco	-	49	10	8	-	2	16	-	82
	Imperial	-	125	27	28	1	4	60		235
	Camarones	-	22	7	7	1	5	17	-	42
Freirina Urbano	Vicuña Mackenna	253	111	74	21	-	15	69	1	287
	Santos Ossa	2	203	69	12	1	11	107	1	399
	Freirina Centro	272	123	92	9	2	83	156	6	374
	Altiplano	77	136	48	13	1	12	87	1	272
	Ramón Freire	154	58	76	9	-	32	59	-	233
Freirina Rural	Maitencillo	225	142	34	44	3	5	73	1	201
	Haciendas	80	49	17	20	11	5	29	-	112
	Las Tablas	43	35	11	9	3	5	27	1	87
Huasco Urbano	O'higgins	545	387	181	3	1	39	279	1	886
	Coopermin	441	168	138	-	-	28	72	-	400

	Huasco Tres	110	40	602	-	-	8	17	-	158
Huasco Rural	Huasco Bajo	143	82	51	10	3	7	92	2	273
	El Pino	26	18	6	2	1	-	9	-	36
	La Arena	13	9	6	1	2	-	12	1	49

Fuente: Elaboración propia

11.3. RECURSO HIDRICO

En un territorio semidesértico, la mayor parte de las actividades productivas están condicionadas por el recurso hídrico, el cual para la cuenca del río Huasco tiene su origen principal en los deshielos de glaciares y nieve existentes en la alta cordillera. En años excepcionalmente lluviosos, la hoya hidrográfica del Huasco recibe los aportes de escorrentías superficiales de múltiples quebradas, producto de lluvias de invierno. En épocas de verano, suele producirse también aportes por alguna influencia del denominado “invierno Boliviano”.

El principal uso que se le ha dado al recurso es de tipo agrícola, pero tienen importancia a su vez la utilización de este en el suministro de agua potable y en las actividades mineras e industriales. Estas últimas actividades han aumentado considerablemente en los últimos años, por la instalación de nuevos mega proyectos en el territorio, por lo que muchas acciones de agua que estaban destinadas para el uso agropecuario han sido compradas o arrendadas para usos mineros e industriales (PROGRAMA SERVICIO PAIS, 2006b).

En relación con el sistema de regulación hídrica determinada para el uso agrícola está se encuentra conformada por la siguiente infraestructura:

- Embalse Santa Juana (166 MMm.^{3})
- Laguna Huascoaltinas Grande y Chica (10,5 MMm.^{3})
- Red de 315 canales

Este sistema de almacenamiento y conducción del agua para riego es organizado y administrado por la Junta de Vigilancia del río Husaco y sus afluentes (JV Río Huasco), quien ha definido las siguientes unidades administrativas:

Tabla LXIX: Limites administrativos y Derechos accionarios, según sección del río Huasco.

SECCION	LIMITES	DERECHOS	%	Nº DE CANALES
I	Río del Carmen	966,4	8.2	98
II	Río del Tránsito	1.582,9	13.4	149
III	Río Huasco entre La Junta de los Ríos El Carmen y del Tránsito, hasta la carretera 5 Norte. (Vallenar)	7.640,0	64.7	45
IV	Río Huasco entre la carretera 5 Norte (Vallenar) y el mar	1.616,1	13.7	23
Total		**11.805,3**	**100**	**315**

Mapa Nº 2: Limites Administrativos, secciones Río Huasco

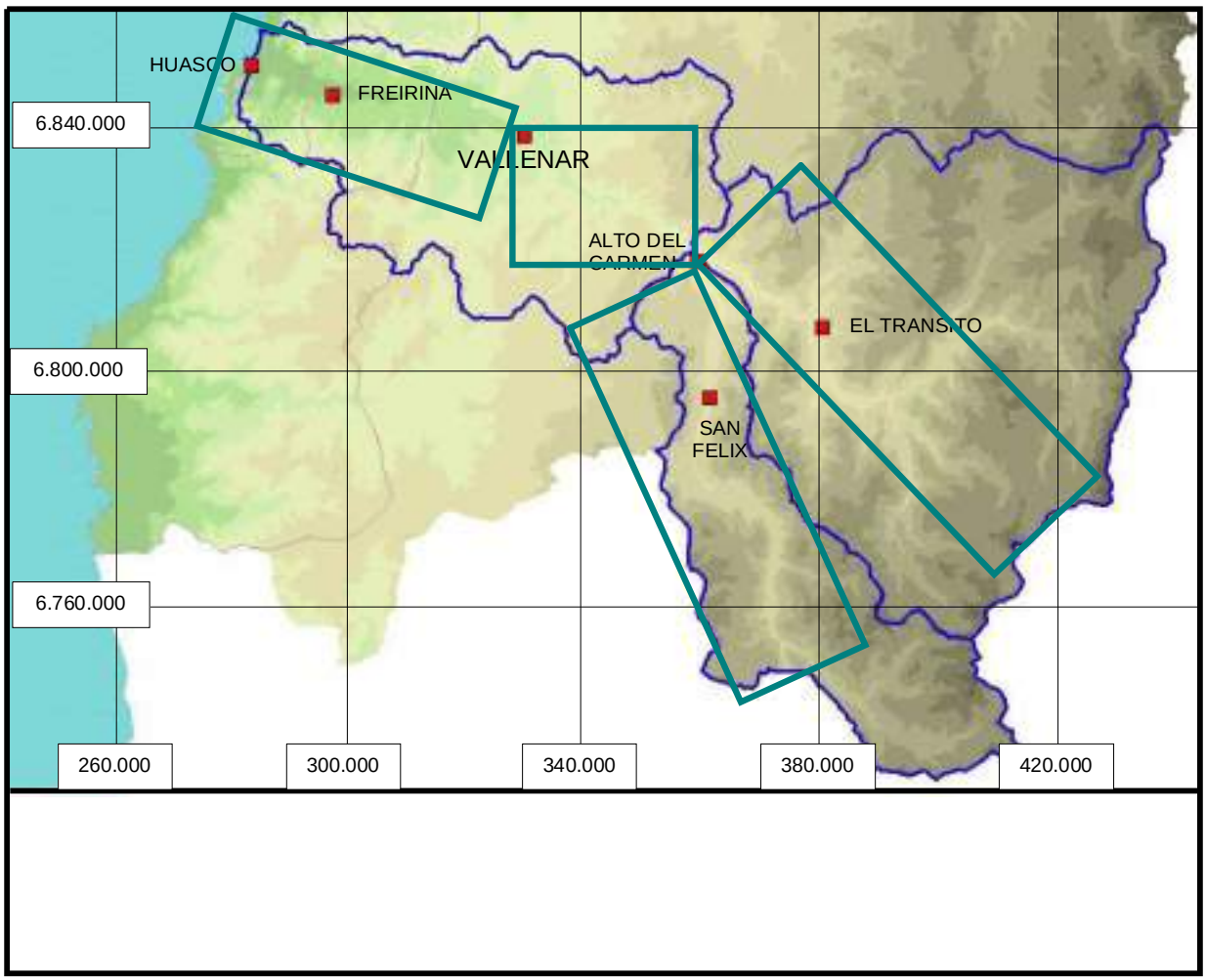


Tabla LXX. Canales de la Cuenca del Río Huasco, según seccion.

SECCION	Nº	NOMBRE	RIBERA ASOCIADA	ACCIONES DE AGUA	SUPERFICIE (Ha.)	LONGITUD (Kms.)	Q MAXIMO (L/s)	COORDENADAS		RIO ASOCIADO
	1	Tranca Quemada Norte		4						
	2	Tranca Quemada Sur		4						
	3	Potrerillos Norte		4						
	4	Potrerillos Sur		4						
	5	Fortuna Norte		4						
	6	Fortuna Sur		4						
	7	Casablanca		16						
	8	Colorado		4						
	9	Dandi		4						
	10	Angostura		4						
	11	Plata Alta Norte		4						
	12	Plata Baja Sur		4						
	13	Gárate		24						
	14	Burro Muerto Norte		4						
	15	Burro Muerto Sur		4						
	16	Lagunas		16						
	17	Pedregal		4						
	18	Varela		24						
	19	Algarrobo		4						
	20	Duraznito Sur		4						
	21	Duraznito Norte		4						
	22	Zola		4						
	23	Malpaso		56				364895	6776607	
	24	Churque		4						
	25	Hornito		4						
	26	Palos Parados		12						
	27	Lozas		4						
	28	Berracos		4						
	29	Islones Norte		4						
	30	Churcal		4						
	31	Potrero Redondo		4						
	32	Arenas		4						
	33	Breas Paredes		12				359120	6779598	
	34	Alamos		4						
	35	Churque		4						
	36	Perales		4						
	37	Sauce		12				357471	6781101	
	38	Encontrón		12				357087	6781646	
	39	Molinito Norte		4						

	40	Molinito Sur		4					
	41	Cuesta Norte		4					
	42	Cuesta Sur		4					
	43	Cajón		4					
	44	Páez		4					
	45	Tinajilla Norte		4					
	46	Tinajilla Sur		4					
	47	Godoy		4					
	48	Carrizal		4					
	49	Pampita Norte		4					
	50	Pampita Sur		4					
	51	Peñón		24				356875	6791079
	52	Castillo		4					
	53	Piedras Juntas		12					
	54	Las Breas		12				357825	6793395
	55	Molino Piedras Juntas		4					
	56	Rojas		4					
	57	Timbles		4					
	58	Huracán		36				357951	6795115
	59	Guajardo o Alcota		36				358245	6795819
	60	Churcal		24				358214	6795923
	61	Alcota		12					
	62	Zumarán		4					
	63	San Félix		12					
	64	Algodones		16					
	65	Molino Páez		24					
	66	Pedregal		12				358634	6812576
	67	Higuerita Sur		24				358036	6799999
	68	Higuerita Norte		4					
	69	El Medio		12					
	70	Majada		24				358924	6801335
	71	Mollaca		4					
	72	Escobas		12					
	73	Crucecita		12					
	74	Chañares		4					
	75	Pampita Verde		4					
	76	Molino Algarrobal		4					
	77	Canales		4					
	78	Trapiche		20					
	79	Cerro Blanco		12					
	80	Mesilla		20				360175	6808141
	81	Páez		24				360097	6808740
	82	Retamo		12				359646	6810279
	83	Monardes		4				359439	6811033
	84	Boquete		20				359161	6811753
	85	Herrera		4				359100	6812482
	86	Pedregal Grande		32					

	87	El Sauce		4						
	88	Nogales		4						
	89	Peralito		4						
	90	La Vega		4						
	91	Brizuela		4				358308	6813363	
	92	Bolados		16				357739	6814376	
	93	Alvarez		20				357323	6814208	
	94	La Huerta		20						
	95	Portezuelo		12						
	96	El Carmen		16						
	97	Bravo		12						
	98	Las Juntas		16						
	S/R	Convoy Norte		1						
	S/R	Convoy Sur		3						
		TOTAL TRAMO		**980**						
	99	Colorado Norte		4						
	100	Colorado Sur		12						
	101	Matancilla Sur		16						
	102	Mantancilla Norte		4						
	103	Salto		4						
	104	Mortero		4						
	105	Molino Dominguez		12						
	106	Bravo		4						
	107	Vizcachas		4						
	108	Chivato		4						
	109	Vado Corral		4						
	110	Lozas		4						
	111	Picayuyo Durazno		4						
	112	Cuesta		12						
	113	Quisco		4						
	114	Galleguillos		4						
	115	Cachiyuyo		4						
	116	Malaguín Grande		32				394309	6798395	
	117	Campillay		4						
	118	Albaricoque Norte		12						
	119	Albaricoque Sur		4						
	120	Llanos		4						
	121	Conay		48				390757	6796313	
	122	La Vuelta		4						
	123	Puntilla Colorada		12						
	124	Tambo Bajo		32				386938	6794881	
	125	Colpe Norte		4						
	126	Misqui		12						
	127	Molino Delgado		12				384339	6794076	
	128	Frente Parral		12						
	129	Pabla Ríos		12				383484	6794333	
	130	Frente Pabla Ríos		12						

	131	La Pampa		68				383045	6794450
	132	Frente Capillla		4					
	133	Vado Pampa		12				380565	6795077
	134	J. Campillay		4				380565	6795077
	135	Seriche y Muñoz		4					
	136	J. J. Díaz		12					
	137	Pedregal Muñoz		12					
	138	Campillay y Molina		4					
	139	Vega Muñoz		4					
	140	Angostura		4					
	141	Pinte		40				378356	6797147
	142	Armidita		186				378196	6797721
	143	Arena		48				377258	6798518
	144	Torres		4					
	145	Valdés		4					
	146	Peña Colorada		16				376043	6800966
	147	Fragua		16					
	148	Molino Dominguez		4					
	149	Puntilla		24				376043	6800966
	150	Molino Alvarez		32				375620	6803837
	151	Núñez		4					
	152	Campillay		24				375384	6804716
	153	Chanchoquín		68				375384	6804716
	154	Molino Viejo		24				374074	6807693
	155	Corral Vacas		16					
	156	Pircas		20				373281	6808105
	157	Rinconada		4					
	158	Vales Altos		4					
	159	Chiguinto		24				370652	6810198
	160	Vales Bajos		12					
	161	Carrizo		4					
	162	Borcosky		4				368551	6810852
	163	Olivo		24				368689	6810893
	164	Villegas		4					
	165	Marquezas		12					
	166	Loros		4					
	167	Placetas		12					
	168	Oruro		4					
	169	Terrón		12					
	170	Flores		12					
	171	Méndez		4					
	172	Punta Negra		4					
	173	Escobar		4					
	174	Tabaco		4					
	175	Cañas		12					
	176	Mediaguas		32					
	177	Molino Ramadilla		4					

Folio018384

		RIO LAGUNA GRANDE								
	178	Cobre Oriente		4						
	179	Cobre Poniente		4						
	180	León Muerto		4						
	181	Toledo		4						
	182	Diuca		4						
	183	Amarra Del Negro		4						
	184	Ojos de Agua		4						
	185	Chape		4						
	186	Chañares Poniente		4						
	187	Chañares Oriente		4						
	18	Papas		4						
	189	Chilcas		4						
	190	Pozos Oriente		4						
	191	Pozos Altos		4						
	192	Pozos Bajos		4						
	193	Peñas Porotas		4						
	194	Aróstica		4						
	195	Juntas		4						
		RIO PACHUY								
	196	Gajardo Norte		4						
	197	Gajardo Sur		4						
	198	Algarrobo Chato		4						
	199	Buitre Norte		4						
	200	Cereceda Norte		4						
	201	Chacay		4						
	202	Durazno		4						
	203	Salto		4						
	204	Telar		4						
	205	Ojos de Agua		4						
	206	Rodeo Sur		4						
	207	Rodeo Norte		4						
	208	Encatrado		4						
	209	Romazal		4						
	210	Buitre		4						
	211	Puntilla		4						
	212	Maitencillo		4						
	213	Piedras Grandes		4						
	214	Ramadas		4						
	215	Ramadas buitre		4						
	216	Algarrobito		4						
	217	Carrizo		4						
	218	Entrada Carrizo		4						
	219	Morado		4						
	220	Piedras Rajadas		4						
	221	Juntas Pachuy		4						

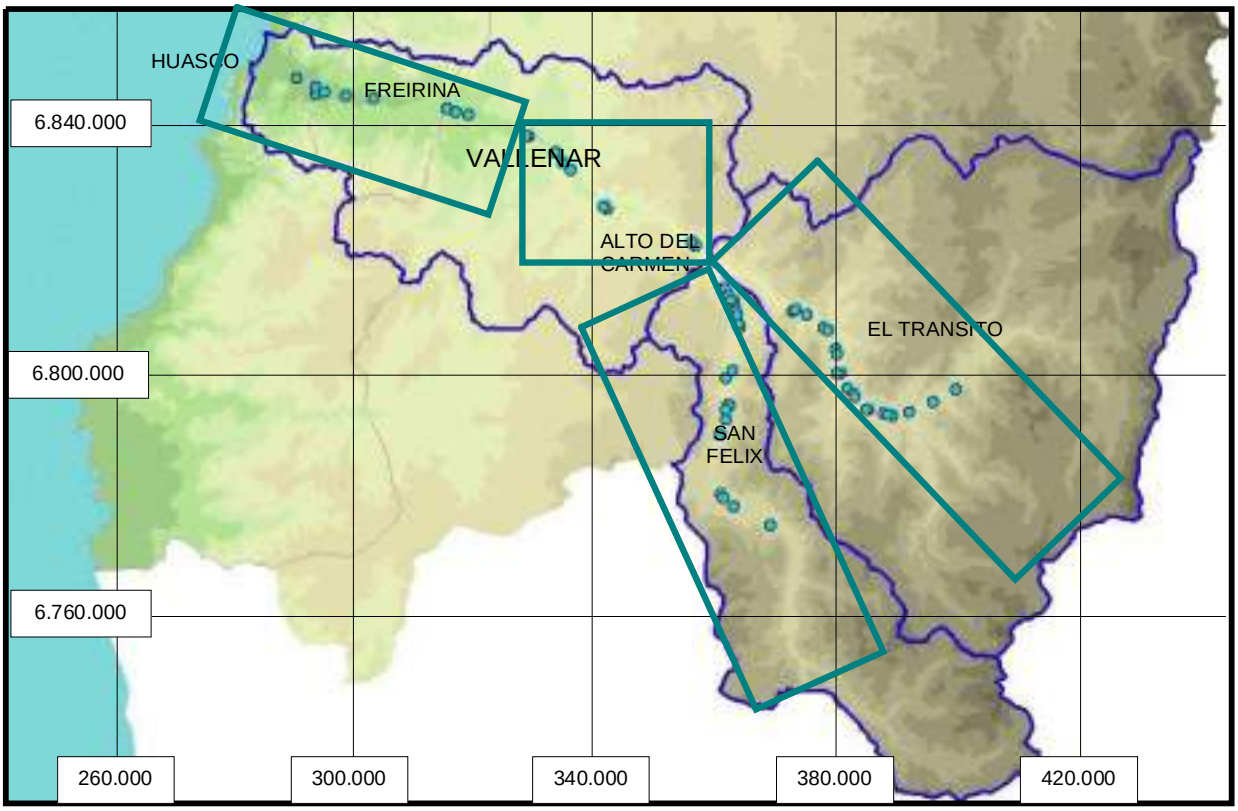
		RIO CHOLLAY							
	222	Huracán		16					
	223	Escobas Norte		24					
	224	Chañarcillo Sur		4					
	225	Chañarcillo Bajo Norte		16					
	226	Chañarcillo Alto Norte		4					
	227	Caracol Sur		24					
	228	Cuesta Norte		4					
	229	Cuesta Sur		4					
	230	Falda Mala		4					
	231	Zorra Muerta		4					
	232	Morado		4					
	233	Pucanas		12					
	234	Canuto		12					
	235	Cortadera		12					
	236	Gregorio Campillay		4					
	237	Pedregal		4					
	238	Martínez		12					
	239	Alamos		12					
	240	Ventura		4					
	241	Animas		4					
	242	Salazar		12					
	243	Tambo Alto		4					
	S/R	Malaguin Chico		4					
	S/R	Torres		4					
	S/R	La Vega		4					
	S/R	Las Rosas		4					
	S/R	Blanco Izquierdo		8					
	S/R	Blanco Derecho		8					
		TOTAL TRAMO		**1586**					
	244	Toro Norte		4					
	245	Toro Sur		4					
	246	Anselmo		4					
	247	Cañas Sur		8					
	248	Algodón		16					
	249	Alto Blanco		4					
	250	Aguirre		4					
	251	Churcal Norte		12				353042	6821248
	252	Churcal Sur		4					
	253	Maitén		32				352422	6821668
	254	Sombrío		4					
	255	Peñón		4					
	256	Barajones		4					
	257	Chepica Sur		24					
	258	Chepica Solar		4					
	259	Chepica Maitén		4					
	260	Solar Norte		8					

261	Solar Sur		8					
262	Laja		20					
263	Caracol Sur		24					
264	La Higuerita		24					
265	Viña Sur		12					
266	Durazno Sur		12					
267	Tres Cruces Norte		4					
268	Frente Máquina		4					
269	Camarones Norte		4					
270	Camarones Sur		4					
271	La Compañía		960	1.500	22,5		339048	6827154
272	Marañón y Prolongación		1.440	1.225	28,1		338577	6827439
273	Remigia Torres		12				338563	6827398
274	Escobar		4					
275	El Retiro		24					
276	Chañar Blanco		12					
277	Ventanas		1.344	1.200	23,7		333100	6833160
278	Gallo y Ferrera		960	600	9,4		332081	6834479
279	Arenal		16					
280	Buena Esperanza		960	1.055	17,1		330783	6835965
281	Chacra Araya		48					
282	El Pino		24					
283	Callejas		4					
284	Población		4					
285	Chimba		4					
286	Libertad		16					
287	Quebrada Honda		960	1.100	17,9		326300	6838712
288	Perales		576	800	10,8		326533	6838727
	TOTAL TRAMO		**7.628**					
291	Pahona		10	24,1		134,7		
292	Perales Viejo		2	4,2		77,5		
293	Chacra Herreros		1					
294	Victoria		89	152,6		39,3		
295	Bodegas		1	4,6		22,7		
296	San José		266	450,5		310,1	316978	6841974
297	Nicolasa		284	591,7		1.083,6	315073	6842418
298	Peñón		52	4				
299	Tatara		125	110,4		207,0	313508	6843040
300	Cachipampa		52					
301	Bodequillas		36	37,8		351,1		
302	Castañón o San Juan	Norte	12	179,7		104,6		
303	García y Campusano	Sur	57	150,8		275,7	301970	6844515
304	Fábrica		4					
305	Lo Castillo	Norte	23	41,2		218,4	297518	6845145
306	Mirador	Sur	41	124,9		231,2		
307	Bellavista	Sur	158	225,7		1.729,7	292675	6845326
308	Tablas	Sur	72	101,5		267,5	294036	6845599

309	Madariaga	Norte	128	192,5		339,0	292697	6846407
310	El Pino	Sur	14	49		186,6		
311	Cachina	Norte	125	213,9		268,5	289537	6847846
312	Olivar o Del Bajo	Sur	63			124,9		
313	Freirina	Sur	4	8		79,2		
	TOTAL TRAMO		**1619**	**2.667,1**		**6.051,3**		

De acuerdo a esta división territorial, la tercera sección es la de mayor importancia, en cuanto al número de acciones y de infraestructura de riego construida, pues en esta sección se encuentra el embalse Santa Juana, además de los 7 canales principales (Marañon, Compañía, Gallo y Ferrada, Buena Esperanza, Ventanas, Perales y Quebrada Honda) que en conjunto poseen alrededor de un 60% del total de acciones sobre las aguas del Río Huasco.

Mapa Nº 3: Canales de la cuenca del Río Husaco



Respecto a la situación de la propiedad del recurso hídrico, esta denota una gran desigualdad entre la cantidad de acciones de agua y el número de usuarios que las posee (Tabla Nº 58). Mientras un 73,7% de los agricultores del Valle del Huasco (1.816 propietarios) poseen menos de 2 acciones de agua (distribuyéndose en total un 10,6% de las acciones totales), sólo 3 usuarios (0,12%) poseen en conjunto un 18, 6% (2.202,6 acciones) del total de acciones de agua.

Situación preocupante al considerar que un 94,2 % de los agricultores del Valle del Huasco poseen menos de 12 acciones de agua, frente a una gran concentración de los derechos de agua en pocas manos (PROGRAMA SERVICIO PAIS, 2006a)

Tabla LXXI: Nº de agricultores y de acciones de agua según segmento-sección del Río Huasco

NUMERO DE ACCIONES	SEGMENTO								TOTAL	
	SECCIÓN 1		SECCIÓN 2		SECCIÓN 3		SECCIÓN 4			
	Nº Agricultores	Nº Acciones	Nº Agricultores	Nº Acciones	Nº Agricultores	Nº Acciones	Nº Agricultores	Nº Acciones	Nº Agricultores	Nº Acciones
< 2	520	357.4	672	520.1	251	140.2	373	229.7	1.815	1.257.3
Entre 2 y 12	128	515.1	134	561.8	85	458.5	158	891.3	505	2.416.7
Entre 12 y 20	2	35.9	9	133.4	16	246.5	4	64.3	31	480.1
Entre 20 y 40	-	-	3	75.7	48	1.384.3	6	193.6	57	1653.6
Entre 40 y 200	1	48.0	4	302.0	45	3.208.0	3	237.1	53	3.795.0
+ 200	-	-	-	-	3	2.202.6	-	-	3	2.202.6
Total	651	968.4	822	1.582.9	448	7.640.0	544	1.616.1	2.465	11.805.3

Fuente: PTI, 2006

En cuanto a la impoprtancia que ha adquirido la construcción del embalse Santa Juana (1995) cabe señalar que antes de su funcionamiento se regaba en el valle una superficie aproximada a las 6.000 hectáreas, condicionadas por la falta de seguridad de riego. Al entrar en operación el embalse, ha logrado una seguridad de riego para un 85% de la totalidad de la superficie del Valle del Huasco, estimándose en más de 13 mil hectáreas beneficiadas (PTI, 2006)

De esta manera, se ha definido un nuevo futuro para el territorio, estableciendo además un precedente a nivel nacional, al constituirse en la primera obra cofinanciada por los usuarios (27% = UF 363.725) y próximamente administrada por los mismos a través de un convenio

entre la Dirección de Obras Hidráulicas y la Junta de Vigilancia (2005), regulando las condiciones de traspaso y reembolso de la obra y la transferencia de los derechos eventuales a los regantes, condicionando para la adquisición de éstos derechos eventuales, la regularización de los derechos permanentes sobre el Río Huasco por parte de los regantes.

Esta última condición, lamentablemente, ha causado que los agricultores más pequeños no estén adhiriendo al embalse, debido a la falta de regularización de sus derechos de agua y tierra, implicando un alto costo notarial y de abogados, los cuales incluso pueden llegar a ser superiores a lo que efectivamente tendrían que pagar por sus acciones del Embalse si suscribiesen (PTI, 2006).

Para esto la Secretaria Regional Ministerial de Agricultura de la Región de Atacama en conjunto con la Junta de Vigilancia del Río Huasco y sus afluentes, INDAP, y el Equipo de Servicio País del Programa Territorial Integrado del Valle del Huasco, entre otras instituciones, han llevado a cabo diversas articulaciones y acciones para asegurar que los agricultores que no tengan sus derechos de agua regularizados puedan realizar los tramites necesarios para inscribirlos a su nombre en el Registro de Propiedad de Aguas.

En cuanto a la entrega de la administración se está realizando gradualmente, a partir de la firma del convenio que define las condiciones para su traspaso, una de las cuales es el prorrateo del pago de la obra entre los regantes, definido como diferenciado de acuerdo al tipo de usuario (agrícola y no agrícola) y a su tamaño:

- Pequeño productor agrícola (INDAP) 83% de subsidio
- Productores agrícolas en general 73% de subsidio
- Usuarios no agrícolas 0% de subsidio

Otras de las problemáticas asociadas a este sector productivo es el manejo deficiente del recurso hídrico en el Valle del Huasco, debido principalmente a:

- Ineficiente diseño de la red de canales.
- Falta de mantención y reparación de los canales.
- Falta de incorporación de riego tecnificado.
- Inadecuado sistema de reparto de aguas.

- Falta de capacidades en regantes (técnicas, económicas, profesionales y de organización).
- Falta de instancias de cooperación pública y privada en planificación, gestión y control de la cuenca.

En referencia a los primeros puntos, hacia el año 2003 un 85% de las 201 bocatomas del Valle estaban en mal estado, un 8% en estado regular y solo un 6% de los canales se consideraba que estaba realmente en buen estado, siendo la cuarta sección la mas dañada (PTI, 2005).

Esto ha provocado que las pérdidas de agua en los sistemas de regadío impidan que la inversión hecha en la construcción del Embalse Santa Juana pueda alcanzar su pleno potencial productivo y económico. Se producen además otras perdidas hídricas de gran relevancia en esta cuenca, debido a la escasa superficie cubierta por riego tecnificado (15%) y a que los embalses de acumulación nocturna o semanal son escasos; provocando que gran cantidad de agua escurra hacia el mar en las noches y en las temporadas de bajo riego. Esta situación produce perdidas de hasta un 40% del agua que entrega el embalse en la tercera y cuarta sección. (CIREN, 2004).

Frente al bajo nivel organizativo y de gestión que mostraban las comunidades de agua en la Cuenca del Huasco, y de las nuevas exigencias que implica proceso de traspaso del Embalse Santa Juana a los regantes, se vio la necesidad de implementar un “Programa de Transferencia de capacidades para mejorar la gestión de riego y recursos productivos en la Provincia del Huasco”. De esta forma los objetivos principales de este programa han sido:

- Fortalecer una organización única de usuarios del agua en la Cuenca.
- Implementar un modelo de distribución volumétrica del agua de riego.
- Mejorar la conducción y distribución del agua de riego del sistema Huasco-Santa Juana.
- Desarrollar un programa de capacitación tecnológica en gestión hídrica a las organizaciones de regantes.

En lo que se refiere al Fortalecimiento Institucional y Organizativo de las Comunidades de Agua, en octubre de 2004 existían 19 comunidades de agua sin regularizar sus canales, lo que implicaba 2.741 acciones y 309 usuarios sin tener su situación legal al día. El escenario proyectado es tener regularizado 5 nuevos canales, que suman en conjunto un total de 2.609 acciones.

A septiembre del año 2006 se proyectaba que 136 comunidades de agua hubieran sido activadas, siendo indicadores de ello la activación de las directivas, obtención de Rol Único Tributario de la Comunidades de Agua, presupuesto, reglamento interno y ficha de infraestructura.

El lograr un fortalecimiento organizacional y de gestión en las diferentes organizaciones usuarias de aguas en la Cuenca del Río Huasco, responde a su vez a las exigencias que implica el traspaso del Embalse Santa Juana a los regantes del Río Huasco, por lo que para posibilitar dicha acción el Fisco de Chile otorgara un subsidio a la obra, el cual consiste en que los regantes solo pagaran desde un 27 a un 17 por ciento del valor total de ella; asimismo, los regantes tendrán todas las facilidades para pagar el valor de las acciones de agua que les correspondan suscribir por concepto de derechos eventuales sobre dicho embalse.

A parte del proceso de traspaso del Embalse, uno de los mayores desafíos que en la actualidad se presenta para los regantes del Valle del Huasco, se refiere a la implementación de un modelo de distribución volumétrica del agua de riego en el sistema Huasco-Santa Juana, que cambiará la situación actual de uso del agua por número de acciones a cantidades en L/s, para lo cual será necesario invertir en mejoras de infraestructura y en preparar a los regantes en el cambio de sistema con el que deberán comenzar a operar.

La inversión que se proyectada para los años 2005-2010, teniendo como meta la presentación a la Ley Nº 18.450 (de Fomento a la inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje) de 8 proyectos al año, es la siguiente: número de usuarios beneficiados: 1.827; superficie beneficiada en hectáreas: 10.587; inversión anual en miles de pesos: 2.250; y inversión total: 11.250, en miles de pesos.

A parte de la inversión en infraestructura, es necesario generar proyectos que permitan apoyar a las comunidades de agua en mejorar su gestión del recurso hídrico, de forma que puedan enfrentar una serie de debilidades que presentan en la actualidad, tales como: “poca capacidad de pago, falta de nuevos lideres, poco conocimiento en resolución de conflictos, entre otros.”

En cuanto a los usos de las aguas superficiales presentes, estos son de distinta índole. En la cuenca del Huasco el principal uso que se le da es de tipo extractivo, es decir el agua se consume o extrae en el lugar de origen. El principal uso asociado es de tipo agrícola, pero

tienen importancia a su vez la utilización en agua potable y en las actividades mineras e industriales. Estas últimas actividades han aumentado considerablemente en los últimos años, por la instalación de proyectos nuevos en el territorio, por lo que muchas acciones de agua que estaban destinadas para el uso agropecuario han sido compradas o arrendadas para usos mineros e industriales.

El uso del agua para riego es aquel que incluye la aplicación del agua desde su origen natural o procedente de tratamiento, distinguiéndose riego irrestricto y restringido. El primero es el que contempla agua, cuyas características físicas, químicas y biológicas la hacen apta para su uso regular en cada una de las etapas de desarrollo de cultivos agrícolas, plantaciones forestales o praderas naturales. En el riego restringido, en cambio, la aplicación se debe controlar, debido a que sus características no son las adecuadas para utilizarlas en todas las etapas de cultivos y plantaciones. En este acápite, sin embargo, no se desagregan estas clasificaciones de riego, porque no existen antecedentes para hacerlo.

Respecto al uso de las aguas subterráneas en riego no es muy importante, debido a la existencia del embalse, que abastece gran parte de la demanda de agua de riego. Sin embargo, las solicitudes de derechos de agua subterránea han aumentado en los últimos años, producto del aumento en el precio de las acciones, razón por la cual se requiere contar con una cuantificación precisa de los recursos existentes y renovables, de manera de no agotar el acuífero con una sobre asignación de derechos, y evitar los problemas de agua que presenta la cuenca del río Copiapó en la actualidad (PTI, 2006).

Tabla LXXII. Captaciones de agua subterránea, segun uso asociado

USO	Nº TOTAL (en uso)	% DEL TOTAL	VOLUMEN MEDIO VERANO (m^3)	VOLUMEN MEDIO INVIERNO (m^3)	VOLUMEN TOTAL ANUAL (m^3)	% DEL VOLUMEN TOTAL
Riego	46 (11)	36	1.061.028	321.192	1.382.220	13,7
Potable	42 (26)	33	3.261.834	3.259.242	6.521.076	64,5
Industrial	13 (4)	10	1.00.304	1.100.304	2.200.608	21,8
Sin información	26 (4)	21	-	-	-	-
Total	127(45)	100	5.423.166	4.680.738	10.103.904	100

Fuente: GCF INGENIEROS CONSULTORES, 2005

De la tabla anterior se observa, que en términos de volumen utilizado anualmente, el abastecimiento de agua potable (64,5%) y el uso industrial (21,8%) son los principales usuariosde las aguas subterráneas, seguidos por el riego (13,7%).

Otro de los usos asociados al recurso hídrico, es el suministro de agua potable (Tabla Nº 59) el cual se obtiene de acuíferos subterráneos, contemplando su utilización en las plantas de tratamiento para el abastecimiento tanto residencial como industrial. En la cuenca del Huasco, existen dos sistemas de aprovisionamiento de agua potable, que corresponden a los sistemas Vallenar y Huasco-Freirina. Sin embargo se han detectado en las Bases de Datos de la DGA dos bocatomas para este uso cerca de la ciudad de Vallenar. También se han detectado bocatomas para este uso en la parte alta del río del Carmen y en el río Chollay, pero no es posible asignarlas a ningún segmento.

Estos acuíferos presentan en la parte media -desde Vallenar hasta Freirina- una potencia media del orden de 45 mts. y desde Freirina hasta la desembocadura se desarrolla el acuífero freático superior con una potencia media de 10 mts. y uno confinado inferior a partir de los 30 mts. de profundidad con una potencia media de 15 mts. El caudal de los acuíferos entre Vallenar y Freirina es de 4 y 20 m3/h/m.

Los caudales de los acuíferos subterráneos dependen del aporte de agua a la napa por recarga de infiltración de las precipitaciones, necesitándose una recarga de 100 a 134 l/s de caudal medio continuo; por recarga de percolación desde las zonas de riego, con un aporte de caudal medio continuo de 2.300 l/s; y por infiltración desde los ríos, con un caudal medio continuo de 50 y 100 l/s/Km. (GCF INGENIEROS CONSULTORES, 2005).

Tabla LXXIII: Sistemas de captación de Agua potable rural

COMUNA	NOMBRE COMITE	TIPO DE CAPTACIÓN DE AGUA	FECHA CONSTRUCCION	PROFUNDIDAD (mts).	COORDENADAS	
					Norte	Este
Alto del Carmen	Juntas de Valeriano	Captación Superficial	1988		6804824	398638
	Conay	Pozo	1993	9.0	6794682	387766
	La Angostura	Pozo	1993		6794531	380356
	El tránsito	Pozo	1973	26.0		
	Chanchoquín Chico	Pozo	1980	25.0	6807997	374015
	Los Perales	Pozo	1994	30.0	6807997	372565
	La Marquesa	Pozo	1986	30.0	6811520	366933
	Higuerita	Pozo	1985	25.0	6800694	359402
	San Félix	Pozo	1973	31.5	6798910	357759
	Crucesita	Pozo	1995	26.0	6804700	358690
	El Retamo	Pozo	1995	40.0	6813393	356615
	Alto del Carmen	Pozo	1973	44.0	6817985	355060
	Corral	Pozo	2001	30.0	6777899	364390
Vallenar	Camarones	Pozo	2000	35.0	6828453	337515
	Chañar Blanco	Pozo	1986	4.4	6838585	329461
	Imperial	Pozo	2000	8.0	6832319	334217

Finalmente otros de los usos extractivos del recurso están asociados a la actividad tanto industrial como minera. En el primer caso las demandas brutas para uso industrial al año 1997 correspondían a 8.280 m3/mes y el consumo para el mismo año fue de 6.900 m3/mes. No se dispone de más antecedentes que permitan determinar la ubicación de estos usos de agua para la actividad industrial. Con respecto a la actividad minera en la actualidad un 43 % de la demanda de agua por parte de esta actividad se realiza sobre recursos hídricos superficiales.

En ambos casos, el auge de la demanda ha aumentado el valor de las acciones producto de la adquisición de estos para proyectos asociados a estas actividades productivas.

11.4. RECURSO TIERRA

El Valle del río Huasco, en general presenta suelos delgados derivados principalmente de sedimentos aluviales aunque hay algunos derivados de sedimentos marinos en las cercanías de la desembocadura; se presentan en una topografía de pie de monte y en las terrazas aluviales tanto altas como bajas -cercanas al río-, presentando estas últimas los mayores problemas de drenaje y alta concentración de sales, condiciones que se agravan por mal manejo. Los suelos son ricos en calcio y moderados a bajos en materia orgánica, los rendimientos altos y la calidad de los productos buena.

La aptitud de los suelos está en directa relación con su ubicación, posición topográfica y microclima. Los suelos ubicados de Vallenar al Este presentan aptitud frutal; entre Vallenar y Freirina, están destinados principalmente a empastadas de alfalfa, complementándose con rotación de cebada y linaza, algunas plantaciones de frutales de poca extensión y plantaciones de eucaliptos en terrenos de topografía mas accidentada; de Freirina a la costa, la propiedad está más dividida siendo el rubro principal las plantaciones de olivos, con cultivos de hortalizas en las terrazas más bajas, usando especies resistentes a la salinidad.

En cuanto a la capacidad de uso de los suelos, estos pueden ser clasificados a través de Clases y Subclases que señalan su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos, indicando las dificultades y riesgos que se pueden presentar al usarlos, es decir se basa en la capacidad de la tierra para producir, señalando las limitaciones naturales de los suelos:

- Clase I

  Suelos con pocas limitaciones que restrinjan su uso. Suelos casi planos, profundos, bien drenados y con buena capacidad de retención de humedad en donde la fertilidad natural es buena oresponden en muy buena forma a la aplicación de fertilizantes. En su uso se necesitan prácticas de manejo simples para mantener su productividad y conservar su fertilidad natural.

- Clase II

  Suelos que presentan algunas limitaciones (pendiente suave, moderada susceptibilidad a la erosión, ligera a moderada salinidad, limitaciones climáticas ligeras, etc) que reducen la elección de los cultivos o requieren moderadas prácticas de conservación.

- Clase III

Suelos que presentan moderadas limitaciones en su uso (relieve moderadamente inclinado, alta susceptibilidad a la erosión, suelos delgados, baja capacidad de retención de agua, etc), y restringen la elección de cultivos requiriendo prácticas moderadas de conservación y manejo.

- Clase IV

Suelos que presentan severas limitaciones de uso (suelos delgados, pendientes pronunciadas, humedad excesiva, severa susceptibilidad a la erosión, etc) que restringen la elección de cultivos, requiriendo cuidadosas prácticas de manejo y conservación.

- Clase V

Suelos con escaso o ningún riesgo de erosión, pero que presentan otras limitaciones que no pueden removerse en forma práctica y que limitan su uso a empastadas, praderas naturales de secano o forestales.

- Clase VI

Suelo inadecuado para cultivos y su uso está limitado a pastos y forestales, debido a limitaciones continuas que no pueden ser corregidas (pendientes pronunciadas, susceptibilidad severa a la erosión, pedregosidad excesiva, clima severo, alto contenido de sales o sodio, etc).

- Clase VII

Suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para cultivos, utilizandose para pastoreo y forestal, presentando limitaciones que no pueden ser corregidas (pendientes muy pronunciadas, erosión, suelos delgados, pedregosidad, etc)

- Clase VIII

Corresponde a suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal, su uso esta limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoya hidrográfica.

Según la Capacidad de Uso de Suelo (Tabla LXXIV) el Valle del Huasco presenta un 45,6 % de suelo clasificado en las Clases I, II y III, las que no presentan mayores limitaciones para ser cultivados.

Folio018397

Tabla LXXIV. Clases de capacidad de Uso para la Cuenca del Río Huasco

CAPACIDAD DE USO	SUPERFICIE	
	Ha.	%
I	162,6	0,7
II	3.247,4	14,0
III	7.167,0	30,9
IV	1.784,1	7,7
VI	1.782,9	7,7
VII	6.566,7	28,5
VIII	2.429,9	10,5
TOTAL	23.140,6	100,0

Fuente: CICA HIDROCONSULT, 1980

Los suelos no cultivables -de aptitud forestal- corresponden a las Clases VII y VIII, representando en el Valle del Huasco un 40% del territorio (clases VI a VII en el pie de monte y en las terrazas más altas; clase VIII en el lecho pedregoso y en las dunas de la desembocadura). El resto de los suelos presentaría limitaciones por tipo de suelo y drenaje (INIA, 1995).

Al establecer una clasificación de los suelos según sus características, en el Valle del Huasco se han definido 12 series o tipos de suelo, agrupándose de acuerdo a la posición fisiográfica y a características propias como retención de humedad, fertilidad, profundidad efectiva y presencia de alguna limitante física para los cultivos (CICA, 2002):

Tabla LXXV: Series de suelos en el Valle del Río Huasco y sus características

SERIE	TEXTURA SUPERFICIAL	PROFUNDIDAD (CM)	DRENAJE	PERMEABILIDAD	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL	LIMITANTES	SUPERFICIE ASOCIADA (Ha.)
Chanchoquín	Franco arcilloso	55 - 110	Bueno	Buena	Moderado	Sin limitaciones	311,28
Huanteme	Franco arenoso arcillo	30 - 55	Bueno	Moderada mente rápida	Moderado	Salinidad	266,74
Chañar	Franco arenoso fino	30 - 80	Bueno	Moderada	Moderado a rápido	Pedregosidad	879,22

Cavancha	Franco arenoso	38 - 80	Bueno	Moderada	Lento	Tertel *	660,16
La Compañía	Franco arenoso	30 - 60	Bueno	Moderada	Lento	Profundidad y horizonte compactado	1.532,51
Buena Esperanza	Franco arcillo arenoso	35 - 80	Bueno	Moderada	Lento	Tertel *	2.839,93
Ventanas	Franco arenoso muy fino	30 - 60	Bueno	Moderada	Lento	Tertel *	2.366,21
Paona	Franco arenoso fino	35 - 80	Imperfect	Moderada a rápida	Lento	Nivel freático	689,01
Tatara	Franco arenoso	15 - 50	Bueno	Moderada a rápida	Lento	Pedregosidad	2.443,08
Freirina	Franco arenoso	35 - 65	Excesivo	Rápida	Muy lento	Pendiente	497,90
Huasco	Franco arenoso fino	35 - 120	Bueno	Moderada	Moderado	Profundidad	872,89
Bellavista	Franco a franco arenoso muy fino	55 - 100	Moderado a imperfecto	Moderada a imperfecta	Moderado a imperfecto	Nivel Freático	171,02

Las características principales de las series anteriormente señaladas, son las siguientes:

- Serie Bellavista:

Suelo de origen aluvial, presenta oxidaciones que aumentan a profundidad, y nivel freático entre los 90 y 130 cm. de profundidad. Es un suelo plano, en posición de terraza aluvial reciente del Río Huasco. Presenta permeabilidad moderada, drenaje imperfecto y salinidad moderada. Su uso principal es de plantaciones de olivo, membrillos y perales. Además de chacras de maíz y papas.

- Serie Buena Esperanza:

Suelo de origen aluvial, moderadamente profundo. De topografía plana y con ligera pedregosidad en superficie. Ocupa una posición de terraza aluvial intermedia. Presenta permeabilidad moderadamente rápida, de buen drenaje y escurrimiento lento. Corresponde al mejor suelo del área entre Vallenar y Huasco. Su uso principal es de alfalfa, trigo y chacras.

- Serie Cavancha:

Suelo sedimentario y profundo. Suelo de topografía plana hasta pendientes complejas. Tiene una posición de terraza aluvial alta, antigua, en el sector norte del Río Huasco y al poniente de Vallenar: Posee permeabilidad moderadamente lenta, de buen drenaje y escurrimiento superficial lento. Su uso es de alfalfa, cereales y chacras.

- Serie Chanchoquín:

Suelo sedimentario muy profundo, de topografía plana y se encuentra en terraza aluvial alta. Constituye el mejor suelo del valle del Río Huasco. Presenta buen drenaje, permeabilidad y escurrimiento superficial moderado. Su principal uso es de frutales chacras y viñas.

- Serie Chañar:

De origen coluvial, es de topografía de plano inclinado (piedmont), con pendiente complejas. Posee buen drenaje, permeabilidad moderada y escurrimiento superficial moderadamente rápido. Su uso principal es a base de frutales mixtos, chacras y viñas.

- Serie Freirina:

Suelo de origen aluvio-coluvial, moderadamente profundo. De topografía plana suavemente inclinado. Posee pedregosidad desde muy ligera a abundante, drenaje excesivo, permeabilidad rápida, escurrimiento superficial muy lento y salinidad de moderada a alta. Su principal uso es en base a plantaciones de olivo.

- Serie Huantemé:

Suelo sedimentario, de origen coluvial. Presenta topografía de plano inclinado suave en dirección norte – sur de salida de quebrada. La mayor superficie de este suelo presenta la típica pedregosidad del desierto, posee buen drenaje, permeabilidad moderadamente rápida, escurrimiento superficial moderado y salinidad muy alta. Está serie es principalmente de secano y sólo un pequeño sector ha sido regado anteriormente.

- Serie Huasco:

De origen aluvial, profundo. Suelo de topografía plana, en posición de terraza aluvial reciente. Presenta gravilla escasa a común, buen drenaje, permeabilidad y escurrimiento superficial moderado. Su principal uso es en base a chacras, frutales y viñas.

- Serie La Compañía:

Suelo sedimentario, presenta topografía muy plana suavemente ondulada y con diversos grados de pedregosidad especialmente en la superficie. Se ubica en terraza aluvial alta (remanente) especialmente en el sector norte. Presenta buen drenaje, permeabilidad moderada y escurrimiento superficial lento. Su principal uso es en base a alfalfa y cereales, ocasionalmente chacras y algunos frutales.

- Serie Paona:

Es un suelo sedimentario y profundo, con nivel freático entre los 80 y 100 cm. de profundidad. Se presenta en posición de terraza aluvial baja, marginal al Río Huasco. Su drenaje varía de moderado a pobre, permeabilidad moderadamente rápida, escurrimiento superficial lento y alta salinidad. Su uso es fundamentalmente a ase de plantaciones de olivo y membrillo.

- Serie Tatara:

Suelo sedimentario, delgado, de origen aluvial. Con topografía plana en posición de terraza aluvial intermedia, posee buen drenaje, permeabilidad moderadamente rápida y escurrimiento superficial lento. Su principal uso es para alfalfa, trigo, chacras y viñas.

- Serie Ventanas:

Suelo sedimentario, moderadamente profundo. Se encuentra en terraza alta (remanente), de tipo aluvial y una topografía plana con diversos grados de pedregosidad. Con buen drenaje, permeabilidad moderada y escurrimiento superficial lento. Su uso principal es para alfalfa, trigo y ocasionalmente maíz.

Por otra parte, para lograr una mayor descripción de los componentes que hacen posible el trabajo agrícola de la zona en estudio, es que se incluye la descripción de los distritos agroclimáticos que se encuentran en la cuenca del Río Huasco (TABLA LXXVI), los cuales a partir de distintas variables climatológicas permiten reconocer los recursos que posee el valle relacionado con el tema agrícola y sus potencialidades.

La determinación de estos distritos agroclimáticos (27 distritos a nivel regional) se basa en el comportamiento espacial de variables climáticas, que explican en un alto porcentaje la

adaptación y productividad de los cultivos de la región. Dentro de las variables se incluyen: período libre de heladas, temperaturas máximas y mínimas, períodos secos y húmedos, etc.

Tabla LXVII: Distritos Agroclimáticos al interior de la cuenca del Río Huasco.

DISTRITO	NOMBRE	PARAMETROS (PROMEDIO ANUAL)							REPRESENTATIVIDAD %
		T°. MAXIMA	T°. MINIMA	T°. MEDIA	RADIACION SOLAR	HUMEDAD RELATIVA	PRECIPITACIONES	EVAP.POTENCIAL	
I	Huasco	21,1	10,6	15,1	382	75	29	1.242,0	1,0
II	Freirina	23,0	9,5	15,5	426	69	40	1.362,9	0,2
III	Maitencillo - Queb. Algarrobo	17,4	4,5	10,4	442	34	75	1.497,0	0,04
IV	Vallenar - Estación Margarita	24,4	9,4	16,1	446	59	25	1.453,1	32,9
VII	El Tránsito	17,4	4,5	10,4	442	34	75	1.497,0	7,7
VIII	Mina Salitrosa - Agua Amarga	25,0	9,4	16,4	482	45	30	1.553,2	5,3
IX	Conay - La Pampa	21,1	7,4	13,6	469	39	48	1.533,0	19,6
XVI	La Higuera	26,7	10,4	17,7	471	47	65	1.613,9	0,2
XVIII	Cerro Romero - La Puntilla								1,3
XIX	El Chacay	13,5	1,0	6,9	405	29	98	1.461,8	20,5
XXIV	Río Tres Quebradas								7,3
XXVII	Alta Cordillera	11,5	0,0	5,5	368	27	120	1.456,5	4,0

Fuente: Santibáñez 1983

Para la cuenca del Río Huasco, se pueden definir 12 distritos agroclimáticos, los que poseen las siguientes características:

- I Huasco:

  Ubicado al oeste del valle del Río Huasco, corresponde a una larga franja litoral, el período libre de heladas es de 12 meses, al igual que el período seco. Respecto a las limitaciones para cultivos, los cítricos presentan leves limitaciones, el lúcumo presenta moderas. El olivo presenta problemas leves por falta de horas de frío. Las características hídricas son excluyentes para el cultivo de secano.

- II Freirina:

Corresponde a una franja costera, comprende localidades de Freirina. El período libre de heladas es de 12 meses, al igual que el período seco. Presenta limitaciones leves para cultivos como el almendro y el olivo, por falta de frío invernal, mientras que la vid y ciruelo presenta severas limitaciones.

Posee una estación de verano extremadamente seca, no existe período húmedo ni excedente hídrico. Las limitaciones hídricas son severas para cultivos bajo condiciones de secano.

- III Maitencillo:

Franja longitudinal situada en la cordillera de la costa, que recorre desde el centro hasta el límite sur de la III región. El período libre de heladas es de 11 meses (Agosto - Junio), mientras que el período seco dura todo el año. Las horas de frío acumuladas son insuficientes para los cultivos que poseen requerimientos de frío invernal, salvo para el olivo que no presenta limitaciones. No existe excedente hídrico ni período húmedo. Existen limitaciones severas para cultivos de secano.

- IV Vallenar - Estación Margarita:

Área longitudinal que recorre de sur a norte por el sector central de la región. El período libre de heladas es de 11 meses (Agosto - Junio), mientras que el seco se extiende por todo el año. Las temperaturas acumuladas posibilitan satisfacer una amplia gama de cultivos, afectando solamente el período de heladas a cultivos como chirimoyo y papayo. No existe excedente hídrico al igual que período húmedo. Por sus características la agricultura de secano no se incluye.

- VII El tránsito:

Franja longitudinal que recorre toda la región de sur a norte y además entra profundamente hacia el oriente del valle del Río Huasco, El Tránsito y El Carmen. Período libre de heladas de 11 meses (Agosto - Junio), el período seco se extiende durante todo el año. Las temperaturas que posee son aptas para una gran gama de cultivos, mientras que las heladas solo perjudican a cultivos como lúcumo, chirimoyo entre otros. El olivo no presenta limitaciones, principalmente por las horas frío durante invierno. No existe excedente hídrico, ni meses húmedos. No existen condiciones hídricas que permitan cultivos de secano.

- VIII Mina Salitrosa - Agua Amarga:

Se encuentra en el sector de media altura del valle del Río Huasco, desde la Ciudad de Vallenar hacia la Cordillera de los Andes. Existen 4 meses con alto riesgo de existencia de heladas (Mayo - Septiembre), mientras que el período eco se extiende durante todo el año.

Lo que limita a cultivos como el olivo, palto y almendro, mientras que se excluyen otros como el papayo. Otra limitación es la alta temperatura en enero, que afecta a cultivos como cebolla, papa, ajo, entre otros. No existen meses húmedos y no existe excedente hídrico. Las condiciones hídricas excluyen cultivos de secano.

- IX Conay - La Pampa:

Corresponde al sector alto del valle del Río El Tránsito, hasta la localidad de El Portillo, y el sector bajo del valle del Río Conay hasta el pueblo del mismo nombre. Probabilidad de heladas desde mayo a septiembre, presentando limitaciones leves para la vid, y moderadas para el palto. Las temperaturas de verano limita cultivos de cebolla, ajo y papa entre otros. No existe período húmedo ni excedente hídrico. No presenta condiciones para cultivos de secano.

- XVI La Higuera:

Es un sinuoso sector cordillerano que bordea los valles de los Ríos Huasco, El Carmen y Conay. El período libre de heladas es de solo 6 meses, por lo tanto presenta severas restricciones por congelamiento, concentrándose las heladas desde Abril a Septiembre. En cuanto a las temperaturas de verano, solo cultivos como papa, manzano, cerezo, tendrían limitaciones leves. No existe período húmedo, y el período eco se extiende durante todo el año. Ningún mes presenta excedente hídrico. No existen condiciones para agricultura de secano.

- XVIII Cerro Romero - La Puntilla:

Es un sector cordillerano de forma longitudinal, que recorre desde el centro hasta el límite sur de la III región, entre los 2000 y 3500 m.s.n.m. Período libre de heladas es de solo 5 meses (Noviembre - Marzo), debido a esto los frutales subtropicales quedan excluidos, mientras que el olivo y la vid presentan limitaciones severas, y las hortalizas con limitaciones moderadas. El período seco dura todo el año, no existe excedente hídrico. No existen condiciones para cultivos de secano.

- XIX El Chacay:

Pequeño sector cordillerano situado al sur de la III Región, entre los 2000 y 5000 m.s.n.m. El período libre de heladas es de solo 4 meses (Diciembre - Marzo), este factor restringe fuertemente las posibilidades agrícolas en este distrito.
La temperatura máxima de mes más cálido es óptima para una gran gama de cultivos. El período seco se extiende durante todo el año, no existe excedente hídrico. No existen condiciones para cultivos de secano.

- XXIV Río Tres Quebradas:

Corresponde a un pequeño sector cordillerano ubicado al sur este de valle del Río Huasco, en el nacimiento del Río Carmen, desde 2400 a 5500 m.s.n.m. Dada la posición topográfica de cordillera de gran altura la agricultura no es practicable. El período libre de heladas es de 3 meses (Diciembre - Febrero). El período seco es de 11 meses (Julio - Mayo). No hay período húmedo ni excedente hídrico.

- XXVII Alta Cordillera:

Extenso sector cordillerano ubicado en todo el sector oriental de la región, con alturas entre 3000 y 6000 m.s.n.m. Debido a las características climáticas y topográficas, todas las actividades agrícolas quedan excluidas. El período libre de heladas es de 2 meses (15 Diciembre – 15 Febrero). El período seco dura 11 meses (Julio – Mayo). No existe excedente hídrico, ni meses húmedos.

Por otra parte, actualmente se está desarrollando a través del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas CEAZA en co ejecución con el Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA Intihuasi. (ULS-UCN-INIA) el proyecto “Sistema de Gestión Productiva Frutícola para el Valle del Huasco, a Mediano y Largo plazo. Fase I”, el cual pretende proporcionar las herramientas de información necesarias (red Agrometereológica) para poder incrementar las inversiones del sector agrícola en el Valle el Huasco, además de aumentar los niveles de productividad, en rendimientos por hectárea, para los potenciales cultivos, gracias a la información predictiva que se genere en cuanto a clima y suelo se refiere.

Bajo este escenario, lo que se pretende en primer lugar, es generar carpetas de inversión que proporcionen, a potenciales inversionistas, la información técnica y de mercado necesaria, para

orientar a estos, en decisiones de pre inversión y de inversión, de tal manera que se reduzcan los riesgos y los costos de emprender una nueva empresa, fomentanto además la generación de nuevos proyectos en el Valle.

En este sentido, la superficie de impacto que corresponde a 12.000 ha, con este proyecto, podrán ser incrementadas en forma adicional a la tasa de crecimiento proyectada por el PTI-Huasco, de tal manera que la superficie cultivada bajo este escenario serán eventualmente superior para un mismo periodo de evaluación, las cuales según nuestras estimaciones alcanzarían a las 9.182 Ha. al año 2015.

En lo que se refiere a la situación de las propiedades según número y tamaño (TABLA LXVIII), en el Valle del Huasco de un total de 2.082 predios, 558 presentan una superficie inferior a 1 Ha, es decir el 26,8% de los agricultores del Valle tienen superficies de cultivo muy pequeñas. A su vez 1.207 predios tienen superficies entre las 1 y 10 ha, representando un 57,9% de los predios existentes en el Valle. Los predios que presentan superficies entre 10 y 50 ha y valores mayores a las 50 Ha, representan un 10,0% y 5,2 % respectivamente (PROGRAMA SERVICIO PAIS, 2006b) .

Tabla LXVIII.Número y superficie de predios, según su tamaño de hectáreas (ha)

COMUNA		TAMAÑO PREDIO									
		0.1 - 1.0		1.01 - 10.0		10.1 - 50.0		> 50.01		TOTAL	
		Nº Predios	Superficie	Nº Predios	Superficie	Nº Predios	Superficie	Nº Predios	Superficie	Nº Predios	Superficie
Alto del Carmen	INE 1997	284	156,5	688	2.078,7	78	1.552,9	22	307.363,9	1.072	311.152,0
	PTI 2006	641	227,8	715	1.088,7	90	677,5	11	277.2	1.457	2.270,5
	INE 2007	337	188,1	713	2.122,5	71	1.448,1	22	454.744,0	1.143	458.502,7
Vallenar	INE 1997	22	12,9	131	486.5	81	2.267,8	35	228.936,3	269	231.704,3
	PTI 2006	112	19,8	82	92,7	40	327,4	92	4.427,8	326	4.867,7
	INE 2007	146	58,5	283	828,8	85	2.237,4	47	543.547,7	561	546.672,5
Freirina	INE 1997	52	23	70	269,7	29	731,3	16	308.451,2	167	309.431,7
	PTI 2006	93	23,9	93	219,8	42	475,7	7	499,5	235	1.218,9
	INE 2007	53	29,3	84	257	32	694,3	28	585.777,8	197	586.758,4

Huasco	INE 1997	73	26,4	147	563,6	40	788,3	9	9.489,4	269	10.867,7
	PTI 2006	11	5,7	39	100,1	10	107,1	2	153,3	62	366,2
	INE 2007	22	14	127	440,4	20	376,0	12	118.474,8	181	119.305,2
Total Provincia	INE 1997	431	218,8	1.036	3.398,5	228	5.340,3	82	854.240,8	1.777	863.198,4
	PTI 2006	857	277,2	929	1.501,3	182	1.587,7	112	5.357,8	2.080	8.724
	INE 2007	558	289,9	1.207	3.648,7	208	4.755,7	109	1.702.544	2.082	1.711.238

Fuente: INE, 1997, PROGRAMA SERVICIO PAIS, 2006b, INE, 2007.

Al contrastar el porcentaje de predios según su tamaño, con la superficie total que abarcan, se observa una alta subdivisión de la tierra, donde el 26,8% de los agricultores poseen sólo un 0,02% del territorio. Los predios entre 1 y 10 ha, que correspondientes al 57,9% sólo ocupan un 0,2% del territorio, en tanto que el 5,2% de los predios -sobre las 50 Ha.- poseen un 99,5% de la superficie total. La mayoría de estos predios son propiedad de empresarios individuales y grandes empresas que provienen de otros territorios. Así podemos observar una alta concentración de la tierra en muy pocas manos, siendo la generalidad propiedades altamente fragmentadas con un tamaño promedio reducido, acarreando dificultades técnicas y de competitividad agrícola (imposibilidad de acceder a economías de escala, bajo poder de negociación, etc).

La Comuna de Vallenar concentra la mayor superficie de riego, alcanzando un 55,8% del total de la Cuenca del Huasco, pero con solo un 15,7% de los predios de ella. De esta forma en esta comuna se concentran la mayor cantidad de predios mayores a 50 ha (82% del total del Valle) concentrando estos un 91% de la superficie total de predios en Vallenar, situación que contrasta fuertemente con los predios menores a 1 ha, que representan el 34% del total pero que poseen tan solo un 0.4% de la superficie.

Además Vallenar se ha consolidado como el centro urbano mas importantes de la Provincia, desarrollándose en la actualidad procesos de expansión urbana en medio de los suelos agrícolas mas ricos; esta es una situación que preocupa desde el punto de vista productivo y ambiental, debido a que el cambio de uso de suelo en ese caso es irreversible, ocurriendo una perdida de suelo agrícola.

Por último, es importante mencionar que el precio de la tierra (pesos/hectárea), al igual que el agua, ha sufrido un aumento en los últimos años, producto del aumento en la demanda por tierra cultivable. Este proceso, natural de los territorios con un mayor dinamismo agrícola, se ha visto incrementado por la presencia de Agrosuper, quien ha comprado una cantidad importante de tierras, distorsionando el mercado de tierras.

Folio018407

La siguientes tablas presenta a nivel provincial la evolución de los usos de suelos presentes, dando cuenta de la dinámica sufrida en los últimos años en la provincia, en cuanto a la incorporación de nuevos terrenos o de la utilización con cultivos nuevos en reemplazo de los que al año 1997 existían.

Tabla LXXIX. Superficies de Explotaciones Agropecuarias con Tierra por Uso de Suelo (2007)

COMUNA		SUELOS DE CULTIVO			OTROS SUELOS						TOTAL COMUNAL
		Cultivos Anuales y permanentes	Praderas sembradas permanentes y de rotación	En barbecho y descanso	Praderas mejoradas	Praderas naturales	Plantaciones Forestales	Bosques naturales y Montes	De Uso indirecto	Estériles	
Alto del Carmen	INE 1997	1.385	304,0	1.876,0	97	84.539	52	383	80	222.432	311.148,0
	INE 2007	1.845	164,2	1.645,6	154,3	65.272	49,6	380	233,8	363.957	433.701,5
Vallenar	INE 1997	1.268	655	4.191	31	30.950	263	46	234	194.062	231.704,0
	INE 2007	2.464,4	1.500,9	2.088,4	23,2	1.408,5	152,7	100	201,1	533.017	540.956,2
Freirina	INE 1997	500	268	938	0	2.034,0	170	20	24	305.474	309.431,0
	INE 2007	632,6	259,4	914,6	40,7	2.191,6	64,1	0	17,1	582.515,7	586.635,8
Huasco	INE 1997	903	23	742	0	4.614	57	8	22	4.495	10.867,0
	INE 2007	998,4	4,3	97,9	0	476,8	22,6	15	51,9	117.598,6	119.265,5
Total Provincia	INE 1997	4.056,0	1.250,0	7.747,0	128,0	122.265,0	542	457	360,0	726.463	863.150
	INE 2007	5.940,4	1.928,8	4.746,5	218,2	69.348,9	289	495	503,9	1.597.088,3	1.680.559
% Participación	INE 1997	0,47	0,14	0,90	0,01	14,16	0,06	0,05	0,04	84,16	100,0
	INE 2007	0,35	0,11	0,28	0,01	4,13	0,02	0,03	0,03	95,03	100,0

El uso del suelo de tipo agrícola en la cuenca comprende 30.194 Ha equivalentes al 3% de la superficie total, los cuales se presentan principalmente a lo largo del valle del río Huasco aguas abajo de la localidad de Vallenar hasta la desembocadura. Estos terrenos se presentan únicamente en áreas aledañas a las terrazas fluviales de este cauce. En el sector alto del río (nacimiento en la confluencia de los ríos del Tránsito y del Carmen) la superficie de terrenos de agrícolas es muy reducida, sin embargo, se logra desarrollar una pequeña superficie en algunos sectores del río del Tránsito y río Conay, afluente de este último.

Los frutales ocupan la mayor parte de la superficie sembrada de la región. En esta actividad destaca la provincia de Huasco, que posee un 40% del suelo de especies frutales. La mayor superficie la ocupa la uva de mesa, la cual ha experimentado fuertes incrementos en su tecnología y capital.

El olivo es la segunda especie con mayor participación, teniendo gran proyección en la región, dado que las condiciones climáticas permiten una excelente calidad y, por otro lado, la demanda mundial de aceite de oliva ha sido creciente. Las plantaciones de olivos se concentran en la provincia de Huasco, específicamente en las comunas de Huasco y Freirina.
El resto de la producción hortícola, se encuentra en la provincia de Huasco con 824 hectáreas (44%) de superficie destinadas a este rubro en el año 1997, siendo el poroto verde, la arveja, el choclo y el tomate los principales cultivos.

La provincia de Huasco es la que concentra la mayor cantidad de productores pisqueros y la mayor cantidad de superficie plantada, siendo la comuna de Alto del Carmen y Vallenar las que concentran la mayor plantación.

A su vez existen datos en torno a las superficies sembradas por grupo de cultivo de diferentes fuentes y años, lo cual permite visualizar incrementos y variaciones de la producción agrícola presente.

Tabla LXXX: Superficie sembradas o plantadas por grupo de cultivo

COMUNA		GRUPO DE CULTIVO									
		Cereales (Ha)	Chacras(Ha)	Hortalizas (Ha)	Flores (Ha)	Plantas Forrajeras (Ha)	Frutales (Ha)	Viñas y patronales (Ha)	Plantaciones Forestales (Ha)	Otros (Ha)	Total (Ha)
Alto del Carmen	INE 1997	53,1	27,1	204,9	0,6	312,0	740.4	399,1	52,3		1.789,5
	INE 2007	47,4	11,9	71,1	0.1	171,2	1.461,5	305,8	49,6	0.2	2.118,8
Vallenar	INE 1997	160	56,3	436,9	30,5	836,7	274,0	163,0	260,3		2.217.7
	INE 2007	206	242	863,6	24,2	1.588,8	892,6	141,2	148,6	128	4.235,0
Freirina	INE 1997	0,4	14,1	163,4	1,9	325,5	301,5	0,1	170,3		977.2
	INE 2007	0	10.5	39,3	0	259,4	583,9	0	64,1	0	957,2
Huasco	INE 1997	1,6	1,5	19,5	0,3	25,2	906,6	3,3	57,5		1.015.5
	INE 2007	2,9	0	6,2	0	4,8	989,4	0	22,6	0,5	1.026,4
Total Provincial	INE 1997	215,1	99,0	824,7	33,3	1.499,4	2.222,5	565,5	540,4		5.999,9
	INE 2007	256,3	264,4	980,3	24,3	2.024,2	3.927,4	447	284,9	128,7	8.337,4
% Participación	INE 1997	3,59	1,65	13,74	0,55	24,99	37,04	9,43	9,01		100,0%
	INE 2007	3,07	3,17	11,76	0,29	24,28	47,11	5,36	3,42	1,54	100,0%

Fuente: INE, 1997 y 2007.

Al interpretar los datos relacionados con la actividad agrícola es posible caracterizar de manera general zonas al interior de de la cuenca -con superposición de comunas- que dan detalles del tipo de actividad que se esta desarrollando (PROGRAMA SERVICIO PAIS, 2006b):

- Zona Alta: Alto del Carmen

La principal característica de esta zona, donde se encuentra la comuna de Alto del Carmen, es el aumento considerable de cultivos anuales, destacándose la intensa ocupación de superficie cultivable con frutales de exportación (aumento en casi un 97% en una década), disminuyendo en menor medida las viñas y parronales, las cuales sin embargo representan el 68,4% del total provincial. La tradicional producción de vides pisqueras de esta zona ha sido reemplazada por parronales de uva de mesa de exportación. Además es posible observar una notoria disminucion de superficies cultivadas con hortalizas y plantas forrajeras, seguidas de cereales, chacras y praderas sembradas permanentes y de rotación. En cuanto a la diferenciación entre las subcuencas, el Valle del Río Tránsito es el que ha experimentado un gran crecimiento de su

superficie de riego y tecnificación de los sistemas en los ultimos años, debido a sus ventajas comparativas (anchura del valle, orientacion, etc.)

Por otra parte, una alta fracción de la población laboralmente activa se dedica a la agricultura, en particular al cultivo de frutales. Además empresarios de la zona han mencionado que para el período de cosecha y packing se recurre a mano de obra de otras comunas, incluso de comunas que están fuera de este Valle, no existiendo dificultad alguna para contar con los trabajadores requeridos para estas labores.

Con respecto a la estructura de la propiedad de la tierra dedicada, en la actualidad a la actividad agrícola, se puede concluir que esta está bastante concentrada, en donde 22 predios por sobre las 50 Ha. poseen cerca del 99,2% de la superficie total cultivada en dicha comuna (4 productores, con más de 2.000 hectáreas cada uno, concentran el 93%). Por otra parte, sobre el 90% de las explotaciones agrícolas se encuentran en manos de pequeños productores, cada uno de ellos con menos de 10 hectáreas cultivadas, gran parte de las cuales también están dedicadas a frutales.

Se estima que sobre el 40% de la superficie total plantada con viñas y parronales de la III Región se encuentran en esta comuna. Cabe mencionar que la uva explica sobre el 95% de las exportaciones silvoagropecuarias de dicha región (US$ 101 millones FOB- ODEPA).

De esta manera, podemos concluir que el empleo de los factores de producción (tierra, recurso hídrico y mano de obra) y el patrón de especialización de la producción (agrícola y, dentro de ella, uva de mesa de exportación) y comercio (exportaciones) es coherente con las ventajas competitivas de dicha zona, en particular, asociada a la ventaja en clima para este cultivo y a las oportunidades que ofrece un mercado mundial adecuadamente abierto y al cual se accede sin problemas en la actualidad.

Finalmente, una caracteristica particular que se puede observar en esta zona, es el traslado estacional de ganados desde los sectores de pastoreo de piedemonte para el invierno, hasta los pastos de verano de la cordillera de los Andes o “veranadas”, siendo una práctica que se remonta a estrategias adaptativas prehispánicas.

Actualmente, estos patrones de asentamiento estacional, son utilizados por familias de las localidades de Valeriano, Chollay (Quebrada de Pachuy), Los Tambos (quebrada de Colpe) y el Corral, cambiando el animal domesticado por caprinos y bovinos. Esta masa ganadera requiere del mejoramiento y ampliación, ya que la actividad pastoril se ha estado reduciendo sistemáticamente debido a la baja de precios y al abastecimiento reducido a la demanda interna del Huasco Alto. Al practicar ganadería extensiva, requieren de extensas zonas de ocupación, estableciendo tres principales circuitos de trashumancia en el tramo Junta Valeriano - Laguna Grande y Pinte- Los Perales - La Totora - Cazadero

- Zona Media: Vallenar

La Zona media, donde se encuentra la comuna de Vallenar, cuenta con una superficie de 6.116 hectáreas regables donde un 69,2% de dicha superficie se encuentra cultivada. De esta cantidad de superficie, es posible observar el aumento de cultivos anuales y permanentesy de praderas sembradas permanentes y de rotación -cerca de un 94% y 129% respectivamente en la última década- destacándose las hortalizas (tomate, choclo y ají), chacras, frutales (cítricos, paltos y olivos) y plantas forrajeras, con una fuerte orientación al mercado interno, en particular, de la zona norte del país y cuya rentabilidad ha sido fluctuante y, en varios casos decrecientes, en el tiempo. En contraposición ocurre una disminución de superficies de barbecho y descanso y de parderas naturales y plantaciones forestales.

Resulta notable el hecho que esta elevada fracción de la tierra cultivable de esta zona que se encuentra en barbecho y descanso o bien con cultivos anuales de baja rentabilidad se de a pesar de las importantes inversiones que ha materializado el gobierno construyendo el Embalse Santa Juana (1997) que permite asegurar riego a una superficie cercana al 85% de la tierra cultivable de esta zona.

Por otra parte, solo el 9% de la población de dicha comuna es rural. Dicha participación es bastante similar al 7,1% de la fuerza de trabajo que se encuentra ocupada en el sector Agricultura, Caza y Pesca, lo cual resulta ser inferior al 16% y 13,6% de participación de este sector en el empleo a nivel regional y nacional, respectivamente (INE, 2002). Es decir, este sector de actividad económica no tiene una participación relevante, en la actualidad, en la ocupación total de mano de obra en dicha zona.

- Zona Baja: Huasco y Freirina

La Zona Baja, que comprende las comunas de Freirina y Huasco, abarca una superficie de 3.377 hectáreas regables, con una ocupación superior al 50%, en donde, actualmente, se presentan grandes extensiones de la superficie sembrada con frutales (89%), en particular Olivos para aceituna de mesa (coexistencia de huertos modernos y otros mas antiguos con bajos rendimientos y cultivados con escasa tecnología) , y una pequeña fracción costera con plantaciones de Eucaliptos. En la actuliadad han aparecido nuevas plantaciones de olivos, especialmente para aceite, las cuales son regadas en forma tecnificada y con mayores perspectivas de desarrollo.

Respecto de la estructura de la propiedad de la tierra, la superficie se encuentra altamente concentrada en Huasco, donde sobre el 85% de la superficie plantada está en manos de unos pocos productores y altamente atomizada en Freirina, donde el 99% de la superficie se encuentra repartida en más de 140 productores que poseen menos de 1 hectárea cada uno.

En la Comuna de Freirina se concentran un 11,3% del total de los predios agrícolas, abarcando un 14% del total de superficie del Valle del Huasco. En esta comuna se repite lo observado en el Valle en general, un 40% de los predios tienen un tamaño menor a 1 ha y poseen solo el 2% de la superficie comunal, situación similar ocurre con otro 40% de predios que poseen tamaños entre 1.01 y 10 ha, los cuales tienen una superficie total que alcanza el 18%. Situación fuertemente contrastada con el 3% de los predios que poseen un 41% de la superficie total, es decir 7 predios tienen el doble de territorio que los 186 predios con tamaños inferiores a 10 ha.

En la Comuna de Freirina los predios con superficies menores a 10 hectáreas utilizan en un 100% el riego por tendido y de la misma forma que el 100% de las superficies agrícolas en Huasco. De esta forma se observa que en los sectores bajos del Valle, donde priman las plantaciones de olivos, el sistema de riego utilizado en la mayoría de los casos es por tendido.

En esta zona existe una amenaza constante representada por una planta de Pellets de CMPC, cuya contaminación ha ido redundando en que varias de las explotaciones agrícolas en el área de incidencia han ido disminuyendo su rendimiento (producción por hectárea y/o árbol) y calidad a lo largo del tiempo.

Esta zona del Valle, principalmente la comuna de Huasco, se encuentra sólidamente posicionada en el mercado interno de consumo de aceitunas de mesa. A pesar de ello, la revisión de la literatura disponible y las entrevistas con agentes de la zona y con especialistas, sugieren que habría usos más rentables para estos suelos.

Sin embargo, la fuerte tradición de esta zona en los cultivos de aceitunas de mesa y el alto reconocimiento con que esta zona cuenta en los mercados internos de consumo tiene un fuerte impacto en que las actuales investigaciones para lograr la reconversión de las tierras hacia cultivos de mayor rentabilidad. De hecho, estos esfuerzos se orientan al desarrollo de nuevas especies de aceitunas de mesa, algunas de éstas para los mercados externos, y hacia la industrialización de dicho producto, por ejemplo, el procesamiento de aceite de Oliva.

Además, parte importante de la población activa de la zona no depende de la actividad agrícola y existe una infraestructura de almacenamiento y sistemas de distribución que, aún cuando perfeccionable, resultan ser bastante adecuados para el tipo de cultivo de que se trata y el mercado al cual está dirigida principalmente su producción.

Así, podemos concluir que la superficie regable de la zona está razonablemente utilizada, con una alta especialización en la producción de aceituna de mesa para la cual la zona posee adecuado clima, agua y tierra, además de conocimiento productivo, acceso a mercado y reconocimiento.

De esta forma, el alto grado de utilización de tierra cultivable en este cultivo, lo relativamente adecuado que resulta ser la infraestructura de apoyo y comercialización para la aceituna de mesa para el mercado interno (no estando disponible infraestructura adecuada para otras opciones de cultivo), la gran tradición que existe para este cultivo en la zona y el hecho que una alta fracción de la mano de obra está empleada en otras actividades, muchas de las cuales no son agrícolas, hace aconsejable que en esta etapa la concentración del esfuerzo de promoción deba estar más orientada a facilitar los procesos de reconversión agrícola de dichas tierras (y otros factores de producción) que a la promoción de nuevas actividades que, aún cuando de mayor rentabilidad esperada, compitan por los factores escasos de producción con que cuenta esta zona.

Finalmente dentro de los usos determinados es importante visualizar las Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad (TABLA LXXXI), presentes al interior de la cuenca las cuales sin embargo no se encuentran incorporadas al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado, SNASPE.

Tabla LXXXI Áreas de Conservación de la Biodiversidad

NOMBRE DEL SITIO	SUPERFICIE (HA)	CARACTERÍSTICAS DEL ECOSISTEMA
Estuario del Río huasco y Laguna Carrizal Bajo	1.000	Humedal costero y área marina. Alta diversidad de invertebrados, mamíferos y aves marinas. Diversidad de habitats representativos del norte Grande de Chile. Pristinidad media - baja
Zona de proteccion del Río Huasco (PRICOST)	Sin definir	Cause del Río Huasco y terrenos adyacentes correspondientes al plano de inundación.
Laguna Valeriano	2957	Presencia de flora y fauna en algún grado de conservación. Pristinidad alta.
Laguna Grande	5865	Presencia de flora y fauna en algún grado de conservación. Pristinidad alta.

11.5. PROCESOS CONTAMINANTES

Respecto a los impactos que las diferentes actividades productivas podrían estar produciendo en los cursos de agua superficiales y subterraneas al interior de la cuenca -principalmente descargas- se suelen distinguir dos tipos de procesos: Los puntuales que afectan zonas muy localizadas en forma intensa, diluyéndose con la distancia, y los difusos que provocan contaminación dispersa en zonas amplias, en la que se hace dificil identificar un foco principal.

Las actividades que suelen provocar contaminación puntual son:

- Lixiviados de vertederos de residuos orgánicos y fugas de agua residuales que infiltran en el terreno.
- Lixiviados de vertederos industriales, de relaves de minas, depósitos de residuostóxicos mal aislados, gasolineras con fugas en sus depósitos de combustible, etc.
- Pozos sépticos y acumulaciones de purines procedentes de parcelas y fundos.

La contaminación difusa, por su parte, suele estar provocada por:

- Uso excesivo de fertilizantes y pesticidas en la agricultura.
- Explotación excesiva de los auíferos que facilita el que las aguas salinas invandan la zona de agua dulce, por desplazamiento de la interfase entre los dos tipos de agua.

Este tipo de contaminación puede provocar situaciones especialmente preocupantes como problemas con los acuíferos debido a la concentración de nitratos e invasión de agua salada, desarrollándose en zonas muy extensas.

En cuanto a las actividades desarrolladas en la cuenca y que podrían presentar impactos en torno al recurso hídrico es posible identificar las siguientes:

- Descargas de Aguas Servidas.

Del total de población urbana estimada para la cuenca (53.664 habitantes según Censo 2002) un 99% posee servicios de agua potable y alcantarillado a través de la empresa Aguas Chañar S.A. En cuanto al tratamiento que se le da a las aguas, solo la ciudad de Vallenar posee un porcentaje importante en el tratamiento de sus aguas servidas (98,5%) a través de lagunas de aireación. La comuna de Freirina dispone sus aguas en lagunas de estabilización, y la comuna de Huasco no trata sus aguas servidas. Las descargas de aguas servidas sin tratamiento,

representan fuentes de contaminación para los cuerpos receptores, deteriorando la calidad del agua de riego.

En la Tabla LXXXII se muestran los caudales de descargas de aguas servidas municipales y los cuerpos receptores de ellas:

Tabla LXXXII Descargas de aguas servidas municipales en cuenca del Río Huasco

COMUNA	CIUDAD	CAUDAL DE DESCARGA (L/S)	CUERPO RECEPTOR	PLANTA DE TRATAMIENTO
Alto del Carmen	Alto del Carmen	8.4	Río del Carmen	
	San Félix		Río del Carmen	
	El Tránsito		Río del Tránsito	
Vallenar	Vallenar	91.15	Río Huasco	X
Freirina	Freirina	6.02	Río Huasco	X
Huasco	Huasco	11.19	Océano	
	Huasco Bajo		Río Huasco	

Fuente: GCF Ingenieros Consultores Ltda., 2005

Por otra parte, la población rural del Valle (12.827 habitantes según Censo 2002), no cuenta con sistemas de alcantarillado, por lo que las aguas descargadas no reciben tratamiento, siendo los sistemas mas utilizados el pozo negro y fosa séptica, lo cual incidiría en las condiciones sanitarias de la población y la potencial contaminación de los acuíferos subterráneos.

- Actividad Agrícola.

La actividad agrícola puede contaminar de forma difusa -contaminación de las aguas procedente de fuentes no localizadas, es decir resultado de un amplio grupo de actividades humanas en las que los contaminantes no tienen un punto claro de ingreso en los cursos de agua que los reciben-, tanto las aguas superficiales como subterráneas. Este problema se puede producir por un uso excesivo de fertilizantes y pesticidas, así como por el tipo de producto utilizado y sus características.

En cuanto al uso de fertilizantes -especialmente químicos- este tipo de insumo es ampliamente utilizado en el área de estudio, como muestra la siguiente tabla:

Tabla Nº LXXXIII: Uso de Fertilizantes, segun tamaño predial

COMUNA	ESTRATO DE TAMAÑO	TIPO DE FERTILIZANTE							
		QUIMICOS		ORGANICOS		NO APLICA		TOTAL	
		Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%
Alto del Carmen	< 1 Ha.	1	33,3	1	33,3	1	33,3	3	100,0
	1 – 10 Ha.	4	80,0	1	20,0			5	100,0
	10 – 50 Ha.	3	75,0	1	25,0			4	100,0
	>50 Ha.	1	50,0	1	50,0			2	100,0
	TOTAL	9	64,3	4	28,6	1	7,1	14	100,0
Vallenar	< 1 Ha.	2	50,0	2	50,0			4	100,0
	1 – 10 Ha.	1	50,0	1	50,0			2	100,0
	10 – 50 Ha.	3	75,0	1	25,0			4	100,0
	>50 Ha.	9	64,3	4	28,6	1	7,1	14	100,0
	TOTAL	15	62,5	8	33,3	1	4,2	24	100,0
Freirina	< 1 Ha.			1	100,0			1	100,0
	1 – 10 Ha.	1	50,0	1	50,0			2	100,0
	10 – 50 Ha.	1	50,0	1	50,0			2	100,0
	>50 Ha.	1	33,3	2	66,7			3	100,0
	TOTAL	3	37,5	5	62,5			8	100,0
Huasco	< 1 Ha.			1	100,0			1	100,0
	1 – 10 Ha.	2	66,7	1	33,3			3	100,0
	10 – 50 Ha.	1	100,0					1	100,0
	>50 Ha.	1	50,0			1	50,0	2	100,0
	TOTAL	4	57,1	2	28,6	1	14,3	7	100,0

Fuente: GCF INGENIEROS CONSULTORES, 2005

Respecto a estos datos es importante mencionar que para el caso de la comuna de Freirina el uso de fertilizantes orgánicos (guano de cabra) supera el uso de los químicos.

En cuanto a la clasificación general de fertilizantes, estos se subdividen esencialmente en nitrogenados, fosfatados y potásicos, siendo el principal problema que afecta a las aguas subterráneas la concentración de nitratos, provenientes principalmente del empleo de abonos inorgánicos.

La siguiente tabla, muestra el tipo de fertilizante utilizado segun tipo de cultivo, estableciendo su composición porcentual de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Tabla LXXXIV. Uso de Fertilizantes, según tipo de cultivo

COMUNA	ESTRATO DE TAMAÑO	ESPECIE	NOMBRE COMERCIAL	COMPOSICIÓN PORCENTUAL (%)		
				N	P	K
Alto del Carmen	< 1 Ha.	Alfalfa	Urea	46,0		
		Pradera natural	Guano	2,5	1,2	2,6
	1 – 10 Ha.	Uva de mesa	Urea Sulfato de K Nitrato de K	46,0 13,5		 50,0 45,0
		Vid pisquera	Urea SFT Salitre K	46,0 15,0	47,0	 14,0
	10 – 50 Ha.	Uva de mesa	Sulfato de K Nitrato de K	 13,5		50,0 45,0
		Cítricos	Urea Nitrato de K	46,0 13,5		 45,0
		Palto	Guano	2,5	1,2	2,6
	>50 Ha.	Uva de mesa	Nitrato de K Sulfato de K	13,5		45,0 50,0
Vallenar	< 1 Ha.	Maíz Palto	Urea Urea	46,0 46,0		
	1 – 10 Ha.	Palto	Guano	2,5	1,2	2,6
	10 – 50 Ha.	Vid pisquera	Urea	46,0		
		Uva de mesa	Nitrato de K Sulfato de K	13,5		45,0 50,0
		Palto	Guano	2,5	1,2	2,6
		Trigo	Urea	46,0		
	>50 Ha	Poroto granado	Urea	46,0		
		Poroto verde	Comercial Urea SFT	11,0 46,0	52,0 47,0	
		Palto	Urea	46,0		
		Arveja verde	Urea SFT Nitrato de K Fosfato Diamónico	46,0 13,5 11,0	 47,0 52,0	 45,0
		Uva de mesa	Sulfato de K			50,0
		Trigo	Urea	46,0		
		Tomate	Urea Nitrato de K Fosfato Diamónico	46,0 13,5 11,0	 52,0	 45,0
Freirina	< 1 Ha.	Olivo	Guano	2,5	1,2	2,6
	1 – 10 Ha.	Olivo	Urea Guano	4,6 2,5	 1,2	 2,6
	10 – 50 Ha.	Olivo	Urea	46,0		
	>50 Ha.	Olivo	Nitrato de K Guano	13,5 2,5	 1,2	45,0 2,6
Huasco	< 1 Ha.	Olivo	Urea Guano	4,6 2,5	 1,2	 2,6
	1 – 10 Ha.	Olivo	Urea Sulfato de K SFT	4,6	 47,0	 50,0

			Guano	2,5	1,2	2,6
	10 – 50 Ha.	Olivo	Urea Sulfato de K	46,0		50,0
	>50 Ha.	Olivo	Urea Sulfato de K	46,0		50,0

Fuente: GCF INGENIEROS CONSULTORES, 2005

Como se aprecia en la tabla anterior, el principal compuesto que podría afectar las napas subterráneas corresponde al N contenido en fertilizantes inorganicos, esencialmente constituidos por aplicación de urea y mezclas de NPK. En cuanto a los compuestos orgánicos (guano) si bien su presencia es importante, los procesos de mineralización limitan su acceso al agua subterránea.

El *"Estudio de Calidad de Agua Subterráneas en las Cuencas Huasco y Mataquito"*, simuló la situación existente para el Nitrógeno, encontrándose que altas concentraciones alcanzan profundidades de hasta 3,5 mts., por lo que en las cercanías del río Huasco, podría producirse contaminación del agua subterránea por este elemento.

En cuanto a los efectos que el uso de fertilizantes podría causar en el recurso hídrico es posible observar:

- Proliferación de bacterias del suelo que consumen el nitrógeno disponible, aumentando la necesidad de fertilizantes nitrogenados.
- Transformación de las propiedades físicas del suelo, incrementando la lixiviación de sustancias nitrogenadas, deteriorando la calidad del humus.
- Los compuestos de fósforo presentan una movilidad muy reducida y son rápidamente fijados o absorbidos por los compuestos del suelo.

Finalmente la siguiente tabla muestra la utlización de pesticidas, al interior de la cuenca, pudiendo estos clasificarse en productos Conservativos y No Conservativos, correspondiendo los primeros esencialmente a productos inorgánicos, cuya estructura química se mantiene a lo largo del tiempo a pesar de su interacción con los materiales del medio, y que debido a la alta concentración de arcillas y/o materia orgánica y la formación de complejos insolubles pueden ser fijados o retrasado su avance.

Tabla LXXXV. Uso de Pesticidas, según tipo de cultivo

COMUNA	ESTRATO DE TAMAÑO	ESPECIE	NOMBRE COMERCIAL	CLASIFICACIÓN	TOXICIDAD
Vallenar	1 – 10 Ha.	Uva de mesa	Acido giberélico Bayletón 25 WP	Fitorregulador Fungicida	Ninguna Ninguna
		Vid pisquera	Roundup Success	Herbicida Insecticida	Leve Leve
	10 – 50 Ha.	Uva de mesa	Roundup Success Acido giberélico Swift Cyanamida Lannate	Herbicida Insecticida Fitorregulador Fungicida Fitorregulador Insecticida	Leve Leve Ninguna Leve Moderada Alta
		Cítricos	Lannate	Insecticida	Alta
	>50 Ha.	Uva de mesa	Acido giberélico Lannate Noble	Fitorregulador Insecticida Fungicida	Ninguna Alta Ninguna
	10 – 50 Ha.	Vid pisquera	Azufre mojable Dimetoato	Fungicida Insecticida	Leve Moderada
		Uva de mesa	Azufre mojable Noble Cyanamida Acido giberélico Success	Fungicida Fungicida Fitorregulador Fitorregulador Insecticida	Leve Ninguna Moderdada Ninguna Leve
		Palto	Glifosato	Herbicida	Leve
		Trigo	Halmark 75 Ec MCPA	Insecticida Herbicida	Moderada Moderada
	>50 Ha	Poroto granado	MTD 600 Tamarón 600	Insecticida Insecticida	Muy Alta Muy Alta
		Poroto verde	Neres 50 WP	Insecticida	Moderada
		Palto	Roundup	Herbicida	Leve
		Arveja verde	MTD 600 Neres 50 WP Azufre mojable	Insecticida Insecticida Fungicida	Muy Alta Moderada Leve
		Uva de mesa	Noble Success Cyanamida	Fungicida Insecticida Fitorregulador	Ninguna Leve Moderada
		Trigo	MCPA	Herbicida	Moderada
		Tomate	Neres 50 WP MTD 600	Insecticida Insecticida	Moderada Muy Alta
Freirina	1 – 10 Ha.	Olivo	Roundup	Herbicida	Leve
Huasco	1 – 10 Ha.	Olivo	Roundup	Herbicida	Leve
		Chirimoyo	Roundup	Herbicida	Leve
	10 – 50 Ha.	Olivo	Roundup	Herbicida	Leve
	>50 Ha.	Olivo	Roundup	Herbicida	Leve

Fuente: GCF INGENIEROS CONSULTORES, 2005

De los pesticidas utilizados en el Valle del Huasco, los que presentan un nivel de toxicidad más alto, son los insecticidas: Lannate (utilizado en uva de mesa y cítricos), MTD 600 (poroto granado, arveja verde, tomate) y Tamarón 600 (poroto granado), los cuales al ser utilizados en aplicaciones en zonas cercanas al río, podría generarse peligro de contaminación al tener niveles freáticos con pocas profundidades (GCF INGENIEROS CONSULTORES 2005).

- Residuos Industriales Líquidos (Riles).

Las actividades industriales que podrían participar eventualmente en la contaminación de las aguas del Río Huasco, son las siguientes: extracción de minerales metálicos -asociadas a la extracción de cobre y en menor proporción al oro-, elaboración y envasado de frutas, fabricación de destilados, secado de algas marinas, fabricación de bloques de cemento, distribución y producción de energía eléctrica y procesamiento de metales.

De estas actividades, la agroindustria y la extracción minera son las que actualmente presentan mayor presencia en la cuenca. En el primer caso esta actividad se desarrolla en zonas rurales, en donde su período productivo es estacional, por lo cual sus descargas contaminantes se restringen en cierto período del año.

En el caso de la actividad minera, no existe una información completa que incluya la totalidad de las compañías mineras y sus faenas asociadas, la caracterización de las descargas (concentraciones), el punto de descarga, ni el tipo de ella (si es directa o indirecta, descarga al río o alcantarillado). Sin embargo esta actividad se desarrollaría en zonas alejadas del río Huasco, considerándose solo la Planta de ENAMI la cual posee un tranque de relave (grandes extensiones cubiertas por pilas de lixiviación) y los proyectos asociados a la Alta cordillera.

Los posibles impactos en la calidad de las aguas asociados a estos proyectos (Arroyo Blanco, Proyecto el Encierro y Pascua de laCompañía Minera Barrick Chile y Nevada S.A., Proyecto Minero El Morro de la Compañía Minera Noranda) es la generación de aguas ácidas, más conocido como el drenaje ácido de minas, lo cual pone en riesgo la calidad de agua que riega el valle, el deterioro y degradación de los recursos paisajísticos, y escasez de recursos hídricos.

Folio018423

Para evaluar la contaminación potencial, en el *"Estudio de Calidad de Agua Subterráneas en las Cuencas Huasco y Mataquito"* se realizó una serie de encuestas a un número representativo de empresas, obteniendo que solo el 40% de esas industrias efectuaban algún tratamiento a sus descargas, sin entregar antecedentes sobre la eficiencia de este proceso. La mayoría de esas industrias presentan fosas sépticas y pozos absorbentes para la disposición de los RILES y aguas servidas. (GCF INGENIEROS CONSULTORES, 2005).

Según los datos anteriormente señalados la calidad del recurso hídrico en la actualidad, se ve afectada por una serie de actividades que realiza la población que habita a lo largo de la cuenca, de ellas las principales son: Las descargas de los desagües, que van directo al río Huasco, al no contar con plantas de tratamiento de aguas servidas; una segunda actividad es la minera, de las cuales no existen registros de las descargas que efectúan (DGA, 2004), presentándose faenas mineras en las ciudades de Alto del Carmen, Vallenar, Freirina y Huasco; la tercera actividad que influye en la calidad del recurso hídrico existente es la agricultura.

En cuanto a sistemas de monitoreo existentes la Dirección general de Aguas (DGA) mantiene en funcionamiento 3 estaciones de medición de la calidad de las aguas: Del Carmen en Ramadillas; Huasco en Punta Panamericana; y Huasco en Huasco bajo (Tabla LXXXVI).

Tabla LXXXVI: Estaciones y registro de monitoreo (DGA)

CUENCA	CUERPOS DE AGUA	MEDICIÓN DE CAUDAL	Nº PARÁMETROS MEDIDOS	Nº PARÁMETROS MEDIDOS EN INSTRUCTIVO	PERIODO DE REGISTRO	N º DE REGISTROS
Río Huasco	En Algodones (*)	X	14	8	1980-1984	7
	En Huasco Bajo		31	21	1986-2002	49
	En Puente Nicolasa (*)	X	15	9	1980-1984	5
	En Puente Panamericana		33	21	1990-2002	46
	En Santa Juana (*)	X	15	9	1980-1984	8
Río del Carmen	Antes Río del Tránsito (*)		31	20	1980-1997	3
	En Ramadillas		32	21	1986-2002	51
Río Conay	En Las Lozas		31	21	1985-2002	52
Río del Tránsito	Antes Río del Carmen	X	33	21	1980-2002	60

Folio018424

PARÁMETROS MEDIDOS INSTRUCTIVO			
• Indicadores físico-químicos	X	• Orgánicos plaguicidas	
• Inorgánicos		• Microbiológicos	
• Metales esenciales	X	• Orgánicos	
• Metales no esenciales	X	• Otros parámetros no normados	X

Los resultados que nos sirven para el análisis de la calidad del agua de riego corresponden a los tomados en la Estación Huasco en Punta Panamericana.

Durante la primavera del año 2003, la DGA realizo un muestreo puntual de la calidad de las aguas, para completar algunos datos con los cuales no se contaban, de ellos al cuadro precedente se incorporo el de Sólidos Totales Disueltos, los cuales inciden en el riesgo de salinización, principalmente en cultivos intensivos (Tabla LXXXVII)

Tabla LXXXVIII. Calidad del Agua del Río Huasco para su Uso en el Riego de Cultivos

RIESGO ASOCIADO	Nº	ELEMENTO	MEDICIÓN	ESTACIÓN DGA NIVEL MAS ALTO	GRADO DE RESTRICCIÓN
Salinización (cultivos intensivos)	1	Conductividad Eléctrica (C.E)	623 a 3.700	Río Huasco en Huasco bajo	Clase 1 a sobre 3
	3	Sodificación; sodio (meq/lt)			
		Sólidos totales disueltos	344 a 1.131 mg/lt		Bajo a Severo
Deterioro de la permeabilidad del suelo	1	Relación de Absorción de Sodio (RAS)	3,0 a 5,6	Río Huasco en Huasco bajo	Bajo
	2	Conductividad Eléctrica (C.E)	623 a 3.700		Clase 1 a sobre 3
	3	Sólidos totales disueltos	344 a 1.131 mg/lt		Bajo a Alto
	1	Relación de Absorción de Sodio (RAS)	3,0 a 5,6		Bajo
	2	Cloruros	70,1 a 615,4 mg/lt		De Bajo a Alto
	3	Sulfatos	142 a 852 mg/lt		No constituye obstáculos
	4	Boro	1,13 a 2 mg/lt		Bajo
	5	Cobre	16 a 60	Río Conay en Las Lozas	Clase 2
	6	Cromo	12 a 30 mg/lt	Río del Carmen en Ramadillas	No constituye Obstáculo
	7	Hierro	0,17 a 9,46 mg/lt		De bajo a alto
	8	Manganeso	0,07 a 0,94 mg/lt		Ninguno
	9	Molibdeno	0,02 mg/lt	Río del Carmen en Ramadillas	Alto
	10	Zinc	0,1 mg/lt		Ninguno
	11	Aluminio	0,4 a 9,4 mg/lt		De ninguno a Alto
	12	Amonio	Menos de 0,01	Todas las estaciones.	Ninguno
	13	pH	7,6 a 8,1		Bajo

	14	Fluoruro	0,4 a 0,5	Río Huasco en Panamericana	Ninguno
Toxicidad por absorción Foliar de Sodio y Cloruros en aspersión	1	Sodio (mg/lt)	No hay registros		
	2	Cloruros	70,1 a 615,4 mg/lt	Río Huasco en Huasco bajo	De Bajo a Alto
Riesgo de taponamiento de goteros y mangueras	1	Hierro	0,17 a 9,46 mg/lt	Río del Carmen en Ramadillas	De bajo a Severo
	2	Manganeso	0,07 a 0,94 mg/lt		Ninguno
Riesgo de Corrosión de las tuberías y Bombas		pH	7,8 a 8,1	Todas las estaciones	Ninguno
		Índice de Lengelier	No hay antecedentes		
		Índice de Ryznar	No hay antecedentes		

Fuente: DGA, 2003

Por otra parte según el "Estudio de Calidad de Aguas Subterráneas en las Cuencas de Huasco y Mataquito" (GCF Ingenieros Consultores Ltda. 2005), solo algunos parámetros medidos en las aguas subterráneas, superan los limites de la Norma de Agua para Riego NCh Nº 1333 y la recomendación para las Normas de Calidad Secundaria de CONAMA. Los parámetros excedidos son los siguientes:

- Respecto de la norma Nº 1333: Boro, Cloruro, %Sodio, Sulfato, Hierro y Manganeso.
- Respecto a la guía sobre normas secundarias (clase 2 de calidad): Conductividad eléctrica (CE), Aluminio y RAS (Razón de Absorción de Sodio).

A continuación se muestra la Tabla LXXXIX elaborada con los monitoreos realizados por el Estudio antes mencionado en los meses de marzo, mayo y septiembre de 2005. Se consideran solo los parámetros que sobrepasaron la norma en alguna de las estaciones, dándose como referencia el mayor valor obtenido en campaña.

Tabla LXXXIX: Valores de concentración de parámetros sobre la calidad de agua subterránea

ESTACIÓN	PARÁMETRO					
	Boro (mg/l)	Cloruros (mg/l)	% Sodio (%)	Sulfatos (mg/l)	Conductividad (uS/cm)	*Ras
Nch 1333	0.75	200	35	250		
Clase 2	0.75	150		500	1.500	6
Huasco Bajo		629.0	39.3	723	2.990	
Maitencillo	2.42	384.0	60.1	921	2880	
Buena Esperanza	2.00		68.6	1013	2220	
Perales		230.0	65.1	666	1729	6.9

Puente Huasco	1.84		55.8	841	1770	
Vallenar			44.2			
Chañar Blanco				264		
Alto del Carmen				320		
La Vega				293		
El Tránsito						

Ras: Razón absorción de sodio

Un hecho importante que se observa, es la tendencia natural de salinización de las aguas en el sentido del flujo, esto producto de la interacción con el medio, tendencia observada por la CE y por las sales de Cloruro y Sulfato.

Particularmente en el caso del Aluminio, su concentración supera el limite de referencia de la guía para normas secundarias (0.1 mg/l), pero este valor debe ser adaptado a la realidad de cada sector, por lo que seria más real el limite señalado por la NCh 1333, que tiene como limite 5 mg/l, ya que el aluminio es uno de los metales mas comunes en forma natural en la tierra.

La presencia de Boro (≤ 2 mg/l) en el agua superficial y subterránea, se debe a la condición geológica natural de la cuenca, compuesta por rocas ígneas y sedimentarias de origen volcánico. Por consiguiente, en el Valle existe una tendencia natural de salinización de las aguas (por parámetros CE), propia de zonas áridas y al uso y re uso que se hace del agua.

Finalmente los autores mencionan que en el Valle del Huasco, no se ha detectado presencia de contaminación de origen antrópica, en las aguas subterráneas.

De acuerdo a la legislación chilena, las clases de calidad del agua se definen de la siguiente manera (CONAMA, 2004):

- Excepcional: Agua de mejor calidad que la clase 1, que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República.
- Clase 1: Muy buena calidad. Agua adecuada para la protección y conservación de las comunidades acuáticas, para el riego irrestricto y para los usos comprendidos en la clase 2 y 3.
- Clase 2: Buena calidad. Agua adecuada para el desarrollo de la acuicultura, de la pesca deportiva y recreativa, y para los usos comprendidos en la clase 3.
- Clase 3: Regular calidad. Agua adecuada para bebida de animales y para riego restringido.

XI. Analisis Costo - Beneficio

En este capitulo se presenta un análisis cualitativo de la relación costo – beneficio acumulativo asociado al proyecto, este análisis resume los beneficios económicos, sociales y ambientales con relación a los costos económicos, sociales y ambientales que afectan los medios físicos biológicos, socioeconómicos y de interés humano, durante la ejecución de este estudio.

11.1 Costos Asociados

Los costos asociados al Proyecto se pueden clasificar en temporales y permanentes.

11.2 Beneficios Asociados

Los beneficios asociados al desarrollo y puesta en operación del proyecto están asociados a la inclusión de la política ambiental como parte del diseño del mismo del proyecto, cuidándose en todo momento de minimizar los efectos al ambiente y favorecer el desarrollo social y económico de la zona, mejorando la calidad de vida de la población.

11.3 Evaluación Costo - Beneficio

El costo beneficio del proyecto se ha desarrollado evaluando las medidas de mitigacion y el plan de manejo de los recursos hídricos, para minimizar o neutralizar los impactos adversos que pudieran afectar los elementos específicos de los ambientes físicos, biológicos y de interés humano.

La evaluación se ha llevado a cabo en forma cualitativa, debido a que existen dificultades en la cuantificación monetaria del costo y del beneficio que se pueda tener sobre el ambiente biológico, socioeconómico y de interés humano. En estos aspectos nada es absoluto, pudiéndose valorar solo de manera subjetiva e incierta.

La evaluación acumulativa se llevo a cabo desarrollando una matriz de interacción cualitativa de los costos y beneficios del proyecto, relacionando los elementos hídricos que se podrían ve

afectados, con las medidas ambientales se llevaran a cabo en cada una de las actividades que forman parte de este proyecto.

Se asignaron valores de interacción: positivo (+), si la consecuencia es un beneficio y negativo (-) si la consecuencia es un costo.

Inicialmente evaluaremos la Flora y Fauna de la cuenca del Río Huasco, donde podemos encontrar las más diversas especies, podemos mencionar que las aves (+) presentes en la cuenca representan un 36% del total país, en cuanto a los mamíferos (+-), podemos mencionar que existe una variada gama de especies entre las cuales están la vizcacha y el guanaco que se encuentran en peligro de extinción.

En cuanto a la flora existente en toda la cuenca del río, esta representa un 13,5% del total país, con las más diversas especies y los anfibios presentes en la comuna presentan un 100% de problemas de conservación según la Ley de Caza.

Se evaluó la interacción entre los elementos geográficos y recursos naturales e hídricos de la cuenca del Río Huasco. Como se puede apreciar se presenta un costo (-) en varios puntos y también algunos beneficios (+).

La evaluación costo/beneficio se baso en la necesidad de demostrar que las medidas ambientales que forman parte del proyecto contribuirán a compensar los impactos (costos) que fueron identificados en los elementos ambientales.

Tal como se muestra en la Tabla Nº 2, el punto en estudio del Recurso Hídrico, en infraestructura y manejo en los distintas secciones del Río presenta la mayor cantidad de costos (-), pero a su vez estos serán compensados al ejecutarse las medidas de control por parte de la junta de vigilancia.

El costo (-) ambiental esta dado por la reconversión del uso del suelo agrícola por la migración de habitantes urbanos a sectores netamente agrícolas, además, otro costo será el impacto de los mega proyectos que se están instalando en la zona de la cuenca del Río Huasco. Los estudios adicionales son los beneficios ambientales que se adoptaran para mitigar los impactos.

Si bien es cierto que se modificara la topografía original, se debe considerar que la nueva infraestructura establecerá un paisaje que contrastara con lo desértico del antiguo paisaje.

La cantidad y calidad de agua de la zona de la cuenca del Río Huasco estarán garantizadas en la medida que se implemente un mayor control como se pretende por parte de los regantes y el uso adecuado del agua, esto con la reparación de los canales y la adecuada infraestructura hídrica.

El costo ambiental sobre la capacidad de uso de suelos y agua será minimizada por la forestación de algunos sectores con producción agrícola y por ende generación de trabajo.

El costo (-) del recurso hídrico se ve afectada por una serie de actividades, minería, uso de plaguicidas en la agricultura y descarga de aguas servidas al curso del río. Otro factor importante es el factor contaminante de nitrógeno, que se ha encontrado en profundidades de 3.5 metros por lo que esta agua subterráneas podrían contaminar las aguas del Río Huasco

Tabla 1. Matriz Costo – Beneficio del Proyecto

	Aves Acuáticas	Aves Terrestres	Mamíferos	Flora	Peces	Anfibios	Recurso Hídrico	
Biodiversidad de la Cuenca								
Sector Andino								
Laguna Grande	+	+	+-	+		-	+	
Laguna Chica	+	+	+-	+		-	+	
Laguna Valeriana	+	+	+-	+		-	+	
Sector Medio								
Comuna Alto del Carmen	+	+	+	+		-	+	
Sector Bajo								
Junta del Carmen	+	+	+	+		-	+	
Desembocadura Río huasco	+	+	+	+	+	-	+	

Tabla 2. Matriz Costo Benficio

	Recursos hídricos	Recursos naturales	Recursos económicos	Modificación superficie	Calidad agua	Uso de suelos	Hábitat flora y fauna	Asentamientos humanos
Antecedentes Geográficos								
Ocupación Regional	-							
Ocupación cuenca río Huasco	+	+	+				+	+
Elementos climáticos	+	+	+			+		+
Antecedentes geomorfológicos								
Cordillera de Los Andes		+	+			-	+	
Llanos de sedimentación (Fondos del Valle)	+	+	+		+	+		
Cordillera de la Costa	+-				+	-	+-	
Planicies litorales								
Hidrografía								
Ríos El Carmen y El Transito	+	+	+	+-	+	-	+	+
Río Huasco	+		+	+	+		+	+
Clima								
Vallenar – Costa desérticos con nublados						+	+	+
Vallenar – Interior desértico normal							+	+
Suelos								
Sector preandino					-	-	-	
Suelos aluviales	-	-		-	-	-		
Suelos de terraza posición alta	+	+			+	+	+	+
Suelos de terraza intermedias	+	+	+		+	+	+	+

Folio018431

	Recursos hídricos	Recursos naturales	Recursos económicos	Modificación superficie	Calidad agua	Uso de suelos	Hábitat flora y fauna	Asentamientos humanos	Regulación hídrica	Infraestructura hídrica	Concentración acciones de	Perdida de	Canales en mal estado	Recursos hídricos
Caracterización Económica de la Cuenca														
Recurso Hídrico (agricultura)*		+	+		+	-	+	+	-					
Recurso Hídrico (actividades industriales y mineras)*	+	+	+	-				+	+					-
Río El Carmen					+		+	+	+					
Río El Transito					+		+	+	+					
Río Huasco entre La Junta y carretera 5 norte Vallenar					+		+	+	+					
Río Huasco entre Carretera 5 norte Vallenar y el mar					+		+	+	+					
Limites administrativos secciones Río Huasco														
I Sección									+					
II Sección									+					
III Sección**	+									+	-		-	
IV Sección									+				-	
Recursos hídricos														
Construcción Embalse Santa Juana	+		+		+		+	+	+	+				
Ineficiente diseño de red de canales												-		
Falta de mantención y reparación de los canales												-		
Falta de incorporación de riego tecnificado												-		
Inadecuado sistema de reparto de agua												-		
Falta de capacidades (técnicas, económicas, profesionales y de organización) en regantes												-		
Falta de instancias de cooperación publica Suelos aluviales												-		
Agua utilizada para riego***												-		
Suministro de Agua potable		+			+			+						+

Folio018432

	Recursos hídricos	Recursos naturales	Recursos económicos	Modificación superficie	Calidad agua	Uso de suelos	Hábitat flora y fauna	Asentamientos humanos	Regulación hídrica	Infraestructura hídrica	Concentración acciones de agua	Perdida de agua	Canales en mal estado	Recursos hídricos subterráneos
Caracterización Económica de la Cuenca														
Recurso Hídrico (agricultura)*		+	+		+	-	+	+	-					
Recurso Hídrico (actividades industriales y mineras)*	+	+	+	-				+	+					-
Río El Carmen					+		+	+	+					
Río El Transito					+		+	+	+					
Río Huasco entre La Junta y carretera 5 norte Vallenar					+		+	+	+					
Río Huasco entre Carretera 5 norte Vallenar y el mar					+		+	+	+					
Limites administrativos secciones Río Huasco														
I Sección									+					
II Sección									+					
III Sección**	+									+	-		-	
IV Sección									+				-	
Recursos hídricos														
Construcción Embalse Santa Juana	+		+		+		+	+	+	+				
Ineficiente diseño de red de canales												-		
Falta de mantención y reparación de los canales												-		
Falta de incorporación de riego tecnificado												-		
Inadecuado sistema de reparto de agua												-		
Falta de capacidades (técnicas, económicas, profesionales y de organización) en regantes												-		
Falta de instancias de cooperación publica Suelos aluviales												-		
Agua utilizada para riego***												-		
Suministro de Agua potable		+			+			+						+

Folio018433

	Recursos hídricos	Recursos naturales	Recursos económicos	Modificación superficie	Calidad agua	Uso de suelos	Hábitat flora y fauna	Asentamientos humanos	Regulación hídrica	Infraestructura hídrica	Concentración acciones de agua	Perdida de agua	Canales en mal estado	Recursos hídricos subterráneos
Caracterización Económica de la Cuenca														
Recurso Hídrico (agricultura)*		+	+		+	-	+	+	-					
Recurso Hídrico (actividades industriales y mineras)*	+	+	+	-				+	+					-
Río El Carmen					+		+	+	+					
Río El Transito					+		+	+	+					
Río Huasco entre La Junta y carretera 5 norte Vallenar					+		+	+	+					
Río Huasco entre Carretera 5 norte Vallenar y el mar					+		+	+	+					
Limites administrativos secciones Río Huasco														
I Sección									+					
II Sección									+					
III Sección **	+									+	-		-	
IV Sección									+				-	
Recursos hídricos														
Construcción Embalse Santa Juana	+		+		+		+	+	+	+				
Ineficiente diseño de red de canales												-		
Falta de mantención y reparación de los canales												-		
Falta de incorporación de riego tecnificado												-		
Inadecuado sistema de reparto de agua												-		
Falta de capacidades (técnicas, económicas, profesionales y de organización) en regantes												-		
Falta de instancias de cooperación publica Suelos aluviales												-		
Agua utilizada para riego***												-		
Suministro de Agua potable		+			+			+						+

Folio018434

- *Recurso Hídrico es regulado y organizado por la Junta de Vigilancia del Río Huasco y sus afluentes, muchas de las acciones de agua destinadas al uso agropecuario han sido compradas o arrendadas para usos mineros e industriales.
- ** Mala distribución de las acciones de agua, 3 agricultores de esta sección poseen más del 18% del total de las acciones.
- ***Implementación de modelo de distribución volumétrica del agua de riego, lo que cambiara la situación actual de uso de agua por numero de acciones a litros de agua; ya que ahora es indiferente cuantas acciones de agua posea el agricultor, ocupa lo mismo el que tiene 0,5 y el que tiene una mayor cantidad.

XIII. BIBIBLIOGRAFIA

Araya, B., M. Bernal, R. Schlatter & M. Salaberry. 1995. Lista Patrón de las aves Chilenas. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 35 pp.

Araya, B. & G. Millie, 1997. Guía de campo de las aves de Chile. Octava edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 406 pp.

Glade A. A. 1988. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile.

Nuñez H. y Jaksic F. 1992. Lista Comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 43: 63-91.

Ortiz J. C.; Quintana V.; Ibarra-Vidal H. 1994. Vertebrados terrestres con problemas de conservación en la cuenca del Bío-Bío y mar adyacente. Ed. Universidad de Concepción. Concepción. Chile.

Arratia G (1978). Comentarios sobre la introducción de peces exóticos en aguas continentales de Chile. Ciencias Forestales, Chile 2: 21 – 30.

Arratia G (1981). Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Publicación Ocasional Nº34, Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 108 p.

Arratia G, Chang A, Menu-Marque S & Rojas G (1978) About *Bullockia* gen. nov. *Trichomycterus mendozensis* n. sp. and revision of the family Trichomycteridae (Pisces,Siluriformes). Studies on Neotropical Fauna and Environmet 13: 157-194.

Campos H, Dazarola G, Dyer B, Fuentes L, Gavilan J, Huaquin L, Martinez. G,Melendez R, Pequeño G, Ponce F, Ruiz V, Siefeld W, Soto D, Vega R & Vila I (1998).Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 101-122.

Campos, H (1970). Introducción de especies exóticas y su relación con los peces de agua dulce de Chile. Noticiario del Museo Nacional de Historia Natural de Chile, 14 (162): 3-9. De BUEN F (1959).Los peces exóticos en las aguas dulces de Chile. Inv. Zool. Chilenas. 5: 103 – 137.

Donoso-Barros R. 1966. Reptiles de chile. Ed. Universidad de Chile. Santiago.

Dyer, B (2000). Systematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile. Estud. Ooceanol. 19: 77 – 98.

Dyer, B (2000). Revisión sistemática de los pejerreyes de Chile (Teleostei, Atheriniforme). Estud. Ooceanol. 19: 99 –127.

Folio018436

Gajardo, R., 1993**.** La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. 165 pp.

Habit, E., B. Dyer & I. Vila. 2006. Estado del conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Gayana 70(1): 100-113, 2006

Jaramillo, A., D. Burke & D. Beadle**.** 2005. Aves de Chile. Linx Edicions. Barcelona. 240 pp

Marticorena, C & R. Rodríguez. 1995. Flora de chile. Volumen i: pteridophyta - gymnospermae. Universidad de concepción. 351 pp.

Martínez. D. & G. González**.** 2004. Las aves de Chile, Nueva Guía de Campo. Ediciones Del Naturalista Santiago Chile. 620 pp.

Mella. J (2005). Guía de campo reptiles de Chile : Zona Central. Peñaloza APG, Novoa F & M Contreras (Eds) Ediciones del centro de ecologia aplicada

Quantitativa. 2004. Antecedentes respecto a la biodiversidad acuática del río Maipo. Santiago. Chile

Ramirez. G. & Pincheira Donoso. 2005. Fauna del altiplano y desierto de Atacama

Tuffery, G. (1979) Incidencias ecológicas de las aguas corrientes. Reveladores biológicos de la Polución. In: Pesson, P. (ed) La contaminación de las aguas continentales. Mundi-prensa, Murcia, España. 335 p.

UCN. 2003. Estudio de áreas disponibles para el manejo y explotación acuícola del recurso Camaron de Río (Cryphiops caementarius) en la cuenca del río Huasco. Informe final Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar. Sede Coquimbo

Vila I, Fuentes L & Contreras (1999). Peces límnicos de Chile. Boletín del Museo de Historia Natural, Chile, 48: 61- 75.

SISTEMATIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

- Mejoramiento de Información Biológica de las Lagunas Huascoaltinas, Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad. Proyecto FPA. Ejecutado por Galia del Villar y Doris Sanhueza. Universidad Católica de Chile. 2006

- Factibilidad de la creación de un Área Silvestre Protegida Privada de propiedad de pequeños productores agrícolas y crianceros, en la cuenca alta del río Huasco, comuna de Alto del Carmen, Provincia del Huasco, Región de Atacama. Ejecutado por EmpredeChile y BIOTA Consultores. 2004.

- Declaración de Impacto Ambiental Proyecto el Morro. 2005

- EIA proyecto Pascualama. Arcadis Geotecnia para Barrick. 2005

- Levantamiento de información de flora y fauna, necesidades criticas de los 30 km. del tramo piloto San Félix – Pinte, en el marco del proyecto “Sendero de Chile” en la región de Atacama. 2003

- EIA Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco. Agrosuper - Gestión Ambiental Consultores. 2005

- EIA Proyecto Eléctrica Guacolda. 2004

- Olivares, F. 2006. Dinámica espacio-temporal del ensamble avial de humedal del Estuario del río Huasco, durante el periodo 2004-2005. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Universidad Arturo Prat. 198 pp.

- Olivares, F. 2007. Avifauna asociada a tres humedales Artificiales en los sectores de Hacienda Compañía,.4 Palomas y La Reina, Comuna de Vallenar durante el periodo 2006-2007. (Sin Publicar)

- CONAMA – GMA Consultores (2006) Caracterización Biológica General Y Definición De Metodologías De Monitoreo Para La Implementación De Un Programa Integral De

Seguimiento Del Estado De La Flora Y Fauna Silvestre, Terrestre Y Acuática, En El Sitio Prioritario Estuario Del Río Huasco Región De Atacama.

- Revisión de literatura del Museo Nacional de Historia Natural. Santiago de Chile

SISTEMATIZACIÓN ANTECEDENTES SOCIOECONOMICOS

- CADE-IDEPE CONSULTORES, 2004. *"Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad cuenca del río Huasco"*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas.

- CGT INGENIEROS CONSULTORES, 2005. *"Estudio de calidad de aguas subterráneas en las cuencas de Huasco y Mataquito".* Comisión Nacional de Riego.

- CICA INGENIEROS CONSULTORES, 2005. *"Estudio y propuestas de recuperación de suelos con mal drenaje en el sector bajo del Huasco".* Comisión Nacional de Riego.

- CICA HIDROCONSULT, 1980. *"Estudio agrológico del Valle del Huasco".* SERPLAC, III Región de Atacama.

- DIRECCION GENERAL DE AGUAS (DGA), 2004. *"Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad, Cuenca del Río Huasco".* Ministerio de Obras Públicas.

- FLACSO, 2006a. *"Diagnóstico y Línea base de Desarrollo Económico, Comuna de Alto del Carmen"*

- FLACSO, 2006b. *"Diagnóstico y Línea base de Desarrollo Económico, Comuna de Freirina"*

- FLACSO, 2006c. *"Diagnóstico y Línea base de Desarrollo Económico, Comuna de Huasco"*

Folio018439

- FLACSO, 2006d. *"Diagnóstico y Línea base de Desarrollo Económico, Comuna de Vallenar"*

- FUNDACION TRABAJO PARA UN HERMANO, 2003. *"Línea base económica, oportunidades de negocio y plan de Intervención para la Provincia de Huasco"*

- INE, 1997. *"VI Censo Nacional Agropecuario: Resultados preliminares"*

- MUNICIPALIDAD DE FREIRINA, 2007. *"Plan de Desarrollo Comunal de Freirina 2007-2010, IV Informe de Avance".*

- PROGRAMA SERVICIO PAIS, 2006a. *"Estrategia de Intervención Territorial: Comuna de Freirina 2007-2010".* Municipalidad de Freirina, Provincia de Huasco.

- PROGRAMA SERVICIO PAIS, 2006b. *"Diagnóstico territorial de los pequeños agricultores del valle del Huasco".* Programa Territorial Integrado de CORFO, Valle del Huasco

- PROGRAMA TERRITORIAL INTEGRADO (PTI), 2006. *"Diagnostico agricultura del Valle del Huasco".* CORFO.

- UNIVERSIDAD DE CHILE, 1983. "Distritos Agro climáticos, III Región de Atacama". CORFO.

Folio018440



CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

ANÁLISIS DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL SISTEMA ACUÁTICO RÍO HUASCO SEGÚN INDICADORES BIOLÓGICOS DE CALIDAD DE AGUA

INFORME FINAL

Versión 2

Solicitado por

SEREMI Medio Ambiente, Región de Atacama

Ministerio de Medio Ambiente

Santiago de Chile

Agosto 2017

Equipo de Trabajo

Rodrigo Ramos

Valentina Escanilla

Pamela Pino

Alejandro Palma

Mauricio Carter

Unidad de Biodiversidad, Centro Nacional del Medio Ambiente

Contraparte Técnica

Álvaro Parra

Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente, Región de Atacama

Silvia Benítez

Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente, Región de Los Ríos

Paula Díaz

IvalúAstete

María Jesús Llambias

Ministerio del Medio Ambiente, Región Metropolitana

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE CONTENIDOS 7

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS 12

INTRODUCCION 20

METODOLOGÍA 22

1. Objetivo 1: Actualizar la base de datos existente de comunidades biológicas acuáticas para la cuenca del río Huasco 22

1.1 Caracterización de la cuenca del río Huasco 22

1.2 Biota de la cuenca del río Huasco 22

1.3 Base de datos estandarizada de monitoreo biológico 22

1.4 Riqueza, abundancia, biodiversidad y distribución 23

1.5 Caracterización del hábitat acuático actual y de referencia 23

1.5.1 Identificación de hábitats de referencia 23

1.5.2 Selección de hábitats de referencia 25

1.5.3 Comparación de hábitats 25

2. Objetivo 2. Justificar técnicamente bioindicadores y sus contaminantes asociados para la cuenca del río Huasco. 26

2.1 Selección del indicador biológico 26

2.2 Recopilar y sistematizar información 27

2.3 Recopilar y analizar estudios para evaluación de estado ecológico 28

2.4 Diagnóstico y caracterización hidromorfológica 29

2.5 Caracterización de nicho ecológico 29

2.6 Determinar ecotoxicidad 29

2.7 Determinar bioindicadores de condiciones fisicoquímicas 30

2.8 Priorizar bajo nivel taxonómico en bioindicadores y sus contaminantes 30

3. Objetivo 3. Definir y monitorear variables biológicas que den cuenta del estado de salud de los ecosistemas acuáticos y que se puedan correlacionar con la presencia de los bioindicadores seleccionados en el objetivo 2. 31

3.1 Campañas de colecta 31

3.1.1 Metodologías de colecta 31

3.2 Análisis comunitario y taxonómico 32

3.3 Muestreo físico-químico e hidromorfología 32

3.4 Listado de familias y géneros recolectados 33

3.5 Registro fotográfico 33

4. Objetivo 4. Realizar un estudio de la cuenca, a través de bioensayos con especies estandarizadas y locales de distintos grupos tróficos (microalgas y macroinvertebrados) 34

4.1 Selección de especies locales sobre las cuales se realizarán los bioensayos 34

4.2 Rol ecológico de las especies seleccionadas 35

4.3 Cultivos en laboratorio 35

4.4 Validación de bioensayos 36

4.5 Bioensayos con especies locales 36

4.6 Bioensayos con especies estandarizadas 37

4.6.1 Comparación bioensayos especies locales y estandarizadas 37

5. Objetivo 5. Adaptar y/o modificar metodologías o índices bióticos a la composición y diversidad de los grupos de bioindicadores detectados para la cuenca. 39

5.1 Recopilar antecedentes 39

5.2 Identificar, adaptar y aplicar índices bióticos para la cuenca del Huasco 39

5.3 Manual de procedimiento para la aplicación del índice. 39

6. Objetivo 6. Generar una propuesta de seguimiento ambiental con base en el biomonitoreo 40

6.1 Falta de información y costos de un futuro plan de seguimiento 40

6.2 Propuesta de seguimiento ambiental de biomonitoreo 40

6.3 Propuesta de estaciones de monitoreo, tramos, frecuencias y parámetros a medir 40

6.4 Propuesta final de Programa de monitoreo biológico 43

7. Objetivo 7. Establecer una propuesta de programa de vigilancia ambiental en base a bioindicadores para futura NSCA para la cuenca del río Huasco. 44

7.1 Propuesta de calidad ambiental (valor norma) sobre la base de bioensayos. 44

7.2 Relacionar los resultados con fuentes puntuales y difusas 44

7.3 Propuesta de tabla de clases calidad como instrumento para la Evaluación de Estado Ecológico de la cuenca del Huasco. 44

7.4 Estado Ecológico de la cuenca del Huasco. 44

RESULTADOS 45

1. Objetivo 1. Actualizar la base de datos existente de comunidades biológicas acuáticas para la cuenca del río Huasco. 45

1.1 Caracterización de la cuenca del río Huasco 45

A) Antecedentes generales 45

B) Hidrología 46

C) Clima 49

D) Caracterización socioeconómica 53

1.2 Biota de la cuenca del río Huasco 54
1.3 Base de datos estandarizada de monitoreo biológico 55
1.4 Riqueza, abundancia, biodiversidad y distribución 58
1.5 Caracterización del hábitat acuático actual y de referencia 59
1.5.1 Identificación de hábitats de referencia 59
1.5.2 Selección de hábitat de referencia 65
1.5.3 Comparación de hábitat de referencia 74
2. Objetivo 2. Justificar y seleccionar técnicamente bioindicadores y sus contaminantes asociados para la cuenca del río Huasco 76
2.1 Selección del indicador biológico 76
2.2 Recopilar y sistematizar información 80
2.3 Recopilar y analizar estudios para evaluación de estado ecológico 80
2.4 Diagnóstico y caracterización hidromorfológica 83
2.5 Caracterización de nicho ecológico 84
2.6 Determinar ecotoxicidad 85
2.7 Determinar bioindicadores de condiciones físico-químicas 86
2.8 Priorizar bajo nivel taxonómico en bioindicadores y sus contaminantes 87
3. Objetivo 3. Definir y monitorear variables biológicas que den cuenta del estado de salud de los ecosistemas acuáticos y que se puedan correlacionar con la presencia de los bioindicadores seleccionados en el objetivo 2. 89
3.1 Campañas de colecta 89
3.2 Análisis comunitario y taxonómico 91
3.3 Muestreo físico-químico e hidromorfología 93
3.4 Listado de familias y géneros recolectados 101
A) Fitobentos y perifiton 101
B) Macroinvertebrados 107
C) Fauna íctica 113
D) Vegetación acuática 118
3.5 Registro fotográfico 118
3.6 Elaboración de un catastro presente en la cuenca en base a información colectada en los muestreos de terreno 118
4. Objetivo 4. Realizar un estudio de la cuenca, a través de bioensayos con especies estandarizadas y locales de distintos grupos tróficos (microalgas y macroinvertebrados) 119

4.1 Seleccionar las especies locales sobre las cuales se realizarán los bioensayos. Estas especies deberán representar a distintos niveles tróficos, y los taxa seleccionados deberán coincidir con los definidos como bioindicadores. 119

4.2 Identificar el rol o nicho ecológico de cada una de las especies seleccionadas para los bioensayos, estableciendo cual es la función o propiedad del ecosistema que se alberga a estas especies dentro del ecosistema. 129

4.3 Establecer y mantener cultivos de las especies locales seleccionadas para los bioensayos 129

4.4 Realizar validación de bioensayos (agudos y/o crónicos) sobre las especies anteriormente señaladas indicando los criterios de aceptabilidad de los resultados. Estableciendo cartas de control para cada cultivo 132

4.5 Realizar los bioensayos (agudos y/o crónicos) en las especies locales. 133

4.6 Realizar los bioensayos (agudos y/o crónicos) en las especies estandarizadas, de acuerdo a los métodos para determinación de toxicidad establecidos (NCh 2083 Of. 1999, y NCh 3385 Of. 2016), utilizando como criterios metales y metaloides contaminantes característicos de las fuentes puntuales y difusas de la cuenca. 144

5. Objetivo 5. Adaptar y/o modificar metodologías o índices bióticos a la composición y diversidad de los grupos de bioindicadores detectados para la cuenca. 150

5.1 Recopilación de antecedentes relativa a índices o metodologías de bioindicadores 150

5.2 Aplicación, adaptación y calibración de Índices Bióticos 151

5.2.1 Tipos de Ríos y Estaciones de referencia de la Cuenca del Huasco 151

5.2.2 Índices bióticos 153

5.3 Manual de procedimiento para intercalibración y adaptación índices bióticos 161

A) Mediante Macrófitas 161

B) Mediante Diatomeas (Fitobentos) 163

C) Mediante Macroinvertebrados Bentónicos. 165

5.4 Clases de calidad 166

5.5 Cartografía de la calidad biológica de la cuenca del Huasco 168

6. Objetivo 6. Generar una propuesta de seguimiento ambiental con base en el biomonitoreo 169

6.1 Falta de información y costos de un futuro plan de seguimiento 169

6.2 Propuesta de seguimiento ambiental de biomonitoreo 172

6.3 Propuesta de estaciones, tramos, frecuencias y parámetros según índice de importancia biológica (IIB) desarrollado. 172

6.4 Desarrollo de una propuesta final de programa de monitoreo biológico. 178

A) Componente físico 180

B) Componente biológico 180

C) Componente económico..... 183

7. Objetivo 7. Establecer una propuesta de programa de vigilancia ambiental en base a bioindicadores para futura NSCA para la cuenca del río Huasco..... 185

7.1 Propuesta de calidad ambiental (valor norma) sobre la base de bioensayos. 185

7.2 Relacionar los resultados con fuentes puntuales y difusas..... 185

7.3 Propuesta de tabla de clases calidad como instrumento para la Evaluación de Estado Ecológico de la cuenca del Huasco..... 187

7.4 Estado Ecológico basado en la fisicoquímica en la cuenca del Huasco..... 190

CONCLUSIONES 196

RECOMENDACIONES 198

BIBLIOGRAFÍA 202

ANEXOS 204

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Base de datos a utilizar en este estudio con sus respectivas URL. 22

Tabla 2. Documentos internacionales consultados para la actividad. 24

Figura 1. Esquema representativo del proceso de selección de especies para la realización de bioensayos agudos y/o crónicos. 35

Tabla 3. Valores del índice de estado ecológico, de acuerdo a las respectivas categorías (fuente: elaboración propia). 41

Tabla 4. Valores de ponderación de cada categoría de conservación de especies (Fuente: elaboración propia). 42

Figura 2. Límites administrativos, ciudades y pueblos de la cuenca del río Huasco. (Fuente: Elaboración propia) 46

Tabla 5. Superficie y población por comuna (Fuente: INNOVA 2010) 46

Figura 3. Red hídrica de la cuenca del río Huasco. (Fuente: Elaboración propia a partir de coberturas cartográficas de portal IDE-MMA) 47

Figura 4. Altitud de la red hídrica de la cuenca del río Huasco (Fuente: Elaboración propia a partir de Domisch (2015)) 48

Figura 5. Pendiente promedio de la red hídrica de la cuenca del río Huasco (Fuente: Elaboración propia a partir de Domisch (2015)) 49

Figura 6. Precipitaciones mensuales para el periodo 2001-2016 de siete estaciones meteorológicas emplazadas en la cuenca del río Huasco (Fuente: elaboración propia a partir de datos DGA contenidos en anexo “PP_DGA Huasco.xls). 51

Figura 7. Hidrograma de la cuenca del río Huasco periodo 1966-2012. (Fuente: JVRH 2013) 51

Figura 8. Altura mensual promedio [m3/s] de la columna de agua para tres estaciones de la cuenca del río Huasco. Los segmentos vacíos corresponden a falta de información desde la fuente. (Fuente: elaboración propia a partir de datos DGA (Anexo “Altura_caudal DGA Huasco.xls”)). 52

Figura 9. Caudal mensual promedio [m3/s] para tres estaciones de la cuenca del río Huasco. Los segmentos vacíos corresponden a falta de información desde la fuente. (Fuente: elaboración propia a partir de datos DGA (Anexo “Altura_caudal DGA Huasco.xls”)). 52

Figura 10. Cota y volumen total embalsado, periodo 2014-2016. (Fuente: JVCH 2016) 54

Tabla 6. Listado de informes considerados en la base de datos 55

Figura 11. Estaciones de monitoreo recopiladas de la revisión bibliográfica. Los números ubicados en cada punto corresponden a un único identificador (ID #)asignado a cada estudio recopilado. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos compilados en documento “Anexo1.1.xls”). 57

Figura 12. Número de especies registradas en los monitoreos recopilados de la revisión bibliográfica (Fuente: Elaboración propia a partir de datos compilados en documento “Anexo1.1.xls”). 58

Figura 13. Grupos de especies encontradas en cada estación de monitoreo a partir de la revisión bibliográfica (Fuente: Elaboración propia a partir de datos compilados en documento "Anexo1.1.xls")..... 59

Figura 14. Estaciones de monitoreo históricas consideradas en esta actividad. Fuente: CENMA, 2016..... 60

Tabla 7. Parámetros y valores de las estaciones consideradas como de referencia para la cuenca del Huasco (con mejor calidad fisicoquímica histórica, según base de datos). (Basados en el percentil 50 que refleja la tendencia central histórica; ICs > 0 y 95 que refleja la tendencia máxima histórica) (Fuente: elaboración propia). 60

Tabla 8. Parámetros y valores límites (máximos) promedios según recomendaciones internacionales (EPA-EU 2001, Canadian Council of Minister of the Environment 2003, Australian Drinking Water Guidlines 2011, USEPA 2012) para la protección de la biota, para los parámetros establecidos como prioritarios en este estudio. (Fuente: elaboración propia a partir de valores de referencia recopilados). 62

Figura 15. IC promedio para estaciones de monitoreo históricas como primer criterio en identificación de hábitats de referencia. La línea punteada gris establece el corte de selección físico-química. (Fuente: elaboración propia a partir de datos recopilados). 64

Tabla 9. Estaciones históricas seleccionadas y criterios de descarte aplicados..... 64

Tabla 10. Ejemplo del cálculo del Índice Comparativo (IC) para algunos parámetros y valores límites (máximos) según recomendaciones internacionales (EPA-EU 2001, Canadian Council of Minister of the Environment 2003, Australian Drinking Water Guidlines 2011, USEPA 2012) para la protección de la biota, respecto de los valores de tendencia media históricos (percentil 50) de lo que se considera una estación de referencia (en este caso INIA3-JV3_histórico y 3H_actual) en este estudio. Valores IC menores a cero evidencian cumplimiento.(Fuente: elaboración propia). 65

Figura 16. Hábitats de referencia seleccionados para la cuenca del río Huasco. (Fuente: Tipología (Fuster *et al.* (2010)); Usos de suelos (IDE-MMA 2017))..... 66

Figura 17. Estación 1I. Alta accesibilidad, escombros y basura, cauce sin borde ocupado principalmente por una alta cobertura de vegetación acuática, bajas condiciones de hábitat para encontrar grupos de especies potencialmente para uso en bioensayos..... 67

..... 68

Figura 18. Estación 1H. Baja accesibilidad, muy cercano a línea férrea, cauce sin borde ocupado principalmente por una alta cobertura de vegetación de ribera, bajas condiciones de hábitat para encontrar grupos de especies potencialmente para uso en bioensayos..... 68

Figura 19. Estación 3H. Alta accesibilidad, sin perturbaciones antrópicas visibles, cauce con borde ocupado principalmente por una alta cobertura de vegetación de ribera. Flujo vehicular presente, cercano a un badén. Sin embargo, altas condiciones de hábitat para encontrar grupos de especies potencialmente para uso en bioensayos. 70

Figura 20. Estación 7H. Mediana accesibilidad, se necesita permiso de la minera Compañía minera Nevada, empresa Barrick Gold. Flujo vehicular moderado, alteraciones del cauce, construcciones cercanas al punto. 71

Figura 21. Estación 14H. Fácil acceso, sin escombros ni perturbaciones antrópicas visibles. Sin embargo, se considera un lugar con bajas condiciones de hábitat de especies indicadoras por alto caudal y velocidad de la corriente..... 72

Figura 22. Estación 4I. Fácil acceso. Sin embargo, se considera un lugar con bajas condiciones de hábitat de especies indicadoras por alto caudal y velocidad de la corriente. 73

Tabla 11. Síntesis de estaciones preseleccionadas. 74

Tabla 12. Comparación de estaciones no seleccionadas. 75

Tabla 13. Parámetros biológicos seleccionados para monitoreo de impacto de actividades en la cuenca según literatura científica. Las columnas señalan la justificación de la elección del respectivo parámetro seleccionado.(Fuente: elaboración propia) 78

Tabla 14. Contaminantes asociados a la sensibilidad del componente biológico. Las columnas señalan el nivel de respuesta según el tipo de alteración correspondiente. (Cont.: Contaminación)(Fuente: elaboración propia)..... 79

Tabla 15. Comparación entre los estudios de Evaluación de Estado Ecológico realizados en la cuenca del Huasco. (Fuente: Elaboración Propia)..... 82

Tabla 16. Porcentaje de varianza explicada por los ejes del Análisis de Correlación Canónica entre variables físicas y químicas en la cuenca del Huasco. (Fuente: Elaboración Propia). 83

Figura 23. Análisis de Correlación Canónica a partir de parámetros fisicoquímicos y biológicos para identificar estaciones de referencia de buena calidad. La figura señala una correlación de buena calidad para las estaciones 7H, 6H, 1I y 3H, mientras señala estaciones de mala calidad a las estaciones 4H y 4I. (Fuente: Elaboración propia). 84

Tabla 17. Valores recomendados como máximos permitidos en las aguas dulces según recomendaciones internacionales oficiales (Fuente: elaboración Propia)..... 85

Figura 24. Análisis de correlación canónica (ACC) para determinar familias bioindicadoras de buena calidad en la cuenca del Huasco. 87

Tabla 18. Coordenadas geográficas de los puntos considerados para campañas de monitoreo..... 89

Figura 25. Distribución espacial de puntos de monitoreo considerados en campaña 1 y 2. (Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados en TDR). 91

Figura 26. Riqueza de especies muestreadas en campañas de primavera (izquierda) y verano (derecha). 92

Figura 27. Sitios de muestreo para la estación 2(bajo embalse Santa Juana) en campañas de primavera y verano. 92

Figura 28. Riqueza total de especies considerando ambas campañas de monitoreo. 93

Tabla 19. Resultados del análisis físico-químico correspondiente a la primera campaña de monitoreo, Noviembre 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de informes entregados por los laboratorios de análisis, se adjuntan en carpeta “Anexos análisis químicos”). 94

Tabla 20. Continuación Tabla 19. Resultados del análisis físico-químico correspondiente a la primera campaña de monitoreo, Noviembre 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de informes entregados por los laboratorios de análisis, se adjuntan en carpeta “Anexos análisis químicos”). 95

Tabla 21. Resultados del análisis físico-químico correspondiente a la segunda campaña de monitoreo, Marzo 2017. (Fuente: elaboración propia a partir de informes entregados por los laboratorios de análisis, se adjuntan en carpeta “Anexos análisis químicos”). 97

Tabla 22. Continuación Tabla 21. Resultados del análisis físico-químico correspondiente a la segunda campaña de monitoreo, Marzo 2017. (Fuente: elaboración propia a partir de informes entregados por los laboratorios de análisis, se adjuntan en carpeta “Anexos análisis químicos”).. 99

Tabla 23. Perifiton presente en estaciones de muestreo campaña 1. (Fuente: elaboración propia a partir de resultados entregados por Consultora Amakaike, Anexo “Muestreos_campañas_CENMA.xls”) 102

Tabla 24. Continuación Tabla 23. Perifiton presente en estaciones de muestreo campaña 1. (Fuente: elaboración propia a partir de resultados entregados por Consultora Amakaike, Anexo “Muestreos_campañas_CENMA.xls”) 103

Tabla 25. Perifiton presente en estaciones de muestreo campaña 2. (Fuente: elaboración propia a partir de resultados entregados por Consultora Amakaike, Anexo “Muestreos_campañas_CENMA.xls”) 105

Tabla 26. Continuación Tabla 25. Perifiton presente en estaciones de muestreo campaña 2. (Fuente: elaboración propia a partir de resultados entregados por Consultora Amakaike, Anexo “Muestreos_campañas_CENMA.xls”) 106

Tabla 27. Macroinvertebrados encontrados en el muestreo de noviembre de 2016 en la cuenca del Huasco, faltando seis estaciones por revisar. (Fuente: elaboración propia a partir de datos recabados en terreno)..... 108

Tabla 28. Macroinvertebrados encontrados en el muestreo de noviembre de 2016 en la cuenca del Huasco (Fuente: elaboración propia a partir de datos recabados en terreno). 111

Tabla 29. Especies de peces y sus abundancias, campaña 1, Noviembre 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos recabados en terreno)..... 114

Tabla 30. Especies de peces y sus abundancias, campaña 2, Marzo 2017. (Fuente: elaboración propia a partir de datos recabados en terreno)..... 116

Tabla 31.Especies colectadas e identificadas en las campañas de monitoreo realizadas (Fuente: elaboración propia a partir de identificación de especies recabadas en terreno). 118

Tabla 32. Clasificación de las estaciones de muestreo de la cuenca del río Huasco, según calidad ecológica (ver sección Indicador Biológico), Índice comparativo estándar ($IC_{estándar}$): considera los valores de referencia de contaminantes para la biota de otras legislaciones (sección Hábitat de referencia) e Índice comparativo para el Huasco (IC_{Huasco}): considera como referencia la máxima mediana de concentración de un contaminante en un rango de 10 años para las estaciones de monitoreo del rio Huasco. Las estaciones de muestreo se han ordenado a partir del Índice de calidad ecológica BMWP. Factibilidad colecta se refiere a la presencia de organismos candidatos para la realización de bioensayos. Asterisco indica las estaciones seleccionadas para extraer organismos para los ensayos en laboratorio. 119

Figura 29. Método de aislamiento y purificación de microalgas en placa de agar. Los puntos verdes corresponden a colonias del alga verde Chlorella sp. 121

Figura 30. Microalga Chlorella sp. obtenidas desde sustrato rocoso Rio Huasco. 122

Figura 31. Cultivo de microalga *Chlorella* sp. en laboratorio CENMA. 122

Figura 32. Ejemplares de *Lemna minuta*. A. Morfología externa. B. Cultivo de *Lemna minuta* utilizado en los bioensayos. 123

Figura 33. Identificación de caracoles de Rio Huasco, ejemplares de *Physa acuta* Draparnaud, 1805 en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha). (Fuente: Gonzalo Collado)..... 125

Figura 34. Rádula de *Physa acuta* Draparnaud, 1805 observadas con microscopio electrónico de barrido a diferente aumento (A-C). (Fuente: Gonzalo Collado)..... 126

Figura 35. Sección distal del sistema reproductivo de *Physa acuta* Draparnaud, 1805 de Huasco observadas con microscopio estereoscópico. A. Pene. C-D. Diferentes individuos disecados. Abreviaturas: d: vaso deferente, p: pene, pc: prepucio, v: vaina del pene. (Fuente Gonzalo Collado) 127

Figura 36. Identificación de caracol de Rio Huasco, ejemplares de *Planorbella cf. duryi* (Wetherby, 1879). (Fuente: Gonzalo Collado)..... 128

Figura 37. Cultivo en laboratorio de caracol *Planorbella cf. duryi*. 128

Figura 38. A. Morfología de huevos y B. caracol recién eclosionado, vista dorsal de *Physa acuta* Draparnaud, 1805. 132

Figura 39. Morfología de huevos en distintas fases de desarrollo de *Planorbella cf. duryi* (Biese 1951). 132

Tabla 33. Concentraciones de Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) utilizado en los bioensayos de las especies locales seleccionadas..... 134

Tabla 34. Resumen de las condiciones de ensayo y criterios de aceptabilidad de los bioensayos de toxicidad aguda de *Chlorella* sp. 135

Figura 40. Bioensayo de *Chlorella sp.,* control, dicromato de potasio y muestras de agua con sus respectivas réplicas. 136

Figura 41. Resultado Bioensayo crónico de *Chorella sp.* frente a Dicromato de potasio y muestras provenientes de los sitios 4H, 4I y 7H. Barras indican media del porcentaje de inhibición por concentración y porcentaje de la muestra obtenida en terreno. Bigotes por cada barra al error estandar. 137

$\%I = C - X * 100/C$ Ecuación 11 138

Tabla 35. Resumen de las condiciones de ensayo y criterios de aceptabilidad de los bioensayos de toxicidad crónico de *Lemna minuta*. 139

Figura 42. Resultado Bioensayo crónico de *Lemna minuta* frente a Dicromato de potasio y muestras provenientes de los sitios 4H, 4I y 7H. Barras indican media del porcentaje de inhibición por concentración y porcentaje de la muestra obtenida en terreno. Bigotes por cada barra al error estandar. 140

Figura 43. Preparación Bioensayo con inóculos de *Lemna* minuta en distintas concentraciones. A. Dicromato de potasio (tóxico de referencia) y B. Herbicida (glifosato)..... 141

Figura 44. Efecto fitotóxico sobre *Lemna minuta* A. Control (sólo medio de cultivo) B. Herbicida (320 mg/l) y C. Dicromato de potasio (153.6 mg/l), al finalizar el bioensayo (séptimo día), se observa necrosis y/o clorosis de las frondas con respecto al control..... 141

Tabla 36. Resumen de las condiciones de ensayo y criterios de aceptabilidad de los bioensayos de toxicidad agudo de *Physa acuta* y *Planorbella cf. duryi*..... 142

Figura 45. Resultado de toxicidad bioensayo agudo de *Physa acuta* frente a Dicromato de potasio y muestras provenientes de los sitios 4H, 4I y 7H. Circulos indican respuesta media por replica en cada concentración y línea punteada indica umbral para EC_{50}. Linea de regression no lineal es obtenida a partir del ajuste estadistico asociado a la obtención del EC_{50}. 143

Figura 46. Resultados de toxicidad bioensayo agudo de *Planorbella cf. duryi* frente a Dicromato de potasio y muestras provenientes de los sitios 4H, 4I y 7H. Circulos indican respuesta media por replica en cada concentración y línea punteada indica umbral para EC_{50}. Linea de regression no lineal es obtenida a partir del ajuste estadistico asociado a la obtención del EC_{50}. 144

Figura 47. Resultados de toxicidad bioensayo de *Selenastrum capricornutum* frente a Dicromato de potasio y muestras provenientes de los sitios 4H, 4I y 7H. Barras indican media del porcentaje de inhibición por concentración y porcentaje de la muestra obtenida en terreno. Bigotes por cada barra al error estandar. 145

Figura 48. Resultados de toxicidad bioensayo agudo de *Daphnia magna* frente a Dicromato de potasio y muestras provenientes de los sitios 4H, 4I y 7H. Circulos indican respuesta media por replica en cada concentración y línea punteada indica umbral para EC_{50}. Linea de regression no lineal es obtenida a partir del ajuste estadistico asociado a la obtención del EC_{50}. 146

Tabla 37. Resultados de bioensayo para especies estandarizadas y locales de la cuenca del rio Huasco. Tres endpoints son descritos para cada especie: NOEC (No Observed Effect Concentration); LOEC (Lowest Observed Effect Concentration); EC_{50} (Median Effective Concentration). Intervalos de confianza al 95% (IC) son presentados para los casos donde EC_{50} fue estimado (detalles ver métodos). 147

Tabla 38. Resultados comparación entre la sensibilidad de las especies locales versus las especies estandarizadas. Las sensibilidades relativas y los intervalos de confianza fueron obtenidos empíricamente a través de propagación del error (ver métodos)..... 149

Tabla 39. Fuentes para elaboración y aplicación de índices bióticos en la cuenca del Huasco según grupo de interés. (Fuente: Elaboración Propia) 150

Figura 49. Análisis Cluster (Bray-Curtis) a partir de parámetros fisiográficos para identificar la tipología. La figura muestra una similaridad mayor al 60% para todas las estaciones, lo que agrupa a las estaciones de muestreo dentro un mismo Tipo de río. (Fuente: Elaboración propia)..... 152

Figura 50. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) a partir de parámetros fisiográficos para identificar la tipología. La línea discontinua agrupa a las estaciones de muestreo dentro un mismo Tipo de río. Utilizando la medida de distancia Euclidiana en un gráfico de 2 dimensiones. (Fuente: Elaboración propia)..... 153

Tabla 40. Valores de tolerancia de las macrófitas para la cuenca del Huasco en los muestreos de Octubre de 2016 y Marzo de 2017, para la aplicación del índice biótico IVAM. (Fuente: elaboración propia, a partir del trabajo de moreno et al. 2006) 154

Tabla 41. Valores de clases de calidad de los índice IVAM e ICM basado en macrófitas de la cuenca del Huasco en los muestreos de Octubre de 2016 y Marzo de 2017. Se obtuvieron los mismos valores para ambos periodos, razón por la cual no se detalla por fecha de muestreo. (Fuente: elaboración propia) 154

Tabla 42. Valores de clases de calidad de los índice IVAM e ICM para la cuenca del Huasco. (Fuente: elaboración propia a partir de Moreno et al. 2006 y Suarez et al. 2005)..... 155

Figura 51. Análisis de Índices asociados a diatomeas Sapróbico (arriba) y Trófico (abajo) en la cuenca del Rio Huasco. El orden de las estaciones se corresponde con la progresión en altitud a lo largo de la cuenca. La ausencia de valores para algunas estaciones se asocia a la ausencia de datos de presencia y/o tolerancia de las diatomeas muestreadas. La línea punteada señala el límite para una calidad buena u oligotrófica (valores sobre la línea indican calidad deficiente). 156

Tabla 43. Valores de clases de calidad de los índice BMWP, SIGNAL y ETDCH para la cuenca del Huasco en los muestreos de Octubre de 2016 y Marzo de 2017, ordenados de mayor a menor según el índice BMWP. (Fuente: elaboración propia) 157

Tabla 44. Valores de clases de calidad de los índice BMWP, SIGNAL y ETDCH para la cuenca del Huasco. (Fuente: elaboración propia)..... 158

Tabla 45. Valores de clases de calidad del índice BMWP, para la cuenca del Huasco durante el año 2012. (Fuente: elaboración propia)..... 159

Tabla 46. Valores de parámetros fisicoquímicos para establecer los puntajes Vti y Vi del IVAM para la cuenca del Huasco. (Fuente: Moreno et al. 2006) 161

Tabla 47. Cobertura para establecer los puntajes del IVAM e ICM para la cuenca del Huasco. (Fuente: elaboración propia, modificado de Suarez et al. 2005)..... 162

Tabla 48. Establecer valores de clases de calidad de los índices IVAM e ICM para la cuenca del Huasco. (Fuente: modificados de Moreno et al. 2006 y Suarez et al. 2005) 162

Tabla 49. Clasificación de los indicadores ecológicos utilizados para clasificar las diatomeas (Modificado Tabla 1 en Van Dam et al 1994)..... 164

Tabla 50. Puntajes de valores de tolerancia de los taxa de macroinvertebrados bentónicos (Fuente: Figueroa et al. 2007) 165

Tabla 51.Clases de calidad de los índices BMWP, SIGNAL y ETDCH para la cuenca del Huasco. (Fuente: elaboración propia) 167

Figura 52. Mapa del estado ecológico de la cuenca del río Huasco según clases de calidad del índice BMWP para macroinvertebrados. (Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos) 168

Tabla 52. Costos de monitoreo y seguimiento anual de especies indicadoras de calidad para la cuenca del río Huasco (Fuente: elaboración propia a partir de valores CENMA y de otros especialistas en la materia). 171

Figura 53. Cartografía utilizada para el cálculo del índice de importancia biológica (IIB). Fuente: (Estado ecológico: elaboración propia; Red hidrográfica y Sitios prioritarios: IDE-MMA, 2017) ... 173

Tabla 53. Porcentaje de tramos calculados con ecuación y vs ecuación z..... 174

Tabla 54. Resultado del procedimiento de priorización biológica de tramos para el seguimiento ambiental del Huasco (Fuente: elaboración propia)..... 174

Figura 54. Tramos priorizados por importancia biológica para la vigilancia ambiental de la cuenca del río Huasco categorizados como sigue. Rojo: 4, máxima; Amarillo: 3, alta; Verde: 2, media, Celeste: 1, baja. (Fuente: elaboración propia). 176

Figura 55. Estaciones de monitoreo actuales (círculos) y sugeridas (estrellas) para un futuro programa de vigilancia ambiental de la Norma secundaria de calidad de agua (NSCA) de la cuenca del río Huasco. (Fuente: elaboración propia)..... 178

Figura 56. Esquema de la información utilizada para priorizar los tramos del sistema hídrico del Huasco para fines de vigilancia ambiental (Fuente: elaboración propia). 179

Tabla 55. Valores del índice de estado ecológico, de acuerdo a las respectivas categorías (fuente: elaboración propia). 181

Tabla 56. Valores de ponderación de cada categoría de conservación de especies (Fuente: elaboración propia). 181

Tabla 57. Valores de contaminación difusa de acuerdo al uso del suelo (Fuente: elaboración propia). 183

Tabla 58. Categorías de priorización para los tramos de la red hidrográfica (Fuente: elaboración propia). 184

Tabla 59. Tabla de Propuesta de Valor Norma de parámetros fisicoquímicos para la cuenca del Huasco. (Fuente: elaboración propia)..... 185

Tabla 60. Tabla de Clases de calidad (con sus colores representativos) de parámetros fisicoquímicos para la cuenca del Huasco. F: fracción total (T) o disuelta (D) (Fuente: elaboración propia)..... 187

Tabla 61. Clases de calidad de Evaluación de Estado Fisicoquímica para la cuenca del Huasco en Octubre de 2016 y Marzo de 2017. (Fuente: elaboración propia) 191

Figura 57. Resultado Bioensayo crónico de Lemna minuta frente a Herbicida (glifosato), en los endpoint área foliar y número de frondas . Barras indican media del porcentaje de inhibición por concentración y porcentaje de la muestra obtenida en terreno. Bigotes por cada barra al error estandar. 204

INTRODUCCION

Los bioindicadores han sido ampliamente utilizados para describir y discriminar la calidad de las aguas de los sistemas acuáticos continentales. Estos a través de la presencia/ausencia de ciertas especies, cobertura y rangos de tolerancia a determinados contaminantes, nos orientan sobre el estado de la calidad del agua, siendo una base fundamental para el monitoreo y seguimiento del estado de las comunidades y ecosistema acuático en particular. A su vez, su utilización ha sido aplicada en el control de potenciales impactos que ocasionan deterioro al ecosistema, por lo que han sido incorporados como instrumentos de medición oficial en normativas ambientales de varios países.Chile no ha sido la excepción en cuanto a la aplicación de bioindicadores de calidad de agua a través de iniciativas Estatales y desde la Academia, quienes han llevado a cabo numerosas experiencias en varias cuencas del país. Sin embargo, aún persisten vacíos de información en torno a la biología, taxonomía, sensibilidad y selección de especies locales que habitan nuestro país.

La cuenca del río Huasco, ubicada en la región de Atacama es el área de estudio que comprende esta licitación. Tiene un área de 9813,2 km^2, posee un total de 59.158 habitantes y es el recurso agua el principal elemento que se utiliza para el sustento de las diferentes actividades económicas que se desarrollan, entre las cuales destaca la actividad agrícola y minera, siendo la Compañía minera Nevada, empresa de Barrick Gold, una de las actividades de mayor importancia en la cuenca en cuanto a la envergadura del proyecto. La cuenca posee tres subcuencas aportantes: i) Río Tránsito, ii) Río del Carmen y iii) Río Huasco, siendo esta última la subcuenca donde confluyen las dos primeras. El régimen de la cuenca es principalmente de tipo nival, ya que las precipitaciones en forma de agua casi no existen en esta región del país. Sin embargo, la cuenca del Río Huasco se caracteriza por una marcada variación climática; existen años con abundantes precipitaciones y caudales, mientrasque también existen periodos prolongados de sequía, manifestándose un déficit hídrico en esos años. Los meses con mayores precipitaciones se concentran entre febrero-abril y junio-septiembre. Esto provoca que el caudal promedio de la cuenca aumente entre los meses de noviembre-febrero. Durante los últimos tres años, la cuenca ha tenido un comportamiento excepcional en cuanto a su caudal, esto debido a las intensas precipitaciones caídas tanto en la cordillera (nieve) como en el valle. Esto tuvo como consecuencia el aumento significativo del volumen de agua concentrado en el embalse Santa Juana.

En general, la cuenca del río Huasco tiene una extensa información sobre las especies de flora y fauna acuática que allí habitan, siendo los estudios de impacto ambiental aquellos que han recogido la mayor parte de esta información. La parte central de la cuenca está considerada como sitio prioritario en la estrategia regional de biodiversidad, al igual que gran parte del río Huasco, lo cual apunta a una protección oficial de los ecosistemas acuáticos. Esta protección se expresa además en el objetivo principal de este estudio, el cual apunta hacia un mayor conocimiento de las comunidades acuáticas y un seguimiento ambiental adecuado para el biomonitoreo de los ecosistemas, siendo información base para poder incorporar con éxito nuevas herramientas de medición en la Norma secundaria de calidad ambiental y en el Pan de vigilancia ambiental de la cuenca.

El presente informe corresponde al informe final de este estudio, el cual aborda todas las actividades y objetivos comprendidos en los términos de referencia de esta licitación.

Los objetivos de este estudio son los siguientes.

Objetivo general

Diagnosticar la estructura y función de la comunidad biológica acuática de la cuenca del río Huasco y proponer un programa de monitoreo biológico para la protección de las aguas continentales superficiales del río Huasco.

Objetivos específicos

Objetivo 1. Actualizar la base de datos existente de comunidades biológicas acuáticas para la cuenca del río Huasco.

Objetivo 2. Justificar y seleccionar técnicamente bioindicadores y sus contaminantes asociados para la cuenca del río Huasco.

Objetivo 3. Definir y monitorear variables biológicas que den cuenta del estado de salud de los ecosistemas acuáticos y que se puedan correlacionar con la presencia de los bioindicadores seleccionados en el objetivo 2.

Objetivo 4. Realizar un estudio ecotoxicológico de la cuenca, a través de bioensayos,

con especies estandarizadas y locales de distintos grupos tróficos (microalgas y macroinvertebrados).

Objetivo 5. Adaptar y/o modificar metodologías o índices bióticos a la composición y diversidad de los grupos de bioindicadores detectados para la cuenca.

Objetivo 6. Generar una propuesta de seguimiento ambiental con base en el biomonitoreo.

Objetivo 7. Establecer una propuesta de programa de vigilancia ambiental en base a bioindicadores para futura NSCA para la cuenca del río Huasco.

METODOLOGÍA

1. Objetivo 1: Actualizar la base de datos existente de comunidades biológicas acuáticas para la cuenca del río Huasco.

Para cumplir con lo requerido en este objetivo, se realizaron las siguientes actividades con sus respectivas metodologías:

1.1 Caracterización de la cuenca del río Huasco

Se realizó una recopilación de documentos técnicos y científicos a través de plataformas estatales y científicas, buscadores web (Tabla 1) y mediante los que proporcionó la contraparte técnica. El listado de documentos que fueron recopilados y analizados se detalla en documento anexo "Anexo1.1.xlsx".

Tabla 1. Base de datos a utilizar en este estudio con sus respectivas URL.

Buscador web	URL
ISI web of Science	http://thomsonreuters.com/
Scopus	http://www.scopus.com/
Scielo	http://www.scielo.cl/
Google Académico	http://scholar.google.es/
Dirección General de Aguas (DGA)	http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes
Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)	http://seia.sea.gob.cl/
Buscadores web	http://google.cl/

1.2 Biota de la cuenca del río Huasco

A través de la bibliografía recopilada (documento anexo "Anexo1.1.xls"), se construyó una base de datos con información de las especies presentes en la cuenca del río Huasco que corresponden a peces, anfibios, aves, plantas de ribera. En ella se indica la clasificación del estado de conservación de cada especie según el D.S. 29/2011 MMA Reglamento de clasificación de especies. Para la asignación del estado de conservación, se utilizó la base de datos del Ministerio de Medioambiente (MMA 2016) que recopila las especies que hasta la fecha han sido clasificadas desde el 1º al 11º procesos.

1.3 Base de datos estandarizada de monitoreo biológico

Se construyó una base de datos con los monitoreos biológicos existentes en la cuenca a partir de informes desarrollados por entidades públicas, privadas, centros de estudios y de investigación sobre invertebrados, fitobentos, perifiton, macrófitas, zoo bentos e ictiofauna presente en la cuenca del río Huasco.

La mayoría de los monitoreos son georreferenciados, por lo que se consideró importante espacializar la información biológica encontrada en los documentos revisados. Además de este dato, el archivo que recaba esta información, cuenta con la fecha, fuente, datos físico-químicos in situ (cuando lo hubiere) y otros datos relevantes que sólo algunos monitoreos incluyeron, como cualidades del entorno o tipo de hábitat monitoreado.

1.4 Riqueza, abundancia, biodiversidad y distribución

Con la información recopilada se construyeron mapas de riqueza, abundancia y distribución de las especies monitoreadas en la cuenca.

1.5 Caracterización del hábitat acuático actual y de referencia

A partir de la información recopilada se pudo contar con datos de las comunidades acuáticas (e.g. macroinvertebrados, fitobentos, perifiton, macrófitas, zoobentos e ictiofauna) y de calidad de agua en distintas estaciones de muestreo distribuidas en la cuenca. En base a esto, se desarrollaron 3 etapas para esta actividad:

1.5.1 Identificación de hábitats de referencia

Este tipo de hábitat se definió como aquella estación de muestreo cuyos parámetros de calidad físico-química respondan a una buena calidad del agua, y que desde el punto de vista biológico constatara de buenas condiciones ambientales según criterios definidos en terreno.

Para esto, se seleccionó un set común de parámetros entre las estaciones de muestreo emplazadas en la cuenca, comparando los valores de cada parámetro con valores de referencia propuestos por instituciones gubernamentales internacionales. Estos valores de referencia responden a marcos normativos que tienen por objeto el cuidado y conservación de los ecosistemas acuáticos y la vida silvestre, y se proponen a partir de estudios científicos (p.e. bioensayos) aplicada en países cuyo avance científico, técnico y legislativo ha sido considerable a nivel mundial (ver carpeta “Anexo Documentos internacionales de referencia”).Es por esto que el equipo consultor propone estos valores de referencia como límites para comparar y seleccionar hábitats de referencia.

En base a lo anterior, primero se revisó si existían recomendaciones internacionales directas asociada a la toxicidad del parámetro en alguno de los cuatro marcos legales considerados para este estudio (Tabla 2). Bajo este criterio, algunos parámetros como pH, Sólidos Totales Disueltos o Detergentes no son considerados debido a la ausencia de recomendaciones específicas asociada a su toxicidad. En particular para sulfatos la información fue poco concisa, ya que la recomendación de toxicidad para este parámetro se documenta más bien con el objeto de proteger la salud humana que a la biota y especialmente en sistemas salobres (estuarios) y marinos (EPA-EU 2001).

Seguido de esto, se recopilaron todos los valores máximos permitidos para el cuidado de la biota, los cuales fueron promediados para cada parámetro fisicoquímico tóxico. El resultado es un valor referencial que indica la concentración máxima (en promedio) en la que un contaminante pueda estar presente en el medio acuático y el límite con el cual la biota no presentaría efectos adversos.

En los casos que no se encontró información o esta no fue consistente, el parámetro fue omitido de la lista.

Tabla 2. Documentos internacionales consultados para la actividad.

Título del documento	Organismo autor
Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.	Canadian Council of Ministers of the Environment, 2003.
National Recommended Water Quality Criteria.	U.S. EPA.
Parameters of Water Quality. Interpretation and Standards. Johstown Castle, Co. Wexford, Ireland.	U.E. EPA (2001)
Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality.	Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, 2000.

En esta actividad se utilizó la base de datos físico-química recopilada en el estudio "Estudio monitoreo y actualización de antecedentes técnicos para desarrollar norma secundaria de calidad para la protección de las aguas continentales en la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama" elaborado por el laboratorio de Química Ambiental del Centro Nacional del Medioambiente (CENMA) (2016). Esta información consta de 67 estaciones de monitoreo con datos de parámetros físico-químico monitoreados durante 10 años.

Para cada parámetro y estación de monitoreo se contrastaron los percentiles 50 y 95 de la serie de datos obtenidos en cada estación de monitoreo, con los límites referenciales obtenidos desde las recomendaciones internacionales. Si el valor observado (percentil de interés para cada serie temporal en cada estación) es igual o menor al valor referencial (valor internacional), entonces se consideró calidad "buena". Si en cambio el valor observado es mayor al valor referencial, entonces se consideró que la calidad del agua en el sitio de monitoreo es "menor". Para evaluar los parámetros y su calidad, se utilizó un Índice Comparativo que arroja valores mayores o iguales a cero cuando el valor no supera al valor referencial, y valores negativos cuando este valor es superado. El índice utilizado es:

$$IC_s = \frac{VR - VO}{VR} \qquad \text{Ecuación 1}$$

Donde *VO* = valor observado, *VR*= valor referencial.

Este ejercicio se realiza para evaluar la calidad de las aguas en referencia a la recomendación para proteger la biota. El índice también ayuda a apreciar cuantas veces el valor observado es superado respecto del valor referencial. Así, un valor de 0.1 indica que el valor es superado en un 10%, un valor de 1 indica que el valor referencial fue superado un 100%, un valor de 2 indica que el valor referencial fue superado un 200%, y así sucesivamente. A su vez se hace lo mismo con los valores

propios de la cuenca (IC_H), calculando la máxima mediana de los últimos 10 años (serie de tiempo con estaciones y valores físico-químicos recopilada).

Los valores obtenidos de IC_s fueron asignados al mismo tramo del río donde se ubicara algún punto de monitoreo considerado en las campañas de este estudio.

1.5.2 Selección de hábitats de referencia

En base al número y distribución espacial de hábitats de referencia que se identifiquen, se propone seleccionar aquellos que sean representativos de la cuenca del río Huasco de acuerdo a criterios como: Tipología de ríos, uso de suelo, altitudy criterios de terreno.

1.5.3 Comparación de hábitats

Los hábitats que no fueron seleccionados como referencia fueron comparados con aquellos que sí, mediante índices comunitarios y variables geográficas que permitieron describir la distribución de los grupos acuáticos de los que se tuvo información.

2. Objetivo 2. Justificar técnicamente bioindicadores y sus contaminantes asociados para la cuenca del río Huasco.

2.1 Selección del indicador biológico

La selección del Indicador biológico o bioindicador se realiza considerando la definición y las ventajas técnicas que debe tener un bioindicador.

El concepto de bioindicador aplicado a la evaluación de la calidad de agua es definido como la especie (o ensamble de especies) que posee requerimientos particulares en relación a uno o un conjunto de variables físicas o químicas, tal que los cambios de presencia/ausencia, abundancia, morfología y/o conducta de la especie en particular indique que las variables físicas o químicas consideradas se encuentren cerca de sus límites de tolerancia (Rosenberg&Resh, 1993). Si bien el concepto de bioindicador se ha definido a nivel de especie, numerosos autores señalan su aplicabilidad a distintos niveles taxonómicos (o sus ensambles), recomendando ampliamente el nivel de familia para macroinvertebrados acuáticos como un nivel apropiado para estos estudios en la utilización de índices bióticos (Figueroa et al. 2005, Rubach et al. 2010).

La literatura señala como los mejores indicadores aquellos que ofrecen las siguientes ventajas:

- ✓ *Son sensibles a perturbaciones y estos los hace responder rápidamente.*
- ✓ *Se encuentran en prácticamente en todos los sistemas acuáticos, por lo que favorecen estudios comparativos.*
- ✓ *Su naturaleza sedentaria, que permite un efectivo análisis de los efectos de perturbaciones.*
- ✓ *Presentan un largo periodo de permanencia en el agua, lo cual permite estudiar cambios temporales.*
- ✓ *La disponibilidad de métodos e índices para el análisis de datos, los que han sido validados en diferentes ríos del mundo.*
- ✓ *Son fáciles de colectar e identificar, además se tiene conocimiento de su historia de vida y tolerancia a condiciones ambientales.*
- ✓ *Pueden ser utilizados en el laboratorio para bioensayos y pruebas pertinentes.*
- ✓ *Existen además ventajas técnicas asociados a los muestreos cuantitativos y análisis de las muestras, los que pueden ser realizados con equipos simples y baratos.*

Finalmente se consideran los índices bióticos que son posibles de utilizar. En la literatura se puede encontrar distintos tipos de índices, todos los cuales requieren de datos con una resolución espacial y temporal amplia basados en un sistema de referencia por tipología.

En el caso de la resolución espacial se refiere a un sector del sistema definido como referencial para la cuenca, mientras que la resolución temporal se refiere a datos previos del mismo lugar para ser comparados en la actualidad y ver si existe un cambio en las especies encontradas.

Los índices más utilizados:

- Aquellos basados en la Presencia/Ausencia de taxa poco tolerantes: en una comunidad conocida, se identifican aquellos taxa poco tolerantes a las perturbaciones (más sensibles a las perturbaciones), cuya presencia significa una buena calidad y su ausencia se asocia a una calidad deficiente.

- Aquellos basados en la Diversidad: término utilizado para expresar la variedad de organismos en un área o en otras palabras, alude a la heterogeneidad de una comunidad en relación a la riqueza de especies presentes y su abundancia, sus ensambles y/o estructura comunitaria.

2.2 Recopilar y sistematizar información

La literatura referente a estudios de bioindicadores en Chile es limitada. En general los estudios referente a ecología de ríos en Chile es escasa y aquellos que consideren la cuenca del Huasco o cuencas de la zona árida y semiárida de Chile son muy pocos. A continuación se presenta la literatura relevante que es utilizada como base para este objetivo en estudio:

ALBA-TERCEDOR J., PARDO I., PRAT N. Y PUJANTE A. 2007. Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la Directiva Marco del Agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro. Procolos de Muestreo y análisis para Invertebrados Bentónicos. Ministerio del Medio Ambiente de España. Pp 132-178.

ALLAN, J.D. & CASTILLO, M.M. 2007. Stream ecology.Structure and function of running waters.Published by Springer, Dordrecht.444 pp.

EPA. 1990. Biological criteria: National program guidance for surface waters. Washington, DC: Environmental Protection Agency; Office of water regulation and standards. 68 pp.

BONADA, N. 2004. Protocolo de Muestreo y análisis para invertebrados bentónicos, Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005. 57 pp

CADE-IDEPE (Estudio).2004. Diagnóstico y clasificación de los cuerpos de agua según objetivos de calidad: cuenca del Río Huasco.

CENMA (Estudio) 2010. Propuesta de utilización de biocriterios para la implementación y monitoreo de la norma secundaria de calidad ambiental - Resultados cuencas de los ríos Limarí y Mataquito.

CENMA (Estudio). 2012. Campaña de monitoreo y Evaluación del Estado Ecológico de 10 Cuencas hidrográficas de Chile.

D.O.C.E. 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. D.O.C.E. L 327 de 22.12.00.69 pp.

CHESSMAN B.C. 2003. SIGNAL 2. A Scoring System for Macro-invertebrate ("Water Bugs") in Australian Rivers, Monitoring River Health Initiative Technical Report nº 31, Commonwealth of Australia, Canberra.

FIGUEROA R., V.H. RUIZ, A. PALMA & F. ENCINA. 2005. Simplificación en el uso de macroinvertebrados bentónicos en la evaluación de la calidad de las aguas fluviales. Interciencia 30(12): 770-774

FIGUEROA R., A. PALMA, V.H. RUIZ & X. NEILL. 2007. Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la valuación de la calidad de aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. Revista Chilena de Historia Natural 80(2):225-242.

FUSTER R. 2011. Cartografía de tipología de ríos. Informe para Ministerio del Medio Ambiente.

PALMA A, J GONZÁLEZ-BARRIENTOS, C. A. REYES & R. RAMOS-JILIBERTO. 2013. Biodiversidad y estructura comunitaria de ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 86: 1-14.

PALMA A. 2013. Importancia de las regiones Mediterránea, Templada y Patagónica en la diversidad de Ephemeroptera, Plecoptera, y Trichoptera: implicancias de futuros cambios ambientales en sus distribuciones. Boletín de Biodiversidad de Chile 8: 37-47.

WELCH EB & JM JACOBY. 2004. Pollutant effects in freshwater. Applied limnology.Cambridge University Press.504 pp.

2.3 Recopilar y analizar estudios para evaluación de estado ecológico

La Evaluación de Estado Ecológico es algo nuevo en Chile, donde CENMA ha sido uno de los pioneros en su realización. El siguiente es el listado de trabajos que han sido realizados, recolectados y estudiados para este fin, dado que contienen métodos relevantes para realizar este tipo de estudios:

CENMA (Estudio). 2012. Campaña de monitoreo y Evaluación del Estado Ecológico de 10 Cuencas hidrográficas de Chile.

CENMA (estudio) 2012. Adaptación de Índices Bióticos entre la Macrozona Mediterránea y la Macrozona Patagónica.

CORTES I & MONTAVO S. 2010. Aguas: calidad y contaminación. Un enfoque químico ambiental. Ed. CENMA. 328pp.

ENCINA F. 2011. Aproximación Ecotoxicológica y Evaluación de Riesgo Ecológico Teórico en apoyo al seguimiento de la NSCA para la protección de las aguas de la cuenca del Río Mataquito. 115 pp.

ENCINA F. 2014. Evaluación de riesgo ecológico crónico mediante una aproximación probabilística en cursos de agua de la cuenca del río Biobío. 85 pp.

ENVIRONMENTAL PROTECTION ADMINISTRATION (EPA). Environmental water quality information. Disponible en, http://wq.epa.gov.tw/WQEPA/Code/Business/Standard.aspx?Languages=en

EPA. 1990. Biological criteria: National program guidance for surface waters. Washington, DC: Environmental Protection Agency; Office of water regulation and standards. 68 pp.

MMA Confederación Hidrográfica del Ebro. 2007. Metodología para el establecimiento dl estado ecológico según la directiva marco del agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro. 235 pp.

MMA. 2014. "Lineamientos Metodológicos para la Evaluación de Riesgo Ecológico". Caballero L, Pérez M, Ramos-Jiliberto R, Encina-Montoya F & Palma A. Ministerio del Medio Ambiente Chile.

PARRA O, DELLA N & VALDOVINOS C. 2004. Elementos de limnología aplicada y teórica. Ed. Centro EULA-CHILE. 295pp.

2.4 Diagnóstico y caracterización hidromorfológica

Debido a la importancia de establecer condiciones de referencia es que se realizará en terreno un diagnóstico y caracterización del mismo, considerando las principales características físicas, químicas e hidromorfológicas solicitadas en las bases técnicas. Se realizará un análisis de las variables fisicoquímicas monitoreadas en la columna de agua, las cuales serán correlacionadas con las variables biológicas, mediante Análisis de Correlación Canónica (Bonada 2004, Bonada et al. 2006), utilizando el software estadístico PAST. Este análisis aportará información importante sobre el porcentaje de variabilidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos que puede ser explicado por el efecto de las variables ambientales. Con todo se obtendrá la calidad de las aguas mediante los bioindicadores, las variables fisicoquímicas y la relación ecosistémica con el grado de perturbación del entorno.

2.5 Caracterización de nicho ecológico

Se caracterizan los nichos ecológicos de las especies que serán seleccionadas como bioindicadores, especialmente respecto a sus respuestas a cambios de calidad de agua en su uso potencial como bioindicadores. Esto es realizado en base a trabajos previos de la literatura (e.g. Palma 2013) y de la información obtenida en terreno.

2.6 Determinar ecotoxicidad

Los indicadores de toxicidad de los parámetros (en forma de recomendación de valores máximos permitidos en las aguas dulces) son consultados en los manuales de referencia para estándares de calidad de agua que tengan como objetivo la conservación de la vida silvestre, presente en recomendaciones oficiales internacionales.

Cabe destacar que estos valores de referencia nacen de una multiplicidad de ensayos de toxicidad y propiedades físicas y químicas de los compuestos que determinan su impacto en la biota, por lo que pueden considerarse como indicadores altamente consensuados por instituciones

internacionales competentes y la comunidad científica internacional. Estos niveles son recomendados para la aplicación en instrumentos legislativos de carácter regulatorio.

2.7 Determinar bioindicadores de condiciones fisicoquímicas

Mediante análisis de las variables fisicoquímicas monitoreadas en la columna de agua, se realiza una correlación con las variables biológicas mediante Análisis de Correlación Canónica (Bonada 2004, Bonada et al. 2006), utilizando el software estadístico PAST.

2.8 Priorizar bajo nivel taxonómico en bioindicadores y sus contaminantes

Debido a que los bioindicadores a usar son macroinvertebrados y fitobentos, se prioriza el uso del nivel taxonómico más bajo posible y que se relacione con contaminantes potenciales específicos y representativos de la cuenca, de manera que responden a las presiones ambientales de manera óptima a su uso como bioindicador. El nivel taxonómico más bajo puede variar respecto del grupo a utilizar, debido al conocimiento actual de la taxonomía de cada grupo.

3. Objetivo 3. Definir y monitorear variables biológicas que den cuenta del estado de salud de los ecosistemas acuáticos y que se puedan correlacionar con la presencia de los bioindicadores seleccionados en el objetivo 2.

3.1 Campañas de colecta

Para dar cumplimiento a este objetivo y de acuerdo a lo establecido en los términos de referencia de este estudio, se contemplan dos campañas de monitoreo de variables biológicas, parámetros físico-químicos del agua y algunos atributos hidromorfológicos de los sitios de muestreo.

3.1.1 Metodologías de colecta

a) *Fitobentos y perifiton: el muestreo es realizado mediante raspado de un área de 4 cm^2de sustrato rocoso por cada réplica, considerando dos réplicas por estación de monitoreo. El rapado del área es realizado mediante un cepillo plástico desechable de 2 cm^2, procurando cepillar bien el área de muestreo y lavando el material adherido dentro de un contenedor 40 ml. Finalmente, la muestra es fijada con formalina al 4% para preservar la integridad de la muestra durante su traslado al laboratorio. La Identificación es por un especialista en el área. Las microalgas bentónicas presentes en las muestras serán focalizadas en los grupos de Bacilariofíceas (Diatomeas), Clorófitas (algas verdes), crisófitas (algas doradas) y cianofífeas (cianobacterias).*

b) *Macroinvertebrados: muestreo de forma semi cuantitativa multihábitat: utilizando una red de mano de 30 x 30 cm de área de muestreo y 250 µm de abertura de malla. En cada estación se toma una muestra que considera cada hábitat identificado en la estación. Para ello previamente se realiza una inspección visual y se identifican los diferentes microhábitats presentes: macrófitas sumergidas o emergentes, vegetación acuática de ribera, sustrato duro con corriente rápida o moderada a lenta, con presencia de detritos, o con diferentes tipos de sustratos (arena, grava, etc.). Se establecen y distribuyen 20 "patadas de muestreo" (kick), las cuales son distribuidas según el porcentaje de cobertura de cada hábitat (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005). Un kick consiste en remover el fondo situado a 30 centímetros de la boca de red, con el pie, de manera que los organismos que se encuentran adheridos al sustrato se desprendan y sean arrastrados por la corriente hacia el interior de la red. Corresponde un kick por cada 5% de cobertura de un hábitat y aquellos hábitats con una representación menor al 5% no son considerados como una unidad de muestreo. Las muestras se preservaran in-situ con etanol al 96% en frascos de polietileno debidamente identificados y son trasladaron al laboratorio para la separación e identificación de los organismos por un especialista. Los protocolos se encuentran en Figueroa et al (2011) y Palma (2013).*

c) *Fauna íctica: se realiza mediante un equipo de pesca eléctrica portátil, recolectando todos los individuos en transectos de 100 metros por cada estación de monitoreo. Esta técnica se efectúa teniendo en consideración la normativa vigente en relación al Artículo 95 del D.S.*

Nº95 de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Del mismo modo, la campaña de terreno se ejecuta mediante autorización de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura a través de la Resolución Nº 551 del 19 de Febrero de 2016.Los ejemplares recolectados son identificados in-situ hasta el nivel taxonómico de especie, siguiendo las referencias indicadas por Habit et al. (2006).

d) *Vegetación acuática: La riqueza y abundancia es registrada mediante el recorrido de transectos lineales de 50 metros ubicados de manera paralela a la ribera del río el cual es recorrido completamente en un ancho de 2 metros. En dichos transectos se registra la totalidad de especies de plantas presentes y para cada una de ellas se estima su abundancia mediante apreciación visual directa expresada en porcentaje de cobertura del área muestreada. Las especies no identificadas en terreno son colectadas en bolsas plásticas, etiquetadas y prensadas para su posterior manipulación e identificación en trabajo de laboratorio y gabinete. Para lo anterior se utiliza literatura especializada, Matthei (1995), Hoffmann et al. (1997) y Riedemann et al. (2006).*

3.2 Análisis comunitario y taxonómico

A los grupos muestreados se les realizó, de acuerdo a la calidad de la información recolectada, análisis comunitarios de riqueza de especies, abundancia relativa, índices de diversidad, construyendo un registro taxonómico hasta el nivel más bajo posible para cada grupo (peces: nivel especie, macroinvertebrados: nivel familia, macrófitas: nivel especie o género, fitobentos, fitoplancton nivel género).

3.3 Muestreo físico-químico e hidromorfología

El muestreo contempló mediciones hidromorfológicas y parámetros fisicoquímicos: temperatura, conductividad, pH, turbidez, metales y metaloides, nutrientes (nitrato, nitrito, nitrógeno total, amonio, fosfato y fosforo total.

Las metodologías propuestas para la toma de muestras, transporte y análisis de las mismas se aplicaron según lo descrito por las normativas chilenas. Para el muestreo del cuerpo acuático se siguió lo establecido en la Guía para la elaboración de NSCA (2004). Los procedimientos para la toma de muestra, están contenidos en la Norma NCH411/2.Of96 correspondiente a la “Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua” (INN-Chile, 1999). La preparación de recipientes, tipo de envase, llenado, preservación e identificación, transporte de las muestras, se basaron en la Norma NCh411/3.of96 correspondiente a la Guía sobre preservación y manejo de muestras.

Los análisis de las muestras de metales fueron realizados en el laboratorio de Química Ambiental de CENMA, en tanto que las muestras de los parámetros restantes se realizaron en laboratorio SGS.

3.4 Listado de familias y géneros recolectados

Se realizó un listado de familias y especies colectadas e identificadas en la primera y segunda campaña de monitoreo.

3.5 Registro fotográfico

Se adjunta en carpeta “Anexo_registro fotográfico” las imágenes obtenidas de las campañas de monitoreo realizadas en este estudio.

4. Objetivo 4. Realizar un estudio de la cuenca, a través de bioensayos con especies estandarizadas y locales de distintos grupos tróficos (microalgas y macroinvertebrados)

4.1 Selección de especies locales sobre las cuales se realizarán los bioensayos

La selección de especies locales se realizó considerando el universo de especies encontradas en la cuenca, y cruzando la información asociada a los bioindicadores previamente definidos en el Objetivo 2 de esta consultoría. Una metodología cualitativa desarrollada por el equipo consultor fue utilizada para identificar especies ecológicamente relevantes para sistemas con bajos niveles de información (Ramos-Jiliberto et al 2013).En breve, esta metodología propone la determinación de especies ecológicamente relevantes (EER) a partir de la calidad de la información biológica disponible para el sistema de estudio (en este caso cuenca del rio Huasco). Así, cuando la información disponible se limita a un listado de la comunidad y de un conocimiento general de la biología de ellas, criterios cualitativos como (i) Dominancia numérica, (ii) Distribución en el sistema, (iii) persistencia estacional, (iv) tamaño corporal, (v) conocimiento biológico, y (vi) nivel trófico, son utilizados para la determinación.

En términos prácticos para cumplir con este objetivo, primero fue necesario cumplir con ciertos requerimientos que permitieron colectar, transportar y mantener un determinado número de especies o grupos taxonómicos. Los muestreos de especies locales para la realización de bioensayos se efectuaron de manera manual, para maximizar la probabilidad de sobrevivencia de los organismos colectados.

El trabajo de campo conducente a la obtención de ejemplares en terreno utilizó inicialmente el listado de EER candidatas para la realización de bioensayos. De las especies que se lograron colectar en la cuenca, se probó su pertinencia para ser sometidas a bioensayos (agudos y crónicos) en laboratorio. Se propone tomar muestras de macrófitas y microalgas como productores primarios, y cladóceros, copépodos, rotíferos o larvas de macroinvertebrados como herbívoros, e invertebrados o vertebrados como carnívoros, todos en diferentes fases de desarrollo. A partir de la respuesta de las especies a las condiciones de laboratorio, unido a su sensibilidad reportada frente a los estresores de interés, se definieron las especies y los estados de desarrollo que se utilizarán para la realización de bioensayos crónicos y agudos. Los *endpoints* para bioensayos agudos dependerán del organismo de prueba particular: mortalidad, inmovilidad, deriva son típicos *endpoints* utilizados con este propósito. En forma similar, los *endpoints* utilizados en bioensayos crónicos deben informar acerca del desempeño biológico de las especies, considerando efectos sub-letales como: reproducción, desarrollo o tasas de crecimiento poblacional, producción biológica o tasa de cambio de biomasa. En base a una correcta replicación, se realizaron las pruebas estadísticas pertinentes al ensayo específico para obtener los indicadores de efecto:

NOEC (*No Observed Effect Concentration*): Concentración más alta del agente tóxico donde no se observan efectos sobre los organismos expuestos durante un tiempo determinado.

LOEC (*Lowest Observed Effect Concentration*): Concentración más baja del agente tóxico a la cual se observan efectos adversos sobre los organismos expuestos en un tiempo determinado.

EC_{50} (*Median Effect Concentration*): Concentración del agente tóxico que causa inhibición del 50% en un determinado parámetro, durante un periodo determinado de exposición.

4.2 Rol ecológico de las especies seleccionadas

Para la determinación del rol ecológico para cada una de las especies seleccionadas para los bioensayos ecotoxicológicos, se utilizó material bibliográfico que permitió documentar tanto aspectos particulares de cada especie como interacciones interespecíficas y relevancia a nivel ecosistémico. Utilizando distintas bases de datos (ver Tabla 1, archivos de consultorías, tesis y trabajos científicos disponibles en instituciones y en la web) se recopiló la información necesaria. El equipo consultor priorizó el uso de manuscritos científicos indexados en bases de datos internacionales, y revisiones compiladas en artículos indexados y libros con código ISBN de Editoriales reconocidas.

4.3 Cultivos en laboratorio

Para determinar qué especies serán mantenidas en laboratorio, el equipo consultor siguió el método de selección de especies detallado en la Figura 1. De manera jerárquica, del total de especies que componen los taxa de bioindicadores determinados en el objetivo 2, fueron seleccionadas aquellas especies ecológicamente relevantes por medio de los criterios detallados en la sección anterior ("Selección de especies locales sobre las cuales se realizarán los bioensayos"), finalmente por medio de pruebas de laboratorio se determinó si las especies seleccionadas se descartarían o se seleccionarían para su uso en ensayos ecotoxicológicos agudos y/o crónicos.

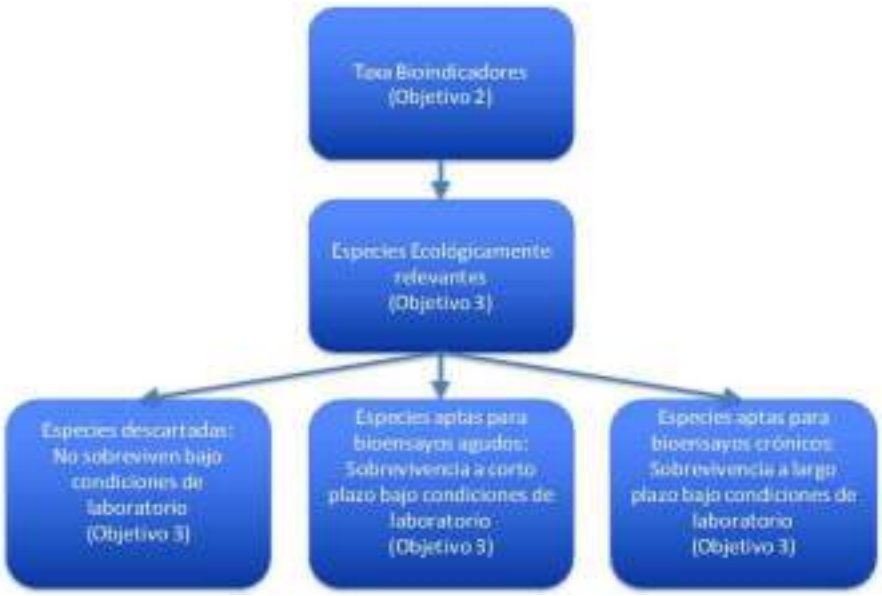


Figura 1. Esquema representativo del proceso de selección de especies para la realización de bioensayos agudos y/o crónicos.

Para cada caso se confeccionaron guías que describen los métodos de colecta, aislamiento, aclimatación y mantención en laboratorio, de modo que los resultados de nuestra experiencia en esta propuesta puedan ser aplicados por terceros en el futuro.

4.4 Validación de bioensayos

En la presente licitación se propone la construcción protocolos de validación de los bioensayos que utilicen las especies locales previamente seleccionadas. La construcción de los criterios de validación se realizó en base a; (i) revisión de experiencias nacionales e internacionales, (ii) experiencia del equipo consultor, Cabe destacar que nosotros hemos publicados un buen número de artículos en los cuales realizamos pruebas de laboratorio con especies acuáticas locales; (iii) ensayos empíricos con las especies locales seleccionadas para esta consultoría.

Los criterios de validación considerarán al menos: (i) replicabilidad: los indicadores de efectos deberán tener un coeficiente de variación con una magnitud máxima a establecer; (ii) controles negativos: los valores de efecto (e.g. % mortalidad, etc.) en controles negativos deben ser pequeños. Es decir, se debe establecer un umbral sobre el cual el bioensayo no es aceptable; (iii) controles positivos: los valores de efecto (e.g. % mortalidad, etc.) en controles positivos realizados con tóxicos de referencia (p.ej. dicromato de potasio) deben caer dentro de rangos a establecer para cada especie local. Las concentraciones letales (o de inmovilidad) y/o sub-letales obtenidas en estos bioensayos se utilizarán para estimar la carta de control y el coeficiente de variación. Los valores de concentración letal y/o sub-letal obtenidos posteriormente con el tóxico de referencia deberán mantenerse, a través del tiempo, dentro de los limites estimados a partir de los bioensayos realizados. Todos los criterios y procedimientos de validación serán propuestos justificadamente por el equipo consultor y definidos finalmente en acuerdo con la contraparte técnica. Finalmente, se aplicarán los criterios de validación propuestos a todas las pruebas realizadas en esta consultoría.

4.5 Bioensayos con especies locales

Para la determinación de las estaciones de muestreo: Para seleccionar los sitios desde donde se obtendrán los ejemplares para desarrollar los cultivos y bioensayos se proponen dos criterios para rankear las estaciones de muestreo de la cuenca del rio Huasco. Así, se utilizará una metodología desarrollada por el equipo consultor e implementado previamente en dos propuestas técnicas (CENMA 2012, 2015) para seleccionar 3 estaciones de referencia y al menos 3 o 4 estaciones que presenten altos niveles de intervención humana.

Ejecución de los bioensayos con especies locales: Se realizaron bioensayos para las especies locales pertenecientes a las estaciones de muestreo previamente seleccionadas. Dependiendo del tipo de especie y los *endpoint* seleccionados (p.ej. inmovilidad, mortalidad, fertilidad o deriva) seleccionados.

Análisis de los bioensayos: La estimación del *endpoint* EC_{50} se realizó con el método Probit. La estimación del LOEC-NOEC, se realizaron por medio de contrastes contra el control utilizando intervalos de confianza del 95% estimados por bootstrap (remuestreo aleatorio con reposición). Ambas aproximaciones fueron implementadas en software estadístico R (R Development Core Team 2017).

4.6 Bioensayos con especies estandarizadas

De acuerdo a lo requerido en los términos de referencia para este objetivo, se realizaron bioensayos (agudos y/o crónicos) utilizando especies estandarizadas, de acuerdo a los métodos para la determinación de toxicidad establecidos (NCh 2083 Of. 1999, NCh 2706 Of. 2002, NCh 3385 Of. 2016), utilizando metales, metaloides y otros contaminantes característicos de las fuentes puntuales y difusas de la cuenca definidos en conjunto con la contraparte. La definición de cuál o cuáles especies estandarizadas serán utilizadas dependerá fuertemente de las especies nativas seleccionadas para bioensayos, ya que deberán compararse apropiadamente los resultados de ambos tipos de pruebas.

Análisis de los bioensayos: La estimación del *endpoint* EC_{50} se realizará con el método Probit. La estimación del LOEC-NOEC, se realizarán por medio de contrastes contra el control utilizando intervalos de confianza del 95% estimados por bootstrap (remuestreo aleatorio con reposición). Ambas aproximaciones serán implementadas en software estadístico R (R Development Core Team 2017).

4.6.1 Comparación bioensayos especies locales y estandarizadas

Con el propósito de establecer la eficiencia del uso de especies locales para realizar bioensayos, un análisis comparativo de los resultados obtenidos entre las especies locales y estandarizadas se realizará para establecer el desempeño de las especies seleccionadas.

Para establecer una referencia frente a una toxicidad conocida, todas las especies seleccionadas serán comparadas frente a su respuesta al dicromato de potasio. A su vez, las comparaciones se realizaran dentro del grupo taxonómico de referencia, es decir, especie vegetal estandarizada versus especies vegetales locales y especie animal estandarizada versus especies animales locales. La comparación se realizara en base a los EC_{50} para todas las especies, obtenidas a partir de regresiones no lineales (p.ej. Probit), tanto para bioensayos agudos como crónicos. De esta manera, se obtendrá una sensibilidad relativa (S_{rel}) de las especies locales (Wogram y Liess 2001).

$$S_{rel} = log\left(\frac{IE_L}{IE_E}\right) \qquad \text{Ecuación 2}$$

Los parámetros IE_L e IE_E son los indicadores ecotoxicológicos de la especie local y estandarizada, respectivamente. Valores de S_{rel} iguales a cero indicarán una sensibilidad similar entre la especie local y estandarizada. Por otro lado, para especies locales más sensibles que las especies estandarizadas S_{rel} será menor que cero y para especies locales menos sensibles será mayor que cero. Los límites de confianza del cociente (δQ_S) serán estimados mediante propagación del error, utilizando los límites de confianza asociados a los indicadores ecotoxicológicos previamente estimados. Así, los valores de δQ_S serán estimados utilizando la siguiente ecuación:

$$\delta Q_S = 0.434 \times \left(\sqrt{\left(\frac{\delta q_L}{IE_L}\right)^2 + \left(\frac{\delta q_E}{IE_L}\right)^2}\right) \qquad \text{Ecuación 3}$$

Donde los parámetros δq_L y δq_E son los límites de confianza de los indicadores ecotoxicológicos de las especies locales y estandarizadas, respectivamente.

5. Objetivo 5. Adaptar y/o modificar metodologías o índices bióticos a la composición y diversidad de los grupos de bioindicadores detectados para la cuenca.

5.1 Recopilar antecedentes

Utilizando distintas publicaciones en el tema (Tabla 1), incluyendo tesis y trabajos científicos disponibles en instituciones, servicios estatales y en la red, nacionales e internacionales, se recopiló información sobre metodologías e indicies bióticos para los grupos que serán seleccionados.

5.2 Identificar, adaptar y aplicar índices bióticos para la cuenca del Huasco

Una vez que se han recopilado los antecedentes, se escoge la literatura idónea de acuerdo a las condiciones de la cuenca basados en los datos históricos y presentes de taxa de los diferentes grupos obtenidos, capacidad logística de obtención de datos, taxonomía conocida y valores de tolerancia reconocidos obtenidos por literatura y/o por análisis estadísticos pertinentes. La metodología se explica en detalle en el “Manual de procedimiento de aplicación de índices bióticos” en la sección de resultados.

5.3 Manual de procedimiento para la aplicación del índice.

Con toda la información anterior se realiza un manual de procedimientos paso a paso que considere valores de tolerancia de cada taxa y aplicación de índices bióticos por grupo seleccionado.

6. Objetivo 6. Generar una propuesta de seguimiento ambiental con base en el biomonitoreo

Para el desarrollo de esta propuesta de seguimiento se realizaron cuatro actividades específicas, las cuales se detallan a continuación:

6.1 Falta de información y costos de un futuro plan de seguimiento

Se identificó y priorizó la falta de información relevante para el desarrollo de una propuesta de seguimiento para la cuenca del río Huasco. Esta priorización se basó tanto en la información bibliográfica recopilada como en los datos obtenidos de ambas campañas de monitoreo realizadas en este estudio, la cual la podemos enfocar en tres categorías:

- *Biodiversidad: información bibliográfica respecto a los diferentes monitoreos realizados en la cuenca y obtenidos de estudios, licitaciones y evaluaciones de impacto ambiental recopilados en el objetivo 1 de esta consultoría. Esta información fue utilizada para conocer zonas de la cuenca según esfuerzos de muestreo para los diferentes grupos acuáticos. De esta forma se identifican zonas donde falta información biológica por recabar.*
- *Bioindicadores: de acuerdo a los datos de terreno y la posterior selección y aplicación de los índices biológicos, se constató de información relevante para determinar dónde mejor se aplican los diferentes índices según la presencia y hábitat de los grupos indicadores seleccionados.*
- *Bioensayos: a partir de los resultados y conclusiones emanados del desarrollo de los bioensayos, se proponen algunas recomendaciones con respecto a la eficiencia y aplicabilidad de este tipo de experimentos.*

Se adjunta además, los costos asociados al monitoreo y seguimiento propuesto.

6.2 Propuesta de seguimiento ambiental de biomonitoreo

Se elaboró una propuesta de seguimiento ambiental de biomonitoreo según conclusiones de este estudio.

6.3 Propuesta de estaciones de monitoreo, tramos, frecuencias y parámetros a medir

Se proponen estaciones de monitoreo físico-químico, biológicos, tramos, frecuencias y parámetros a medir, siguiendo la siguiente metodología propuesta para el cálculo de un índice de importancia biológica (IIB):

La importancia biológica Bn de cada tramo se calculó en base a tres propiedades: a) estado ecológico, b) valor de conservación, c) orden de Strahler.

Estado ecológico

Es un índice basado en la presencia de organismos bioindicadores de calidad de aguas, que informa el estado de salud de la biodiversidad en el sitio focal (CENMA, 2012). Elvalor de estado ecológico E_n de cada tramo de acuerdo a las categorías estándar se asigna de acuerdo a:

Tabla 3. Valores del índice de estado ecológico, de acuerdo a las respectivas categorías (fuente: elaboración propia).

Estado ecológico	E
Malo	1
Deficiente	2
Moderado	4
Bueno	8
Muy bueno	16

Estos valores fueron establecidos por el grupo de trabajo bajo el criterio de asignar mayor importancia a aquellos tramos con el mejor estado ecológico, con tal de resguardar y mantener su calidad biológica. El puntaje sigue una serie geométrica.

Valor de conservación

Es un indicador de la importancia del sitio para el resguardo de especies o sitios protegidos. Se utiliza en general para dar valor a áreas con diferentes características ecológicas, basándose en la suma ponderada entre el número de especies y el puntaje según el valor de conservación de dichas especies (Guti, 1995).Para efectos de esta consultoría, se consideró relevante agregar a este índice un valor extra debido a la cercanía de un área perteneciente al SNASPE. Por consiguiente, nuestro índice de valor de conservación V_n del sitio n se calculó como:

$$V_n = \sum_i k_i * N_{i,n} + S_n \qquad \text{Ecuación 4}$$

Donde $N_{i,n}$ es el número de especies adscritas a la categoría de conservación *i* presentes en el tramo *n*, k_i es la ponderación de la categoría de conservación *i* (Tabla 4) y S_n es el índice de presencia de áreas protegidas (AP) en la vecindad del tramo *n*, con valores:

$$S_n = \begin{cases} 32 & \text{si existe AP en tramo } n \\ 0 & \text{si no existe AP en tramo } n \end{cases}$$

Tabla 4. Valores de ponderación de cada categoría de conservación de especies (Fuente: elaboración propia).

Estado ecológico	E
En peligro	8
Vulnerable	4
Casi amenazada	2
Preocupación menor	1
Sin categoría	0

Los puntajes sugeridos a cada categoría de conservación son propuestos por esta consultoría con el objeto de darle mayor importancia (puntaje) a aquellos tramos con especies de mayor sensibilidad e importancia para su conservación biológica (e.g. en peligro). Al igual que los puntajes anteriores, éste sigue una serie geométrica.

Orden de Strahler

Corresponde a una medida de la complejidad hidrográfica del sistema de tributarios del tramo focal. Nuestra experiencia indica que los tramos con menor orden (ríos de cabecera) albergan *per se* mayor biodiversidad que tramos de mayor orden, y por tanto los primeros poseen un mayor valor como potenciales fuentes de restauración ecológica. El valor del índice de orden de Strahler del tramo *n*, O_n, lo calculamos como 2^{-x}, donde $x \in \{1, 2,3, 4\}$ es el orden de Strahler.

La literatura clásica señala que la mayor biodiversidad se encuentra en ríos de órdenes de Strahler mayores (e.g. Vannotte *et al*. 1980), lo cual concuerda con estudios realizados en nuestras aguas para el conjunto de peces, diatomeas y macrófitas, y no así para macroinvertebrados bentónicos que prefieren órdenes menores (Palma *et al*. 2013). Sin embargo en lo referente a biodiversidad nativa para nuestro país, principalmente en los estudios realizados en peces y también en macroinvertebrados, los trabajos revelan que es en ríos, canales y esteros de bajos órdenes que corresponden a sistemas de cabecera y cursos secundarios donde se encontraría la mayor biodiversidad nativa (Habit *et al*. 1998, Habit *et al*. 2003, Habit *et al*. 2005, Habit *et al*. 2010, Palma 2013, Palma *et al*. 2013), al encontrarse mejores condiciones de refugio ante amenazas externas como contaminantes (los cuales por lo general son vertidos sobre cursos principales de alto orden), especies introducidas (como salmónidos) y otras situaciones de estrés. Los estudios que reportan el patrón señalado han sido desarrollados principalmente en las cuencas del Loa, Huasco, Maipo, Cachapoal y Mataquito para macro invertebrados bentónicos e Itata, Andalién, Bio-Bio y Aysén para peces. Por esta razón es que para fines de conservación de la biodiversidad nativa se consideran como prioritarios en este trabajo aquellos sistemas de bajo orden por sobre los de orden superiores, por ser los sitios documentados como los hábitats de mayor diversidad y conservación en fauna nativa.

Integrando los tres subcomponentes, el valor del índice de importancia biológica se computa:

$$B_n = \frac{E'_n + V'_n + O'_n}{3} \qquad \text{Ecuación 5}$$

Donde *x*' indica valores normalizados de *x*. La normalización se realiza de acuerdo:

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$ Ecuación 6

Siendo *x* el valor de la variable a normalizar (E', V', O') y min(*x*) y max(*x*) los valores mínimo y máximo de la misma variable entre todos los nodos (tramos) del sistema.

6.4 Propuesta final de Programa de monitoreo biológico

Se elaboró una propuesta final de programa de monitoreo biológico considerando la definición de objetivos de calidad, índices bióticos, bioindicadores seleccionados para cada tramo, estaciones de monitoreo y frecuencias, además de proponer bioensayos complementarios para ciertas zonas de la cuenca. En este ítem se propone una metodología diseñada por el equipo consultor y aplicada en otros estudios de calidad de agua en otras cuencas del país.

7. Objetivo 7. Establecer una propuesta de programa de vigilancia ambiental en base a bioindicadores para futura NSCA para la cuenca del río Huasco.

7.1 Propuesta de calidad ambiental (valor norma) sobre la base de bioensayos.

Basados en los resultados de los valores de los parámetros fisicoquímicos analizados en las muestras de aguas, se establecerán valores para cada parámetro analizado apoyados por los valores de las estaciones de referencias establecidas mediante los bioindicadores, de modo de poder establecer aquellos valores norma para la cuenca avalados por los datos de bioensayos. Para ello se establecerán las concentraciones de no toxicidad y de toxicidad evidenciadas, corrigiendo los valores sugeridos para la norma.

7.2 Relacionar los resultados con fuentes puntuales y difusas.

Mediante análisis visual del mapa de presiones de la cuenca, se obtiene una relación entre fuentes puntuales y difusas y los parámetros fisicoquímicos que pudieran estar influyendo en la calidad del agua. Posterior a esto, se evalúan los parámetros con aquellos valores más altos, los cuales pueden ser evidencia de toxicidad en la zona.

7.3 Propuesta de tabla de clases calidad como instrumento para la Evaluación de Estado Ecológico de la cuenca del Huasco.

Basados en los resultados de punto 7.1 es que obtienen los valores de clases de calidad para parámetros físico-químicos, para la evaluación de estado ecológico de la cuenca del Huasco.

Cada clase fue definida incluyendo el total de información de la base de dato histórica. Para ello se calculó el percentil 50 y 95 considerando toda la data para cada estación de muestreo (es decir toda la temporalidad de los datos). Luego se calculó la Mediana de cada percentil (50 y 95) del total de las estaciones existentes en la base de datos (es decir toda la espacialidad de la cuenca), de manera de obtener las clases 1 y 2 respectivamente. La clase 4 corresponde al máximo valor del percentil 50 del total de estaciones de la cuenca (es decir toda la espacialidad de la cuenca). La clase 3 es el promedio de las clases 2 y 4. La clase 5 es todo valor superior a la clase 4. Todo estos análisis y valores se encuentran en la planilla Excel “EEE_LibroClasesCalidad&Norma.xls”.

7.4 Estado Ecológico de la cuenca del Huasco.

Obtenidos los valores del punto 7.3, se establece el Estado Ecológico de los parámetros fisicoquímicos de la cuenca del Huasco, según el valor de los análisis realizados en estas campañas.

RESULTADOS

1. Objetivo 1. Actualizar la base de datos existente de comunidades biológicas acuáticas para la cuenca del río Huasco.

1.1 Caracterización de la cuenca del río Huasco

A) Antecedentes generales

La región de Atacama se emplaza entre los 25º17' y 29º11' latitud sur, y entre los 68º17' y 71º20' longitud Oeste. Tiene una superficie de 75176,2 Km^2, que representa el 9,94% del territorio chileno continental e insular. Administrativamente, esta región se compone de tres provincias: Copiapó, Chañaral y Huasco, con un total de 9 comunas y una población regional de 254.336 habitantes. Las ciudades de esta región se emplazan preferentemente a lo largo de los valles con mayor oferta de recursos naturales (Algoritmos 2013),siendo el agua el principal elemento que se utiliza para sustentar los diferentes rubros económicos (Política Nacional para los recursos hídricos 2015).

La cuenca del río Huasco está ubicada al extremo sur de la región de Atacama en la provincia del Huasco (Figura 2) y su extensión es de 9813,2 km^2 aproximadamente. Comprende a las comunas de Alto del Carmen, Huasco, Freirina y Vallenar (Figura 2), cuya población total alcanza los 59.158 habitantes según el censo del año 2002 (INNOVA 2010).



Figura 2. Límites administrativos, ciudades y pueblos de la cuenca del río Huasco. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 5. Superficie y población por comuna (Fuente: INNOVA 2010)

Comuna	Superficie (Km^2)	Población		
		Total (número de habitantes)	Urbana (%)	Rural (%)
Vallenar	7084	5939	91,07 %	8,93 %
Freirina	3578	5666	61,22 %	38,78 %
Alto del Carmen	5939	4840	-	100 %
Huasco	1601	7945	81,12%	18,88 %

B) Hidrología

Geomorfológicamente, la cuenca del río Huasco está compuesta por tres subcuencas aportantes: i) Río Tránsito, ii) Río del Carmen y iii) Río Huasco. El río Huasco se forma en el sector denominado

Junta del Carmen, donde confluyen los ríos Tránsito y del Carmen, los cuales transportan aguas desde el noreste y sureste de la cuenca, respectivamente (Figura 3).El río Huasco se extiende 90 km desde dicha confluencia hasta su desembocadura en el mar (Algoritmos 2013).

La subcuenca del río del Tránsito tiene una superficie de 4112 km^2 y debido a la geografía tiene una orientación noreste. Su río principal se forma de la confluencia de los ríos Conay y Chollay, y su longitud total, tomada desde el nacimiento de su subtributario principal hasta la Junta del Carmen, es de 108 km. A su vez el río Conay nace de la confluencia de los ríos Laguna Grande, Laguna chica y río Valeriano, extendiéndose por unos 15 km (Cade-Idepe 2004). Por otra parte, el río Chollay se origina por la confluencia de los ríos Blancos, Estrecho y del Toro, alcanzando una longitud aproximada de 20 km. En toda la extensión del río del Tránsito, tributan los ríos Laguna chica, Arroyo, Yerbas buenas, Laguna grande, Valeriano y Chollay, además de las quebradas del Chacay, El Corral, Albaricoque, La Plata, del Amarillo, Pinte, Las Pircas, del Pozo, La Plaza, Chilico, La Mollaca, Paitepén, Chanchoquín y El Tabaco (INIA 2010).



Figura 3. Red hídrica de la cuenca del río Huasco. (Fuente: Elaboración propia a partir de coberturas cartográficas de portal IDE-MMA)

La subcuenca Río del Carmen tiene una superficie de 2860 km^2 y se comparte entre las regiones de Atacama y Coquimbo, perteneciendo a esta última los ríos Matancillas, Zancarrón, del Medio y Primero, todos afluentes del río del Carmen. El río Potrerillo y el río Matancilla, ríos principales y

de escurrimiento permanente, contribuyen a la formación del río del Carmenen la localidad de Potrerillo. Finalmente, el río del Carmen se extiende por 145 km aguas abajo (Cade-Idepe 2004).

El régimen del río Huasco es de tipo nival, ya que sus principales ríos aportantes nacen de la alta cordillera de Los Andes, a una altura que alcanza los 6000 msnm (Figura 4).

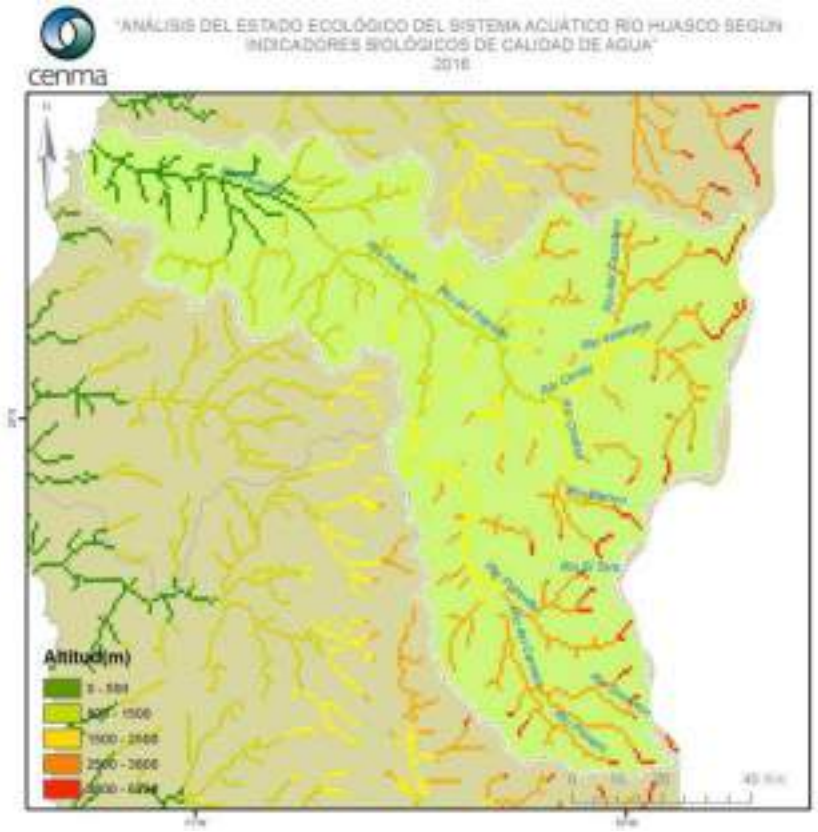


Figura 4. Altitud de la red hídrica de la cuenca del río Huasco (Fuente: Elaboración propia a partir de Domisch (2015))

Dicha figura muestra categorías de altitud de la red hídrica de la cuenca, en la cual es posible apreciar de manera general, que los ríos se encuentran emplazados en alturas considerables (i.e. >2500 m.s.n.m.), situándose la mayor parte de estos entre los 500 y 2500 m.s.n.m.

A pesar de las grandes altitudes y la poca distancia que recorren los ríos hasta la desembocadura, la pendiente que caracteriza a la red hidrográfica es suave y desciende a la mínima categoría de pendiente una vez alcanzados los 2500 m.s.n.m.(Figura 4 y Figura 5).

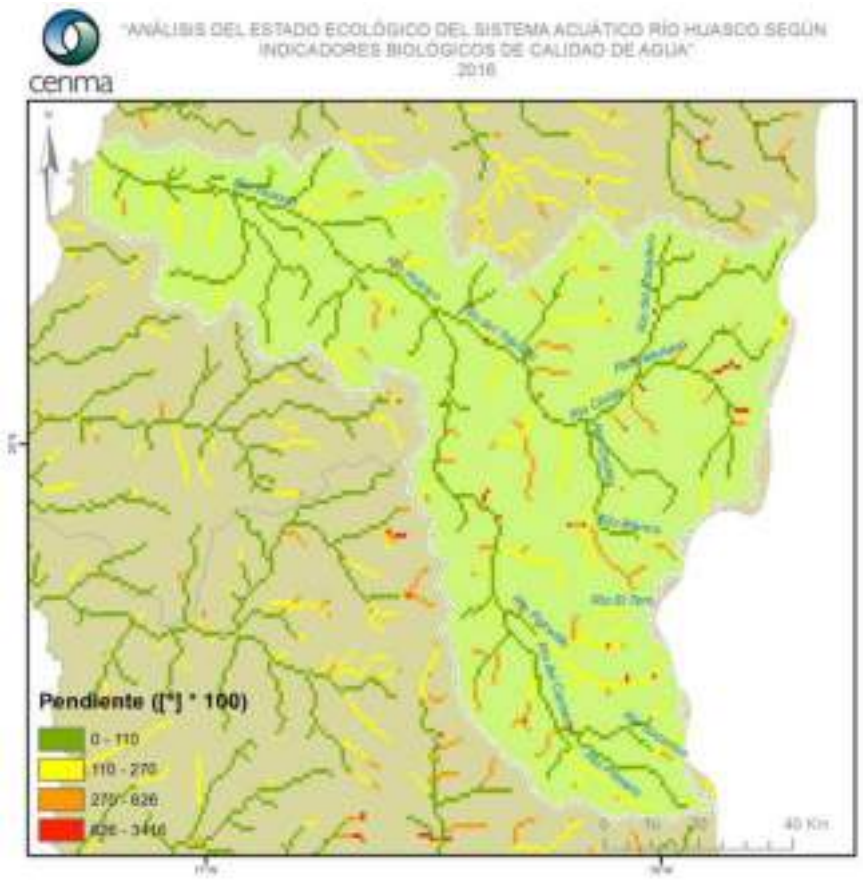


Figura 5. Pendiente promedio de la red hídrica de la cuenca del río Huasco (Fuente: Elaboración propia a partir de Domisch (2015))

C) Clima

La Región de Atacama se caracteriza por presentar un bioclima mediterráneo, con un incremento y máximo estacional de precipitaciones durante la época invernal en el sector más árido de la región. El tipo bioclimático que domina es el mediterráneo-desértico-oceánico y la variabilidad viene dada por cambios en origen y montos de precipitaciones así como por variación térmica ejercida en un gradiente costa-cordillera (Cade-Idepe 2004).

La cuenca presenta tres subtipos de climas desérticos, no obstante, el incremento latitudinal de las precipitaciones hace que la condición de desierto no sea tan rigurosa (DMCh 2016). Sin embargo, el déficit hídrico es importante y se extiende durante más de la mitad del año (Cade-Idepe 2004).

Las tres condiciones climáticas se emplazan a medida que aumenta la altitud, por lo que se describe a continuación:

1. Clima desértico con nublados abundantes: presente en todo el sector costero de la región, penetrando hasta las proximidades de Copiapó y Vallenar gracias a que el relieve no se presenta como barrera geográfica a la influencia marítima. La abundante y densa nubosidad se presenta durante la noche y se disipa en la mañana, acompañada a veces de nieblas y lloviznas. En general esta condición provoca pocos días despejados.

El régimen térmico es moderado con poca amplitud térmica tanto diaria como anual, debido a la influencia oceánica.

En cuanto a las precipitaciones, son originadas generalmente por sistemas frontales, aumentan de norte a sur y ocurren casi exclusivamente en invierno.

2. Clima desértico marginal bajo: se emplaza en la mayor parte de la Región, desde el límite costero con influencia marítima hasta donde comienzan las tierras altas de la cordillera. Desde Copiapó al sur, zona donde se encuentra la cuenca del río Huasco, la inexistencia de la cordillera de la costa permite cierto efecto marítimo en la humedad sin nubosidad, lo cual disminuye las características desérticas de este tipo de clima.

   La amplitud térmica es mayor que en la costa, alcanzando de 13° a 15°C.

   Las precipitaciones aumentan con la latitud y con la altura, concentrándose en los meses de invierno. El total anual llega a 32 mm en Vallenar.

3. Clima desértico marginal de altura: comienza sobre los 2000 msnm. El régimen térmico es más frío pero las oscilaciones son menores que en el desierto marginal bajo debido a la altura. La humedad relativa y la nubosidad son bajas.

   Las precipitaciones son mayores y se manifiestan mayormente en meses de invierno, mayo a agosto. Son de origen frontal y numerosas veces se presentan en forma de nieve. La línea de nieve se encuentra entre los 5000 y 6000 msnm.

En la ciudad de Vallenar, el promedio anual de las precipitaciones llega a los 23 mm (Algoritmos 2013).

La cuenca del Río Huasco se caracteriza por una marcada variación climática, lo cual provoca años con abundantes precipitaciones y caudales, mientras que también existen periodos prolongados de sequía, manifestándose un déficit hídrico en esos años (JVRH 2013).Según al Atlas del Agua, el río Huasco en su nacimiento recibe en promedio 7.7 m^3/s al año, sin embargo el promedio de los años 2013-2014 es de solo 1.2 m^3/s, un 84% menos (DGA 2016).

Esta última información se ha complementado con datos de precipitaciones mensuales de los últimos 5 años (2011-2016) para siete estaciones meteorológicas DGA representativas de toda la cuenca de río Huasco. La Figura 6 muestra la precipitación mensual caída para cada uno de los años considerados, observando en general un comportamiento normal de las precipitaciones para el tipo de clima descrito en la cuenca; aumento de precipitaciones durante la época invernal, mayo a agosto y disminución en el resto del año, llegando a una escasa cantidad de agua caída para los meses de diciembre, enero y febrero. Los datos que superan los 40 mm de lluvia, corresponden al año 2015, el cual tuvo un comportamiento muy por sobre la media, fenómeno que describe la cantidad de agua acumulada actualmente en el embalse.

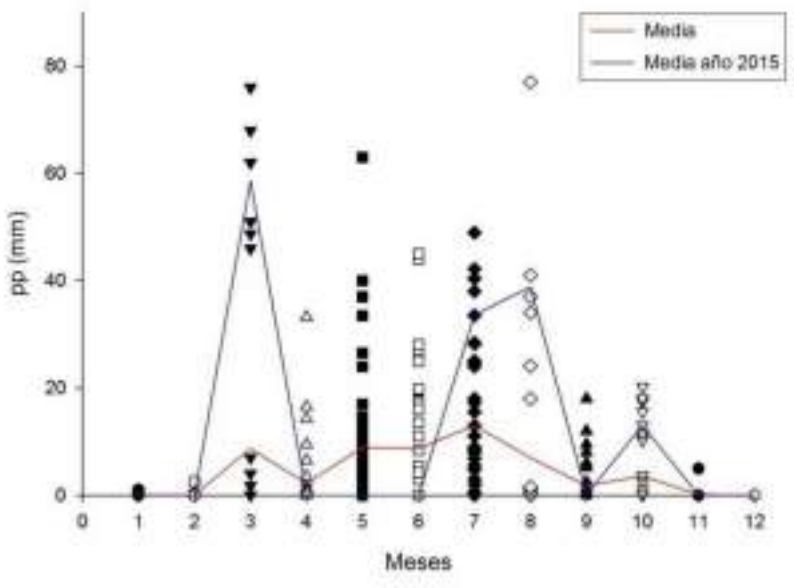


Figura 6. Precipitaciones mensuales para el periodo 2001-2016 de siete estaciones meteorológicas emplazadas en la cuenca del río Huasco (Fuente: elaboración propia a partir de datos DGA contenidos en anexo "PP_DGA Huasco.xls).

El régimen hidrológico de la cuenca se caracteriza por presentar un ciclo monomodal con crecidas en verano (noviembre-febrero) seguido de un período de caudales base en invierno (marzo-octubre) (figura 5). Los principales aportes de agua de la cuenca tienen un origen nivo-pluvial dependiendo de la estación del año en que se encuentre: en verano, el aumento de la temperatura provoca derretimiento de glaciares y nieve caída del invierno, mientras que en invierno las precipitaciones en forma de lluvia abastecen directamente la parte baja de la cuenca (Pouilly 2012).

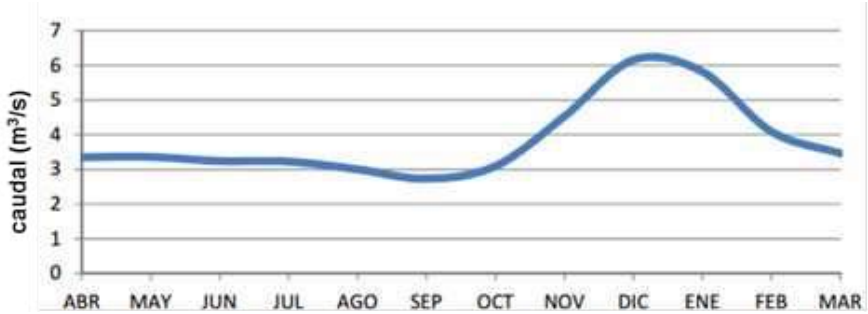


Figura 7. Hidrograma de la cuenca del río Huasco periodo 1966-2012. (Fuente: JVRH 2013)

En la Figura 8 y Figura 9 se muestra el comportamiento de la altura de la columna de agua y caudal respectivamente, de los últimos tres años (2016-2016) en 3 principales estaciones fluviométricas de la cuenca del río Huasco: 1) Río Carmen en Corral, 2) Río Conay en la Lozas y 3) Río Huasco en Algodones.

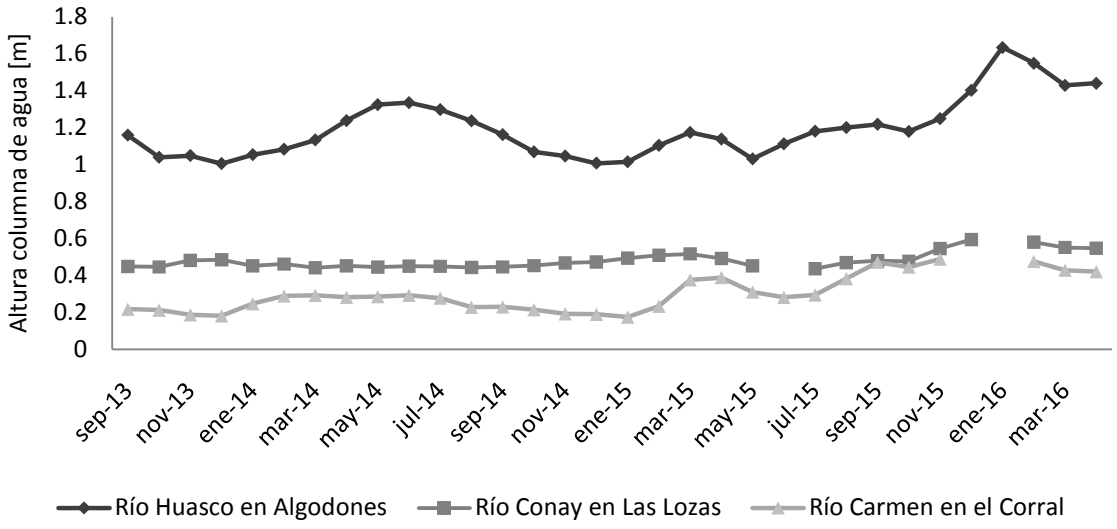


Figura 8. Altura mensual promedio [m3/s] de la columna de agua para tres estaciones de la cuenca del río Huasco. Los segmentos vacíos corresponden a falta de información desde la fuente. (Fuente: elaboración propia a partir de datos DGA (Anexo "Altura_caudal DGA Huasco.xls")).

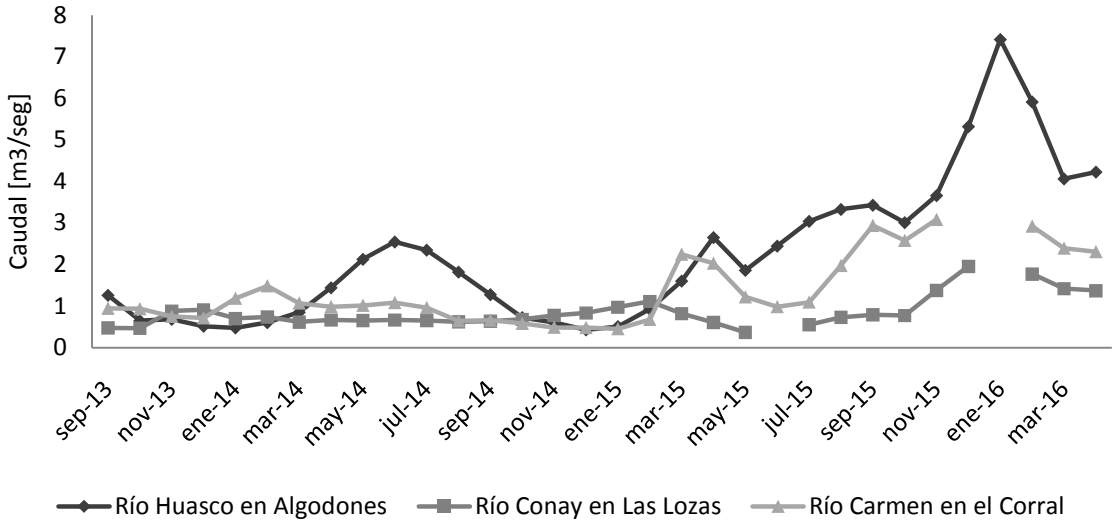


Figura 9. Caudal mensual promedio [m3/s] para tres estaciones de la cuenca del río Huasco. Los segmentos vacíos corresponden a falta de información desde la fuente. (Fuente: elaboración propia a partir de datos DGA (Anexo "Altura_caudal DGA Huasco.xls")).

La Figura 8y Figura 9muestran diferentes magnitudes y comportamientos de las series si se compara entre las tres estaciones fluviométricas. Esto debido principalmente a la ubicación geográfica de las mismas, las cuales reciben más o menos aporte de aguas lluvias a causa de la altura geográfica en donde se emplazan. La estación "Rio Huasco en Algodones" se encuentra en la parte baja de la cuenca a 750 m.s.n.m.(DGA 20016), mientras que "Rio Conay en Las Lozas" a 1570 m.s.n.m. y "Río Carmen en el Corral" a 2000 m.s.n.m. En ambas figuras, las dos últimas

estaciones mencionadas se comportan de manera similar, altura y caudal cercanos a valores de 0.5 (m) y 0.3-2 (m^3/s) respectivamente, mientras que para la estación "Rio Huasco en Algodones" la altura de la columna de agua no baja de 1 (m) y su caudal fluctúa entre 1-7 (m^3/s). Cabe considerar que esta última estación se encuentra aguas abajo del embalse, por lo que estos valores pueden verse influenciados por el caudal que se maneja aguas abajo.

Interesante es ver el comportamiento de estas variables a través del tiempo, ya que revelan los periodos en donde se acentúan las precipitaciones y donde estas escasean. En términos generales, ninguno de los tres comportamientos del caudal de la Figura 9 se asemeja al hidrograma de la Figura 7, lo cual implica que los últimos tres años fueron de carácter excepcional. En la primera figura y considerando el año 2014, los pick de caudal más notorios ocurrieron en febrero ("Río Carmen en el Corral") y en junio para la estación aguas abajo del embalse ("Rio Huasco en Algodones"). En la misma figura, desde marzo del 2015 el caudal comienza a aumentar considerablemente durante los siguientes meses, lo que se condice con las precipitaciones caídas desde el mes de febrero del mismo año (Figura 6). El caudal siguió una tendencia en aumento durante todo el 2015.

D) Caracterización socioeconómica

En el informe realizado por la consultora Cade-Idepe (2004), separa los usos del agua en cuatro grupos, los cuales se detallan y especifican según la realidad de la cuenca en estudio:

1. Usos in-situ: corresponden a aquellos que ocurren en el ambiente natural de la fuente de agua. Las actividades de la cuenca que hacen uso in situ del agua son las siguientes:
    a. *Pesca deportiva: se ha registrado esta actividad para la zona del embalse Santa Juana, en aquellas temporadas donde el nivel de agua acumulada hace posible el desarrollo de esta práctica.*
2. Usos extractivos: son aquellos que se extraen o consumen en su lugar de origen. Las actividades que se realizan en la cuenca son los siguientes.
    a. *Riego: desde las nacientes de los ríos hasta la desembocadura del Huasco, se han habilitado aproximadamente 300 bocatomas y canales (DGA 2002) que son utilizadas para la extracción y transporte de agua destinada principalmente al riego de cultivos agrícolas (Pouilly 2012). El total de usuarios del río Huasco corresponden a 2754, los cuales se organizan en 193 comunidades de agua (Cade-Idepe 2004). Según esta misma fuente, la demanda bruta al año 1997 era de 37.44 m^3/seg, con un consumo de 19.94 m^3/s. Luego de la puesta en marcha del embalse Santa Juana se alcanzó una seguridad de riego de 10000 ha aproximadamente, beneficiando a 1800 predios (Cade-Idepe 2004). En la actualidad, según reporte de la Junta de vigilancia de la cuenca (JVCH 2016)la cota y volumen de dicho embalse ha aumentado significativamente (Figura 10) debido a la gran cantidad de precipitaciones caídas en el último año.*



Figura 10. Cota y volumen total embalsado, periodo 2014-2016. (Fuente: JVCH 2016)

b. *Captación de agua potable: contempla la captación de agua para potabilización en plantas de tratamiento, abasteciendo de esta forma a lugares residenciales y a la industria. En la cuenca existen dos sistemas de aprovisionamiento de agua potable i) Vallenar y ii) Huasco-Freirina, los cuales se abastecen de aguas subterráneas (Cade-Idepe 2004).*

c. *Actividad industrial: al año 1997 las demandas brutas de agua para este uso correspondían a 8280 m^3/mes, el consumo para el mismo año alcanzó los 6900 m^3/mes (Cade-Idepe 2004).*

d. *Actividad minera: Al año 2004 el 43% de la demanda de agua superficial es administrada por este uso (Cade-Idepe 2004).*

3. Biodiversidad: las principales causas de la declinación de las especies dulceacuícolas y el deterioro de los ecosistemas asociados a ambientes acuáticos, se relacionan con alteraciones físicas, pérdida y disminución de hábitat, disminución del caudal, contaminación e introducción de especies exóticas (Revenga et al. 2005). La calidad del agua también define el funcionamiento ecológico, por lo cual una alteración de estas condiciones, que constituyen el medio físico para la biota acuática, pueden causar cambios y pérdidas a veces irreversibles de éstas funciones (Pouilly 2012).La cuenca cuenta con el Parque privado Huascoaltinos y con dos sitios prioritarios: i) parte del sitio prioritario correspondiente a la zona del Desierto florido y ii) zona de las lagunas altoandinas (Laguna grande, chica y rio Valeriano).

4. Usos ancestrales: derechos otorgados a comunidades indígenas. En esta cuenca no se han detectado este tipo de usos (Cade-Idepe 2004).

1.2 Biota de la cuenca del río Huasco

A través de la bibliografía recopilada, se contabilizaron más de 80 especies tanto de flora como fauna que se ha registrado en la cuenca del río Huasco. El producto en su versión final se anexa en el archivo “Anexo1.1.xlsx”.

1.3 Base de datos estandarizada de monitoreo biológico

La base de datos estandarizada de monitoreo biológico se está elaborando mediante la bibliografía recopilada a través de las fuentes de información mencionadas en la Tabla 1 y de aquella proporcionada por la contraparte técnica. El listado de informes recopilados se enlista a continuación:

Tabla 6. Listado de informes considerados en la base de datos

#	Título	Autor(Es)	Año
1	Increase Of Total Glutathione As A Response To Cd Induced Stress In a Chilean Endemic Bryophytes (Thuidium Sp.)	Genny Leinenweber, Susana Stegen1 And Paula Díaz-Palma	2009
2	Mejoramiento Tecnológico De La Planta De Tratamiento De Aguas Servidas Vallenar	Sanitaria Aguas Chañar	2016
3	Desarrollo De Un Modelo De Gestión Integral Para El Resguardo De La Calidad Del Agua En Los Valles De Huasco, Limarí Y Choapa	INIA, CEAZA, Junta Vigilancia Rio Huasco	2010
4	Aplicación Red De Monitoreo De Calidad De Agua En La Cuenca Del Río Huasco Y Sus Afluentes		2010
5	CaracterizaciónFísico – Química Del Rio Huasco Aéreas De Vigilancia Anteproyecto Norma Agua Superficial Cuenca Rio Huasco	ANAM	?
6	Índice De Funcionalidad Fluvial Río Huasco Región De Atacama	Álvaro Parra Valdivia.SEREMI Del Medio Ambiente, Región De Atacama	2012
7	Estudio De Calidad De Aguas Subterráneas En Las Cuencas De Huasco Y Mataquito	Comisión Nacional De Riego (CNR)	2006
8	Análisis Integrado De Gestión En Cuenca Del Río Huasco Región De Atacama	DGA	2013
9	CaracterizaciónFísico – Química Del Rio Huasco Aéreas De Vigilancia Anteproyecto Norma Agua Superficial Cuenca Rio Huasco	Universidad De Atacama	2010
10	Programa De Monitoreo De Aguas Julio 2007 A Junio 2008 - Proyecto Pascua-Lama	Barrick	2008
11	Programa De Monitoreo De Aguas Julio 2008 A Junio 2009 - Proyecto Pascua-Lama	Barrick	2009
12	Programa De Monitoreo De Aguas Julio 2009 A Junio 2010 - Proyecto Pascua-Lama	Barrick	2010
13	Programa De Monitoreo De Aguas Julio 2010 A Junio 2011 - Proyecto Pascua-Lama	Barrick	2011
14	Mejoramiento Planta De Tratamiento De Aguas Servidas, Freirina	AGUAS CHAÑAR S.A	2011
15	Informe Limnología	Barrick	2009
16	Evaluación Hidrogeológica De La Cuenca Del Río Huasco, Con Énfasis En La Cuantificación Y Dinámica De Los Recursos Hídricos Superficiales Y Subterráneos	Estudios DGA / Universidad Católica Del Norte	2010
17	Proyecto 12 Cuencas	CENMA	2012
18	Monitoreo Hidrobiológico Del Proyecto Pascua-Lama	CEAZA	2008-2009

#	Título	Autor(Es)	Año
19	Evaluación Inicialde Caudales Ecológicos/Ambientales En La Cuenca Del Río Huasco-Chile	UICN	2012
20	Proyecto El Morro		
21	Central Guacolda		
22	Proyecto Agroindustrial Del Valle De Huasco - Agrosuper	Gestión Ambiental Consultores	
23	Importance Of Geochemical Factors In Determining Distribution Patterns Of Aquatic Invertebrates In Mountain Streams South Of The Atacama Desert, Chile	Ingrid Alvial Et Al	2013

La información recopilada y estandarizada desde estos documentos se puede ver en el archivo anexo “Anexo1.1.xlsx”. Los estudios en formato digital de donde se recopiló dicha información se adjuntan en la carpeta “Estudios revisión bibliográfica” en carpeta Anexos.

Preliminarmente, la Figura 11 muestra un total de 113 puntos de monitoreo biológico que a la fecha se han recopilado de las diferentes fuentes de información revisadas. De23 informes, solo 9 poseen datos georreferenciados, con los cuales se pudo construir dicha figura. Los 14 estudios restantes se utilizaron en la generación del listado de especies de la cuenca, resultado correspondiente a la actividad anterior.

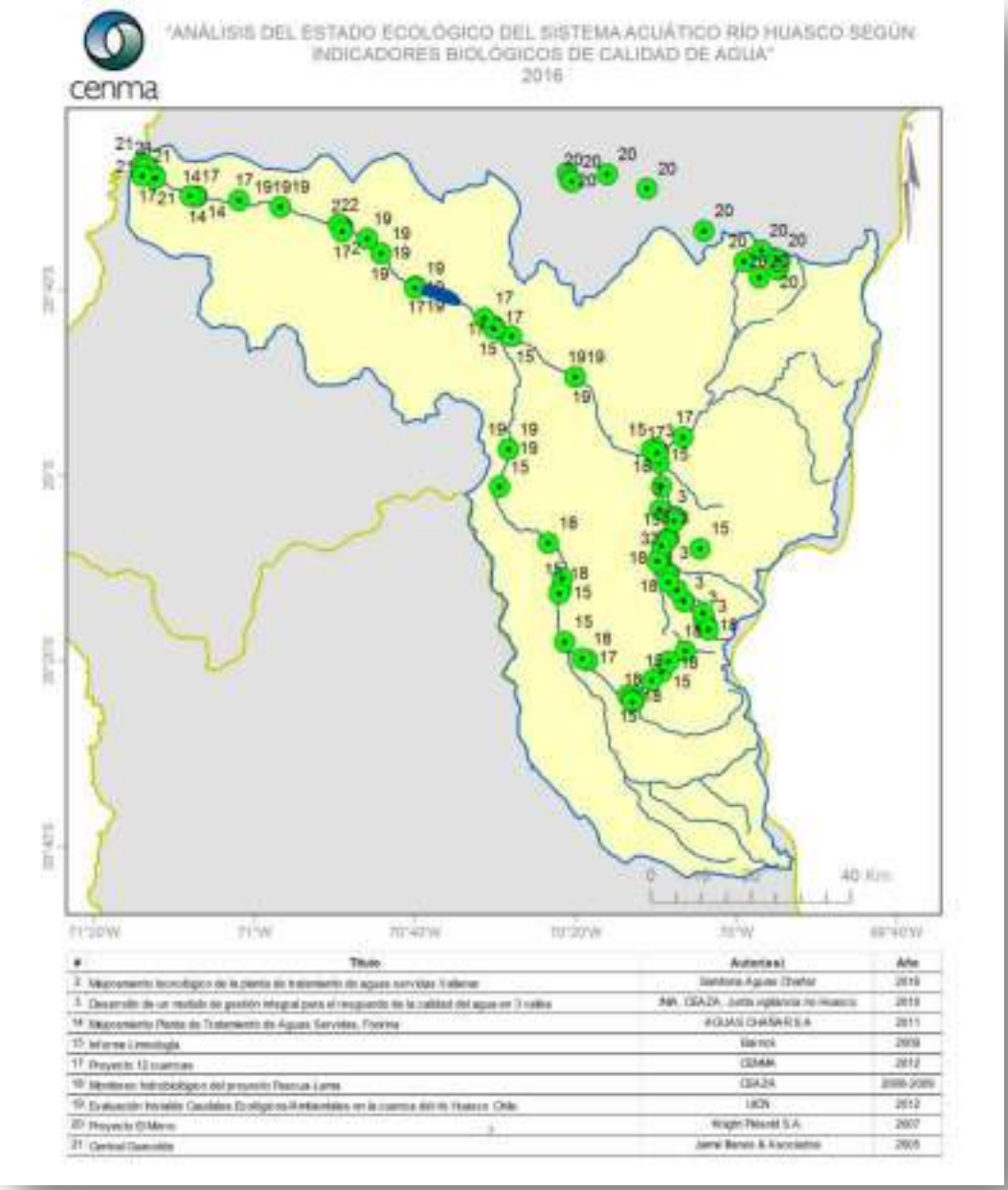


Figura 11. Estaciones de monitoreo recopiladas de la revisión bibliográfica. Los números ubicados en cada punto corresponden a un único identificador (ID #) asignado a cada estudio recopilado. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos compilados en documento "Anexo1.1.xls").

El detalle de las especies o grupos, riqueza, abundancias y distribución en la cuenca, es detallado en la siguiente actividad.

1.4 Riqueza, abundancia, biodiversidad y distribución

Hasta la fecha se ha recopilado el material suficiente para el desarrollo de esta actividad. Sin embargo, el análisis y caracterización de la cuenca en base a estas variables, puede variar de acuerdo a los informes que estén pendientes de incluir.

En base a los puntos de monitoreo georreferenciados e información recogida de la revisión bibliográfica, es posible analizar la cuenca de manera gráfica a través de la espacialización de los principales datos.

La Figura 12 muestra la cantidad de especies encontradas en las campañas de monitoreo de los diferentes estudios que han sido realizados en la cuenca (Figura 11). Estos se concentran en la parte alta de la cuenca, específicamente a lo largo del río Chollay, lo que se debe principalmente a estudios y líneas base relacionadas con el proyecto minero “Pascua-Lama”.

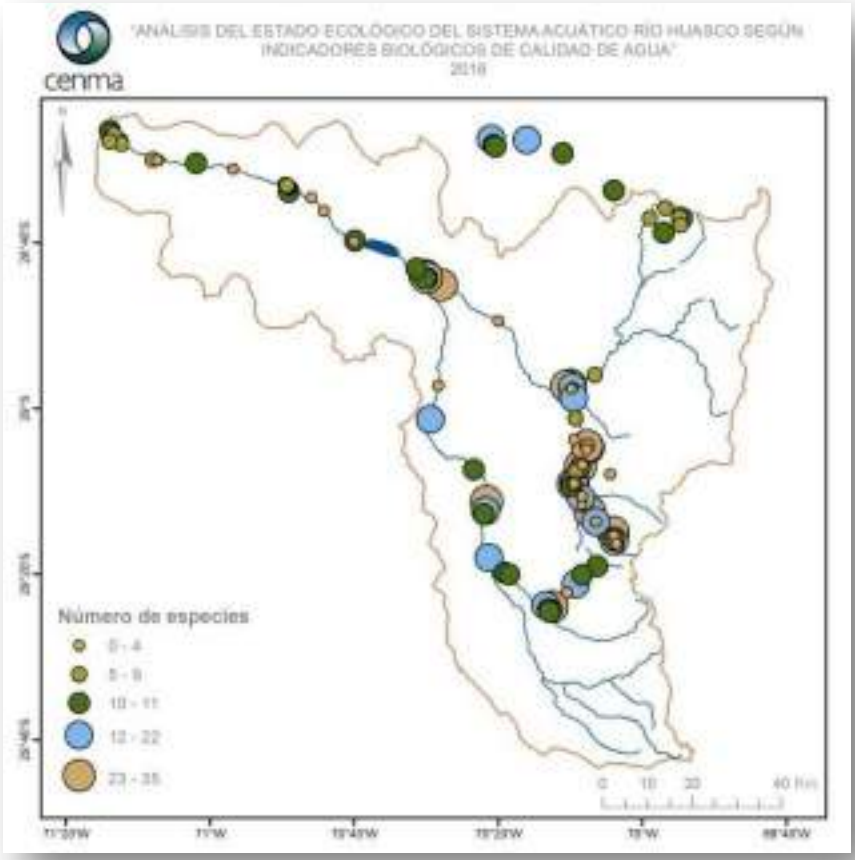


Figura 12. Número de especies registradas en los monitoreos recopilados de la revisión bibliográfica (Fuente: Elaboración propia a partir de datos compilados en documento “Anexo1.1.xls”).

En general, los monitoreos se han concentrado aguas arriba del embalse: 78 puntos pertenecientes a 6 estudios, mientras que desde el embalse hasta la desembocadura se han desplegado 5 proyectos cuyos puntos de monitoreo llegan a 29.

La Figura 13 detalla la proporción de grupos de especies que se han encontrado en los puntos de monitoreo recopilados. De esta se desprende que los macroinvertebrados son el grupo más registrado y colectado en toda la extensión de la cuenca del río Huasco. Les siguen Vegetación de ribera, plantas acuáticas y diatomeas.

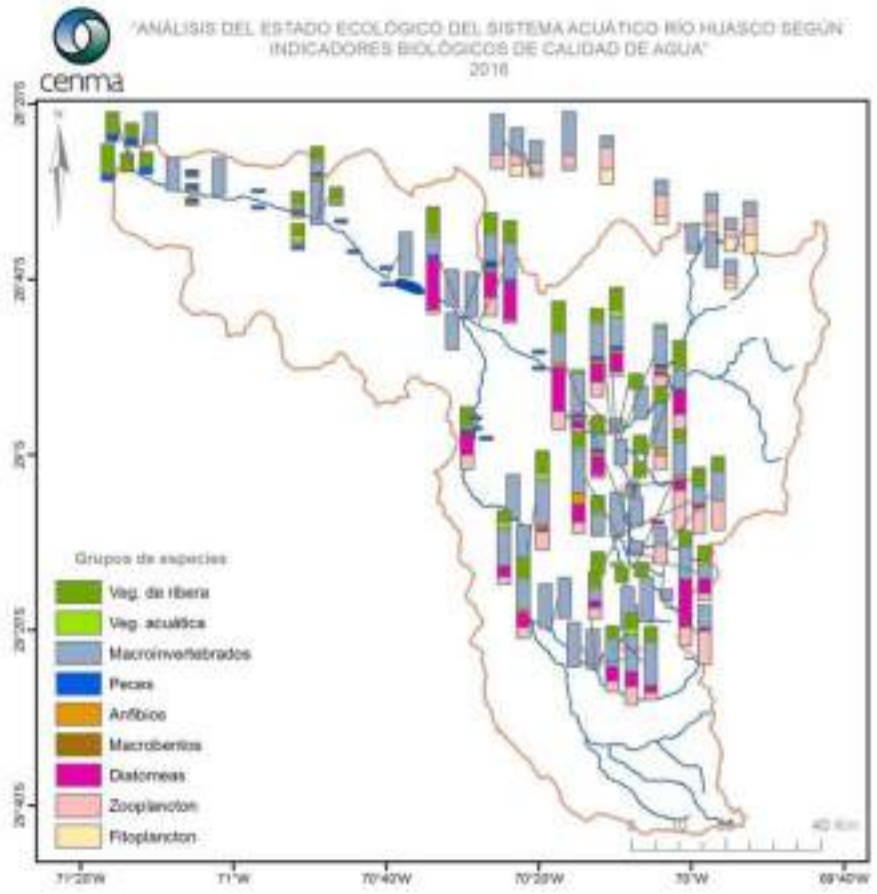


Figura 13. Grupos de especies encontradas en cada estación de monitoreo a partir de la revisión bibliográfica (Fuente: Elaboración propia a partir de datos compilados en documento "Anexo1.1.xls").

Cabe destacar, que de acuerdo a esta figura y a la información que ella representa, los peces se han colectado desde cierta altura geográfica hasta la desembocadura, lo cual podría reflejar una barrera natural para las especies que habitan en la cuenca.

1.5 Caracterización del hábitat acuático actual y de referencia

1.5.1 Identificación de hábitats de referencia

Los puntos de monitoreo de la base de datos físico-química utilizada se muestran en la Figura 14 a continuación.



Figura 14. Estaciones de monitoreo históricas consideradas en esta actividad. Fuente: CENMA, 2016.

La información contenida en esta base de datos se comparó con valores de referencia propuestos por instituciones gubernamentales internacionales que se muestran en Tabla 2, tal como se describe en capítulo metodología. El desarrollo de esta comparación realizada para cada una de las estaciones históricas se adjunta en archivo anexo "EEE_LibroIndiceComparativo.xls".

Tabla 7. Parámetros y valores de las estaciones consideradas como de referencia para la cuenca del Huasco (con mejor calidad fisicoquímica histórica, según base de datos). (Basados en el percentil 50 que refleja la tendencia central histórica; ICs > 0 y 95 que refleja la tendencia máxima histórica) (Fuente: elaboración propia).

Parámetro	Fracción	Unidad	P50	P95
Aceites y Grasas	T	mg/L	5	5
Aluminio	D	mg/L	0.06455	0.065045
Aluminio	T	mg/L	0.395	1.645
Arsénico	D	mg/L	0.00985	0.010435
Arsénico	T	mg/L	0.0122	0.02565
Bario	D	mg/L	0.0278	0.02861
Bario	T	mg/L	0.0282	0.03228
Boro	D	mg/L	1.4093	1.622625
Boro	T	mg/L	1.273	1.6462

Parámetro	Fracción	Unidad	P50	P95
Cadmio	D	mg/L	0.000275	0.0002975
Cadmio	T	mg/L	0.01	0.01
Calcio	D	mg/L	208.685	278.13
Calcio	T	mg/L	191.9	212.496
Cianuro	T	mg/L	0.02	0.031
Cloruros	D	mg/L	398.5	448.5
Cobalto	D	mg/L	0.00086	0.001256
Cobalto	T	mg/L	0.01	0.01
Cobre	D	mg/L	0.00512	0.01075
Cobre	T	mg/L	0.01	0.0338
Coliformes fecales	T	NMP/100mL	37	3087.25
Coliformes totales	T	NMP/100mL	1265	22725
Color	D	UC	17	29.25
Cromo	D	mg/L	0.43575	0.822075
Cromo	T	mg/L	0.01	0.05924
Fluoruros	D	mg/L	0.355	0.7491
Hierro	D	mg/L	0.02	0.1
Hierro	T	mg/L	0.105	0.6336
Litio	D	mg/L	0.1695	0.19075
Litio	T	mg/L	0.3095	0.3607
Magnesio	D	mg/L	57.615	73.6575
Magnesio	T	mg/L	63.007	78.7434
Manganeso	D	mg/L	0.1592	0.22652
Manganeso	T	mg/L	0.2945	0.6066
Mercurio	D	mg/L	0.000465	0.0007665
Mercurio	T	mg/L	0.000315	0.008026
Molibdeno	D	mg/L	0.0052	0.00789
Molibdeno	T	mg/L	0.005	0.006856
Níquel	D	mg/L	0.0128	0.021875
Níquel	T	mg/L	0.02	0.02
Nitratos como NO_3	T	mg/L	1.66	19.85075
Nitritos como NO_2	T	mg/L	0.045	0.188
pHde Laboratorio	T	Unidad de pH	8.72	9.1545
Plata	D	mg/L	0.1126	0.21376
Plata	T	mg/L	0.01	0.0463
Plomo	D	mg/L	0.000475	0.0004975
Plomo	T	mg/L	0.0063	0.04009
Potasio	D	mg/L	6.995	10.9425

Parámetro	Fracción	Unidad	P50	P95
Potasio	T	mg/L	7.84	11.296
Selenio	D	mg/L	0.0052	0.005765
Selenio	T	mg/L	0.00461	0.005
Sodio	D	mg/L	287.345	390.345
Sodio	T	mg/L	303.13	363.8014
Sólidos Totales Disueltos de Laboratorio	D	mg/L	1380	1895.25
Sólidos Totales Suspendidos de Lab	T	mg/L	7	32.55
Sulfatos	T	mg/L	750	841
Sulfuros	T	mg/L	0.1	0.1
Sustancias Activas al Azul de Metileno / Detergentes	T	mg/L	0.1	0.1
Tetracloroeteno	T	ug/L	5	10
Zinc	D	mg/L	0.02785	0.032755
Zinc	T	mg/L	0.07185	1.50984

Tabla 8. Parámetros y valores límites (máximos) promedios según recomendaciones internacionales (EPA-EU 2001, Canadian Council of Minister of the Environment 2003, Australian Drinking Water Guidlines 2011, USEPA 2012) para la protección de la biota, para los parámetros establecidos como prioritarios en este estudio. (Fuente: elaboración propia a partir de valores de referencia recopilados).

Parámetro	Tipo	Valor límite promedio (mg/L) recomendado para la protección de la Biota
Aluminio	Metales	1.389
Arsénico	Metales	0.052
Bario	Metales	0.100
Boro	Metales	1.367
Cadmio	Metales	0.039
Cianuro	Aniones	0.025
Cloratos	Aniones	30.000
Cloro Libre Residual* Cloro en general	Aniones	0.036
Cloruros	Aniones	200.0
Cobalto	Metales	0.110
Cobre Total	Metales	0.024
Cromo Hexavalente	Metales	0.016
Fluoruro	Aniones	0.560
Hierro Disuelto	Metales	0.733
Manganeso Total	Metales	0.625

Parámetro	Tipo	Valor límite promedio (mg/L) recomendado para la protección de la Biota
Mercurio*	Metales	0.015
Molibdeno	Metales	0.073
Níquel	Metales	0.030
Plomo	Metales	0.021
Selenio	Metales	0.021
Sulfuros	Aniones	0.002
Zinc	Metales	1.041
Oxigeno	Básicos	8
Oxigeno (%)	Básicos	80
pH	Básicos	$4 < pH_r < 10$
Conductividad Eléctrica	Básicos	1800
Temperatura	Básicos	21

La identificación de estaciones de referencia se obtuvo mediante el índice comparativo, el cual entregó varias estaciones históricas como candidatas para ser estaciones de referencia (ICs>0, ver métodos). Esta primera selección se basa en el comportamiento del promedio del índice calculado por parámetro en cada estación histórica de muestreo (Figura 15) utilizando solamente el percentil 95. En dicha figura se pudo establecer un valor umbral de 0.4 debido a un notorio quiebre en el comportamiento de los datos. Todas las estaciones con un promedio superior a este umbral se consideran como candidatas.

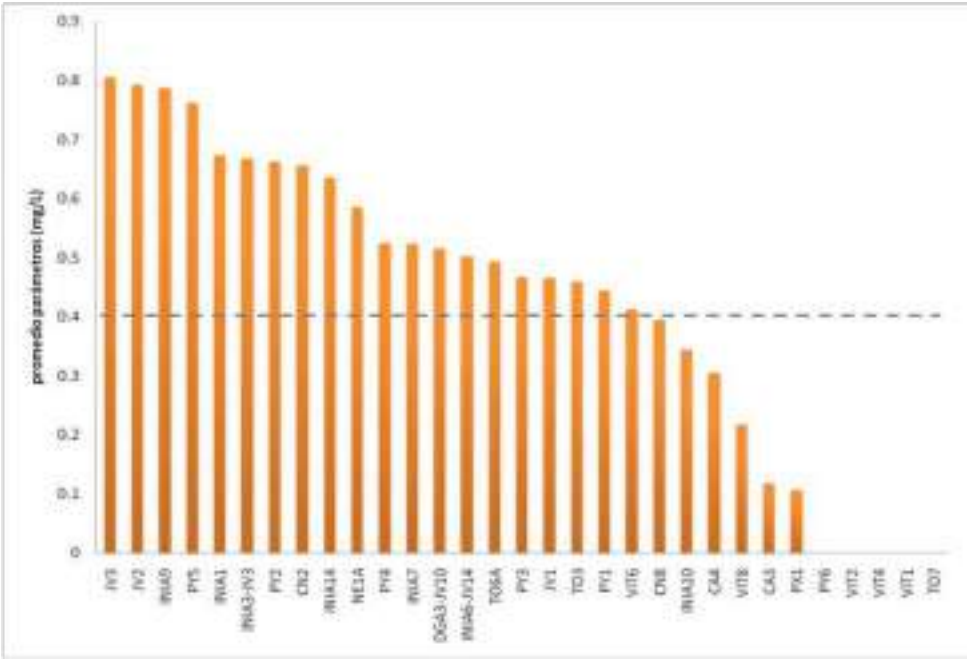


Figura 15. IC promedio para estaciones de monitoreo históricas como primer criterio en identificación de hábitats de referencia. La línea punteada gris establece el corte de selección físico-química. (Fuente: elaboración propia a partir de datos recopilados).

A estas 20 estaciones seleccionadas se aplicaron varios criterios de descarte, tal como lo muestra la Tabla 9.

Tabla 9. Estaciones históricas seleccionadas y criterios de descarte aplicados.

Primera selección	$\bar{X}$ IC	Nº de parámetros	Criterio de descarte	Coincidencia con estación actual
JV3	0.805	14	número de parámetros	
JV2	0.792	14	número de parámetros	
INIA9	0.787	17	bajo acceso	
PY5	0.762	17	faltan coordenadas	
INIA1	0.673	17	ninguno	1H
INIA3-JV3	0.667	17	ninguno	3H
PY2	0.663	17	faltan coordenadas	
CN2	0.656	19	faltan coordenadas	
INIA14	0.635	17	ninguno	14H
NE1A	0.586	19	sin coincidencia con estaciones actuales	
PY4	0.525	17	faltan coordenadas	
INIA7	0.523	17	ninguno	7H
DGA3-JV10	0.515	17	ninguno	4I
INIA6-JV14	0.502	17	sin coincidencia con estaciones actuales	

Primera selección	$\bar{X}$ IC	Nº de parámetros	Criterio de descarte	Coincidencia con estación actual
TO6A	0.493	17	sin coincidencia con estaciones actuales	
PY3	0.467	17	faltan coordenadas	
JV1	0.465	17	ninguno	1I
TO3	0.459	17	bajo acceso	
PY1	0.444	17	faltan coordenadas	
VIT6	0.411	17	faltan coordenadas	

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de los resultados obtenidos con la estación INIA3-JV3. El cálculo total y resultados para las demás estaciones históricas se encuentran en la planilla Excel "EEE_LibroIndiceComparativo.xls".

Tabla 10. Ejemplo del cálculo del Índice Comparativo (IC) para algunos parámetros y valores límites (máximos) según recomendaciones internacionales (EPA-EU 2001, Canadian Council of Minister of the Environment 2003, Australian Drinking Water Guidlines 2011, USEPA 2012) para la protección de la biota, respecto de los valores de tendencia media históricos (percentil 50) de lo que se considera una estación de referencia (en este caso INIA3-JV3_histórico y 3H_actual) en este estudio. Valores IC menores a cero evidencian cumplimiento.(Fuente: elaboración propia).

Parámetro	Valor límite (mg/L) recomendado para la protección de Biota	percentil 50 histórico Estación 3H	IC_S
Aluminio	1.389	0.02155	-0.98
Arsénico	0.052	0.006295	-0.87
Bario	0.1	0.0244	-0.75
Boro	1.367	1.1325	-0.17
Cadmio	0.039	0.000625	-0.98

1.5.2 Selección de hábitat de referencia

La ubicación espacial de las estaciones con mejor IC_S seleccionadas se muestra en la Figura 16 a continuación. En esta imagen se muestra además, los usos de suelo de la cuenca (IDE MMA 2017) y la tipología de ríos según Fuster *et al.*(2010), criterios que son utilizados para describir y comparar las estaciones seleccionadas.

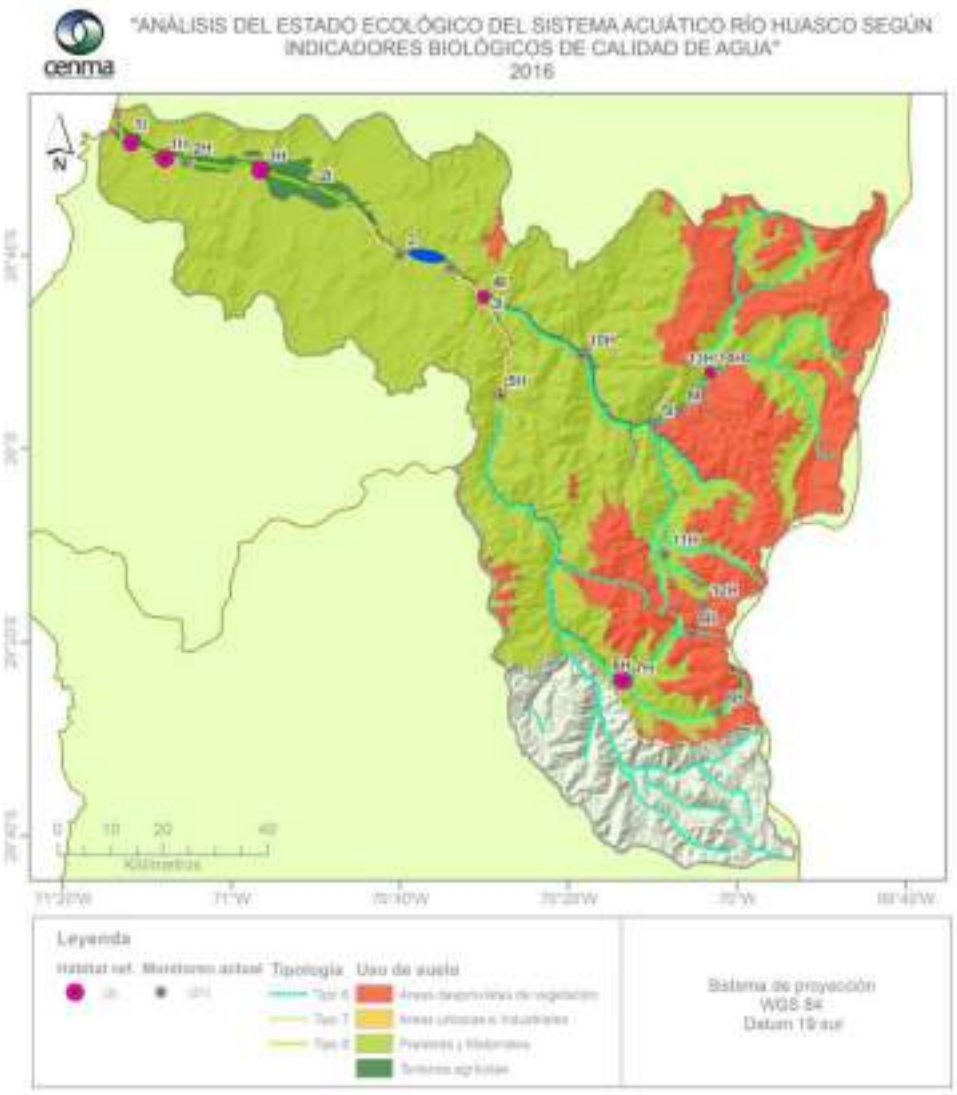


Figura 16. Hábitats de referencia seleccionados para la cuenca del río Huasco. (Fuente: Tipología (Fuster *et al.* (2010)); Usos de suelos (IDE-MMA 2017)).

Las estaciones más semejantes son 1I, 1H y 3H ya que:

- *ambas están emplazadas en la misma clasificación según tipología de ríos, es decir, el tramo del rio que representan tiene las mismas características desde el punto de vista geomorfológico y edáfico; caudal entre 5 a 50 m^3/s, geología de tipo silícea, sustrato arenoso y altitud y pendiente bajas.*
- *Según cartografía de uso de suelos, las actividades que circundan a estos puntos son principalmente relacionadas con la agricultura.*

Estas características son distintas a la zona representada por el punto 7H Y 14H ya que:

- *la clasificación según tipología es de tipo 6, lo cual se traduce en: tramos con caudales < 5 m^3/s y entre 5 a 50 m^3/s (clase 1 y 2), geología de tipo silícea, sustrato de tipo grava y roca, pendiente alta y altitud alta.*

Estas características fueron complementadas por las condiciones de terreno que el equipo consultor constató en la primera campaña de monitoreo. Esto permitió reconocer las características anteriormente señaladas e integrar la información con variables como: acceso, naturalidad del lugar según inspección visual, modificaciones del cauce y abundancia de especies que potencialmente se seleccionarían para experimentos de bioensayos.



Figura 17. Estación 1I. Alta accesibilidad, escombros y basura, cauce sin borde ocupado principalmente por una alta cobertura de vegetación acuática, bajas condiciones de hábitat para encontrar grupos de especies potencialmente para uso en bioensayos.



Figura 18. Estación 1H. Baja accesibilidad, muy cercano a línea férrea, cauce sin borde ocupado principalmente por una alta cobertura de vegetación de ribera, bajas condiciones de hábitat para encontrar grupos de especies potencialmente para uso en bioensayos.











Figura 19. Estación 3H. Alta accesibilidad, sin perturbaciones antrópicas visibles, cauce con borde ocupado principalmente por una alta cobertura de vegetación de ribera. Flujo vehicular presente, cercano a un badén. Sin embargo, altas condiciones de hábitat para encontrar grupos de especies potencialmente para uso en bioensayos.



Figura 20. Estación 7H. Mediana accesibilidad, se necesita permiso de la minera Compañía minera Nevada, empresa Barrick Gold. Flujo vehicular moderado, alteraciones del cauce, construcciones cercanas al punto.



Figura 21. Estación 14H. Fácil acceso, sin escombros ni perturbaciones antrópicas visibles. Sin embargo, se considera un lugar con bajas condiciones de hábitat de especies indicadoras por alto caudal y velocidad de la corriente.



Figura 22. Estación 4I. Fácil acceso. Sin embargo, se considera un lugar con bajas condiciones de hábitat de especies indicadoras por alto caudal y velocidad de la corriente.

Tabla 11. Síntesis de estaciones preseleccionadas.

	1H	1I	3H	7H	14H	4I
Nombre estación	Rio Huasco después del pueblo Freirina (Qda. El Negro)	Rio Huasco en Huasco Bajo	Rio Huasco en Maitencillo	Rio Tres Quebradas antes de confluencia con Rio Potrerillos	Rio Cazadero y/o Rio Laguna Grande	Rio Huasco antes del embalse Santa Juana
Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19 sur	6845216N/ 293878E	6848704N/ 286797E	6842942N/ 312173.2E	6744964N/ 382387E	6804351N/ 398232E	6818556N/ 355070
Altitud (m.s.n.m.)	80	74	229	2666	1865	806
Accesibilidad	baja	alta	alta	baja	alta	alta
Abundancia de especies	media	media	alta	media	baja	baja
Calidad de agua según IC_s	IC_s<0 para Boro.	buena	buena	buena	buena	buena
Actividades antrópicas circundantes	A 100 metros de la línea férrea	Puente con flujo vehicular alto. Presencia de escombros.	Badén con paso vehicular moderado	Cercano a instalaciones empresa Barrick Gold.	Sin perturbaciones antrópicas visibles	Influencia de embalse

Por lo tanto, de acuerdo a las características analizadas, el punto de muestreo que mejor se identifica como hábitat de referencia es la estación 3H.

1.5.3 Comparación de hábitat de referencia

La visita en terreno a los diferentes puntos de monitoreo y zonas de la cuenca del río Huasco permitieron comparar entre si los sitios preseleccionados como hábitat de referencia con aquellos puntos de monitoreo que no fueron seleccionados en la etapa 1 de esta metodología (selección por parámetros físico-químicos). Fueron pocos los puntos que visualmente tenían las características adecuadas para la colecta de especies: 1H, 2H y 2I son sitios que destacan por presencia de macrófitas, perifiton y macroinvertebrados. Sin embargo la calidad físico-química no demuestra ser adecuada de acuerdo al índice IC_s.

Tabla 12. Comparación de estaciones no seleccionadas.

	2H	1H	2I
Nombre estación	Rio Huasco en puente Los Guindos	Rio Huasco después del pueblo Freirina (Qda. El Negro)	Rio Huasco en puente Panamericana
Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19 sur	6844426.8N/ 297811E	6845216N/ 293878E	6839156N/ 322127E
Altitud (m.s.n.m.)	105	80	362
Accesibilidad	media	baja	media
Abundancia de especies	Alta para macrófitas, media para macroinvertebrados	Alta para macrófitas, media para macroinvertebrados	Buena para macroinvertebrados y perifiton.
Calidad de agua según IC_s	IC_c< para Hierro. Parámetros sin información histórica	IC_s<0 para Boro.	IC_c< para Plomo. Parámetros sin información histórica
Actividades antrópicas circundantes	Presencia de microbasurales	A 100 metros de la línea férrea	Actividades agrícolas, ganaderas. Presencia de escombros.

2. Objetivo 2. Justificar y seleccionar técnicamente bioindicadores y sus contaminantes asociados para la cuenca del río Huasco.

2.1 Selección del indicador biológico

Factibilidad técnica, facilidad en muestro y costo-efectividad

La bioindicación es una técnica de evaluación para establecer los sitios de mejor calidad ecológica y basados en ellos poder determinar rangos de valores de parámetros físico-químicos adecuados para la protección de la vida acuática, convirtiéndose en una herramienta fundamental en la detección y control de perturbaciones en un determinado ecosistema. Los métodos de bioindicación que se han desarrollado buscan principalmente analizar la salud de la biota acuática, pudiendo ser utilizado también para evaluar la salud ambiental del aire, suelo y agua de los más variados entornos. Consiste en la utilización de organismos vivos animales y/o vegetales, para medir el grado de intervención de un entorno determinado. Los indicadores biológicos reaccionan de una manera concreta ante ciertos agentes contaminantes, y se convierten en indicadores que permiten evidenciar si la vida de los organismos acuáticos peligra o se encuentra en buen estado. Si bien no es el objetivo primario de la bioindicación, otros usos son el predecir o determinar el tipo de contaminante y el grado de toxicidad que afecta al sistema.

Se establecieron cuatro posibles indicadores biológicos para evaluar la calidad ecológica y fisicoquímica de la cuenca, de manera de detectar alteraciones peligrosas para el desarrollo de la biota en el sistema y que además sirvan como apoyo a la norma (Tabla 13), los que consideran un protocolo rápido, facilidad técnica y amplio reconocimiento mundial para este fin. En base a esta tabla se obtiene como resultado que los mejores indicadores biológicos para ser utilizados en base a la justificación científico-técnica y costo-efectividad son los Macroinvertebrados y el Fitobentos, si bien los otros grupos son una alternativa a ser utilizados si existen altos recursos disponibles para ello. A continuación se explican las ventajas y desventajas de cada grupo:

Macroinvertebrados: Son los más utilizados a nivel mundial por su eficacia en protocolos rápidos de evaluación ambiental. Tienen una alta importancia ecológica al ser eslabones intermedios en las cadenas tróficas y contar con distintos grupos funcionales que aportan valiosa información de los flujos de energías de los sistemas. Son sensibles a una gran cantidad de estresores agudos y crónicos, y su captura y taxonomía es sencilla y bien conocida hasta nivel de familia, lo que es suficiente para establecer calidad ecológica en un lugar. No poseen problemas de bioética en su captura y manipulación, pudiendo ser utilizados potencialmente en bioensayos con especies nativas.

Peces: Son muy utilizados a nivel mundial por el conocimiento que existe de ellos, si bien en Chile aún hay mucho por conocer de su ecología y ciclos vitales. Tienen una alta importancia ecológica al ser eslabones topes en las cadenas tróficas y aportar valiosa información de los agentes estresores crónicos de los sistemas. Son sensibles principalmente a estresores químicos, y su captura y taxonomía no es sencilla, y conlleva a costos elevados y a bastante tiempo de muestreo. Son bien conocidos hasta nivel de especie, y se pueden establecer índices que consideren la presencia y proporción de fauna nativa e introducida, lo que es suficiente para establecer calidad ecológica en un lugar. Por ser vertebrados, poseen problemas de bioética en su captura y manipulación, además de presentar estados de conservación vulnerables y en peligro en la mayoría de las

especies nativas. Las especies introducidas pueden ser utilizadas potencialmente y con mayor facilidad en bioensayos, mientras que las especies nativas por sus estados de conservación se hace más difícil y menos deseable.

Macrófitas: Son bien utilizadas a nivel mundial por su eficacia en determinar exceso de nutrientes en los cuerpos de agua. Tienen una alta importancia ecológica al ser productores en las cadenas tróficas. Son sensibles a los nutrientes, y a una gran cantidad de estresores crónicos. Su captura es sencilla aunque requiere bastante tiempo y su taxonomía es bien conocida si bien faltan especialistas en el área. No poseen problemas de bioética en su captura y manipulación, pudiendo ser utilizados potencialmente en bioensayos con especies nativas.

Fitobentos: Son muy utilizados a nivel mundial por su eficacia en protocolos rápidos de evaluación ambiental. Tienen una alta importancia ecológica al ser eslabones primarios en las cadenas tróficas. Son sensibles a una gran cantidad de estresores agudos y crónicos, si bien son más utilizados para determinar estado trófico de un sistema. Su captura y taxonomía es sencilla y bien conocida hasta nivel de familia, lo que es suficiente para establecer calidad ecológica en un lugar. No poseen problemas de bioética en su captura y manipulación, pudiendo ser utilizados potencialmente en bioensayos con especies nativas.

Respuesta de la biota a los distintos estresores de una cuenca

Además de las consideraciones anteriores, se debe incluir la respuesta (sensibilidad del indicador) de la biota ante los distintos estresores potenciales de una cuenca. En la Tabla 14 se categorizan las distintas respuestas a los diferentes contaminantes potenciales. Basado en los resultados, se puede definir que los mejores indicadores biológicos para ser utilizados en base a la justificación científico-técnica son los Macroinvertebrados y las Macrófitas, si bien los otros grupos son una alternativa a ser utilizados debido a que integran prácticamente todas las presiones.

Distribución de la biota a los distintos hábitats de una cuenca

Los grupos de mayor representación en la cuenca del Huasco para todos los hábitats en toda la cuenca son los Macroinvertebrados y el Fitobentos, los cuales se distribuyen desde la alta montaña hasta la desembocadura.

Por otra parte, los Peces y Macrófitas presentan una distribución mayoritaria en la parte media y baja de la cuenca, si bien existen Macrófitas en la parte alta de la cuenca en menor representación de riqueza.

Selección final del Indicador Biológico

Basados en todo lo anterior, es que se sugieren utilizar en conjunto a los grupos biológicos de diatomea, macrófitas y macroinvertebrados, pues aportan información relevante y complementaria. Sin embargo y si hay que decidir por dos grupos principales, se sugiere seleccionar a los Macroinvertebrados y la cobertura de macrófitas como indicadores para la cuenca del Huasco, debido a que permiten protocolos rápidos y económicos de evaluación de calidad.

Tabla 13. Parámetros biológicos seleccionados para monitoreo de impacto de actividades en la cuenca según literatura científica. Las columnas señalan la justificación de la elección del respectivo parámetro seleccionado.(Fuente: elaboración propia)

Indicador	Método	Importancia ecológica	Uso a nivel mundial	Facilidad técnica Colecta / Identificación	Nivel taxonómico requerido	Tiempo y Costos	Desarrollo en Chile	Desarrollo de Índices Internacional / Chile	Estado de Conservación	Bioéticaasociada	Facilidad Bioensayo (sp nativas)	Indica exposición de tipo	PREA*
Macro invertebrados	Presencia Ausencia Familias	Alta (links entre productores y consumidores finales)	Alto	Alta / Media	Familia	Bajo	Alto	Si / Si	Sin estado	No	Media	Aguda y Crónica	Si
Peces	Presencia Ausencia nativas / introducidas Índice Gonadal	Alta (consumidores finales)	Alto	Baja / Media	Especie	Alto	Medio	Si / No	Vulnerables o en peligro	Si	Baja	Crónica	No
Macrófitas	Abundancia / Cobertura	Alta (sustrato para albergar la vida y aportar energía)	Alto	Media / Baja	Especie	Alto	Medio	Si / No	Sin estado	No	Media	Crónica	No
Fitobentos	Presencia - ausencia de grupos/ Abundancia / Medición de Clorofila/ razón clorofila-peso seco libre de ceniza.	Alta (sustrato para albergar la vida y aportar energía)	Alto	Alta / Baja	Género	Bajo	Medio	Si / No	Sin estado	No	Media	Aguda y Crónica	Si

*PREA: protocolos rápidos de evaluación ambiental

Tabla 14. Contaminantes asociados a la sensibilidad del componente biológico. Las columnas señalan el nivel de respuesta según el tipo de alteración correspondiente. (Cont.: Contaminación)(Fuente: elaboración propia)

Indicador	Alteración caudal	Alteración morfológica lecho fluvial	Alteración de la ribera	Cont. térmica	Cont. Orgánica	Cont. Metales	Cont. Pesticidas	Cont. Herbicidas	Mineralización	Eutrofización	Transparencia agua y solidos
Macro invertebrados	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Alta	Media	Alta
Peces	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Baja	Alta	Baja	Alta
Macrófitas	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Media	Media	Alta	Media	Alta	Media
Fitobentos	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Media	Media	Alta	Media	Alta	Baja

(Alta: respuesta directa y evidente, Media: respuesta indirecta y medianamente evidente, Baja: respuesta poco o no evidente)

Índices sugeridos para ser utilizados

Determinación de la calidad ecológica y de agua

Para determinar la calidad ecológica y de las aguas, se ha desarrollado una guía metodológica para los distintos grupos biológicos que se encuentra en los resultados del objetivo 5 de este informa. Allí se detalla la información de los índices posibles y sugeridos a utilizar, Principalmente los índices saprobios de diatomeas y BMWP de macroinvertebrados bentónicos.

Determinación del estado Trófico

Para determinar el estado trófico del sistema se sugiere utilizar los índices de cobertura de macrófitas y de estado trófico de diatomeas, ambos explicados en detalle en la guía metodológica de los resultados del objetivo 5 de este informe.

2.2 Recopilar y sistematizar información

Los estudios recopilados y sistematizados, se señalan en metodología de esta actividad.

2.3 Recopilar y analizar estudios para evaluación de estado ecológico

Los estudios para la Evaluación de Estado Ecológico en la cuenca del Huasco han sido realizados por el proyecto Pascua Lama entre los años 2008-2016 y por el Ministerio del Medio Ambiente mediante un informe realizado por CENMA años 2012 y 2016-2017. Existen importantes diferencias a nivel metodológico en la toma de muestra y utilización de índices bióticos para establecer el estado ecológico de la cuenca (los que se detallan más adelante). Lo anterior queda reflejado en los resultados de la evaluación realizada en los distintos informes. Un análisis los estudios realizados se expone a continuación:

- *Toma de muestra:*

  Pascua Lama: La toma de muestra es realizada de manera cuantitativa, mediante red Surber sobre el lecho del río en microhábitat de rápidos someros. Esta técnica es adecuada para realizar análisis ecológicos como riqueza, diversidad y abundancia de ese microhábitat en particular; sin embargo no es sugerida en la literatura científica para la aplicación de los índices bióticos que se utilizaron en sus informes (SIGNAL, BMPS), por subestimar la riqueza y diversidad existente en los muestreos, lo cual es fundamental en el análisis de los índices bióticos.

  CENMA: La toma de muestra es realizada de manera semicuantitativa, mediante red de mano y la técnica de kick en el lecho del río, repartidas de manera proporcional a los distintos microhabitat existentes en cada estación de monitoreo. Esta es la forma se señala como adecuada de muestreo en la literatura para la aplicación de índices bióticos tales como SIGNAL, BMWP, BMPS, entre otros. El índice utilizado en el informe de 2012 es el BMWP.

- *Índices Bióticos:*

Pascua Lama: Realizan la Evaluación de Estado Ecológicos mediante la aplicación de los índices bióticos SIGNAL-2 y BMPS entre los años 2008 y 2014. Ambos índices no son adaptados para la cuenca del Huasco, si bien se realiza una metodología de intercalibración del puntaje asignado a cada familia, esta no queda bien aclarada en el informe y presenta ciertas contradicciones difíciles de seguir. Se concluye en el informe histórico 2012 (que incluye lo realizado entre los años 2008 a 2012) que la Evaluación de Estado Ecológico debe ser realizado con el índice Signal-2PL (las siglas PL es para denominar que el índice es específico para Pascua-Lama). El Estado Ecológico histórico determinado para la cuenca es de regular a muy malo. Durante los años 2014 y 2015 se revisan la metodología y los índices y se realiza una metodología de calibración de los índices a utilizar. El Estado Ecológico determinado en esos informes para la cuenca del Huasco es bueno a regular, con algunos tramos malos.

CENMA: Realizan la Evaluación de Estado Ecológicos mediante la aplicación del índice biótico BMWP en el año 2012. Este mismo índice es aplicado en el estudio presente de 2016-2017. El índice es intercalibrado para la cuenca del Huasco y se evalúa el Estado Ecológico para la cuenca del Huasco como Bueno, con algunos tramos regulares y malos.

Los índices bióticos utilizados para establecer el Estado Ecológico del Huasco han sido los siguientes:

BMWP (Biotic Monitoring working Party) es un índice de amplio uso en Chile, y utiliza los puntajes de tolerancia publicados en Figueroa et al. (2007). La matemática implica la suma de los puntajes de tolerancia de todos los taxa encontrados en la muestra. La toma de mano debe ser multihábitat con red de mano.

BMPS (Biotic Monitoring Patagonian Streams) es un índice similar al BMWP que fue adaptado para la Patagonia Argentina por Miserendino & Pizzolón (1999). La matemática es la misma, y la diferencia radica en algunos puntajes de tolerancia de las familias utilizadas. La toma de mano debe ser multihábitat con red de mano.

SIGNAL es un índice de amplio uso en Chile, y utiliza los puntajes de tolerancia publicados en Figueroa et al. (2007).La matemática implica la suma de los puntajes de tolerancia de todos los taxa encontrados en la muestra, divididos por el total de taxa en la muestra. La toma de mano debe ser multihábitat con red de mano.

SIGNAL 2 es un índice de poco uso en Chile, y utiliza los puntajes de tolerancia publicados en Figueroa et al. (2007). La matemática es la misma que la del índice SIGNAL, pero pondera además la abundancia de las especies por un factor de corrección. La toma de mano debe ser multihábitat con red de mano.

SIGNAL 2-PL: es un índice desarrollado para el informe de Pascual Lama, utiliza la matemática del índice SIGNAL 2 y los puntajes de tolerancia fueron establecidos en ese mismo informe, basados en análisis estadísticos y el índice BMPS. La toma de mano debe ser multihábitat con red de mano.

- *Resultado del Estado Ecológico de la Cuenca del Huasco:*

Debido a que el uso de zonas de referencias para establecer los sitios de buena calidad de una cuenca es fundamental en la realización de una Evaluación de Estado Ecológico, el estudio realizado para Pascua Lama entre 2008-2012 carece de esta referencia que lleva a errores en la metodología para establecer las clases de calidad de una cuenca, arrojando una clase de calidad

mala para la cuenca en general. Este error es subsanado en informes posteriores a partir del año 2013, razón por la cual se establece una clase de calidad buena para la cuenca en general. Por otro lado, el estudio de CEMA 2012 resulta completo y correcto tanto en métodos como resultados, evaluando a la cuenca con una clase de calidad Buena en la mayoría de los puntos estudiados y mala en otros puntos. Es importante destacar que el estudio realizado por CENMA presenta menos puntos de monitoreo que los realizados por Pascual-Lama, pero tras las correcciones realizadas ambos informes reflejan una cuenca con clases de calidad Buena en la mayoría de los puntos estudiados.

- *Comparación entre ambos estudios:*

Una comparación a modo de resumen entre ambos estudios y sus métodos y resultados se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 15. Comparación entre los estudios de Evaluación de Estado Ecológico realizados en la cuenca del Huasco. (Fuente: Elaboración Propia).

ITEM	CENMA (2012)	PASCUA LAMA (2008-2012)
Uso de IB conocidos y de amplio uso	Realizado (BMWP)	Realizado (SIGNAL 2-PL y BMPS, este último poco claro)
Calibrar el IB	Realizado	Realizado de manera poco clara y efectiva
Método de muestreo al índice utilizado	(Multihábitat)	(Surber)
Uso de Tipología – Referencia	Realizado	No realizado
Comentarios	Trabajo metodológicamente correcto y consistente con la literatura de bioindicadores.	Trabajo metodológicamente distinto a lo sugerido en la literatura de bioindicadores. Antes que calibrar la sensibilidad del taxa es conveniente calibrar el índice biótico usado. BMPS es para sistemas patagónicos de argentina. Sensibilidad de los taxa no responde a mismas variables. A veces usan puntaje BMPS a veces BMWP y luego su propio puntaje. No es claro el criterio para asignar un valor y además este no resulta ser el mismo durante todo el trabajo (e.g. a veces 7, otras 6 u 8).

ITEM	CENMA (2012)	PASCUA LAMA (2008-2012)
		Lo anterior fue subsanado en parte en los trabajos posteriores al año 2012.
Evaluación de Estado Ecológico resultante	Cuenca del Huasco presenta buena calidad en la gran mayoría de los tramos evaluados, y solo algunos poseen mala calidad	Cuenca del Huasco presenta mala calidad en la gran mayoría de los tramos evaluados, y solo algunos poseen buena calidad

2.4 Diagnóstico y caracterización hidromorfológica

El análisis de similaridad a partir de parámetros fisiográficos señaló que la cuenca corresponde a un Tipo de río, no presentando diferencias estadísticamente significativas entre estaciones (ver más detalles en punto 5.2 de resultados). Mediante análisis de Correlación Canónica entre parámetros fisicoquímicos y la biota (Figura 23) se observó una amplia dispersión de las estaciones dada principalmente por las diferencias fisicoquímicas en la calidad de las aguas, observándose una separación definida entre estaciones contaminadas y menos contaminadas en esta cuenca. Las estaciones de referencia para la cuenca al combinar parámetros fisicoquímicos con los bioindicadores, sugiere las estaciones 6H y 7H como estaciones posibles de ser referencia, debido a que relacionan a la fauna menos tolerante (Simulidae, Tipulidae, Elmidae, Baetidae), al igual que las estaciones 1I y 3H que se relaciona a fauna de condición trófica herbívora (Hyalellidae, Hidrobiidae, Hydropsichydae, Physidae). El porcentaje de varianza explicada por este análisis en los dos primeros ejes corresponde al 40% (Tabla 16).

Tabla 16. Porcentaje de varianza explicada por los ejes del Análisis de Correlación Canónica entre variables físicas y químicas en la cuenca del Huasco. (Fuente: Elaboración Propia).

Componente	Eigenvalue	% varianza
1	12.5348	25.132
2	7.74198	15.523
3	5.48681	11.001
4	4.28175	8.5848

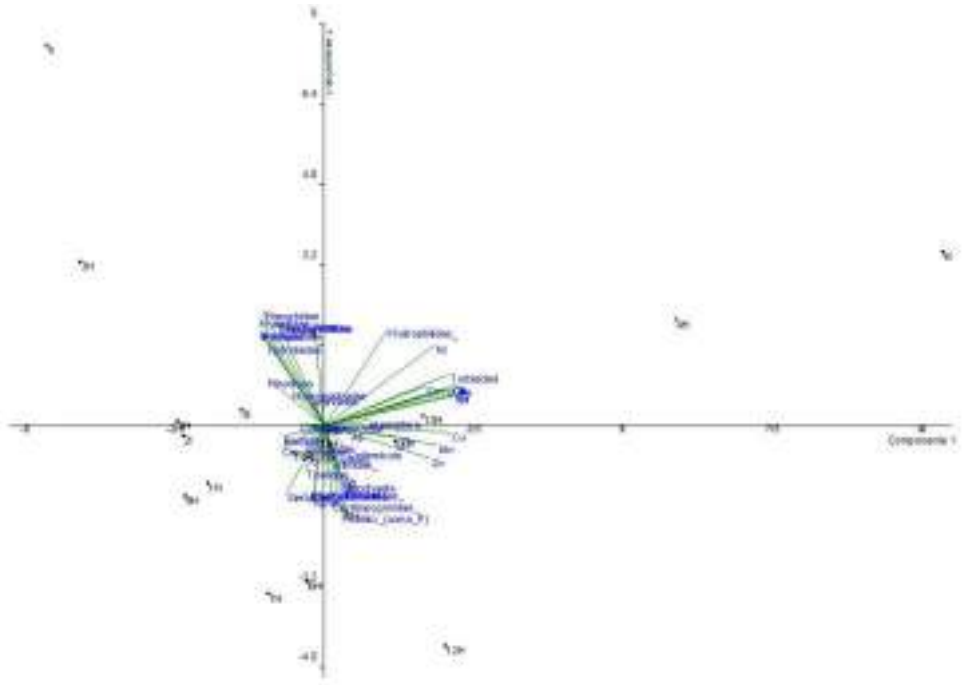


Figura 23. Análisis de Correlación Canónica a partir de parámetros fisicoquímicos y biológicos para identificar estaciones de referencia de buena calidad. La figura señala una correlación de buena calidad para las estaciones 7H, 6H, 1I y 3H, mientras señala estaciones de mala calidad a las estaciones 4H y 4I. (Fuente: Elaboración propia).

2.5 Caracterización de nicho ecológico

De manera general, existen criterios de gran importancia para entender el funcionamiento y la clasificación de los ríos en su tipología basados en el nicho ecológico que habitan. Los criterios más relevantes son la altitud, pendiente del cauce, sustrato dominante y caudal medio anual entre otros. Así el criterio de altitudes mayores (y por lo tanto tipologías de cabecera de las altas cumbres), se basa en que éste es un factor determinante de las características hidráulicas como caudal, cantidad de oxígeno, temperatura y del sustrato del cauce, elementos que influyen en la estructura de los ecosistemas fluviales (Allan & Castillo 2007). En este contexto, la cuenca del Huasco posee zonas denominadas de Alta Montaña, en las cuales el régimen del caudal medio anual explica las condiciones de escurrimiento, humedad, temporalidad de la zona inundada, cantidad de sedimentos y concentración de iones entre otras características, determinando las propiedades biológicas y físicas del cauce sustentados por un régimen de tipo pluvio-nival con caudales medios a bajos y alta carga de sedimentos.

Las especies utilizadas como bioindicadores para la cuenca del Huasco habitan en el bentos, que es el sector asociado al fondo del río. Este sector presenta características únicas como menores velocidades de corrientes, sustratos del tipo arena, piedras, rocas, y troncos, oxigenación dependiente de la cantidad de materia orgánica presente y condiciones de refugios que permiten el desarrollo de una amplia variedad de formas y tamaños. Ningún organismo tolera todas las condiciones ambientales existiendo límites en cuanto a las tolerancias de temperatura, nutrientes, mineralización, entre otros. Al ser el bentos el sector asociado al fondo, todos los estresores

potenciales pueden ponerse en contacto con el bioindicador, de manera de que éste responda y evidencie el estado del ecosistema.

Los valores de pH permitidos para la vida acuática se encuentra entre el rango 5,5 – 9,0, donde valores cercanos a 7 u 8 resultan óptimos, mientras que la temperatura suele oscilar bastante de acuerdo a la época del año. Los valores de conductividad sobre los 350 µS/cm pueden tener efectos perjudiciales en especies sensibles. Con respecto al oxígeno disuelto, los requisitos mínimos para la vida acuática se encuentra en valores mayores a 5 mg/L, siendo valores óptimos aquellos cercanos a 7 mg/L, y estos en porcentaje suelen oscilar entre 80% y 110% O2/L. Al respecto, es común que bajas concentraciones de oxígeno en temporada de verano se asocien generalmente a concentraciones elevadas de materia orgánica. La concentración de materia orgánica oxidable (medida como DBO5) considerados como naturales se encuentra en valores < 1 mg/L, siendo aceptables hasta 5 mg/L (Lampert & Sommer 2007, Welch & Jacoby 2004).

El nicho ecológico que permite encontrar a las especies menos tolerantes y que resultan ser mejores bioindicadores es el de ambientes de aguas corrientes y bien oxigenados, aguas principalmente frías con sustratos de piedras que permitan refugiarse de las altas velocidades de corrientes y atrapar la materia orgánica para los procesos tróficos funcionales. Lo anterior se encuentra principalmente en pequeños arroyos y riachuelos de montaña, donde el porcentaje de oxígeno disuelto en el agua es alto, y la materia orgánica disponible puede alcanzar una buena distribución homogénea en el canal (Palma 2013). Sin embargo se debe tener especial cuidado con el pH del lugar, debido a que las condiciones naturales de alta mineralización en algunos sectores de la cuenca pueden enmascarar un sector aparentemente idóneo como nicho ecológico, pero de bajo pH que no permita el correcto desarrollo de la vida del bentos, y no siendo un buen lugar de referencia y de encontrar bioindicadores poco tolerantes.

2.6 Determinar ecotoxicidad

Los valores recomendados como máximos permitidos en las aguas dulces en los manuales de referencia para estándares de calidad de agua que tengan como objetivo la conservación de la vida silvestre, presente en recomendaciones oficiales internacionales se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 17. Valores recomendados como máximos permitidos en las aguas dulces según recomendaciones internacionales oficiales (Fuente: elaboración Propia)

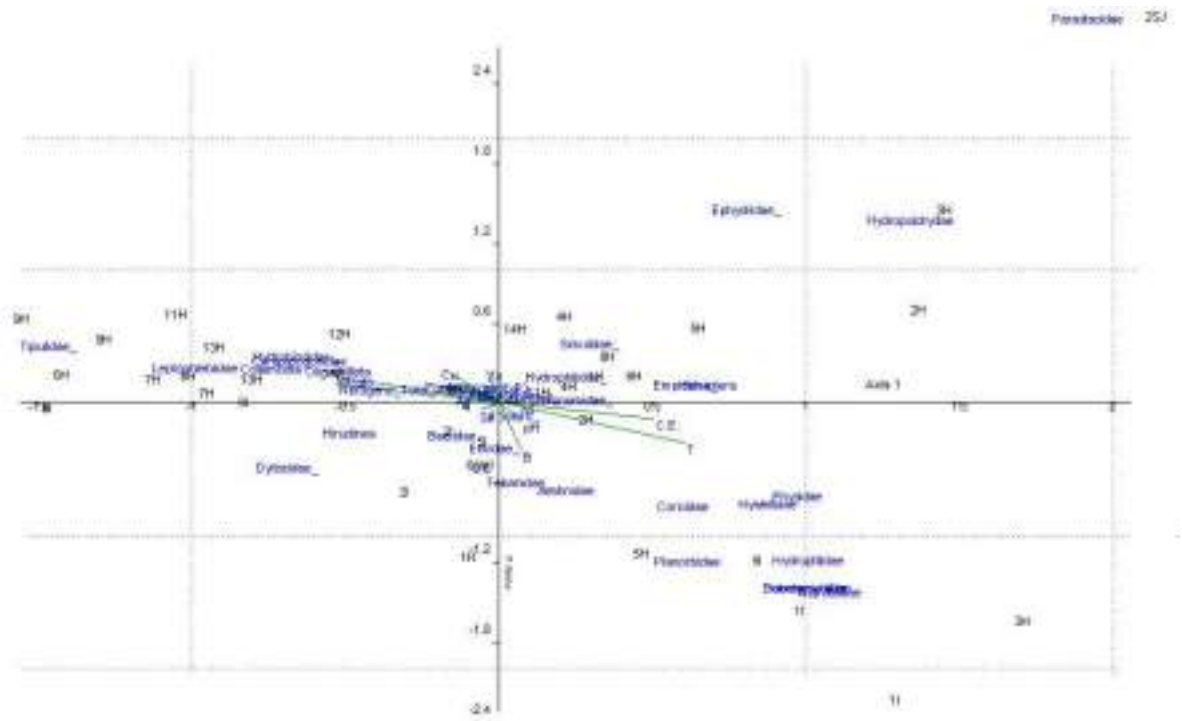
Parámetro	Tipo	Toxicidad mg/L
Aluminio	Metales	0.27
Arsénico	Metales	0.05
Bario	Metales	0.1
Benceno	Orgánicos/hidrocarburos	0.37
Boro	Metales	1.2
Cadmio	Metales	0.005
Cianuro	Aniones	0.022
Cloratos	Aniones	30
Cloro	Aniones	0.005

Parámetro	Tipo	Toxicidad mg/L
Clorofenoles	Orgánicos/hidrocarburos	0.002
Cloruros	Aniones	240
Cobalto	Metales	0.11
Cobre Total	Metales	0.02
Cromo Hexavalente	Metales	0.011
Fluoruro	Aniones	0.56
Hierro Disuelto	Metales	0.6
Hierro Total	Metales	1
Manganeso Total	Metales	0.625
Mercurio	Metales	0.001
Molibdeno	Metales	0.073
Níquel	Metales	0.052
Pentaclorofenol	Orgánicos/hidrocarburos	0.017
Plata	Metales	0.00161
Plomo	Metales	0.03
Selenio	Metales	0.015
Sulfuros	Aniones	0.00125
Tetracloroeteno	Orgánicos/hidrocarburos	0.00005
Tolueno	Orgánicos/hidrocarburos	0.002
Xileno	Orgánicos/hidrocarburos	0.085
Zinc	Metales	0.12

2.7 Determinar bioindicadores de condiciones físico-químicas

El análisis de correlación canónica (ACC) mostró que el eje 1 explica un 19% de la correlación de los datos, mostrando una relación hacia los nutrientes, mientras el eje 2 explica un 15% de la correlación de los datos, mostrando una relación mínima hacia las sales y metales.

Es importante destacar que la figura sugiere las siguientes familias como mejores predictores de buena calidad del agua: Leptophlebiidae, Hydrobiosidae, Tipulidae, Ceratopogonidae.



Eje	Eigenvalue	%
1	0.48042	19.66
2	0.38229	15.65
3	0.3716	15.21

Figura 24. Análisis de correlación canónica (ACC) para determinar familias bioindicadoras de buena calidad en la cuenca del Huasco.

2.8 Priorizar bajo nivel taxonómico en bioindicadores y sus contaminantes

El nivel taxonómico más bajo responde al nivel de conocimiento existente respecto al grupo de estudio y la necesidad de llegar a un grupo taxonómico de especie, o género o familia. Para el reconocimiento de la diversidad de un lugar, llegar hasta el nivel de especie es deseable, sino muy difícil debido a la falta de taxónomos en muchos grupos biológicos de aguas continentales. En la actualidad, el conocimiento de la taxonomía de los grupos utilizados como bioindicadores para la cuenca del Huasco permite trabajar hasta el nivel de familia, siendo deseable poder acceder a género y especie, pero con una gran dificultad para ello y no aportando mayormente en su función como bioindicador.

Los Macroinvertebrados como Bioindicadores han sido estudiados en Chile a nivel taxonómico de Familia, no existiendo trabajos publicados de tolerancias a nivel de Género y/o Especie. Por esta razón es que el nivel más bajo para utilizar al usar Macroinvertebrados como Bioindicadores es Familia.

Por otra parte, el grupo de los autótrofos ha sido escasamente descrito y utilizado como bioindicador en Chile, razón por la cual se utiliza el nivel de Familia para todos los grupos.

Para estos resultados, una vez generada la base de datos de los taxa encontrados, se entregará una tabla como base de dato que contenga todos los registros.

3. Objetivo 3. Definir y monitorear variables biológicas que den cuenta del estado de salud de los ecosistemas acuáticos y que se puedan correlacionar con la presencia de los bioindicadores seleccionados en el objetivo 2.

3.1 Campañas de colecta

Fecha primera campaña	Desde el lunes 7 al viernes 11 de noviembre
Fecha segunda campaña	Desde el lunes 27 al viernes 31 de marzo
Grupos biológicos muestreados	- *Fitobentos y perifiton* - *Macroinvertebrados* - *Peces* - *Vegetación acuática*
Matriz muestreada	Agua superficial
Parámetros	- *Metales totales* - *Nutrientes* - *Parámetros in situ (temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad)*
Equipo de terreno	- *Pamela Pino* - *Alejandro Palma* - *Patricio Acuña* - *Valentina Escanilla* - *Mauricio Carter*

Los 21 puntos de muestreo fueron proporcionados por la contraparte técnica de este estudio (Anexo TDR), de los cuales el punto 6 se reemplazó por el 23 (Tabla 18). La distribución espacial de los puntos visitados en la cuenca se pueden observar en la Figura 25.

Tabla 18. Coordenadas geográficas de los puntos considerados para campañas de monitoreo.

Nº	Nombre	Coordenada Norte	Coordenada Este	Código	AV
1	Rio El Transito después del pueblo El Transito	6807581	373519	10H	TR1
2	Rio El Estrecho antes de confluencia con Rio Chollay	6769472	389474	11H	ES1
3	Rio El Estrecho antes de confluencia con quebrada Barriales	6759871	396895	12H	ES1
4	Rio Valeriano	6804197	398158	13H	-
5	Rio Cazadero y/o Rio Laguna Grande	6804351	398232	14H	-
6	Rio El Encierro antes de	Estación será reemplazada por uno de		15H	-

Nº	Nombre	Coordenada Norte	Coordenada Este	Código	AV
	Arroyo Valeriano	los puntos alternativos propuestos			
7	Rio Huasco después del pueblo Freirina (Qda. El Negro)	6845216	293878	1H	HU4
8	Rio Huasco en Huasco Bajo	6848704	286797	1I	HU4
9	Rio Huasco en puente Los Guindos	6845169	295107	2H	HU3
10	Rio Huasco en puente Panamericana	6839156	322127	2I	HU2
11	Rio Huasco en Maitencillo	6844436	297684	3H	HU3
12	Rio El Carmen antes de confluencia conRios El Transito	6818542	355037	3I	CA1
13	Rio Huasco antes del embalse Santa Juana	6824253	348579	4H	HU1
14	Rio El Transito antes de confluencia con Rio Carmen	6818556	355070	4I	TR1
15	Rio El Carmen después del pueblo San Félix	6799937	358063	5H	CA1
16	Rio Chollay antes de confluencia con Rio Conay	6794233	387492	5I	CH1
17	Rio Potrerillos después de confluencia con Tres Quebradas	6745454	381362	6H	PT2
18	Rio Conay en las Lozas (puente Malaguín)	6797079	392503	6I	CO1
19	Rio Tres Quebradas antes de confluencia con Rio Potrerillos	6744964	382387	7H	QU1
20	Rio Potrerillos antes de confluencia con Tres Quebradas	6739293	399695	8H	PT1
21	Rio el Toro antes de confluencia con Tres Quebradas	6754468	394546	9H	TO1
22	PTAS Vallenar	6839445	324011	Puntos alternativos al reemplazo de estación 15H	
23	Salida embalse Santa Juana	6826901	338977		



Figura 25. Distribución espacial de puntos de monitoreo considerados en campaña 1 y 2. (Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados en TDR).

3.2 Análisis comunitario y taxonómico

Las siguientes figuras muestran la riqueza de especies y abundancias encontradas en ambas campañas de monitoreo.

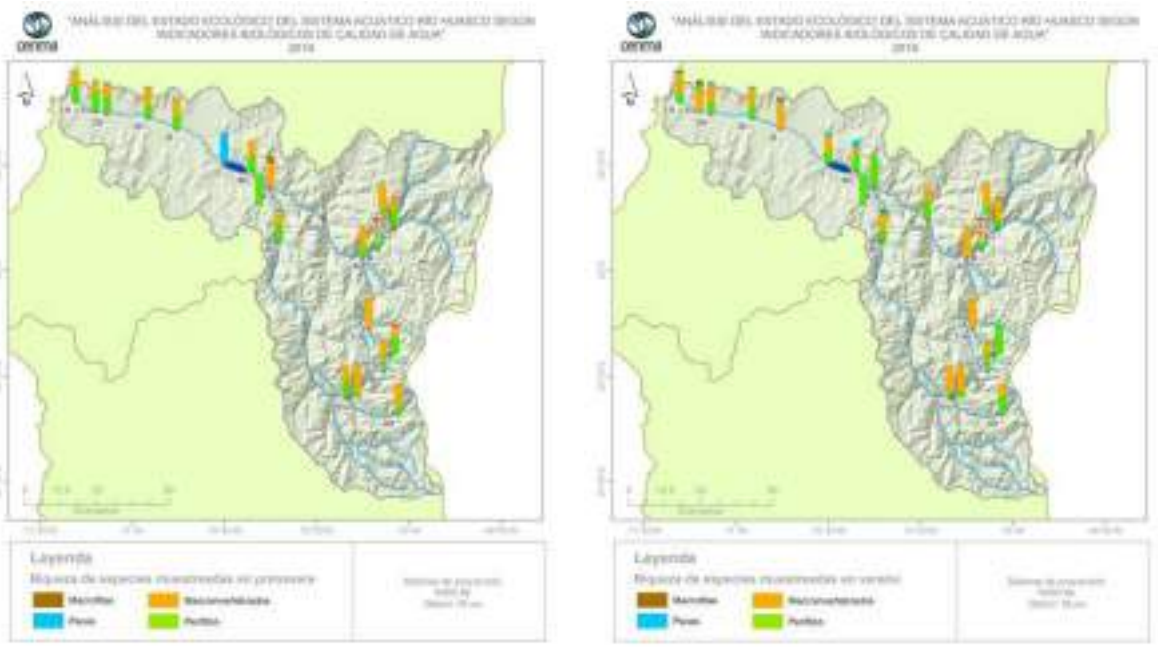


Figura 26. Riqueza de especies muestreadas en campañas de primavera (izquierda) y verano (derecha).

La altura de las barras permanece fija para ambas estaciones del año, por lo cual ambos mapas se pueden comparar entre sí. De esta manera, se observan cambios en la composición de grupos de especies entre primavera-verano en varias de las estaciones de monitoreo: 2 (estación bajo embalse), 1H, 3I. En estas estaciones aumentó el número de especies encontradas, principalmente macrófitas y macroinvertebrados. Cabe mencionar que la estación 4I sólo se pudo monitorear perifiton debido a la alta velocidad del caudal y al escaso borde del cauce. La estación 2, bajo el embalse Santa Juana, presentó gran diferencia en las especies encontradas debido a que en verano pudimos acceder a un sitio de muestreo con mejores condiciones para el desarrollo de estas (Figura 27).



Figura 27. Sitios de muestreo para la estación 2(bajo embalse Santa Juana) en campañas de primavera y verano.

De acuerdo a la riqueza de especies total (Figura 28), hay una notoria diferencia entre la parte baja de la cuenca, desde la estación puente panamericana (2I) hasta puente Huasco (1I), con el resto de la cuenca, exceptuando la estación cercana al pueblo de San Félix (5H), 6H y 13H.

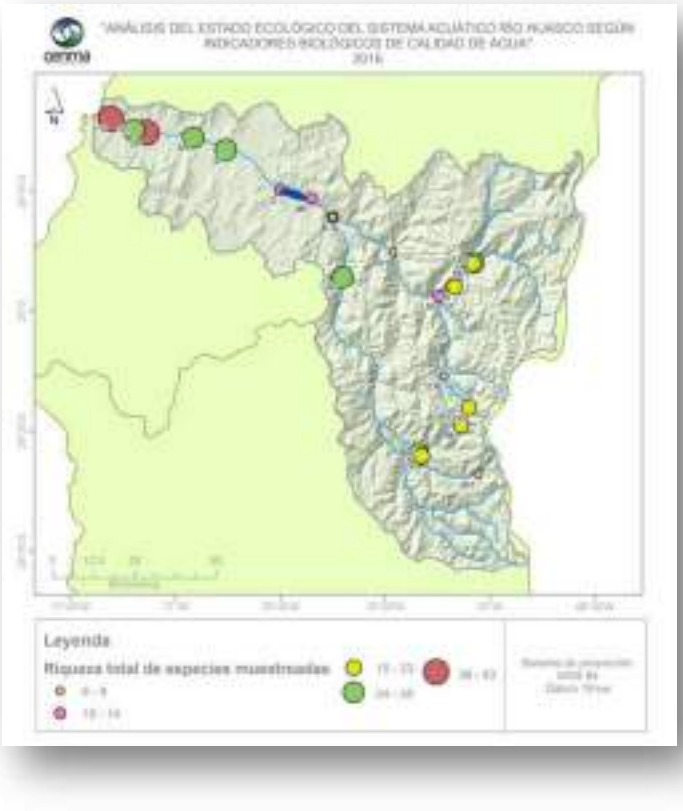


Figura 28. Riqueza total de especies considerando ambas campañas de monitoreo.

En cuanto a la taxonomía de especies encontradas, no hubieron diferencias contrastantes entre las campañas realizadas.

3.3 Muestreo físico-químico e hidromorfología

A continuación se muestran los resultados de los parámetros físico-químicos analizados en ambas campañas de monitoreo.

Tabla 19. Resultados del análisis físico-químico correspondiente a la primera campaña de monitoreo, Noviembre 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de informes entregados por los laboratorios de análisis, se adjuntan en carpeta "Anexos análisis químicos").

		10H	11H	12H	13H	14H	1H	1I	2SJ	2H	2I
Amonio	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Fosfato	mg/l	0.17	0.29	0.29	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.04	<0.02	<0.02
Fósforo	mg/l	1.1	0.4	0.4	<0.2	0.2	0.5	0.3	<0.2	0.4	0.6
Nitrato	mg/l	1.48	2.7	4.89	1.85	1.8	1.34	0.26	1.91	0.18	1.83
Nitrito	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
N total	mg/l	2.2	0.6	1.1	2.4	2.3	0.3	<0.2	2.3	<0.2	0.4
Turbiedad	NTU	550	140	220	500	85	12	2.8	2.2	7.5	60
Cd	mg/l	0,021	<0,001	<0,001	0,016	0,014	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001
Zn	mg/l	0,639	0,302	1,375	0,503	0,073	0,092	0,044	0,150	0,031	0,040
Cr	mg/l	0,117	0,142	0,104	0,128	0,097	0,011	<0,006	0,309	<0,006	<0,006
As	mg/l	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	0,057	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Cu	mg/l	0,286	0,187	0,272	0,257	0,101	0,104	0,031	0,102	0,055	0,023
Ni	mg/l	0,049	<0,032	0,037	0,075	<0,032	<0,032	0,101	0,148	0,058	<0,032
Pb	mg/l	<0,008	<0,008	0,033	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Al	mg/l	42,470	13,270	34,940	34,450	8,320	0,882	0,207	2,695	1,950	8,224
Se	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	0,024	<0,010	<0,010	<0,010	0,146	<0,010	<0,010
Mn	mg/l	2,053	1,209	3,630	1,580	0,210	0,144	0,029	0,065	0,153	0,313
Ag	mg/l	0,002	<0,001	0,136	0,004	0,005	0,003	0,008	0,007	0,011	0,001
V	mg/l	0,004	0,010	0,038	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	<0,001	0,003	0,015
Ba	mg/l	0,242	0,101	0,313	0,167	0,058	0,040	0,026	0,036	0,039	0,064
Co	mg/l	0,034	<0,001	<0,001	0,030	0,012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Mo	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Be	mg/l	0,0121	<0,0003	<0,0003	0,0119	0,0103	<0,0003	<0,0003	0,0112	<0,0003	<0,0003
B	mg/l	0,190	0,263	<0,104	0,289	0,031	0,414	0,769	0,208	0,602	0,333
Fe	mg/l	39,680	11,750	38,800	34,720	10,310	3,095	0,435	2,472	3,806	8,843
Sb	mg/l	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	0,020	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012

		10H	11H	12H	13H	14H	1H	1I	2SJ	2H	2I
Hg	mg/l	<0,00012	<0,00012	<0,00012	<0,00012	<0,00012	<0,00012	<0,00012	<0,00012	<0,00012	<0,00012

Tabla 20. Continuación Tabla 19. Resultados del análisis físico-químico correspondiente a la primera campaña de monitoreo, Noviembre 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de informes entregados por los laboratorios de análisis, se adjuntan en carpeta "Anexos análisis químicos").

		3H	3I	4H	4I	5H	5I	6H	6I	7H	8H	9H
Amonio	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Fosfato	mg/l	<0.02	0.1	<0.02	0.1	0.12	<0.02	0.37	<0.02	0.35	0.37	0.09
Fósforo	mg/l	0.4	0.3	<0.2	0.5	0.7	0.2	0.5	<0.2	0.5	0.5	<0.2
Nitrato	mg/l	1.94	2.41	1.66	1.53	2.65	1.6	4.66	1.85	5.45	3.63	13.22
Nitrito	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
N total	mg/l	0.4	0.9	0.7	2.2	2.8	2.2	1.3	2.9	2.8	1.1	3
Turbiedad	NTU	21	750	3100	3400	280	150	110	450	70	80	0.85
Cd	mg/l	<0.001	0.025	0.032	0.057	0.021	<0.001	0.009	<0.001	0.010	0.009	<0.001
Zn	mg/l	0.041	0.313	0.696	1.037	0.394	0.187	0.382	0.334	0.138	0.866	<0.009
Cr	mg/l	0.029	0.175	0.330	0.482	0.095	<0.006	0.099	<0.006	0.062	0.095	0.051
As	mg/l	<0.015	<0.015	<0.015	0.046	0.104	<0.015	0.027	<0.015	<0.015	<0.015	0.048
Cu	mg/l	0.041	0.156	0.282	0.375	0.166	0.087	0.115	0.187	0.149	0.069	0.010
Ni	mg/l	<0.032	0.080	0.145	0.246	0.053	<0.032	<0.032	<0.032	<0.032	0.080	<0.032
Pb	mg/l	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0.010	<0.008	<0.008	<0.008
Al	mg/l	2.143	47.840	111.500	153.300	18.310	15.350	12.410	30.670	4.754	11.540	0.032
Se	mg/l	<0.010	0.103	<0.010	0.052	0.034	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Mn	mg/l	0.135	1.342	2.644	4.059	1.431	0.752	1.418	1.208	0.186	3.710	0.003
Ag	mg/l	0.001	0.007	<0.001	<0.01	0.007	<0.001	0.003	0.100	0.005	0.008	0.005
V	mg/l	0.004	0.014	0.063	0.100	<0.001	0.012	<0.001	0.025	<0.001	<0.001	<0.001
Ba	mg/l	0.044	0.223	0.577	0.724	0.136	0.077	0.076	0.149	0.057	0.022	0.033
Co	mg/l	<0.001	0.028	0.061	0.096	0.031	<0.001	0.017	<0.001	0.017	0.017	<0.001

		3H	3I	4H	4I	5H	5I	6H	6I	7H	8H	9H
Mo	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Be	mg/l	<0.0003	0.0099	0.0102	0.0106	0.0129	<0.0003	0.011	<0.0003	0.0115	<0.0003	<0.0003
B	mg/l	0.449	0.199	0.304	<0.104	0.104	<0.104	0.205	0.238	<0.104	0.184	<0.104
Fe	mg/l	1.910	41.430	96.110	139.200	21.340	10.890	12.220	24.910	6.001	5.489	<0.100
Sb	mg/l	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0.032	<0.012
Hg	mg/l	<0.00012	<0.00012	<0.00012	<0.00012	<0.00012	<0.00012	<0.00012	<0.00012	<0.00012	<0.00012	<0.00012

Tabla 21. Resultados del análisis físico-químico correspondiente a la segunda campaña de monitoreo, Marzo 2017. (Fuente: elaboración propia a partir de informes entregados por los laboratorios de análisis, se adjuntan en carpeta “Anexos análisis químicos”).

		10H	11H	12-H	13H	14H	1H	1I	2SJ	2H	2I
Amonio	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03	<0.03
Fosfato	mg/L	0.2	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.08	<0.02	<0.02	<0.02	0.14
Fósforo	mg/L	0.4	<0.2	0.4	0.3	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.7
Nitrato	mg/L	1.89	2.86	3.75	2.81	2.17	2.4	1.5	1.74	2.25	1.72
Nitrito	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	<0.2	0.3	0.5	<0.2	<0.2	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.8
Nitrógeno Total	mg/L	0.4	0.9	1.4	0.6	0.5	0.8	0.3	0.4	0.5	1.2
Turbiedad	NTU	27	6.2	26	14	6.5	1.5	0.65	0.9	1.4	1.8
Cd	mg/L	<0.012	<0.012	0.009	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012
Zn	mg/L	0.192	0.404	2.378	0.257	0.095	0.054	0.038	0.341	0.076	0.034
Cr	mg/L	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
As	mg/L	<0.015	<0.015	<0.015	0.052	0.036	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
Cu	mg/L	0.069	<0.005	0.619	0.097	0.018	<0.005	<0.005	0.069	<0.005	0.009
Ni	mg/L	<0.032	<0.032	<0.032	<0.032	<0.032	<0.032	<0.032	<0.032	<0.032	<0.032
Pb	mg/L	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
Al	mg/L	7.402	1.557	10.240	3.089	0.330	0.120	0.104	0.057	0.124	0.122
Se	mg/L	0.125	0.033	<0.010	0.224	0.019	<0.010	0.077	<0.010	0.033	<0.010
Mn	mg/L	0.538	0.859	5.267	0.372	0.030	0.014	0.021	0.018	0.018	0.011
Ag	mg/L	0.002	0.003	0.005	0.003	0.003	0.006	0.007	0.003	0.004	0.004
V	mg/L	0.008	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Ba	mg/L	0.057	0.011	0.017	0.027	0.036	0.024	0.018	0.028	0.014	0.061
Co	mg/L	0.003	0.001	0.010	0.005	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Mo	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Be	mg/L	0.003	0.002	0.003	0.001	0.002	0.001	0.003	0.001	0.002	0.003
B	mg/L	<0.104	<0.104	<0.104	1.168	<0.104	0.531	0.647	<0.104	0.412	<0.104

		10H	11H	12-H	13H	14H	1H	1I	2SJ	2H	2I
Fe	mg/L	5.536	0.544	1.552	1.035	0.496	0.170	0.130	0.429	0.216	0.159
Sb	mg/L	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012

Tabla 22. Continuación Tabla 21. Resultados del análisis físico-químico correspondiente a la segunda campaña de monitoreo, Marzo 2017. (Fuente: elaboración propia a partir de informes entregados por los laboratorios de análisis, se adjuntan en carpeta "Anexos análisis químicos").

		3H	3I	4H	4I	5H	5I	6H	6I	7H	8H	9H
Amonio	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.09
Fosfato (como P)	mg/L	0.14	0.34	0.28	0.4	<0.02	0.2	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Fósforo	mg/L	0.2	0.2	0.2	0.6	<0.2	0.4	<0.2	<0.2	0.9	0.4	0.5
Nitrato	mg/L	2.72	2.7	2.28	1.89	3.21	1.39	11.9	2.6	8.59	2.98	12.5
Nitrito	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	<0.2	<0.2	<0.2	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.2	0.6
Nitrógeno Total	mg/L	0.6	0.6	0.5	0.7	0.7	0.3	2.7	0.6	1.9	0.9	3.4
Turbiedad	NTU	1.4	37	80	75	15	150	4.6	13	10	2.4	1.4
Cd	mg/L	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Zn	mg/L	0,039	0,084	0,079	0,071	0,053	0,236	0,034	0,168	0,149	1,120	0,041
Cr	mg/L	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
As	mg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	0,059	<0,015	<0,015	0,019
Cu	mg/L	0,113	0,017	0,059	0,027	<0,005	0,106	<0,005	0,131	<0,005	0,024	<0,005
Ni	mg/L	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	<0,032	0,057	<0,032
Pb	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Al	mg/L	0,074	2,957	1,783	2,099	0,761	9,208	0,181	1,650	1,279	11,500	0,124
Se	mg/L	<0,010	0,337	<0,010	0,234	<0,010	0,023	<0,010	0,024	<0,010	<0,010	0,021
Mn	mg/L	0,006	0,214	0,310	0,324	0,127	0,658	0,019	0,254	0,559	4,902	0,008
Ag	mg/L	0,004	0,005	0,004	0,002	0,004	0,003	0,008	0,002	0,002	0,009	0,004
V	mg/L	<0,001	0,004	<0,001	0,001	<0,001	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ba	mg/L	0,015	0,048	0,042	0,035	0,026	0,031	0,022	0,028	0,012	0,006	0,026
Co	mg/L	<0,0006	<0,0006	0,001	<0,0006	0,001	0,019	<0,006	<0,0006	0,002	0,032	<0,0006
Mo	mg/L	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Be	mg/L	0,002	0,001	0,002	0,003	<0,0003	0,004	<0,0003	0,001	<0,0003	0,003	0,001
B	mg/L	0,345	0,124	<0,104	<0,104	<0,104	<0,104	<0,104	0,580	<0,104	<0,104	<0,104

		3H	3I	4H	4I	5H	5I	6H	6I	7H	8H	9H
Fe	mg/L	0,137	2,980	1,214	1,558	0,603	3,853	0,216	0,755	0,257	0,494	0,167
Sb	mg/L	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012

3.4 Listado de familias y géneros recolectados

A) Fitobentos y perifiton

A continuación se presentan los resultados de la identificación de perifiton y fitobentos muestreados en la primera y segunda campaña.

Tabla 23. Perifiton presente en estaciones de muestreo campaña 1. (Fuente: elaboración propia a partir de resultados entregados por Consultora Amakaike, Anexo “Muestreos_campañas_CENMA.xls”)

Clase	*Taxa*	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H
Bacillarophiceae	*Achnanthidium*					3.16			
	Aff Cymbella						0.07		
	Cocconeis	273.00	62.17			1.05			
	Cyclotella	15,561.00	161.64	35.00					
	Cymbella					13.68		1,589.19	
	Diatoma				808.89	83.16	0.05	121.08	
	Diatoma teratologica							15.14	
	Encyonema		12.43						
	Fragilaria	2,866.50	348.16	140.00		10.53		317.84	
	Gomphonema		24.87		420.00	105.26		211.89	
	Melosira	955.50	808.22	4,375.00					
	Navicula	1,774.50	87.04	805.00	178.89	13.68		30.27	
	Nitzschia	6,415.50	1,243.42	455.00	15.56	16.84		15.14	
	Pennada	273.00				2.11		30.27	51.85
	Pinnularia								
	Rhoicosphenia					1.05			
	Rhopalodia								
	Surirella				7.78				
	Ulnaria	682.50	111.91	35.00					
Cyanophyceae	*Anabaena*	409.50							
	Nostoc								
	Oscillatoria								
Chlorophyceae	*Oedogonium*	136.50							
Conjugatophyceae	*Closterium*		99.47	35.00					
	Spirogyra		12.43						

Clase	*Taxa*	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H
Ulvophyceae	*Cladophora*					1.05			
Densidad total (cel/mm^2)		29,347.50	2,971.78	5,880.00	1,431.11	251.58	0.12	2,330.81	51.85
Riqueza de *taxa* (S)		10	11	7	5	11	2	8	1
I. Diver. Sh-W		2.07	2.36	1.26	1.47	2.20	0.97	1.56	0.00
I. Evenness		0.62	0.68	0.45	0.63	0.64	0.97	0.52	0.00

Tabla 24. Continuación Tabla 23. Perifiton presente en estaciones de muestreo campaña 1. (Fuente: elaboración propia a partir de resultados entregados por Consultora Amakaike, Anexo "Muestreos_campañas_CENMA.xls")

Clase	*Taxa*	9H	12H	13H	14H	1I	2I	3I	5I	6I
Bacillarophiceae	*Achnanthidium*		145.95		0.45	50.56	3.97	32.00		
	Aff Cymbella				11.61	2.66	0.08			
	Cocconeis				8.71	98.47	0.16			0.21
	Cyclotella					85.16				
	Cymbella				2.23		0.08	160.00		
	Diatoma				12.72	7.98		1,904.00		
	Diatoma teratologica									
	Encyonema									
	Fragilaria	32,095.00	27.36	0.08	22.99	66.53			7.87	0.21
	Gomphonema				10.27	13.31	0.57	144.00		
	Melosira					287.42				
	Navicula	735.00			0.67	85.16	6.24	16.00		
	Nitzschia	490.00	465.20		3.57	159.68	0.41		1.39	0.21
	Pennada		9.12		0.89	10.65	0.16		1.39	0.21
	Pinnularia		31.93							
	Rhoicosphenia									
	Rhopalodia					2.66				

Clase	*Taxa*	9H	12H	13H	14H	1I	2I	3I	5I	6I
	Surirella									
	Ulnaria	1,225.00			0.67	39.92				
Cyanophyceae	*Anabaena*		100.34							
	Nostoc		18.24							
	Oscillatoria	245.00								
Chlorophyceae	*Oedogonium*									
Conjugatophyceae	*Closterium*		13.68							
	Spirogyra									
Ulvophyceae	*Cladophora*									
Densidad total (cel/mm^2)		34,790.00	811.82	0.08	74.78	910.16	11.67	2,256.00	10.65	0.83
Riqueza de *taxa* (S)		5	8	1	11	13	8	5	3	4
I. Diver. Sh-W		0.53	1.92	0.00	2.73	2.93	1.66	0.87	1.09	2.00
I. Evenness		0.23	0.64	0.00	0.79	0.79	0.55	0.37	0.69	1.00

Tabla 25. Perifiton presente en estaciones de muestreo campaña 2. (Fuente: elaboración propia a partir de resultados entregados por Consultora Amakaike, Anexo “Muestreos_campañas_CENMA.xls”)

Clase	Taxa	1I	2I	3I	4I	5I	6I
Bacillariophyceae	*Aff Encyonema*			2.78			
	Aff Fragillaria						
	Aff Melosira						
	Aff Navicula	150.00					
	Cocconeis						
	Diatoma			5.09			
	Encyonema			3.70	1.39		222.22
	Fragilaria						
	Gomphonema				115.28		161.11
	Melosira	885.00					
	Navicula						
	Nitzschia	450.00		1.39	88.89		333.33
	Ulnaria	67.50			2.78		
Conjugatophyceae	*Spirogyra*						
Xanthophyceae	*Aff Tribonema*				4.17		
Abundancias totales (cél/mm2)		1552.50	0.00	12.96	212.50	0.00	716.67
Riqueza de género (S)		4.00	0.00	4.00	5.00	0.00	3.00
I. Diver. Sh-W		1.50	0.00	1.87	1.25	0.00	1.52
I. Evenness		0.75	0.00	0.93	0.54	0.00	0.96

Tabla 26. Continuación Tabla 25. Perifiton presente en estaciones de muestreo campaña 2. (Fuente: elaboración propia a partir de resultados entregados por Consultora Amakaike, Anexo “Muestreos_campañas_CENMA.xls”)

Clase	Taxa	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H
Bacillariophyceae	*Aff Encyonema*								
	Aff Fragillaria								
	Aff Melosira		196.06						
	Aff Navicula								0.37
	Cocconeis		28.52						0.37
	Diatoma			3237.50	13.89	2782.50			
	Encyonema			3237.50		236.25	11083.33	294.58	7.04
	Fragilaria								
	Gomphonema					105.00	665.00	2.92	
	Melosira		181.81	4316.67					
	Navicula								
	Nitzschia		7.13	3150.00		1312.50			
	Ulnaria		3.56	29.17	0.93				
Conjugatophyceae	*Spirogyra*		7.13						
Xanthophyceae	*Aff Tribonema*								
Abundancias totales (cél/mm2)		0.00	424.21	13970.83	14.81	4436.25	11748.33	297.50	7.78
Riqueza de género (S)		0.00	6.00	5.00	2.00	4.00	2.00	2.00	3.00
I. Diver. Sh-W		0.00	1.56	2.00	0.34	1.30	0.31	0.08	0.55
I. Evenness		0.00	0.60	0.86	0.34	0.65	0.31	0.08	0.35

B) Macroinvertebrados

Los resultados de las dos campañas se muestran a continuación:

Campaña Noviembre de 2016

Durante la campaña de noviembre de 2016 no se pudieron muestrear todas las estaciones planificadas debido a las condiciones de abundante caudal en terreno.

Se encontraron un total de 26 taxa, lo cual es similar a lo encontrado por CENMA durante 2012. La riqueza máxima en una sola estación fue de 14 taxa y la mínima de 2, con una riqueza que tiende a 8 taxa por punto. Esto se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 27. Macroinvertebrados encontrados en el muestreo de noviembre de 2016 en la cuenca del Huasco, faltando seis estaciones por revisar. (Fuente: elaboración propia a partir de datos recabados en terreno)

Taxa/Estaciones	1I	2I	4I	5I	6I	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	11H	12H	13H	14H
ACARI																		
Acari	2	1	1	1														
COLEOPTERA																		
Elmidae		2	1	1						12	10	2					1	
Hydrophilidae	1		1						1						1			
COLLEMBOLA																		
Collembola									1		2							
DIPTERA																		
Ceratopogonidae												1				1		
Chironomidae	35	45	1	1	3	175	110	12	2	3	5	35	16	11		60		4
Empididae						13					1						1	
Ephydridae													1			2		
Simulidae		5		1		5	2	2			1	5		1		5		
Tipulidae											1			1				
EPHEMEROPTERA																		
Baetidae	43	110	2		9	2	13	9	4	11	70	67					1	6
Leptophlebiidae					3						104	85		16	1		5	5
HEMIPTERA																		
Hemiptera			2			3							1				2	1
Belostomatidae	2																	
Corixidae							1											
ODONATA																		
Aeshnidae	**1**	**1**		**1**						**3**								
Coenagrionidae	**2**																	
TRICHOPTERA																		
Hydropsichydae		6				2		22	2	14	1							1

Taxa/Estaciones	1I	2I	4I	5I	6I	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	11H	12H	13H	14H
Hydrobiosidae											4	5						1
Hydroptilidae	34	2					3	56		1		1						
AMPHIPODA																		
Hyalellidae	29	7		10			5	5		1								1
ANNELIDA																		
Hirudinea	1							1						2				
Oligochaeta	1	20	2	2	4		1	2		2	2			1		70	2	1
MOLLUSCA																		
Hidrobiidae	14							35										
Planorbidae	2							1										
Physidae	33	1					3	55										
Abundancia	200	200	10	17	19	200	138	200	10	47	201	201	18	32	2	138	12	20
Riqueza	14	11	7	7	4	6	8	11	5	8	11	8	3	6	2	5	6	8

Campaña Marzo de 2017

Durante la campaña de Marzo de 2017 no se pudieron muestrear todas las estaciones planificadas debido a las condiciones de abundante caudal en terreno.

Se encontraron un total de 25 taxa, lo cual es similar a lo encontrado por CENMA durante campañas anteriores. La riqueza máxima en una sola estación fue de 10 taxa y la mínima de 1, con una riqueza que tiende a 8 taxa por punto. Esto se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 28. Macroinvertebrados encontrados en el muestreo de noviembre de 2016 en la cuenca del Huasco (Fuente: elaboración propia a partir de datos recabados en terreno).

	1I	2I	4I	5I	6I	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H	13H	14H	2SJ
ACARI																				
Acari	2	2			2					2	2	2				1		2	2	
COLEOPTERA																				
Dytiscidae		4			30	30														
Elmidae				50	25					90	10	12			4			5	4	
Hydrophilidae												2								
DIPTERA																				
Ceratopogonidae																				
Chironomidae	15	10		100	10	10	5	42	30	15	30	28	15	60	15	140		8	5	15
Empididae													5							
Ephydridae																				2
Simulidae	5	5				2	5				10	6						10	5	18
Tabanidae		4				1														
Tipulidae												12		30						
EPHEMEROPTERA																				
Baetidae	30	150		50	30	100	50	30		20	60	80				13		90	50	
Leptophlebiidae					100						60	40		80				60	50	
ODONATA																				
Aeshnidae	2	15				20	5	2		4								3	3	
Coenagrionidae																				
TRICHOPTERA																				
Hydropsichydae							80	100										10	43	155
Hydrobiosidae											20	12		10	4	4		5	8	
Hydroptilidae																				
AMPHIPODA																				
Hyalellidae	50				3		43	8		69									30	

	1I	2I	4I	5I	6I	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H	13H	14H	2SJ
DECAPODA																				
Parastacidae																				2
ANNELIDA																				
Hirudinea																				
Oligochaeta		3						2			10	10		20						
MOLLUSCA																				
Hidrobiidae	80					10	5	7												
Planorbidae	11	3				15	5													
Physidae	5	4				15	2	10												12
Abundancia	200	200	0	200	200	203	200	201	30	200	202	204	20	200	23	158	0	193	200	204
Riqueza	9	10	0	3	7	9	9	8	1	6	8	10	2	5	3	4	0	9	10	6

C) Fauna íctica

Los resultados de ambas campañas del muestreo de peces se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 29. Especies de peces y sus abundancias, campaña 1, Noviembre 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos recabados en terreno).

Estación de muestreo	Especie Ictica	Abundancia	Tiempo Muestreo	Observación de la estación de muestreo	Estado conservación
2I	*Gambusia holbrooki*	8	15 minutos	-	-
2H	*Gambusia holbrooki*	3	15 minutos	-	-
3H	*Gambusia holbrooki*	27	15 minutos	-	-
1H	*Gambusia holbrooki*	3	15 minutos	-	-
1I	*Gambusia holbrooki*	28	15 minutos	-	-
14H	-	-	08 minutos	Muy caudaloso, no hubo más área para muestreo de 15 minutos	-
13H	-	-	05 minutos	Muy caudaloso, no hubo más área para muestreo de 15 minutos	-
6I	-	-	15 minutos	-	-
5I	-	-	15 minutos	-	-
5H	*Basilichthys microlepidotus*	3	15 minutos	-	Vulnerable según D.S. N°51/2008 MINSEGPRES
10H	-	-	No se realizó	Caudaloso y profundo, con riberas de talud artificial de arena.	-
4I	-	-	No se realizó	Caudaloso, ribera profunda sin pendiente mayor a 1 metro de profundidad.	-
3I	-	-	5 minutos	Muy caudaloso, no hubo más área para muestreo de 15 minutos	-
4H	-	-	15 minutos	-	-
2SJ	*Gambusia holbrooki*	14	15 minutos	Se realizó pesca solo en un pozón lateral del río, por gran caudal del río.	-
8H	-	-	15 minutos	-	-
7H	-	-	06 minutos	Muy caudaloso, no hubo más área para	-

Estación de muestreo	Especie Ictica	Abundancia	Tiempo Muestreo	Observación de la estación de muestreo	Estado conservación
				muestreo de 15 minutos	
6H	-	-	05 minutos	Muy caudaloso, no hubo más área para muestreo de 15 minutos	-
9H	-	-	15 minutos	-	-
12H	-	-	15 minutos	-	-
11H	-	-	05 minutos	Muy caudaloso, no hubo más área para muestreo de 15 minutos	-

Tabla 30. Especies de peces y sus abundancias, campaña 2, Marzo 2017. (Fuente: elaboración propia a partir de datos recabados en terreno).

Estación de muestreo	Especie Ictica	Abundancia	Tiempo Muestreo	Observación de la estación de muestreo	Estado conservación
1H	*Gambusia holbrooki*	43	15 minutos	-	-
1I	*Gambusia holbrooki*	23	15 minutos	-	-
2H	*Gambusia holbrooki*	101	15 minutos	-	-
2I	*Gambusia holbrooki*	2	15 minutos	-	-
2SJ	*Gambusia holbrooki*	7	15 minutos	-	-
3H	*Gambusia holbrooki*	4	15 minutos	-	-
3I	-	-	5 minutos	Muy caudaloso y profundo, no hubo más área para muestreo de 15 minutos	-
4H	*Basilichthys microlepidotus*	2	15 minutos	-	Vulnerable según D.S. N°51/2008 MINSEGPRES
4I	-	-	5 minutos	Muy caudaloso y profundo, no hubo más área para muestreo de 15 minutos	-
5H	*Basilichthys microlepidotus*	7	15 minutos	-	Vulnerable según D.S. N°51/2008 MINSEGPRES
5I	-	-	15 minutos	-	-
6H	-	-	15 minutos	-	-
6I	-	-	15 minutos	-	-
7H	-	-	15 minutos	-	-
8H	-	-	-	No se muestreo	-
9H	-	-	15 minutos	-	-
10H	-	-	15 minutos	-	-
11H	-	-	15 minutos	-	-

Estación de muestreo	Especie Ictica	Abundancia	Tiempo Muestreo	Observación de la estación de muestreo	Estado conservación
12H	-	-	15 minutos	-	-
13H	-	-	8 minutos	Muy caudaloso y profundo, no hubo más área para muestreo de 15 minutos	-
14H	-	-	15 minutos	-	-

D) Vegetación acuática

Tabla 31.Especies colectadas e identificadas en las campañas de monitoreo realizadas (Fuente: elaboración propia a partir de identificación de especies recabadas en terreno).

Campaña	Estación de monitoreo	Nombre especie determinación
1	14H	Myriophyllum quitense Kunth
	4I	Equisetum giganteum L.
	4I	Melilotus indicus (L.) All.
	6I	Polypogon australis Brongn.
	12H	Cardamine sp.
	2H	Ranunculus sp.
2	2I	Ludwigia peploides (Kunth) P.H. Raven
	5H	Ludwigia peploides (Kunth) P.H. Raven
	2H	Stuckenia filiformis (Pers.) Boehm.
	1I	Zannichellia palustris L.
	14H	Myriophyllum quitense Kunth
	1H	Cardamine sp.
	1H	Ludwigia peploides (Kunth) P.H. Raven
	6I	Myriophyllum quitense Kunth

3.5 Registro fotográfico

Se adjunta en carpeta anexo.

3.6 Elaboración de un catastro presente en la cuenca en base a información colectada en los muestreos de terreno

Este catastro se adjunta en archivo anexo “Muestreos_campañas_CENMA.xlsx”.

4. Objetivo 4. Realizar un estudio de la cuenca, a través de bioensayos con especies estandarizadas y locales de distintos grupos tróficos (microalgas y macroinvertebrados)

4.1 Seleccionar las especies locales sobre las cuales se realizarán los bioensayos. Estas especies deberán representar a distintos niveles tróficos, y los taxa seleccionados deberán coincidir con los definidos como bioindicadores.

Luego de estandarizar los procedimientos para la colecta, transporte y mantención de las muestras colectadas en el Rio Huasco, se decide que el transporte terrestre es el que entrega mejores oportunidades de éxito para el cuidado y mantención de las especies que se utilizaran en el Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA).

Previo a la obtención de las especies ecológicamente relevantes (EER) locales que serán usadas para la implementación de los bioensayos, el equipo consultor clasificó las estaciones de muestreo dependiendo de la calidad ecológica, valores referenciales de peligrosidad de los metales y factibilidad para la obtención de los organismos candidatos para los bioensayos. La determinación de estos hábitats de referencia para “buena calidad de agua” y “mala calidad de agua”, de los cuales se obtienen los organismos y las muestras de aguas que serán transportadas al laboratorio, considera la información colectada principalmente durante la primera campaña de muestreo realizada en Octubre del 2016. La Tabla 32 muestra esquemáticamente el cruce de información realizado para determinar los sitios de referencia. De esta manera, los puntos seleccionados fueron Rio Huasco en Huasco Bajo (1I), Rio Huasco en Maitencillo (3H) y Rio Huasco en puente Panamericana (2I). Los puntos de referencia de "mala calidad de agua" fueron Rio Huasco antes de embalse Santa Juana (4H), Rio El Transito antes de confluencia con Rio Carmen (4I) y Rio Tres Quebradas antes de confluencia con Rio Potrerillos (7H).

Tabla 32. Clasificación de las estaciones de muestreo de la cuenca del río Huasco, según calidad ecológica (ver sección Indicador Biológico), Índice comparativo estándar ($IC_{estándar}$): considera los valores de referencia de contaminantes para la biota de otras legislaciones (sección Hábitat de referencia) e Índice comparativo para el Huasco (IC_{Huasco}): considera como referencia la máxima mediana de concentración de un contaminante en un rango de 10 años para las estaciones de monitoreo del rio Huasco. Las estaciones de muestreo se han ordenado a partir del Índice de calidad ecológica BMWP. Factibilidad colecta se refiere a la presencia de organismos candidatos para la realización de bioensayos. Asterisco indica las estaciones seleccionadas para extraer organismos para los ensayos en laboratorio.

Estaciones de muestreo	Calidad ecológica		Indice comparativo		Factibilidad colecta
	BMWP	SIGNAL	$IC_{estándar}$	IC_{huasco}	
1I *	58	4.1	61.77	2.98	si
6H	50	4.5	40.75	34.03	no
2I *	49	4.5	62.59	12.48	si
7H	46	5.8	45.26	1.93	no
3H *	44	4.0	41.76	2.46	si
5H	37	4.6	31.06	0.92	no
14H	36	4.5	52.93	1.28	no

Estaciones de muestreo	Calidad ecológica		Indice comparativo		Factibilidad
2H	31	3.9	140.22	1.33	no
5I	30	4.3	30.1	0.92	no
13H	26	4.3	179.58	0.92	no
9H	25	4.2	18.88	12.34	no
1H	22	3.7	49.76	6.92	si
4I	22	3.1	68.89	27.07	no
6I	17	4.3	62.47	12.23	no
12H	16	3.2	30.92	13.93	no
4H	16	3.2	16.51	1.17	no
11H	12	6.0	32.88	2.7486	no
8H	5	1.7	31.99	2.662	no

Los criterios para la selección de EER fueron preponderantemente logísticos, donde la factibilidad de colecta, transporte y mantención fueron los factores más relevantes en la selección de estas especies locales. A continuación, detalles de las especies locales seleccionadas, sus características de acuerdo a los requerimientos de la propuesta técnica:

Colecta y transporte

Microalgas: Las microalgas fueron obtenidas a partir del fitobentos asociado al sustrato rocoso del sitio elegido. Una vez removidas, las microalgas son almacenadas en tubos cónicos de plásticos (15 ml) que contiene medios de cultivo estándar para microalgas (medio Bristol, NCh. 2706 Of. 2002; NCh. 2083 Of. 1999) y transportadas al laboratorio para su identificación y posterior cultivo.

Macrófitas: Las plantas acuáticas fueron colectadas manualmente desde la superficie del agua ya que se encuentran flotando libremente, debido a su pequeño tamaño es posible colectar una densidad bastante grande de plantas. Se transportaron al laboratorio en frascos plásticos de 2 litros con agua del rio, para su posterior identificación y cultivo.

Macroinvertebrados: Los organismos fueron colectados por medio de un muestreo cualitativo y de manera manual a partir del sustrato rocoso y macrófitas del cuerpo de agua. Los organismos son colocados junto a parte del sustrato donde se encuentran adheridos (pequeñas rocas y hojarasca) en frascos de plásticos transparentes de 2 litros con agua del rio y aireación artificial (bomba acuario), para ser transportadas al laboratorio para su identificación y posterior mantención.

Todas las muestras vivas son almacenadas en coolers, y mantenidas a temperaturas de entre 5º a 10º C durante su transporte vía terrestre al laboratorio de biodiversidad del Centro Nacional del Medio Ambiente.

Identificación y mantención en laboratorio

Microalgas bentónicas: Una vez en el laboratorio las muestras de microalgas son traspasadas a matraces de 100 ml con medio de cultivo, vitaminas y además se agregó Sílice (Na_2SiO_3), el cual es un micronutriente esencial para las diatomeas, ya que lo utilizan para formar su cubierta celular (frústulas). El método utilizado para aislamiento de las microalgas fue el rayado en Agar, donde se obtiene una muestra del cultivo y se siembra con un asa en placas petri con medio de cultivo nutritivo (complementado con sílice y vitaminas) y agar (Figura 29, Figura 30). Los cultivos son mantenidos en una incubadora con agitación orbital, temperatura de 22°C y luz continua (Figura 17). Luego de cuatro semanas de crecimiento celular en medio líquido, se da inicio al aislamiento de cepas algales, con el fin de obtener cultivos unialgales o monoespecíficos. Estos cultivos sólidos se mantienen en las mismas condiciones ambientales descritas anteriormente. Este procedimiento fue repetido dos veces usando como inoculo las colonias que se desarrollaron en este medio hasta verificar el aislamiento y pureza de una sola especie. Las especies seleccionadas fueron identificadas bajo el microscopio, como *Chlorella* sp., un alga verde (Chlorophyta) y *Navicula* sp., diatomea de la Clase Bacillariophyceae. A partir de las especies aisladas se comenzó a preparar los partidores con los cuales se realizaron los bioensayos donde se evaluó como punto final (endpoint) la inhibición del crecimiento.

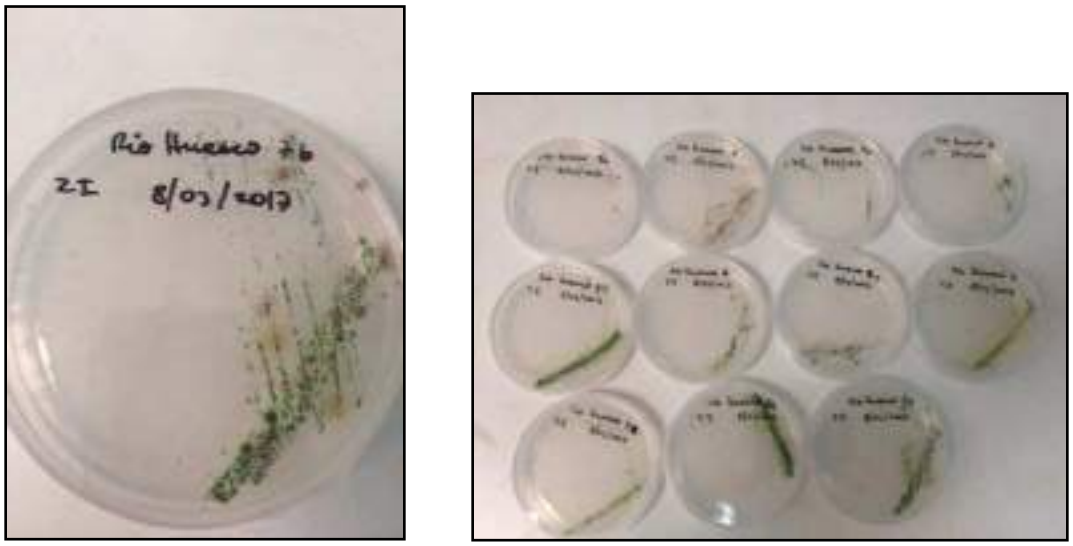


Figura 29. Método de aislamiento y purificación de microalgas en placa de agar. Los puntos verdes corresponden a colonias del alga verde Chlorella sp.

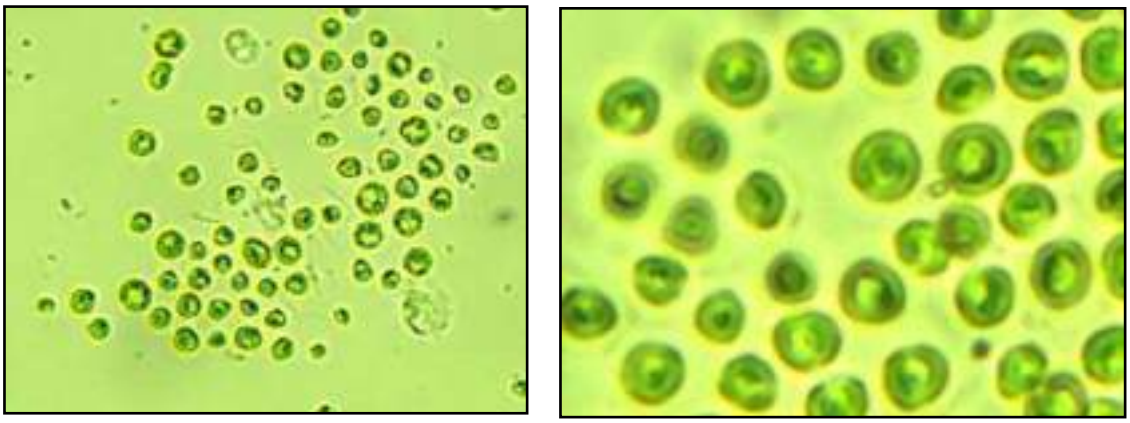


Figura 30. Microalga Chlorella sp. obtenidas desde sustrato rocoso Rio Huasco.



Figura 31. Cultivo de microalga *Chlorella* sp. en laboratorio CENMA.

Macrófitas: En el laboratorio las macrófitas fueron traspasadas a acuarios de 6 litros para su cultivo y mantención, el medio de cultivo utilizado es específico para *Lemna spp.* y es llamado medio 20X-AAP el cual es utilizado tanto para la mantención del cultivo como para las pruebas de toxicidad. La macrófita seleccionada corresponde a la especie *Lemna* ***minuta***, conocidas como "lentejas de agua" o "duckweed". Se realizaron bioensayos crónicos con *Lemna minuta*, evaluando su tasa de crecimiento a través del área foliar y número de frondas, frente a un tóxico de referencia (Dicromato de potasio), un herbicida (glifosato) y frente a 3 muestras de agua (agua de "mala calidad) (Figura 32). Los acuarios con *Lemna minuta* son mantenidos con aireación artificial,

temperatura constante de 20°C y fotoperiodo de 16 horas luz/8 horas oscuridad. Se siguieron las recomendaciones y protocolos realizados por la EPA, 2012 y OECD, 2002. Su pequeño tamaño permitió un fácil manejo en el laboratorio además de su alta tasa de crecimiento hace factible manejar experimentos en el laboratorio.

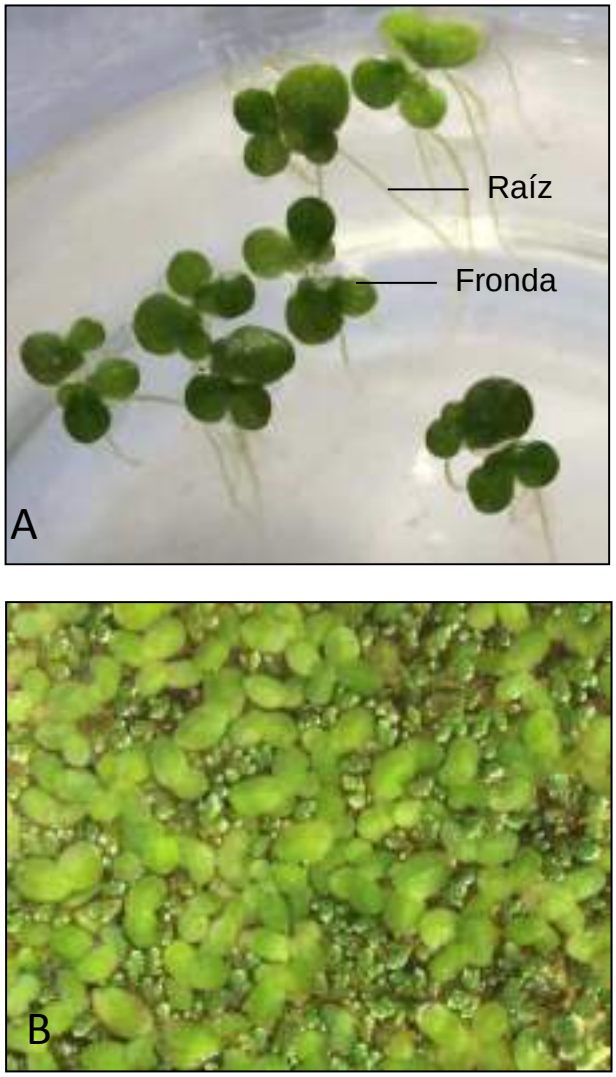


Figura 32. Ejemplares de *Lemna minuta*. A. Morfología externa. B. Cultivo de *Lemna minuta* utilizado en los bioensayos.

Macroinvertebrados: Con el fin de seleccionar la especie para la realización de los bioensayos, varias especies de macroinvertebrados fueron mantenidas en laboratorio. Se realizaron ensayos preliminares para determinar la tolerancia de las especies al manejo en la recolección, transporte y condiciones estándares de laboratorio. Los grupos taxonómicos con los que se ensayó fueron: Orden Plecoptera, Diptera (Familia Tipulidae), Ephemeroptera y Trichoptera, correspondientes a la Clase Insecta. Además del género *Physa* perteneciente la Clase Gastropoda. Los grupos pertenecientes a la Clase Insecta presentaron en general altas mortalidades en el transporte hacia

el laboratorio sobre todo Ephemeroptera y Plecoptera, muchos organismos murieron antes o durante las pruebas de aclimatación y procedimientos. Sin embargo, se logró hacer bioensayos agudos con estos grupos, pero debido a la alta mortalidad en los tratamientos control (es decir, agua sin contaminante) las pruebas son invalidadas. No obstante, para los gasterópodos las pruebas preliminares fueron exitosas. Se logró cultivar y mantener a los caracoles en laboratorio y reproducirlos. Los caracoles seleccionados para bioensayos fueron *Physa acuta* (Familia Physidae) (Figura 33, Figura 34, Figura 35) y *Planorbella* cf. *duryi* (Familia Planorbidae) (Figura 36, Figura 37). Se realizaron bioensayos agudos con caracoles de 24 horas de nacidos donde se evaluó como *endpoint* su sobrevivencia (mortalidad).

La identificación taxonómica de los gasterópodos seleccionados para bioensayos fue realizada por Dr. Gonzalo Collado, especialista en filogenética y reconstrucción filogeográfica de moluscos. La identificación se realizó a través de análisis morfológicos y moleculares, la morfología se basó principalmente en estructuras internas como la rádula y el sistema reproductivo y los análisis moleculares se basaron en la secuencia de ADN mitocondrial del gen COI de varios individuos de ambas especies.

El resultado obtenido fue la presencia de la especie invasora *Physa acuta* descrita por Draparnaud, 1805 la cual se distribuye originalmente en Europa del Sur y África. En Collado G., 2017 se discute que la familia Physidae ha sido confundida y no hay acuerdo entre los autores sobre el número de especies válidas en Chile, en ésta investigación la identificación molecular y morfológica sobre las poblaciones del género *Physa* de diferentes ecosistemas acuáticos del norte y centro de Chile, (incluyendo hábitat donde las especies nativas *Physa chilensis* y *Physa nodulosa* han sido tradicionalmente reconocidas), concluyen que todos los individuos secuenciados en el estudio pertenecen a la especie invasora *Physa acuta*. El autor sugiere una evaluación más fiable del estado real de las especies nativas.

En cuanto al segundo caracol utilizado en bioensayos, la identificación taxonómica según análisis morfológicos y moleculares dio como resultado el género *Planorbella*, probablemente *Planorbella duryi*, especie invasora, descrita por Wetherby, 1879 originaria del sur de Estados Unidos.

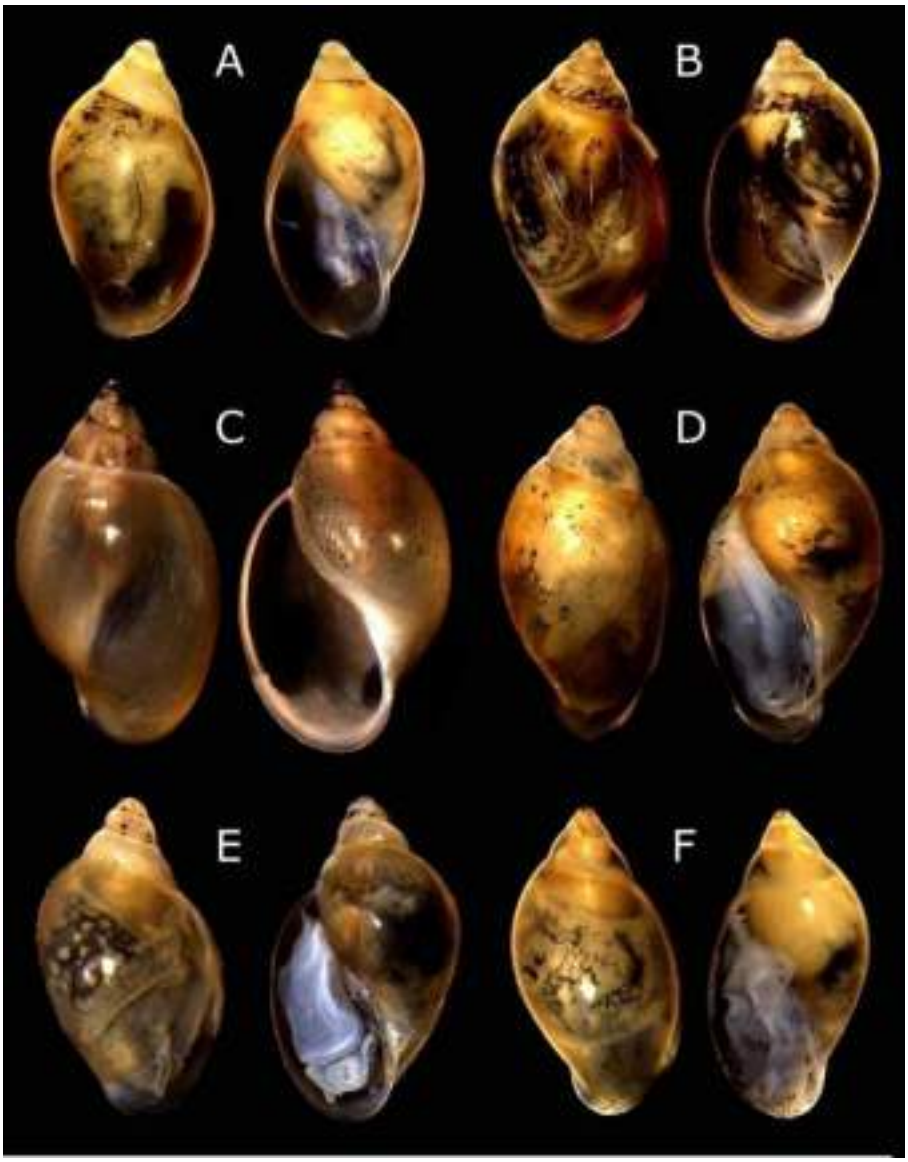


Figura 33. Identificación de caracoles de Rio Huasco, ejemplares de *Physa acuta* Draparnaud, 1805 en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha). (Fuente: Gonzalo Collado)

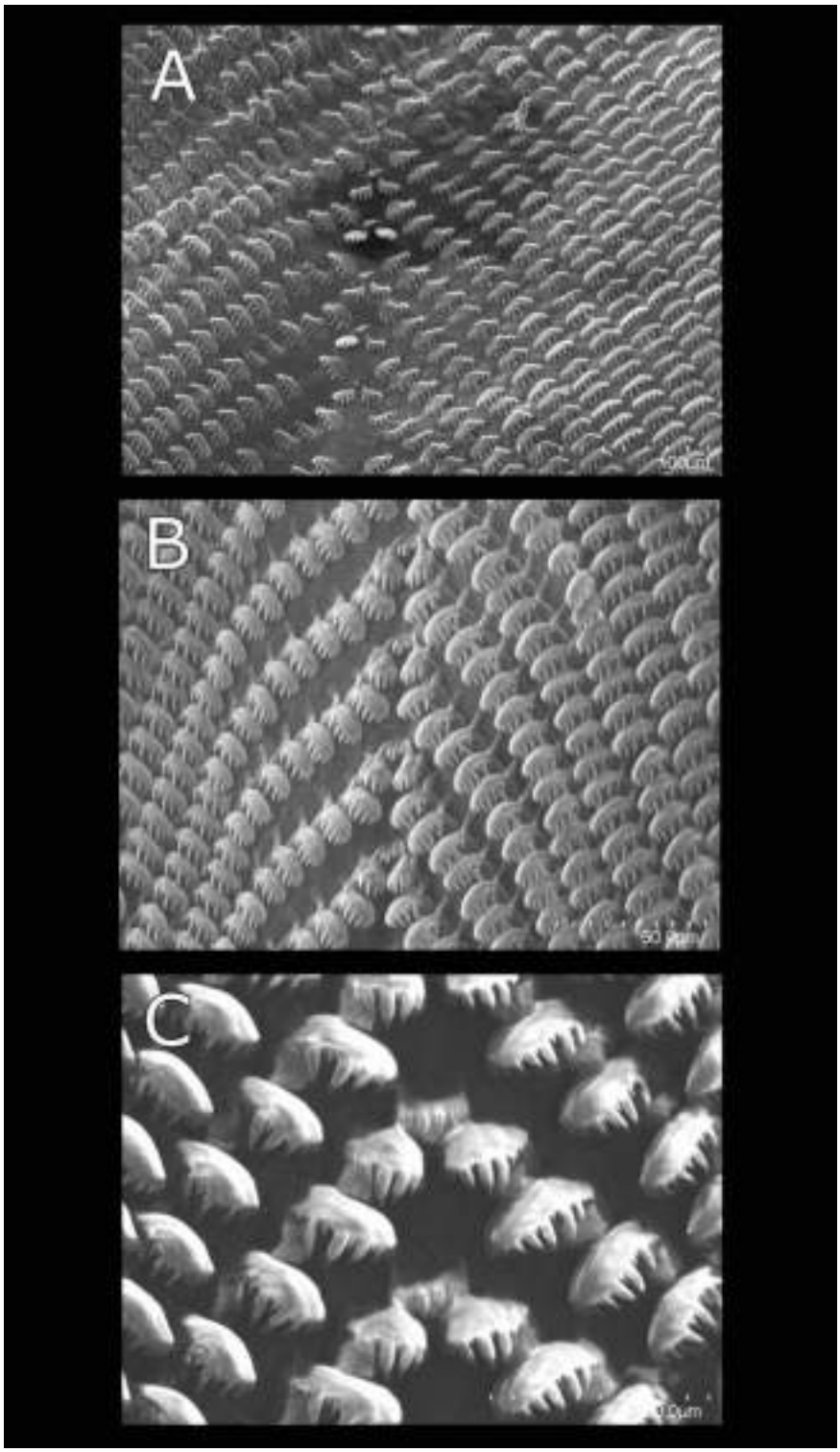


Figura 34. Rádula de *Physa acuta* Draparnaud, 1805 observadas con microscopio electrónico de barrido a diferente aumento (A-C). (Fuente: Gonzalo Collado)



Figura 35. Sección distal del sistema reproductivo de *Physa acuta* Draparnaud, 1805 de Huasco observadas con microscopio estereoscópico. A. Pene. C-D. Diferentes individuos disecados. Abreviaturas: d: vaso deferente, p: pene, pc: prepucio, v: vaina del pene. (Fuente Gonzalo Collado)



Figura 36. Identificación de caracol de Rio Huasco, ejemplares de *Planorbella cf. duryi* (Wetherby, 1879). (Fuente: Gonzalo Collado)



Figura 37. Cultivo en laboratorio de caracol *Planorbella cf. duryi*.

4.2 Identificar el rol o nicho ecológico de cada una de las especies seleccionadas para los bioensayos, estableciendo cual es la función o propiedad del ecosistema que se alberga a estas especies dentro del ecosistema.

Microalgas bentónicas:

Las microalgas bentónicas son un grupo diverso, con especies presentes en distintos tipos de ambientes y cuyos requerimientos biológicos son altamente variables y restringidos, según la especie. En cuanto a la función de las microalgas en los procesos ecológicos, son la base de la trama trófica en cualquier sistema acuático, participan intensamente en los ciclos biogeoquímicos, la retención de nutrientes, la formación de los sedimentos y modifican la velocidad de la corriente, lo que genera microhábitats para otros organismos acuáticos (Stevenson 1996, Graham y Wilcox 2000). Son excelentes sensores naturales de la calidad ambiental, sensibles a las variaciones y cambios químicos del agua (Rivera 2006).

Dada las características de los sitios de muestreos y el sustrato rocoso asociado, el equipo consultor está interesado en las diatomeas que se asocian al sustrato rocoso. Estas especies bentónicas bien estructuradas, que viven adheridas a un substrato fijo del río (grandes piedras, etc.) y en zonas de máxima corriente de agua. A diferencia de organismos que se encuentran en los sedimentos fluviales, las diatomeas que se fijan a piedras o substratos no absorben los nutrientes depositados en el fondo del río, y son los bioindicadores más indicados y representativos de la composición química del agua que circula.

Macrófitas:

El equipo consultor ha seleccionado la macrófita *Lemna minuta* la cual ha sido encontrada en varias estaciones de muestreo en la cuenca del río Huasco. *Lemna minuta* pertenece al grupo de las macrófitas o también llamadas plantas acuáticas cumplen un rol preponderante en los ecosistemas acuáticos. Dadas sus características, las macrófitas influencian propiedades físicas y químicas de los cursos de agua. Estos procesos afectan dinámicas ecológicas presentes en los cuerpos de agua, siendo beneficioso en términos de remediación o entrega de alimento para ganado, o perjudicial generando eutrofización, obstruyendo el flujo o navegación, y crear ambientes propicios para plagas (Arroyave 2004).

Presentes en diversas partes de los ecosistemas acuáticos. Es frecuente encontrar este grupo y en especial *Lemna minuta* en lagunas o aguas de flujo lento en ríos y quebradas, desde el nivel del mar a los 600 m de altitud. Es una planta de distribución universal, caracterizada por un rápido crecimiento y amplia distribución tropical y subtropical (Roldan 1992). Pudiendo desarrollarse entre los 5º y 30ºC, su crecimiento óptimos entre los 15º y 8ºC. Habitan amplios rangos de pH, siendo su óptimo entre 4.5 y 7.5. Crece rápidamente en partes calmadas y ricas en nutrientes, siendo la ausencia de fierro un factor limitante en su crecimiento.

Siendo una especie flotante y de rápido crecimiento, puede impedir el paso de la luz afectando la proliferación de otros organismos fotosintéticos. Como consecuencia tiene efectos sobre procesos de eutrofización en los cuerpos de agua lénticos. Por las mismas razones, *Lemna minuta* actúa como un refugio para depredación para diversas taxa animales como peces y macroinvertebrados.

Gracias a su fácil recolección y cultivo las especies de *Lemna* han sido usada en pruebas de toxicidad en metales pesados y herbicidas (para ver detalles revisar Mohan B.S. & Hosetti B.B

1999), ya que las pruebas de inhibición son simples, sensibles y económicas. Estos análisis han sido recomendados por agencias estatales de los Estados Unidos y por la Organización Internacional para la Cooperación y el Desarrollo Económico (EPA 1996).

Macroinvertebrados: Gastrópodos:

Los caracoles *Physa acuta y Planorbella cf. duryi* han sido seleccionado por el equipo consultor pertenecen al grupo de los gasterópodos. Este grupo de organismos es descrito como un componente muy importante de las comunidades en ecosistemas acuáticos ya que juegan un rol vital en el procesamiento de la materia orgánica y detritos. Estos moluscos se alimentan generalmente de vegetales, detritos o del perifiton que cubre sustratos duros en los ríos, lagos y lagunas. Pueden incluso flotar en la superficie del agua sin romper la tensión superficial, alimentándose de algas flotantes (Domínguez & Fernández 2009).

Es difícil no asociar la calidad de agua, las características físicas del ambiente y la disponibilidad de alimentos, con la distribución geográfica de los gasterópodos acuáticos. Existen ciertos factores ecológicos importantes, determinantes de la presencia o ausencia de gasterópodos en los distintos ambientes. Uno de los factores más limitantes es la cantidad de sales disueltas en el agua, especialmente de carbonato de calcio, que es el material más importante en la construcción de las conchillas de los gasterópodos. Aproximadamente 45% de todos los gasterópodos dulceacuícolas están restringidos a aguas con concentraciones de calcio mayores a 25 mg/litro. Asimismo, el oxígeno disuelto en el agua es otro factor limitante para la presencia de moluscos en distintos ambientes. Se requiere en general niveles altos de oxígeno disuelto para hacer posible la existencia de gasterópodos en ambientes acuáticos.

En particular para la familia Physidae se sabe que ocupan una variedad grande de hábitats, desde ríos de montaña correntosos, lagos, lagunas, pequeños arroyos, etc. Son fáciles de colectar ya que generalmente se encuentran sobre y debajo piedras y también en vegetación marginal. Se pueden mantener fácilmente en acuarios donde se reproducen y depositan masas de huevos adheridas a los vidrios del mismo. Los huevos están depositados inmersos en una cubierta de gelatina. Son organismos hermafroditas y ovíparos (para ver detalles del grupo revisar Domínguez & Fernández 2009). Son muy voraces, se alimentan tanto de algas, vegetales como de materia orgánica y proporcionan alimento para muchos tipos de peces, aves y seres humanos. Poseen altos niveles de tolerancia a la contaminación orgánica, juegan un rol vital en la purificación de cuerpos de agua ya que son saprófitos, son indicadores biológicos de aguas ricas en nutrientes (Maqboul et al.,2014).

La Familia Planorbidae por su parte es de gran importancia por ser hospedadores intermedios del ciclo de vida de ciertos parásitos (tremátodos y nemátodos) de animales y seres humanos. Se conoce más de este grupo por su importancia médica que cualquier otro molusco de agua dulce (Dillon R., 2004). Se alimentan de vegetales y restos orgánicos, generalmente asociados con vegetación de ribera. Toleran las aguas ligeramente salobres (hasta el 4‰ según la especie). Además soportan bastante bien la desecación enterrándose en el sedimento o entre hojarascas. Habitan ambientes muy variados, lóticos y lénticos. Sin embargo, los rápidos y cascadas son poco favorables para las poblaciones de planórbidos. Hermafroditas y ovíparos.

4.3 Establecer y mantener cultivos de las especies locales seleccionadas para los bioensayos

Microalgas bentónicas: Para iniciar el cultivo de microalgas bentónicas en el laboratorio, primero se debe obtener una muestra del fitobentos asociado al sustrato rocoso del sitio elegido. Luego se debe proceder al aislamiento de cepas algales, con el fin de obtener cultivos unialgales o monoespecíficos (como se describe en el punto 4.1). Seguido de esto las cepas deben ser transferidas a matraces con medio de cultivo que cumpla con los requerimientos de cada especie (ejemplo: sílice para diatomeas). En este caso el medio de cultivo utilizado para *Chlorella sp*. fue medio Bristol (ver NCh 2083 Of 1999). Los cultivos son mantenidos en un agitador orbital a 100 r.p.m., 22±1°C y luz fría continua, con una intensidad lumínica de 90 ±10µmol $m^{-2}s^{-1}$. Una vez que el cultivo algal alcance la fase exponencial de crecimiento, la densidad celular será suficiente para ser utilizado como inóculo en el bioensayo.

Macrófitas: Luego de la recolección de *Lemna*, en el laboratorio se seleccionaron a mano las colonias de mejor aspecto visual y se retiró toda la flora y fauna acompañante de las plantas. Durante la primera semana los cultivos se mantuvieron aclimatando al laboratorio con la misma agua de rio. Luego se hicieron pruebas con distintos de medios de cultivo, donde el medio óptimo para *Lemna minuta* resultó ser el medio 20X-AAP (EPA, 2002) el cual les provee nutrientes necesarios para su crecimiento óptimo en condiciones controladas. Este medio de cultivo fue recambiado una vez a la semana para evitar efectos alelopáticos que pueden provocar la aparición de microalgas y/o ataque bacteriano. Se busca lograr que los individuos alcancen un crecimiento sostenido en el tiempo libre de factores estresores y contaminantes para ser utilizados en los bioensayos.

Macroinvertebrados: Los caracoles *Physa acuta* y *Planorbella cf. duryi* fueron mantenidos en el laboratorio en frascos plásticos de 1 litro o acuarios de 6 litros según su densidad, separados por especie, con aireación continua, temperatura de 20±2°C, fotoperiodo de 16 horas luz y 8 horas oscuridad, alimentados con lechuga *ad libitum*, el recambio de agua se realizó una vez a la semana. Inicialmente los caracoles fueron aclimatados al laboratorio con agua de su lugar de origen. Luego se cambiaron a agua potable desclorada, ésta agua fue utilizada tanto para la mantención de caracoles como para los bioensayos (como agua de dilución). Se siguieron recomendaciones para cultivo y reproducción del protocolo de la OECD, 2016.

Diariamente se retiraron las bolsas de huevos producidas por los adultos (Figura 38 y Figura 39), ambas especies son hermafroditas por tanto cada individuo tiene la capacidad de producir huevos, sin embargo no se auto fecundan, es importante por tanto agrupar varios caracoles por frasco. Las bolsas de huevos se encuentran adheridas a las paredes del frasco, sobre el alimento o sobre la concha de caracoles, su forma varía entre las dos especies seleccionadas, sin embargo comparten las características de ser circular-ovalado y transparente con consistencia viscosa y pegajosa. Los huevos de *Physa acuta* eclosionan en un plazo aproximado de 7 días (a 20°C), mientras que los huevos de *Planorbella cf. duryi* eclosionan aproximadamente a los 12 días (a 20°C). Dado el desarrollo directo de estos organismos los juveniles eclosionados son caracoles muy similares a los adultos, solo que de menor tamaño. Los caracoles juveniles eclosionados en≤ 24 horas son utilizados para realizar los bioensayos.

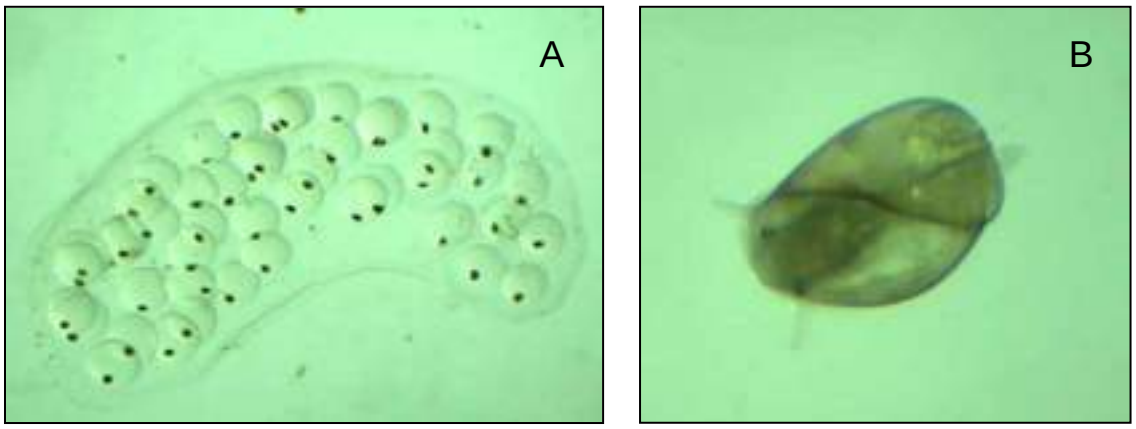


Figura 38. A. Morfología de huevos y B. caracol recién eclosionado, vista dorsal de *Physa acuta* Draparnaud, 1805.

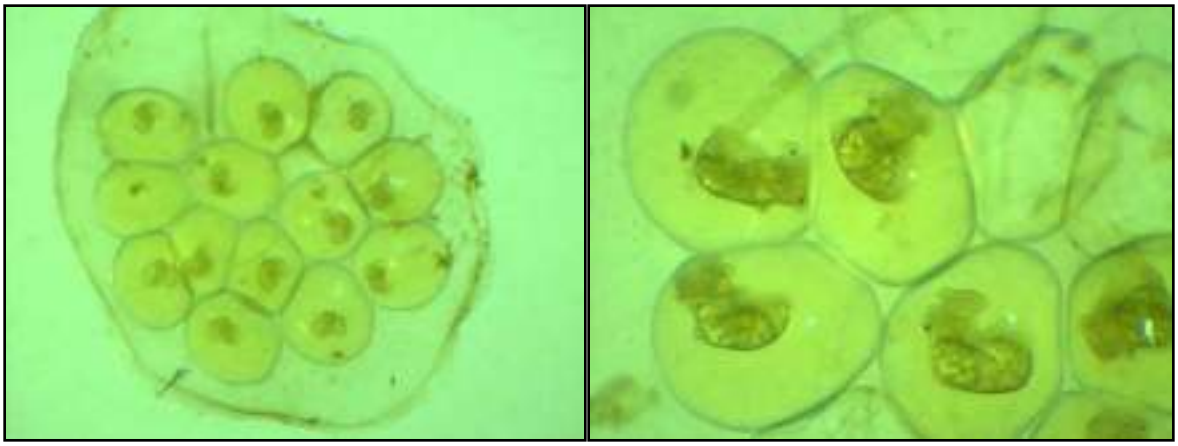


Figura 39. Morfología de huevos en distintas fases de desarrollo de *Planorbella cf. duryi* (Biese 1951).

4.4 Realizar validación de bioensayos (agudos y/o crónicos) sobre las especies anteriormente señaladas indicando los criterios de aceptabilidad de los resultados. Estableciendo cartas de control para cada cultivo

La validación de los bioensayos con especies locales se construyó en base a la revisión de protocolos nacionales e internacionales y a la experiencia del equipo consultor, ya que no existen protocolos específicos de varias de las especies seleccionadas.

Los criterios de validación en términos generales tanto para microalga bentónica (*Chlorella sp*.), macrófita (*Lemna minuta*) y macroinvertebrados-gastrópodos (*Physa acuta* y *Planorbella cf. duryi*) consideran i) replicabilidad: los indicadores de efectos deben tener un coeficiente de variación no mayor al 30 %. ii) controles negativos: los valores de mortalidad no deben superar el 80%. iii)

controles positivos: las concentraciones del tóxico de referencia (dicromato de potasio) en el rango utilizado debe afectar el crecimiento o sobrevivencia de las especies.

Microalga bentónica:

El bioensayo de *Chlorella sp*. es aceptable sólo si se cumple con los siguientes criterios recomendados por los protocoles NCh 2706 Of 2002 y ASTM, 2012:

- Realizar al menos tres réplicas por tratamiento. La diferencia entre réplicas no debe ser superior a 20%

- Las tasas de crecimiento específico de los controles debe ser de al menos 0.8 día^{-1}

Macrófita:

Las pruebas de validación para bioensayos con *Lemna spp.* según recomendaciones de la EPA US, 2012 y OECD, 2002 son los siguientes:

- Los controles no deben ser contaminados con las sustancias de prueba

- Un mínimo de 5 concentraciones deben ser utilizadas y éstas deben afectar el crecimiento de las especies.

- La temperatura y la intensidad lumínica debe ser medidas durante el test

- El tiempo de duplicación del número de frondas en el control debe ser menor o igual que 2,5 días (60 h)

Macroinvertebrados:

Los bioensayos con los caracoles *Physa acuta* y *Planorbella cf. duryi* son validados si se cumplen los siguientes criterios:

- El contenido de oxígeno disuelto no debe ser menor al 60% de saturación en el control y en los grupos expuestos durante todo el test

- La temperatura del agua se debe mantener a 20±2°C durante todo el test

4.5 Realizar los bioensayos (agudos y/o crónicos) en las especies locales.

Para establecer la sensibilidad de los cultivos de las especies locales seleccionadas (*Chlorella sp*., *Lemna minuta, Physa acuta* y *Planorbella cf. duryi*) se realizaron pruebas con dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) como tóxico de referencia para cada una de ellas, éste permite conocer el patrón de respuestas de los organismos y así determinar las concentraciones óptimas para elaborar la curva de concentración-respuesta. Los resultados obtenidos se analizaron utilizando el método Probit implementado en software estadístico R (R Development Core Team 2017).A continuación la Tabla 33 presenta las concentraciones de dicromato de potasio ensayadas para cada organismo. Las concentraciones fueron ajustadas para encontrar un EC_{50} de referencia.

Tabla 33. Concentraciones de Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) utilizado en los bioensayos de las especies locales seleccionadas.

	Concentraciones Dicromato de Potasio (mg/L)					
Especies	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Chlorella sp	0	0.15	0.3	0.6	1.2	2.4
Lemna minuta	0	9.6	19.2	38.4	76.8	153.6
Physa acuta	0	0.84	1.69	3.38	6.75	13.5
Planorbella cf. duryi	0	2.4	4.8	9.6	19.2	38.4

Bioensayo de toxicidad crónico con *Chlorella sp*.:

Principio del método: esta prueba se basa en la determinación de los efectos inhibitorios que sobre la tasa de crecimiento poblacional pueden producir los compuestos tóxicos que pueden estar presentes en muestras de agua o en efluentes. El bioensayo se fundamenta en que una población microalgal, cuando se encuentra en condiciones óptimas de desarrollo, es capaz de aumentar su tamaño poblacional, por lo que en esas condiciones es posible detectar si las muestras a analizar producen inhibición en la tasa de crecimiento poblacional (Figura 40).

La tasa de crecimiento poblacional se obtuvo indirectamente a través de la determinación de la densidad óptica (absorbancia) a una longitud de onda de 680 nm., por un periodo de 96 horas de exposición. La exposición a la muestra de agua se realiza en una serie de diluciones con tres réplicas cada una, partiendo de la muestra al 100% y con un factor de dilución de 0.5 (100%, 50%, 25%,12.5% y 6.25%). La muestra es enriquecida con una mezcla de macro y micronutrientes para sostener el crecimiento del tiempo (medio de cultivo). Todas las réplicas son inoculadas con $25x10^4$ cel/ml. La densidad celular fue registrada cada 48 horas, la cual al finalizar el bioensayo es comparada con el control negativo. La Tabla 34presenta un resumen de las condiciones bajo las cuales se realizó el bioensayo.

Con el cual es posible determinar la concentración de la muestra o compuesto problema que produce la inhibición del crecimiento del 50% de la población de microalgas expuestas (concentración media de respuesta o EC_{50}).

Para estimar la tasa de crecimiento de la microalga para cada control y cada concentración se utilizó la siguiente ecuación:

$$\mu = (\ln N_n - N_0) * t_n \qquad \text{Ecuación 7}$$

donde: t_n = tiempo transcurrido entre el inicio y el fin del bioensayo, N_0 = densidad celular al final del bioensayo, N_n = densidad celular al final del bioensayo.

La inhibición del crecimiento de cada nivel de tratamiento con respecto al control, fue estimado mediante la siguiente ecuación:

$$l_{ui} = (\mu_c - \mu_i) * {}^{100}/_{\mu_c} \qquad \text{Ecuación 8}$$

donde: I_{ui} = porcentaje de inhibición de la tasa de crecimiento para la concentración *i,* μ_c = tasa de crecimiento promedio para el control, μ_i = tasa de crecimiento promedio para la concentración *i.*

Tabla 34. Resumen de las condiciones de ensayo y criterios de aceptabilidad de los bioensayos de toxicidad aguda de *Chlorella* sp.

Tipo de test	Estático, sin renovación
Tiempo de duración	96 horas
Temperatura	22±1°C
Fotoperiodo	Luz continua
Aireación	No. Agitación continua
Volumen matraz Erlenmeyer	30 ml
Tamaño inoculo	$25x10^4$ cel/ml
Número de réplicas por concentración	3
Número de tratamientos	6 (5 tratamiento + 1 Control)
Agua de dilución	Medio cultivo
Tóxico de referencia	Dicromato de potasio
Medida del efecto (endpoints)	Inhibición del crecimiento poblacional medido como densidad celular (cel/ml)



Figura 40. Bioensayo de *Chlorella sp.,* control, dicromato de potasio y muestras de agua con sus respectivas réplicas.

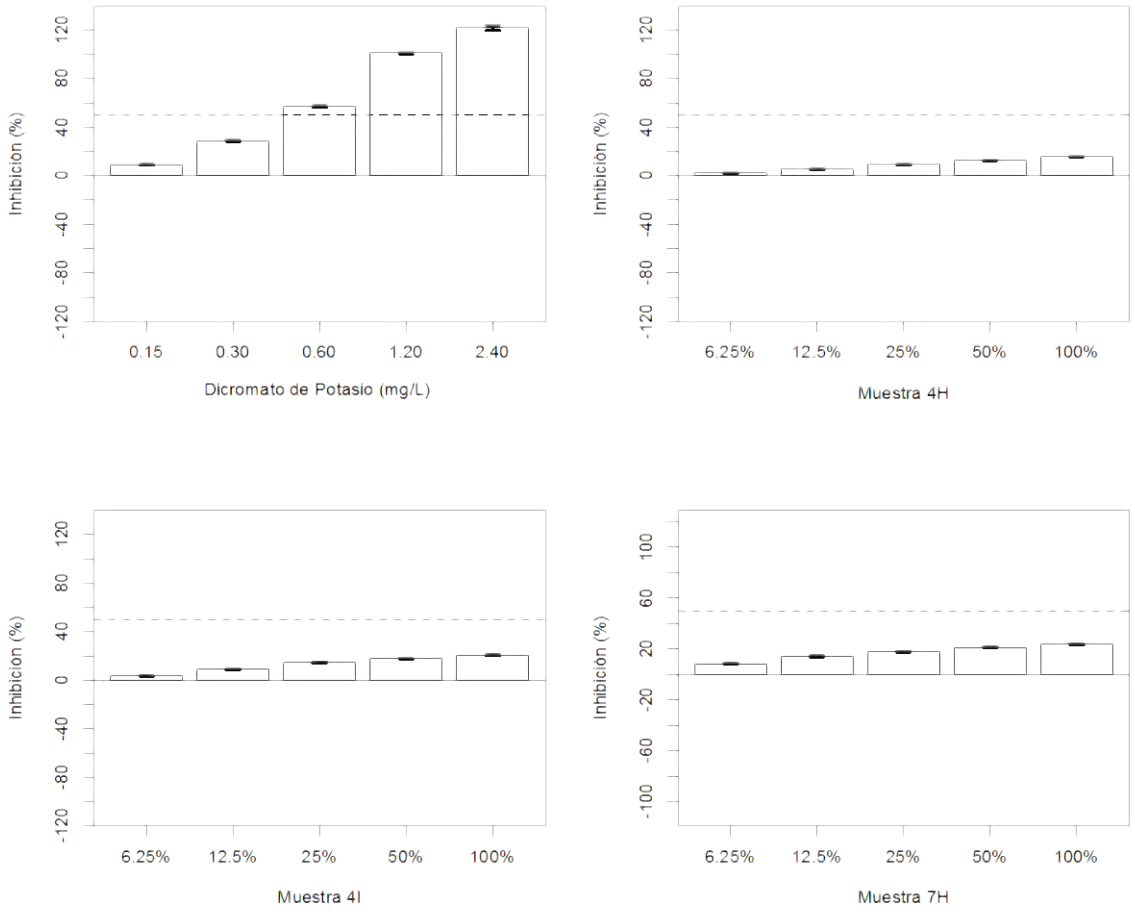


Figura 41. Resultado Bioensayo crónico de *Chorella sp.* frente a Dicromato de potasio y muestras provenientes de los sitios 4H, 4I y 7H. Barras indican media del porcentaje de inhibición por concentración y porcentaje de la muestra obtenida en terreno. Bigotes por cada barra al error estandar.

Los resultados con *Chorella sp.* registraron una inhibición significativa a lo largo de las concentraciones de dicromato de potasio, con un EC_{50} alrededor de la concentración 0.5 mg/L. Mientras que la tasa de crecimiento poblacional en las 3 muestras de agua analizadas se ve afectada, esta no alcanza a tener un efecto sobre el 50% de los organismos analizados. Se puede observar en la Figura 41 similares respuestas entre las 4I, 4H y 7H (Tabla 37).

Bioensayo de toxicidad crónico con *Lemna minuta*:

El bioensayo consiste en determinar el efecto de tres muestras de agua sobre la inhibición de la tasa de crecimiento específico de *Lemna minuta.* La tasa de crecimiento se obtuvo a partir de dos parámetros como puntos finales o *endpoints*: el número de frondas y área foliar, a través de ellos se estimó el crecimiento en cada uno de los tratamientos por un periodo de 7 días, con recambio de agua en el día 3. En cada uno de los tratamientos se inocularon 20 frondas (10 colonias de *Lemna minuta*), con cinco réplicas cada tratamiento, el criterio de selección de lemnas es que cada colonia tenga dos frondas de similar tamaño y sin rasgos de división vegetativa (Figura 43). Las lemnáceas duplican su biomasa por multiplicación vegetativa entre 2 a 4 días, por tanto en 7 días el área y el número de frondas en un medio control será más del doble inicial. El medio de nutritivo utilizado para realizar el bioensayo es medio 20X-AAP (EPA, 2002), mismo medio que se utilizó para mantener el cultivo. Las pruebas se realizaron bajo condiciones de luz con fotoperiodo de 16h luz/8h oscuridad, con intensidad lumínica de 4000-5000 lux. La Tabla 35presenta un resumen de las condiciones bajo las cuales se realizó el bioensayo.

Para obtener el número de frondas, se realizó el conteo de las frondas en el tiempo 0 y en el tiempo 7 días, es decir, al inicio y al final de la exposición. Para calcular el área foliar se llevó un registro fotográfico al inicio y al final del ensayo. Utilizando un programa computacional de "Matlab", se procesaron las imágenes y se estimó el aumento o disminución del área foliar (Figura 44 B, C).

La estimación de la tasa de crecimiento se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$r_{i-j} = \ln(b_j) - \ln(b_i)/t \qquad \text{Ecuación 9}$$

Dónde: r_{i-j} = Tasa de crecimiento específico por día (día^{-1}) del número de frondas o área de la fronda observada desde el tiempo i a j, b_j= Número de frondas o área de la fronda observada al inicio del test, tiempo i, b_j= Número de frondas o área de la fronda observada al final del test, tiempo j, t= Periodo de tiempo de i a j en días.

Además se estimó el porcentaje de inhibición de cada nivel de tratamiento con respecto al control, mediante la siguiente ecuación:

$$\%I = (C - X) * 100/C \qquad \text{Ecuación 10}$$

Dónde: C= Valor de respuesta promedio del control (tasa de crecimiento específica promedio), X= Valor de respuesta promedio del tratamiento (tasa de crecimiento específica promedio respectivamente).

Adicionalmente, se evaluó la sensibilidad de *Lemna minuta* frente a un herbicida comercializado ampliamente de Anasac llamado Bazooka, es un herbicida de amplio espectro, desarrollado para eliminar hierbas y arbustos, es absorbido por las hojas y posee como principio activo Glifosato. Se realizaron bioensayos siguiendo las mismas condiciones descritas anteriormente. Las

concentraciones ensayadas de herbicida fueron: 1, 7.5, 15, 25, 60, 80, 160 y 320 mg/l de glifosato (Figura 57, pág. 204).

Tabla 35. Resumen de las condiciones de ensayo y criterios de aceptabilidad de los bioensayos de toxicidad crónico de *Lemna minuta*.

Tipo de test	Estático, con recambio de agua
Tiempo de duración	7 días
Temperatura	20°C
Fotoperiodo	16h luz/8h oscuridad
Volumen de los vasos	250 ml
Tamaño inoculo	2 frondas
Número de inoculo por réplica	10 frondas
Número de réplicas por concentración	5
Número de tratamientos	6 (5 tratamiento + 1 Control)
Agua de dilución	Medio 20X-AAP
Tóxico de referencia	Dicromato de potasio
Medida del efecto (endpoints)	Tasa de crecimiento específica basada en número de frondas y área de fronda

Al analizar la sensibilidad de los parámetros utilizados para estimar la tasa de crecimiento específica de *Lemna minuta*: número de frondas y área foliar, que observó que ambos endpoint resultaron igual de sensibles frente al dicromato de potasio (Figura 42). Sin embargo la sensibilidad de los endpoint frente a las muestras de agua no fue equivalente, el área foliar resultó más sensible en la estimación ecotoxicológica de contaminación.

Los bioensayos realizados con *Lemna minuta* registraron una inhibición significativa de la tasa de crecimiento, estimada a partir del área foliar, para las 3 muestras de agua ensayadas durante 7 días de exposición. Se observa que la muestra 4I y 4H presentaron mayor toxicidad (Tabla 37).

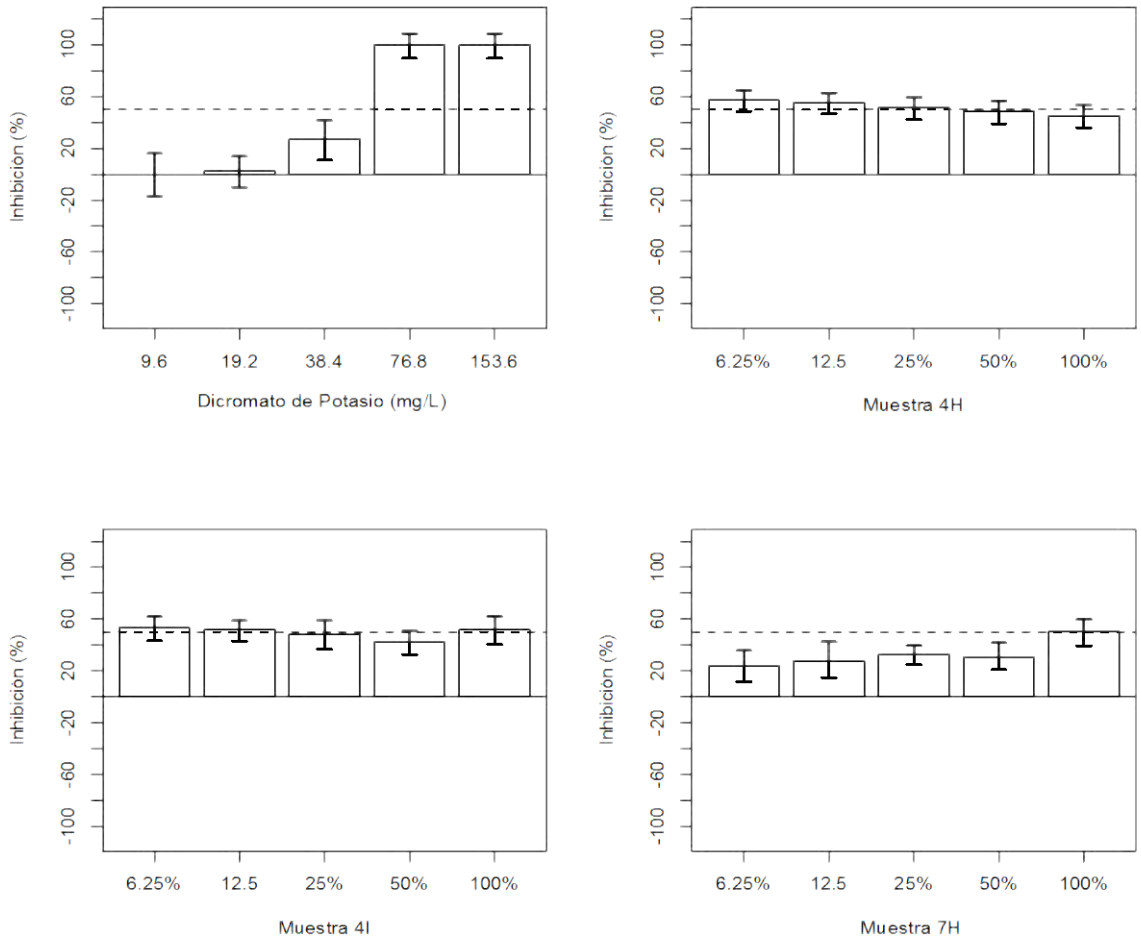


Figura 42. Resultado Bioensayo crónico de *Lemna minuta* frente a Dicromato de potasio y muestras provenientes de los sitios 4H, 4I y 7H. Barras indican media del porcentaje de inhibición por concentración y porcentaje de la muestra obtenida en terreno. Bigotes por cada barra al error estandar.

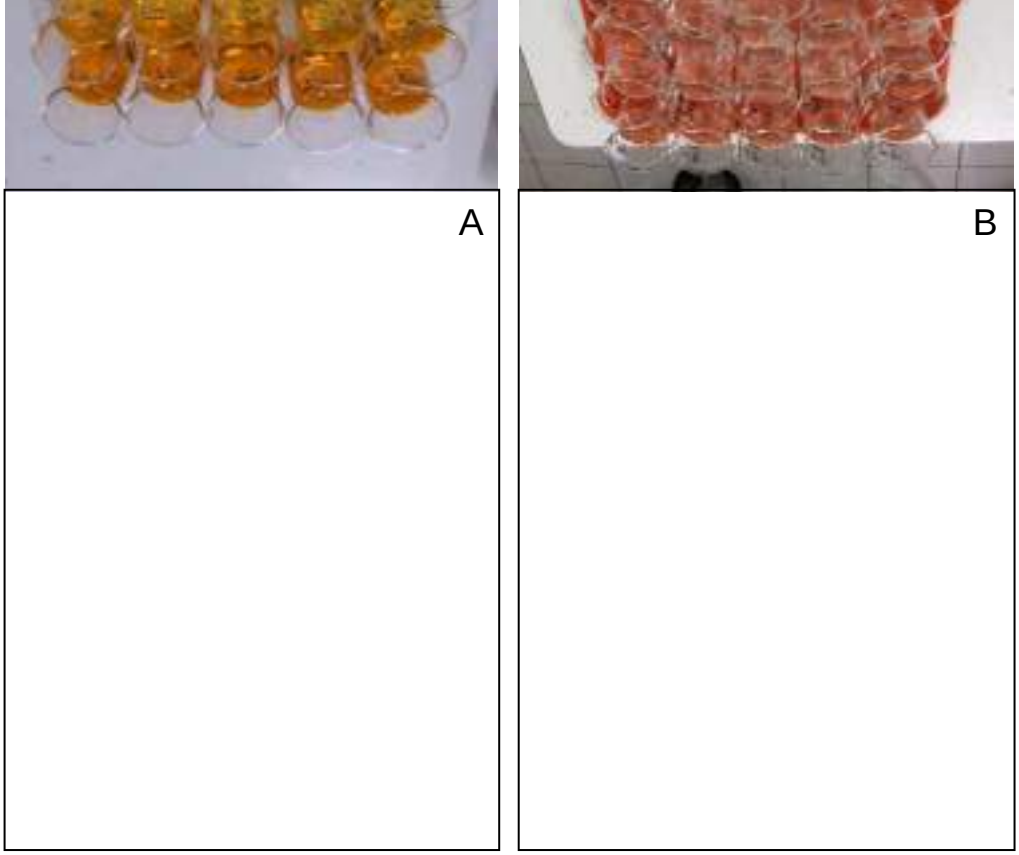


Figura 43. Preparación Bioensayo con inóculos de *Lemna* minuta en distintas concentraciones. A. Dicromato de potasio (tóxico de referencia) y B. Herbicida (glifosato).

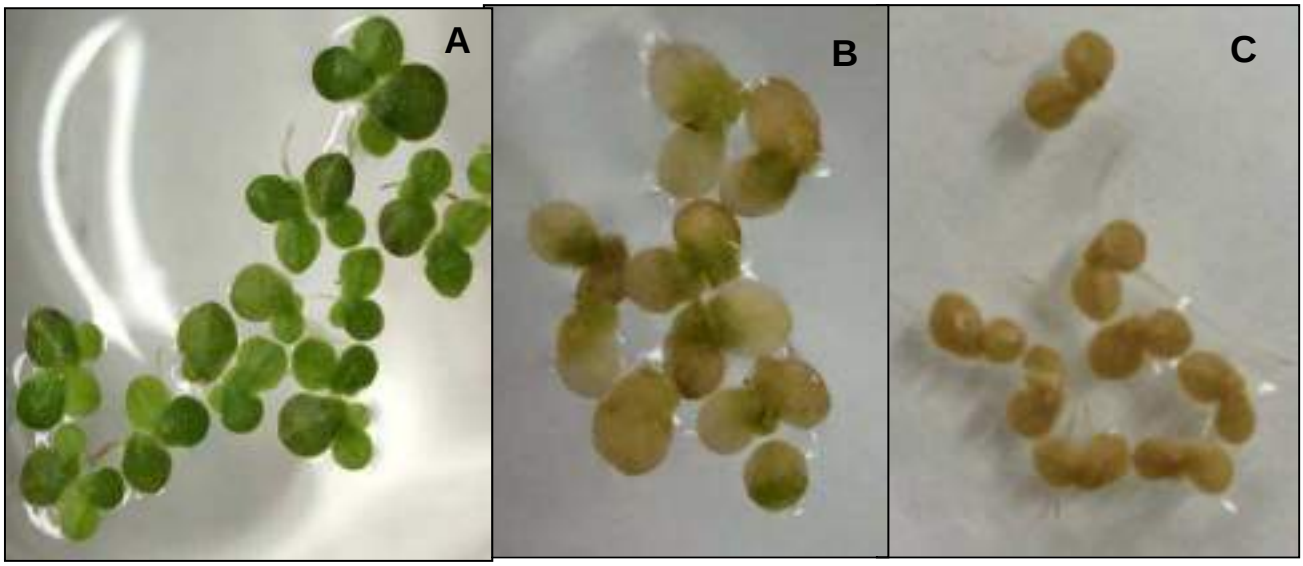


Figura 44. Efecto fitotóxico sobre *Lemna minuta* A. Control (sólo medio de cultivo) B. Herbicida (320 mg/l) y C. Dicromato de potasio (153.6 mg/l), al finalizar el bioensayo (séptimo día), se observa necrosis y/o clorosis de las frondas con respecto al control.

Bioensayo de toxicidad agudo con *Physa acuta* y *Planorbella cf. duryi*

El objetivo de la prueba es evaluar como efecto de toxicidad la mortalidad de los caracoles recién eclosionados menor a 24 horas. Cada tratamiento consideró cuatro réplicas con cinco individuos en cada uno. La unidad experimental fueron vasos precipitados de 50 ml con 10 ml de solución. Durante el experimento los caracoles fueron mantenidos sin alimentación ni aireación durante el tratamiento de 96 horas. El agua es previamente oxigenada hasta que la concentración de oxígeno disuelto alcance la saturación, el bioensayo se realizó a 20°C con fotoperiodo de 16h luz/8 h oscuridad. El agua utilizada para el control y las diluciones fue agua potable desclorada. La Tabla 36 presenta un resumen de las condiciones del bioensayo. Al término del periodo de exposición se registró el número de ejemplares muertos por unidad experimental.

Tabla 36. Resumen de las condiciones de ensayo y criterios de aceptabilidad de los bioensayos de toxicidad agudo de *Physa acuta* y *Planorbella cf. duryi*

Tipo de test	Estático, sin recambio de agua
Tiempo de duración	96 horas
Temperatura	20°C
Fotoperiodo	16h luz/8h oscuridad
Volumen de los vasos	50 ml
Edad de los organismos	Juveniles ≤ 24 h de eclosionados
Número de organismos por réplica	5
Número de réplicas por concentración	4
Número de tratamientos	6 (5 tratamiento + 1 Control)
Agua de dilución	Agua declorada
Tóxico de referencia	Dicromato de potasio
Medida del efecto (endpoints)	Sobrevivencia

Los resultados de mortalidad de los caracoles expuestos a las muestras de agua de los puntos 4H, 4I y 7H, no registraron toxicidad aguda a las 96 horas de exposición sobre *Physa acuta* y *Planorbella cf. duryi* (Figura 45 *y* Figura 46). Sin embargo al comparar la sensibilidad entre las dos especies de caracoles expuestos al dicromato de potasio, *Physa acuta*fue más sensible a este tóxico que *Planorbella cf. duryi* (Tabla 37).

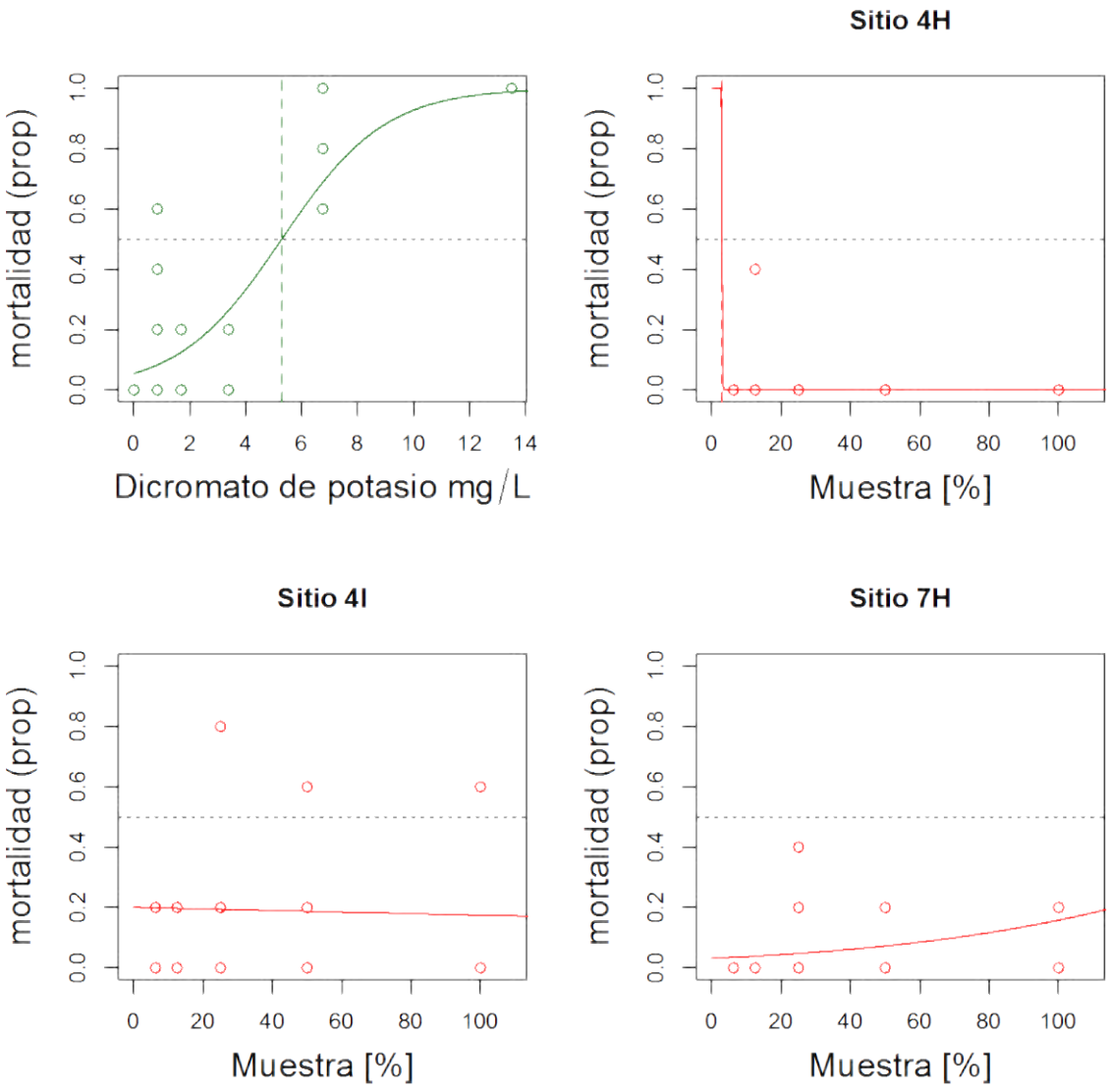


Figura 45. Resultado de toxicidad bioensayo agudo de *Physa acuta* frente a Dicromato de potasio y muestras provenientes de los sitios 4H, 4I y 7H. Circulos indican respuesta media por replica en cada concentración y línea punteada indica umbral para EC_{50}. Linea de regression no lineal es obtenida a partir del ajuste estadistico asociado a la obtención del EC_{50}.

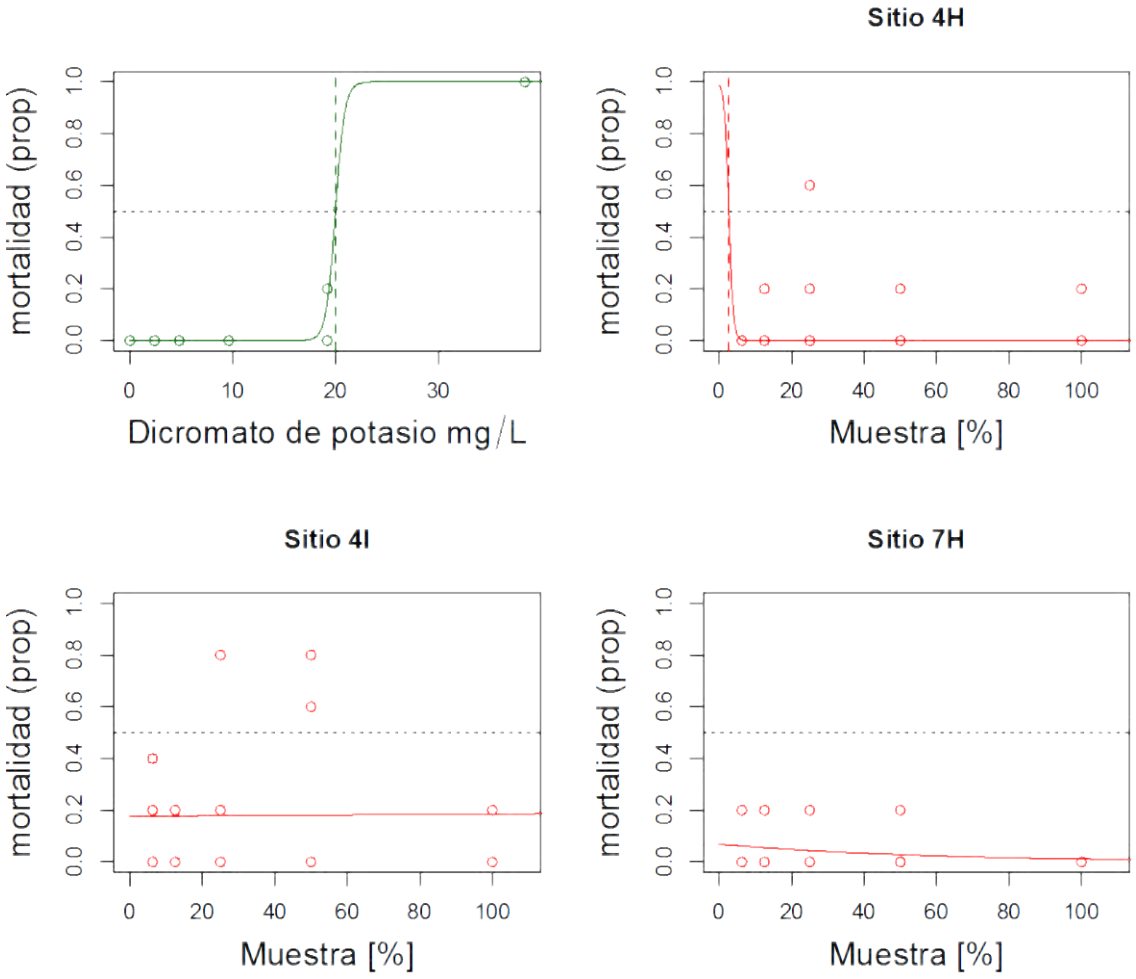


Figura 46. Resultados de toxicidad bioensayo agudo de *Planorbella cf. duryi* frente a Dicromato de potasio y muestras provenientes de los sitios 4H, 4I y 7H. Circulos indican respuesta media por replica en cada concentración y línea punteada indica umbral para EC_{50}. Linea de regression no lineal es obtenida a partir del ajuste estadistico asociado a la obtención del EC_{50}.

4.6 Realizar los bioensayos (agudos y/o crónicos) en las especies estandarizadas, de acuerdo a los métodos para determinación de toxicidad establecidos (NCh 2083 Of. 1999, y NCh 3385 Of. 2016), utilizando como criterios metales y metaloides contaminantes característicos de las fuentes puntuales y difusas de la cuenca.

Se realizaron bioensayos agudos con *Selenastrum capricornutum* y*Daphnia magna* de acuerdo a los métodos para la determinación de toxicidad establecidos en la Norma Chilena (NCh 2083 Of. 1999 y NCh 2706 Of. 2002). El bioensayo consistió en exponer a estos organismos a muestras de agua superficial, de puntos de referencia de "mala calidad de agua" los cuales fueron 4H, 4I y 7H

Los resultados con *Selenastrum capricornutum* registraron una inhibición significativa en la tasa de crecimiento poblacional en las 3 muestras de agua analizadas. Se puede observar en la Figura 47 que la muestra 4I fue la que presentó la mayor toxicidad seguido de la muestra 4H y 7H (Tabla 37).

Los resultados de los bioensayos realizados con *Daphnia magna* sobre la inhibición del movimiento, registraron toxicidad en la muestra 4I a las 48 horas de exposición cuyo EC_{50} fue 80%. Mientras que en las muestras 4H y 7H no se detectó toxicidad finalizado el ensayo (Figura 48, Tabla 37).

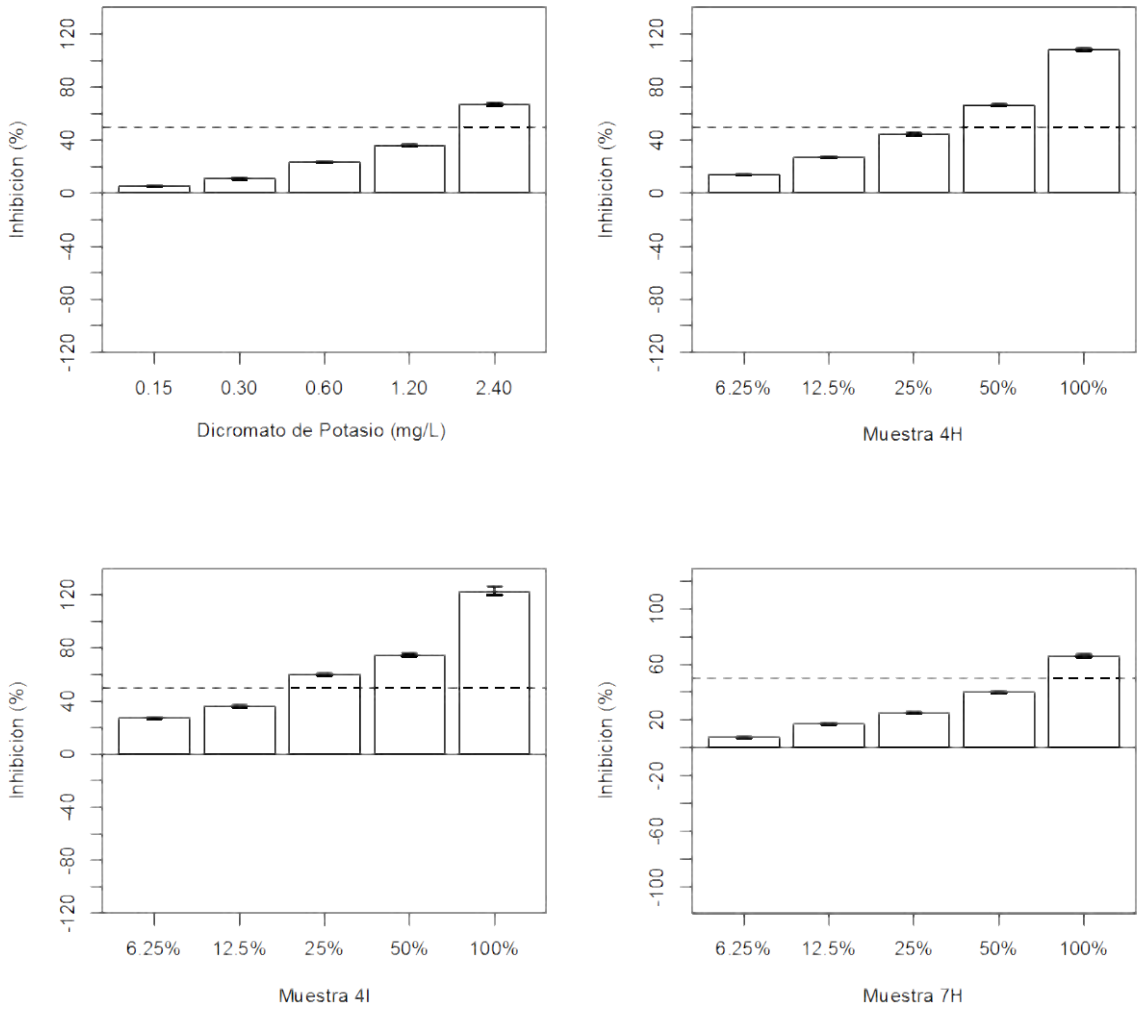


Figura 47. Resultados de toxicidad bioensayo de *Selenastrum capricornutum* frente a Dicromato de potasio y muestras provenientes de los sitios 4H, 4I y 7H. Barras indican media del porcentaje de inhibición por concentración y porcentaje de la muestra obtenida en terreno. Bigotes por cada barra al error estandar.

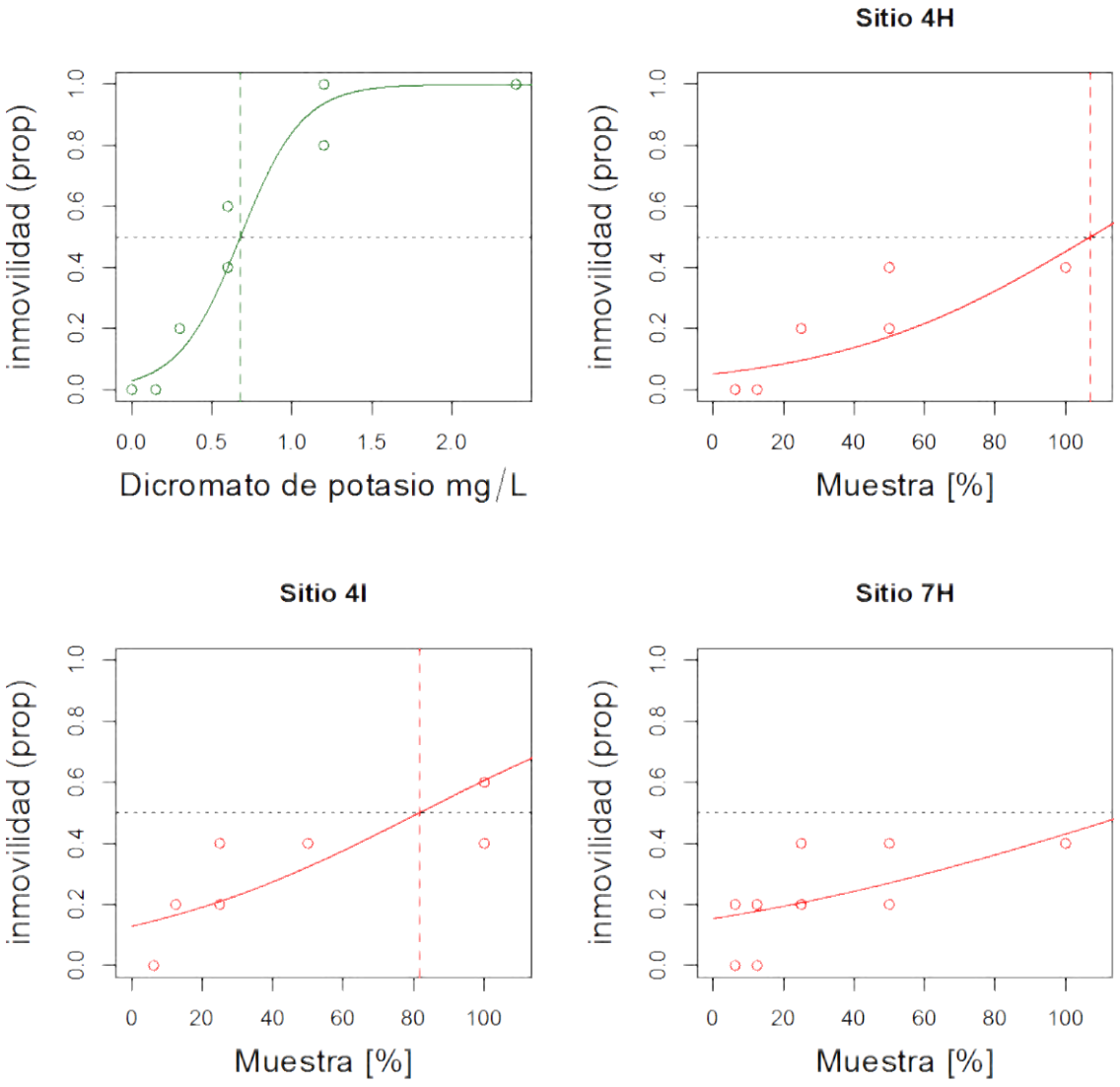


Figura 48. Resultados de toxicidad bioensayo agudo de *Daphnia magna* frente a Dicromato de potasio y muestras provenientes de los sitios 4H, 4I y 7H. Circulos indican respuesta media por replica en cada concentración y línea punteada indica umbral para EC_{50}. Linea de regression no lineal es obtenida a partir del ajuste estadistico asociado a la obtención del EC_{50}.

Tabla 37. Resultados de bioensayo para especies estandarizadas y locales de la cuenca del rio Huasco. Tres endpoints son descritos para cada especie: NOEC (No Observed Effect Concentration); LOEC (Lowest Observed Effect Concentration); EC_{50} (Median Effective Concentration). Intervalos de confianza al 95% (IC) son presentados para los casos donde EC_{50} fue estimado (detalles ver métodos).

Especies estándar												
	Dicromato (mg/L)			Muestra 4H (%)			Muestra 4I (%)			Muestra 7H (%)		
	NOEC	LOEC	EC_{50} (IC_{95})	NOEC	LOEC	EC_{50} (IC_{95})	NOEC	LOEC	EC_{50} (IC_{95})	NOEC	LOEC	EC_{50} (IC_{95})
Selenastrum capricornutum												
Tasa de crecimiento (0-96 hrs)	- -	0.15	1.63 (1.40-1.89)	- -	6.25	29.8 (23.4-37.8)	- -	6.25	18.6 (15.3-22.7)	- -	6.25	64.9 (53.9-78.1)
Daphnia magna												
Movilidad	0.15	0.3	0.67 (0.54 –0.81)	12.5	25	- -	6.25	12.5	81.5 (53.8-109.3)	- -	6.25	- -
Especies locales												
	Dicromato (mg/L)			Muestra 4H (%)			Muestra 4I (%)			Muestra 7H (%)		
	NOEC	LOEC	EC_{50} (IC_{95})	NOEC	LOEC	EC_{50} (IC_{95})	NOEC	LOEC	EC_{50} (IC_{95})	NOEC	LOEC	EC_{50} (IC_{95})
Chorella sp.												
Tasa de crecimiento (0-96 hrs)	- -	0.15	0.5 (0.41-0.6)	- -	6.25	- -	- -	6.25	- -	- -	6.25	- -
Lemna minuta												

Tasa de crecimiento (área 3 días)	19.2	38.4	31.8 (27.7-34.2)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
Tasa de crecimiento (área 7 días)	19.2	38.4	47.7 (45.1-50.5)	--	6.25	--	--	6.25	--	--	6.25	97.9 (70.2-136.5)	
Número de frondas (3 días)	--	9.6	20.9 (15.6-28.1)	--	--	--	--	--	--	--		--	
Número de frondas (7 días)	--	9.6	46.8 (43.9-49.9)	--	6.25	--	6.25	12.5	--	--	--	--	
Physa acuta													
Mortalidad	--	0.84	5.3 (4.1-6.4)	6.25	12.5	--	--	6.25	--	12.5	25	--	
Planorbella cf. duryi													
Mortalidad	9.6	19.2	19.9 (-897-937)	6.25	12.5	--	--	6.25	--	--	6.25	--	

4.7 Análisis comparativo resultados de bioensayos entre especies locales y estandarizadas en función a respuesta frente a contaminantes definidos con la contraparte.

Nuestro análisis comparativo de bioensayos para especies locales versus especies estandarizadas revelo que solo una especie local fue más sensible al toxico de referencia (dicromato de potasio) frente a la especie estandarizada (Tabla 37). De esta manera, *Chorella sp.* aislada a partir del perifiton asociado al sustrato del rio Huasco mostró ser más sensible que su símil estandarizada (*Selenastrum capricornotum*). En contraste, la macrófita *Lemna minuta* mostro ser menos sensible para el contaminante de referencia para los cuatro rasgos asociados a los bioensayos crónicos en comparación a la especie estándar. De la misma manera, ambas especies de gastrópodos fueron menos sensible que la especie estandarizada (*Daphnia magna*), siendo *Planorbella cf. duryi* muchos menos sensible que *P. acuta*.

Tabla 38. Resultados comparación entre la sensibilidad de las especies locales versus las especies estandarizadas. Las sensibilidades relativas y los intervalos de confianza fueron obtenidos empíricamente a través de propagación del error (ver métodos).

Especies locales	Sensibilidad relativa (IC)
Chorella sp.	
Tasa de crecimiento (0-96 hrs)	-0.513 (-0.61, -0.41)
Lemna minuta	
Tasa de crecimiento (área 3 días)	1.29 (1.20, 1.37)
Tasa de crecimiento (área 7 días)	1.46 (1.40, 1.53)
Número de frondas (3 días)	1.11 (0.98, 1.23)
Número de frondas (7 días)	1.45 (1.39, 1.52)
Physa acuta	
Mortalidad	7.91 (7.79, 8.03)
Planorbella cf. duryi	
Mortalidad	29.7 (9.7, 49.69)

Aunque, estos resultados nos permiten inferir que *Chorella sp*. proveniente del perifiton puede ser una candidata de especie local para bioensayos, en paralelo a la realización de bioensayos con especies vegetales estandarizadas como *S. crapicornotum.* Mayor cantidad de bioensayos con otros tóxicos de referencia, así como otros endpoints son necesarios de realizar con las otras especies locales evaluadas en laboratorio, de manera de probar su utilidad para la bioindicación para la cuenca del Rio Huasco.

5. Objetivo 5. Adaptar y/o modificar metodologías o índices bióticos a la composición y diversidad de los grupos de bioindicadores detectados para la cuenca.

5.1 Recopilación de antecedentes relativa a índices o metodologías de bioindicadores.

Gran parte de la recopilación de antecedentes se presenta en este documento en "metodología objetivo 2", y en "resultados objetivo 2", de lo cual se encuentra un resumen en Tabla 13 y Tabla 14 de este documento.

Adicional y en complemento a lo anterior se han recopilado los siguientes estudios que han sido considerados relevantes para la elaboración y aplicación de índices bióticos en la cuenca del Huasco:

Tabla 39. Fuentes para elaboración y aplicación de índices bióticos en la cuenca del Huasco según grupo de interés. (Fuente: Elaboración Propia)

Bioindicador	Nombre	Referencia	Variables
Macrófitas	Trophic Index of Macrophytes (TIM)	Schneider & Melzer 2003	Cobertura de la sp en la sección fluvial
Macrófitas	Índice de macrófitas	Suarez et al 2005	Cobertura (3 rangos) en la sección fluvial Incluye géneros y formaciones vegetales
Macrófitas	Índice de vegetación acuática macroscópica (IVAM)	Moreno et al. 2006	Nivel de género. Valor indicador, de tolerancia y cobertura según datos en terreno.
Diatomeas	Índice Sapróbico	Van Dam et al. 1994	Taxa indicador. Fluctúa desde el 1 al 5, donde mayores valores indican mayor contaminación orgánica
Diatomeas	Índice Trófico	Van Dam et al. 1994	Taxa indicador. Refleja procesos de eutrofización
Macroinvertebrados	BMWP	Figueroa et al. 2007	Taxa indicador. Suma del valor indicador de la familia.

Bioindicador	Nombre	Referencia	Variables
Macroinvertebrados	SIGNAL	Figueroa et al. 2007	Taxa indicador. Suma del valor indicador de la familia ponderado por la riqueza
Macroinvertebrados	ETDCH	Palma 2017	Considera a los 5 grupos más importantes en la cuenca de Huasco (Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera, Coleoptera y *Hyallela*)

5.2 Aplicación, adaptación y calibración de Índices Bióticos

5.2.1 Tipos de Ríos y Estaciones de referencia de la Cuenca del Huasco

A lo largo de la cuenca se identificaron ocho tipos de sustratos posibles de encontrar en el curso del río, estos son: fango-limo, arena, grava fina, grava, bolón, piedra, basamento y macrófitas los cuales se presentaron diferencialmente a través de la cuenca. La vegetación de ribera de la cuenca del río Huasco estuvo representada por árboles, arbustos y hierbas, presentando la asociación vegetacional de hierbas y arbustos en casi todas las estaciones en estudio. Las velocidades de corriente siempre superó el valor de 1 m/s, lo cual es típico de los ríos de transición de montaña.

La cuenca del Huasco se ubica en la ecorregión mediterránea y según la clasificación de sus cuerpos de agua realizada por Fuster et al. (2011), es posible identificar tres Tipos de ríos: andinos semiáridos (Tipo 6), transición semiáridos (Tipo 7) y desembocadura semiáridos (Tipo 8).

El análisis de similaridad (ANOSIM) realizado con los datos obtenidos a partir de parámetros fisiográficos, señaló que la cuenca presenta solo un Tipo de río, no presentando diferencias estadísticamente significativas ($R = 0,402$; $p > 0,05$) entre estaciones de diferentes Tipos. Mediante el análisis Cluster (Bray-Curtis >0.6, Figura 49) y de escalamiento multidimensional (MDS) (Figura 50) se observó una amplia dispersión de las estaciones dada principalmente por el sustrato de macrófitas en la parte baja de la cuenca, no observándose una separación definida entre los Tipos definidos por Fuster et al. (2011) para esta cuenca. Por ende, todas las estaciones en estudio en la cuenca del Huasco se agruparon en un mismo Tipo de río, que correspondería al tipo transición semiáridos (Tipo 7, Fuster et al. 2011), lo cual corrobora los resultados obtenidos en CENMA 2012.

Una vez obtenida la tipología se deben obtener las estaciones de referencia para esta tipología, lo cual se analizar mediante bioindicadores. El análisis muestra las estaciones 6H y 7H como estaciones posibles de ser referencia, debido a que presentan un máximo potencial ecológico al obtener Clase de calidad Buena en ambos periodos de muestreo (Tabla 43). Otras estaciones (13H, 14H, 1I) presentaron una variación temporal de su calidad de Buena a Regular.

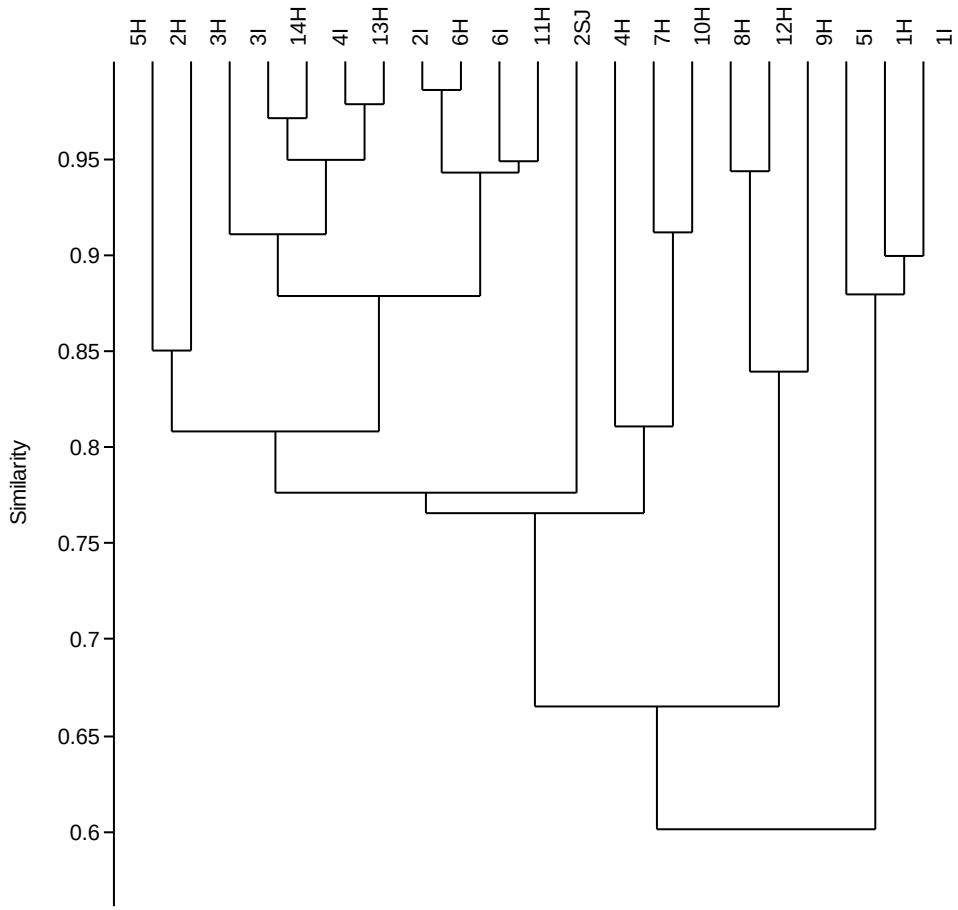


Figura 49. Análisis Cluster (Bray-Curtis) a partir de parámetros fisiográficos para identificar la tipología. La figura muestra una similaridad mayor al 60% para todas las estaciones, lo que agrupa a las estaciones de muestreo dentro un mismo Tipo de río. (Fuente: Elaboración propia)

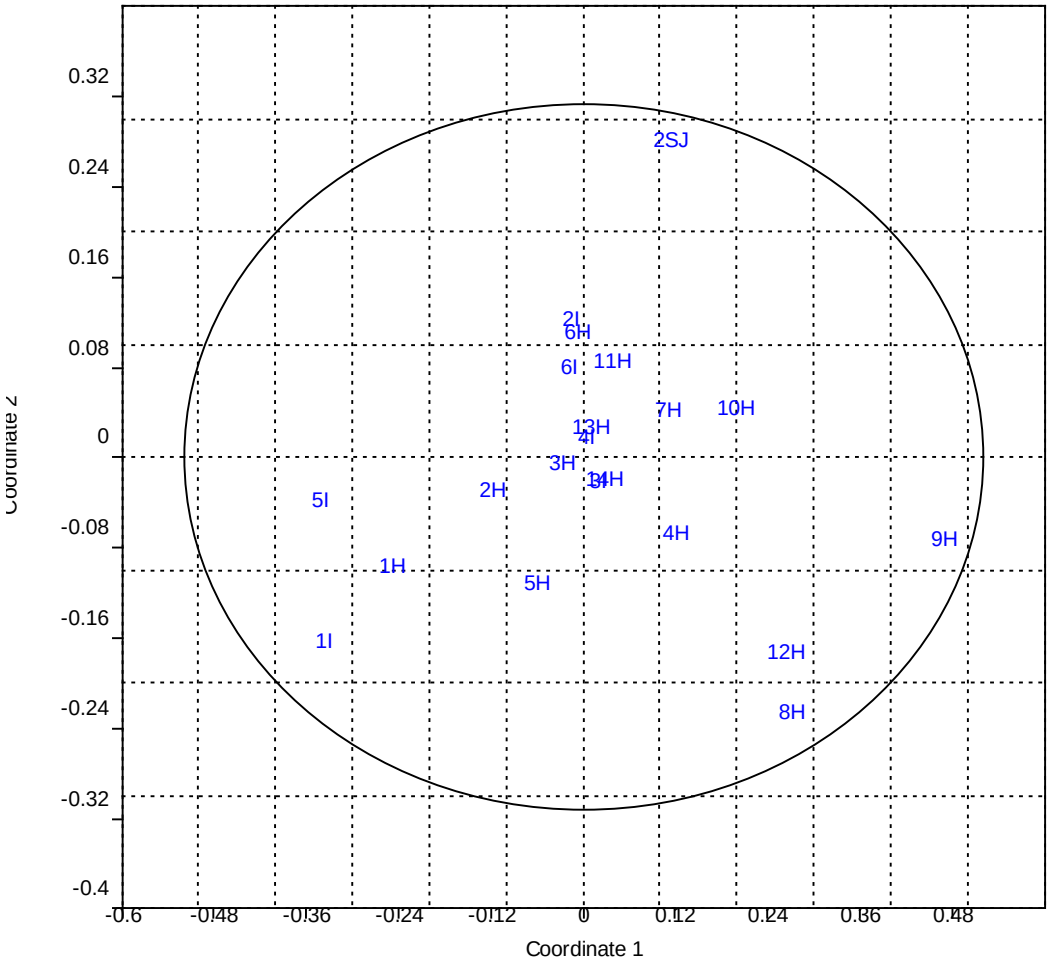


Figura 50. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) a partir de parámetros fisiográficos para identificar la tipología. La línea discontinua agrupa a las estaciones de muestreo dentro un mismo Tipo de río. Utilizando la medida de distancia Euclidiana en un gráfico de 2 dimensiones. (Fuente: Elaboración propia)

5.2.2 Índices bióticos

Se han realizados análisis y adaptación de índices bióticos con Macrófitas, Diatomeas y Macroinvertebrados Bentónicos.

- *Macrófitas*

Se han utilizado los índices IVAM e ICM.

Los valores de tolerancia de las Macrófitas obtenidos se presentan a continuación:

Tabla 40. Valores de tolerancia de las macrófitas para la cuenca del Huasco en los muestreos de Octubre de 2016 y Marzo de 2017, para la aplicación del índice biótico IVAM. (Fuente: elaboración propia, a partir del trabajo de moreno et al. 2006)

Nombre especie determinación	Vti	Vi
Cardamine sp.	6	2
Equisetum giganteum L.	6	2
Lemna minuta Kunth	8	2,5
Ludwigia peploides (Kunth) P.H. Raven	8	2,5
Melilotus indicus (L.) All.	6	2
Myriophyllum quitense Kunth	8	2,5
Polypogon australis Brongn.	8	2,5
Ranunculus sp.	8	2,5
Stuckenia filiformis (Pers.) Boehm.	8	2,5
Zannichellia palustris L.	8	2,5

Los valores obtenidos para las estaciones de la cuenca del Huasco en los muestreos realizados en Octubre de 2016 y Marzo de 2017 aplicando ambos índices IVAM e ICM se muestran a continuación:

Tabla 41. Valores de clases de calidad de los índice IVAM e ICM basado en macrófitas de la cuenca del Huasco en los muestreos de Octubre de 2016 y Marzo de 2017. Se obtuvieron los mismos valores para ambos periodos, razón por la cual no se detalla por fecha de muestreo. (Fuente: elaboración propia)

Estaciones	IVAM	ICM	Estado trófico (según ICM)
1I	7	4	ultraeutrófico
1H	7,1	4	ultraeutrófico
2H	8	2	mesotrófico
3H	8	2	mesotrófico
2I	8	1	oligotrófico
2SJ		1	oligotrófico
3I		1	oligotrófico
4H		1	oligotrófico
4I	6	1	oligotrófico
5I		4	ultraeutrófico
6I	8	1	oligotrófico
5H	8	4	ultraeutrófico
6H		1	oligotrófico
7H		1	oligotrófico
8H		1	oligotrófico

Estaciones	IVAM	ICM	Estado trófico (según ICM)
9H		1	oligotrófico
10H		1	oligotrófico
11H		1	oligotrófico
12H	6	1	oligotrófico
13H		1	oligotrófico
14H	8	1	oligotrófico

Tabla 42. Valores de clases de calidad de los índice IVAM e ICM para la cuenca del Huasco. (Fuente: elaboración propia a partir de Moreno et al. 2006 y Suarez et al. 2005)

	IVAM	ICM
Clase 1	>5.2	1
Clase 2	5.2-4.2	--
Clase 3	4.1-3.1	2
Clase 4	3.0-2.1	3
Clase 5	<2	4

- *Diatomeas*

Se utilizaron los índices Sapróbico y de determinación de Estado Trófico aplicados a la composición de diatomeas en el perifiton a lo largo de la cuenca para caracterizar las perturbaciones dadas por contaminación orgánica y aporte de nutrientes (ver métodos). A continuación se presentan los resultados de ambos índices aplicados a las muestras asociadas a los sitios de muestreo, tanto para la campaña de Marzo del 2017 y Noviembre del 2016.

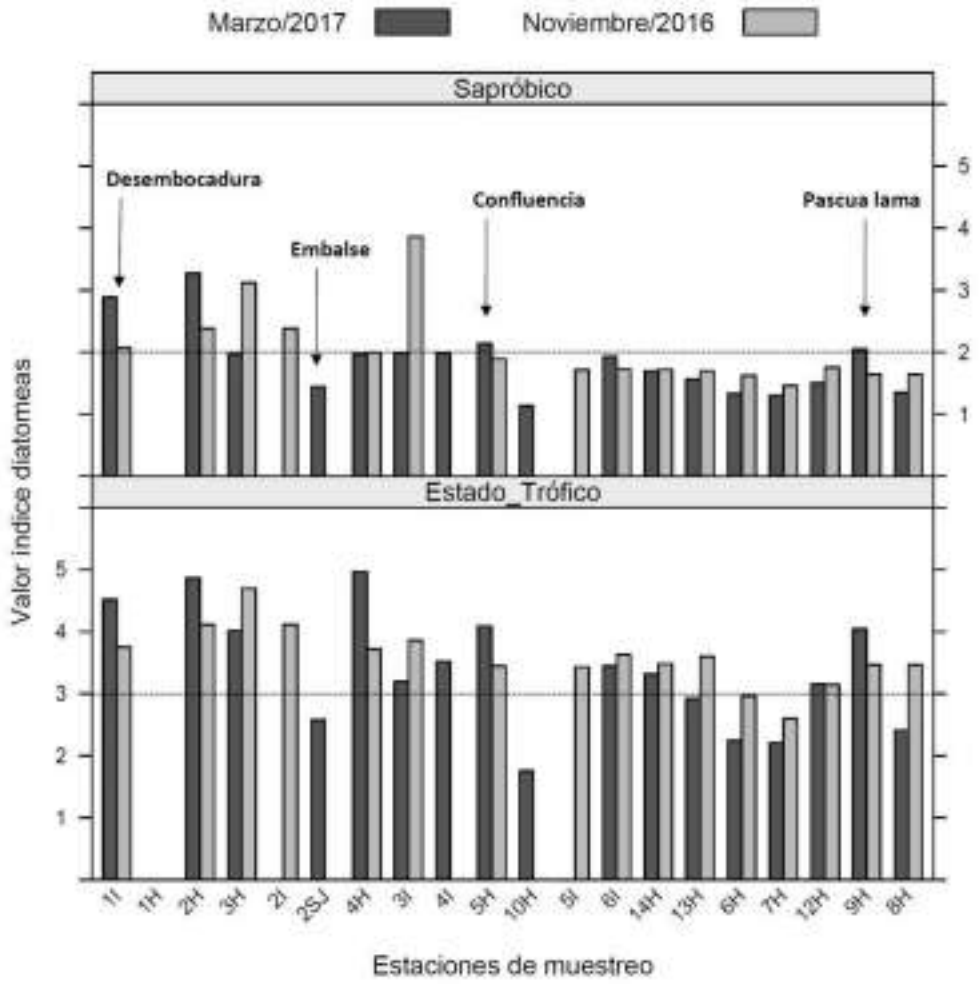


Figura 51. Análisis de Índices asociados a diatomeas Sapróbico (arriba) y Trófico (abajo) en la cuenca del Rio Huasco. El orden de las estaciones se corresponde con la progresión en altitud a lo largo de la cuenca. La ausencia de valores para algunas estaciones se asocia a la ausencia de datos de presencia y/o tolerancia de las diatomeas muestreadas. La línea punteada señala el límite para una calidad buena u oligotrófica (valores sobre la línea indican calidad deficiente).

El índice Sapróbico fue más claro para distinguir en distintas zonas a lo largo de la cuenca. Mientras valores en torno a 2 se apreciaron en los sitios previos a la confluencia y más montañosos. Mayores valores se apreciaron a la altura del embalse, luego de Vallenar y Desembocadura, donde menor disponibilidad de oxígeno y mayor carga de materia orgánica es esperable.

El índice de Estado Trófico fue menos claro en distinguir zonas a lo largo de la cuenca del rio Huasco, aunque menores valor del índice en las zonas montañosas indican menor contribución de nutrientes al sistema, lo cual se asocia a la variación en el estado trófico de un sistema fluvial.

- *Macroinvertebrados Bentónicos*

Se han utilizado los índices BMWP, SIGNAL y un índice denominado ETDCH por las iniciales de los grupos más importantes en la cuenca de Huasco (Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera, Coleoptera y *Hyallela*), el cual asigna un punto por cada vez que algún taxa de estos grupos se encuentre presente en una estación estudiada.

Los valores obtenidos en los muestreos realizados en Octubre de 2016 y Marzo de 2017 se muestran a continuación.

Tabla 43. Valores de clases de calidad de los índice BMWP, SIGNAL y ETDCH para la cuenca del Huasco en los muestreos de Octubre de 2016 y Marzo de 2017, ordenados de mayor a menor según el índice BMWP. (Fuente: elaboración propia)

AÑO (muestreo)	ESTACION (Código)	BMWP	SIGNAL	ETDCH
2016	1I	58	4.1	5
2017	14H	55	5.5	5
2016	6H	50	4.5	4
2017	13H	49	5.4	4
2016	2I	49	4.5	5
2017	7H	47	4.7	4
2016	7H	46	5.8	4
2016	3H	44	4.0	4
2017	2H	40	4.4	4
2017	6H	39	4.9	4
2017	1I	39	4.3	3
2016	5H	37	4.6	5
2016	14H	36	4.5	4
2017	1H	36	4.0	3
2017	2I	36	3.6	3
2017	6I	35	5.0	4

AÑO (muestreo)	ESTACION (Código)	BMWP	SIGNAL	ETDCH
2017	3H	33	4.1	4
2016	2H	31	3.9	4
2016	5I	30	4.3	3
2017	5H	29	4.8	4
2016	13H	26	4.3	3
2016	9H	25	4.2	2
2017	2SJ	25	4.2	2
2017	9H	24	4.8	3
2016	4I	22	3.1	3
2016	1H	22	3.7	3
2017	11H	18	4.5	3
2016	6I	17	4.3	2
2016	12H	16	3.2	1
2016	4H	16	3.2	4
2017	10H	15	5.0	3
2017	5I	13	4.3	3
2016	11H	12	6.0	2
2017	8H	6	3.0	1
2016	8H	5	1.7	1
2017	4H	2	2.0	1
2017	4I	0	0.0	0
2017	12H	0	0.0	0

Tabla 44. Valores de clases de calidad de los índice BMWP, SIGNAL y ETDCH para la cuenca del Huasco. (Fuente: elaboración propia)

	BMWP	SIGNAL	ETDCH
Clase 1	63	5.5	5
Clase 2	38	4.5	4
Clase 3	23	4.1	3
Clase 4	12	3.2	2
Clase 5	<12	<3.2	1-0

Los resultados demuestran variaciones importantes en las clases de calidad de las estaciones en los distintos años. Así estaciones como 1I, 2I, 2H, 3H, 13H, 14H muestran variaciones importantes en los puntajes obtenidos en distintos años, produciéndose cambios en las clases de calidad de buena a mala entre los años 2016 y 2017.

Los valores obtenidos para los muestreos del año 2012 se muestran a continuación

Tabla 45. Valores de clases de calidad del índice BMWP, para la cuenca del Huasco durante el año 2012. (Fuente: elaboración propia)

Estación	ChBMWP *Tipo* A
TR10	64
PO20	63
HU20A	62
HU20B	52
CO10	46
CA10	45
HU10	41
HU30A	41
HU30B	36
HU30C	32
CH10	16

Estado Ecológico

- Muy Bueno
- Bueno
- Moderado
- Deficiente
- Malo

Los resultados muestran valores totales mayores para la campaña del 2012 respecto a los valores de los años 2016-2017.

El contraste entre años se hace evidente en al menos dos instancias: existían estaciones de mejor calidad durante el 2012, donde no se encontraron estaciones de calidad muy mala (color rojo); mientras que durante 2016-2017, se encontraron estaciones con calidad muy mala y que en el año 2012 presentaban calidad Buena o Muy buena.

Lo anterior refleja la variación temporal en calidad en un mismo punto de muestreo. Dos ejemplos concretos:

1) *la estación **TR-10** (2012) corresponde a la **4I** de este proyecto. Esta estación presentó un valor de calidad muy buena (64 en índice BMWP) en 2012, mientras en 2016 la calidad fue mala (22 en índice BMWP) y en 2017 una clase de calidad muy mala (0 en BMWP).*
2) *La estación **HU-10** (2012) se encuentra cercana a la **4H** de este proyecto. Esta estación presentó un valor de calidad buena (41 en índice BMWP) en 2012, mientras en 2016 la calidad fue mala (16 en índice BMWP) y en 2017 una clase de calidad muy mala (2 en BMWP).*

Estado Ecológico cuenca del Huasco 2016-2017

En base a los resultados obtenidos durante las campañas de Octubre de 2016 y Marzo de 2017, se puede concluir que existe gran variación en el Estado Ecológico de la cuenca del Huasco de un año a otro, con una tendencia a presentar una calidad actual “regular” en su conjunto. Los resultados evidencian 5 estaciones de buena calidad y 13 de regular y mala calidad durante 2016, y 6 estaciones de buena calidad y 14 de regular y mala calidad durante 2017.

Las estaciones que evidenciaron un buen estado ecológico fueron: 1I (2016, 58 puntos) y14H (2017, 55 puntos). Se evidenció dos estaciones que durante los dos periodos 2016-2017 se mantienen muy similar, con calidad de clase 2 “Buena”: 6H (valores 60 y 39 puntos) y 7H (47 puntos). Esto permite sugerir a estas estaciones como referencia para esta cuenca en el análisis de estado ecológico, lo cual debe ser corroborado y sostenido con nuevas campañas de estudio. Otras estaciones con buena calidad ecológica son 2I y 3H, lo cual permite incorporarlas también como estaciones de referencia.

Lo anterior contrasta fuertemente con lo evidenciado durante 2012, donde la cuenca presentaba “buena calidad en su conjunto”, donde 8 estaciones presentaban buena calidad y solo 3 presentaron una calidad regular a mala. Posteriormente en el mapa de calidad se presentaran las diferencias temporales y espaciales en la evaluación de estado Ecológico.

Otras consideraciones relevantes:

Durante 2016 y 2017 se presentó un año anormal en precipitaciones para la zona - con mucha lluvia – lo cual aumentó considerablemente el caudal, la velocidad de corriente y la turbiedad del agua. Estos factores podrían explicar la variación en la Evaluación de Estado Ecológico. Sin embargo, parecieran ser los altos valores en parámetros como Cobre, Zinc, Aluminio, Manganeso, Hierro y Cromo durante 2016 lo que mejor explican los resultados obtenidos de malas clases de calidad en las estaciones 4I y 4H que anteriormente eran estaciones con buenas clases de calidad.

Si bien el estado ecológico solo se evalúa mediante macroinvertebrados bentónicos, los otros bioindicadores utilizados entregaron información relevante que debe ser considerada y complementada con muestreos sostenidos en el tiempo hacia el futuro.

Macrófitas: este grupo deja en evidencia eutrofización en los siguiente grados: Condición mesotrófica en las estaciones 2H y 3H; condición Hipertrófica en las estaciones 1I, 1H, 5I y 5H.

Diatomeas: este grupo deja en evidencia una tendencia a la eutrofización en las siguiente estaciones: 1I, 2H, 3H, 2I, 4H, 3I, 4I, 5I, 5H, 6I, 9H, 13H y14H. Además manifiesta condiciones de contaminación orgánica en las estaciones 1I, 2H, 3H, 2I, y 3I.

5.3 Manual de procedimiento para intercalibración y adaptación índices bióticos

Establecer clases de calidad ecológica para la cuenca del Huasco

A) Mediante Macrófitas

La bioindicación mediante macrófitas permite evaluar la calidad del agua (IVAM) y el estado trófico (ICM). Siguiendo a Moreno et al. (2006) el IVAM se calcula de la siguiente manera:

$$IVAM = \frac{\sum v_i C_i Vt_i}{\sum v_i C_i}$$ Ecuación 11

Dónde: V_i es el valor indicador de la especie i, C_i es el valor de la cobertura de la especie i, V_{ti} es el valor de la tolerancia de la especie i.

A los taxa identificados en las estaciones de muestreo se les asignan los valores Vti y Vi siguiendo la siguiente tabla:

Tabla 46. Valores de parámetros fisicoquímicos para establecer los puntajes Vti y Vi del IVAM para la cuenca del Huasco. (Fuente: Moreno et al. 2006)

Parámetro	Vti	8	6	4	2
PPO4-3		<0.1	<1	>1	>1
N-NH4		<0.2	<1	<1	>1
	Vi	1	1,5	2	2,5
PPO4-3		>1	>1	1-0.2	<0.2
N-NH4		>1	<1	<1	<1

El valor de Ci corresponde a la cobertura y se calcula de la siguiente manera:

Tabla 47. Cobertura para establecer los puntajes del IVAM e ICM para la cuenca del Huasco. (Fuente: elaboración propia, modificado de Suarez et al. 2005)

Clase de cobertura	IVAM	ICM	Evaluación Trófica
1-10%	1	1	Oligotrófico
10-50%	2	2	Mesotrófico
50-70%	3	3	Eutrófico
>70%	3	4	Hipertrófico

Como se puede apreciar, los valores de IVAM en Ci consideran coberturas mayores al 50% con un puntaje de 3. Por otra parte, el Índice de Cobertura de Macrófitas (ICM) solo considera el porcentaje de cobertura de macrófitas en el transecto evaluado, considera 4 valores de puntaje y permite evaluar el estado trófico del sistema.

Las clases de calidad obtenidas por los índices de macrófitas se describen en la siguiente tabla:

Tabla 48. Establecer valores de clases de calidad de los índices IVAM e ICM para la cuenca del Huasco. (Fuente: modificados de Moreno et al. 2006 y Suarez et al. 2005)

	IVAM	ICM
Clase 1	>5.2	1
Clase 2	5.2-4.2	--
Clase 3	4.1-3.1	2
Clase 4	3.0-2.1	3
Clase 5	<2	4

B) Mediante Diatomeas (Fitobentos)

La determinación de la calidad ecológica y de calidad de las aguas usando las diatomeas presentes en el fitobentos, se realiza usando dos índices que consideran las características biológicas y la sensibilidad a las perturbaciones de las especies colectadas. Ambos índices son extensamente utilizados en el marco regulatorio de varios países de la comunidad europea (Kelly et al 2009), establecida para la protección de todas las aguas en Europa bajo The Water Framework Directive (WFD; European Union, 2000). Ambos índices utilizan un puntaje asociado a cada grupo taxonómico como indicador ecológico de las características del ecosistema acuático, el cual a su vez es ponderado por la abundancia relativa del grupo taxonómico en cuestión. En la presente consultoría se utilizan los índices Sapróbico y de Estado Trófico aplicados para los géneros presentes en la cuenca.

Índice Sapróbico: Esta aproximación permite establecer una escala contaminación orgánica, combina indicadores asociados a la presencia de materia orgánica biodegradable y la concentración de oxigeno presente. Por tanto, la presencia en una muestra de taxa que no son resistentes a altos niveles de polución orgánica, puede ser usada para diferenciar de muestras que provengan de sitios con alta contaminación orgánica. La clasificación fluctúa desde el 1 al 5, donde mayores valores indican mayor contaminación orgánica (Van Dam et al 1994).

Estadotrófico: Este índice describe el estado trófico de un cuerpo de agua, como consecuencia de diferencias en concentración de nitrógeno inorgánico y fosforo, donde habitan determinadas especies de diatomeas. Esta aproximación refleja procesos de eutrofización, es decir, el cambio en un estado trófico está directamente relacionado con la adición de nutrientes al sistema. La clasificación fluctúa desde el 1 al 7, donde mayores valores indican mayor contaminación orgánica (Van Dam et al 1994).

Tabla 49. Clasificación de los indicadores ecológicos utilizados para clasificar las diatomeas (Modificado Tabla 1 en Van Dam et al 1994).

Índice Sapróbico			
		Saturación de Oxigeno (%)	BOD_5^{20} (mg L-1)
1	Oligosaprobios	> 85	< 2
2	β-mesosaprobios	70 - 85	2 – 4
3	α-mesosaprobios	25 - 70	4 – 13
4	α- meso/polisaprobios	10 – 25	13 – 22
5	Polisaprobios	< 10	> 22
Estado Trófico			
1	Oligotrafentico		
2	Oligo-mesotrafentico		
3	Mesotrafentico		
4	Meso-eutrafentico		
5	Eutrafentico		
6	Hipereutrafentico		
7	Oligo- a eutrafentico (hipereutreafentico		

C) Mediante Macroinvertebrados Bentónicos.

La evaluación mediante macroinvertebrados bentónicos permite evaluar el estado ecológico del sistema. Siguiendo a Figueroa et al. 2007, se obtienen los distintos puntajes de las familias encontradas en las distintas estaciones muestreadas, lo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 50. Puntajes de valores de tolerancia de los taxa de macroinvertebrados bentónicos (Fuente: Figueroa et al. 2007)

	Familias presentes	Puntuación
P E T	Austroperlidae, Diaphipnoidae, Eustheniidae, Notonemouridae, Perlidae Nesameletidae, Ameletopsidae, Oligoneuriidae, Coloburiscidae Anomalopsychidae, Calamoceratidae, Helicophidae, Kokriidae, Philopotamidae, Sericostomatidae, Stenopsychidae	10
D C	Blephariceridae Limnichidae, Psephenidae	
E D T	Leptophlebiidae Glossosomatidae, Limnephilidae Athericidae, Dixidae	9
E T O Cr	Oniscigastridae Phylorheytidae, Polycentropodidae, Tasiimidae Calopterygidae, Libellulidae Parastacidae	8
P T O	Gripopterygiidae Ecnomidae, Hydrobiosidae, Leptoceridae, Lestidae, Gomphidae, Corduliidae, Coenagrionidae	7
T D O C Cr Ml	Hydroptilidae Ceratopogonidae Petaluridae, Aeshnidae Elmidae Aeglidae, Hyallelidae Ancylidae, Chilinidae, Hyriidae	6
E T Mg D C Tu Ml	Baetidae Hydropsychidae Corydalidae Tipulidae, Simuliidae Dryopidae, Gyrinidae Turbellaria* Amnicolidae	5
E Mg D C H A	Caenidae Sialidae Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Limoniidae, Psychodidae Haliplidae, Curculionidae, Psephenidae Belostomatidae Acari*	4
C H Ml Cr Hi	Hydrophilidae, Dytiscidae Gerridae, Notonectidae, Corixidae Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Sphaeriidae Janiiridae Hirudinea*	3
D	Chironomidae, Culicidae, Ephydridae	2
D Ol	Syrphidae Oligochaeta	1

Se han eliminado aquellas que no se encuentran en Chile, así como incorporado otras asignando puntajes de tolerancia de acuerdo a datos de Hilsenhoff (1988), Bode (1988), Lennat (1993), Roldán (1999), Chessman (1995, 2003), Tiller & Metzelling (2002), Mackie (2001), Prat et al. (2000) y Figueroa et al. (2003). Tabla modificada de Alba-Tercedor (1996); (*) se consideran todas las familias dentro del grupo

El índice BMWP: este índice es uno de los más utilizados en la evaluación de aguas corrientes de Chile y se basa en la suma de los puntajes de tolerancia de todos los taxa presentes en la muestra.

$$\sum Ti \qquad \text{Ecuación 12}$$

Donde Ti es la Tolerancia del Taxa i.

El índice SIGNAL: considera la suma del puntaje de tolerancia de cada familia que aparece en la muestra, dividido por el número de familias total encontradas.

$$\sum Ti/N \qquad \text{Ecuación 13}$$

Donde Ti es la Tolerancia del Taxa i y N el número total de Taxa en la muestra

El índice ETDCH (por las iniciales de los grupos más importantes en la cuenca de Huasco Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera, Coleoptera y *Hyallela*), asigna un punto por cada vez que algún taxa de estos grupos se encuentre presente en una estación estudiada, lo cual debe ser sumado para obtener el puntaje final.

$$\sum Xi \qquad \text{Ecuación 14}$$

Donde Xi es la presencia del Taxa i

5.4 Clases de calidad

Para establecer las clases de calidad, es necesario establecer “Estaciones de Referencia” *para cada tipología descrita en la cuenca*. Los estudios realizados en la cuenca actualmente muestran que solo hay una tipología de “ríos de transición semiáridos”. No se cuenta con estaciones de referencias conocidas, por lo cual se asume como tal la estación (o las estaciones) que obtiene el mejor puntaje como aquella con “mayor potencial ecológico para ser considerada una referencia”. En base a lo anterior, se establecen (intercalibran) las cinco clases de calidad: Muy Bueno, Bueno, Regular, Malo y Muy Malo siguiendo intervalos del percentil 95, 66, 36 y 15 respectivamente, del total de los valores obtenidos en las estaciones estudiadas, las cuales se utilizan como los límites entre las cinco clases de estado.

Para la cuenca del Huasco las estaciones de mejor calidad, es decir de máximo potencial ecológico para la intercalibración son TR10 (2012, 64 puntos), 1I (2016, 58 puntos) y14H (2017, 55 puntos). Se evidenció dos estaciones que durante los dos periodos 2016-2017 se mantienen muy similar, con calidad de clase 2 “Buena”: 6H (valores 60 y 39 puntos) y 7H (47 puntos), las cuales se incluyen por esta razón como estaciones de referencia.

De esta manera se obtuvieron las siguientes clases de calidad en este trabajo:

Tabla 51.Clases de calidad de los índices BMWP, SIGNAL y ETDCH para la cuenca del Huasco. (Fuente: elaboración propia)

	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Percentil	95	66	36	15	<15
Valor para BMWP	63	38	23	12	<12
Valor para SIGNAL	5.5	4.5	4.1	3.2	<3.2
Valor para ETDCH	5	4	3	2	<2

Leyenda de colores y clases de calidad					
Clase	1 Muy buena Poco perturbado	2 Buena Medianamente perturbado	3 Regular perturbado	4 Mala Muy perturbado	5 Muy mala Fuertemente perturbado

5.5 Cartografía de la calidad biológica de la cuenca del Huasco

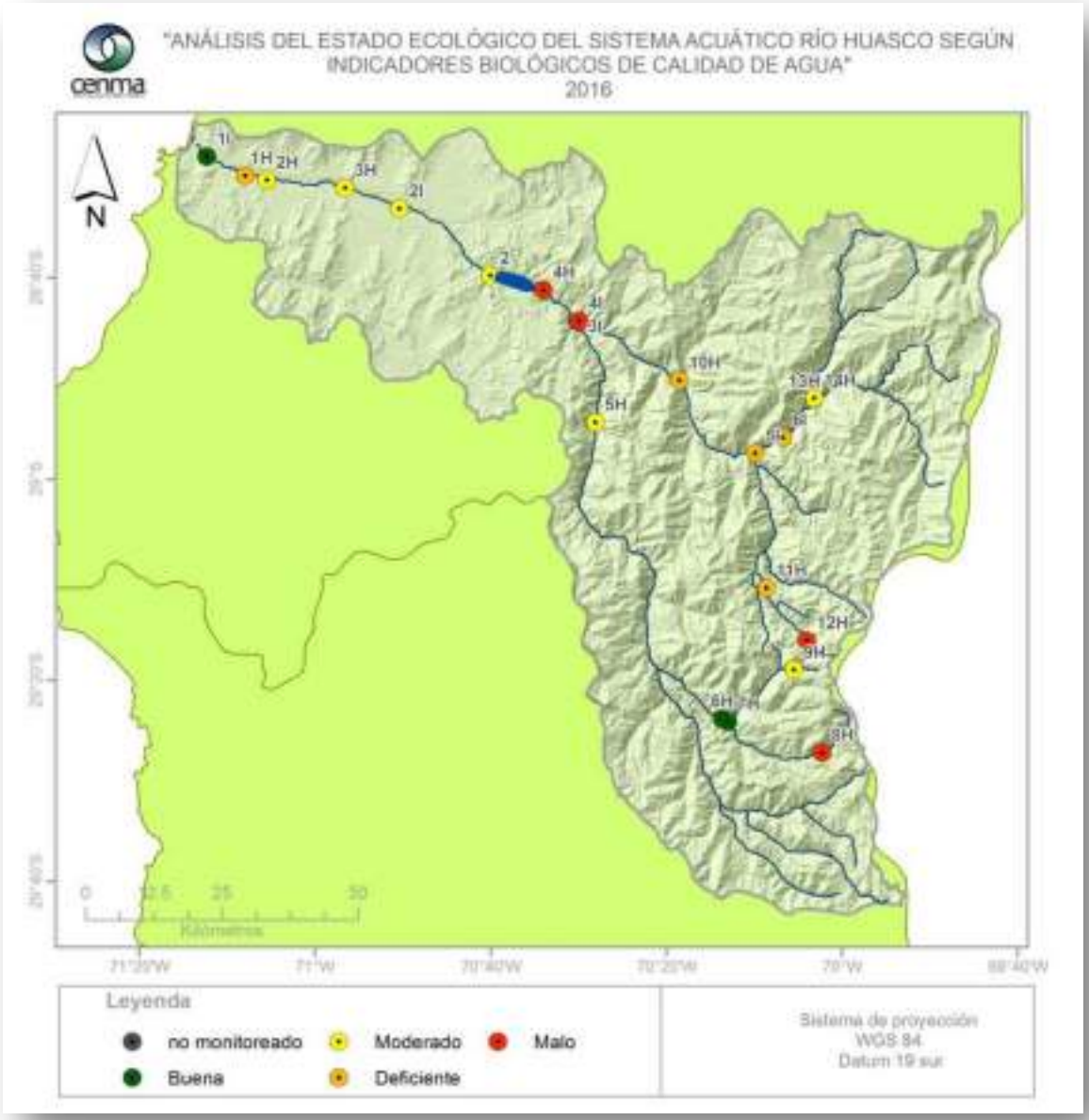


Figura 52. Mapa del estado ecológico de la cuenca del río Huasco según clases de calidad del índice BMWP para macroinvertebrados. (Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos)

6. Objetivo 6. Generar una propuesta de seguimiento ambiental con base en el biomonitoreo

Los resultados de este objetivo se ordenan de acuerdo a las tres actividades propuestas en el capítulo de metodología.

6.1 Falta de información y costos de un futuro plan de seguimiento

De acuerdo con la información bibliográfica recopilada y desarrollada en el objetivo 1 de este estudio, cabe mencionar ciertos vacíos en cuanto al establecimiento y presencia de las especies acuáticas en ciertas zonas y la estacionalidad a la que responden durante el año. Esto debido a varias consideraciones:

i. *La Figura 11 pág. 57 muestra que las campañas de monitoreo efectuadas por los estudios incluidos en la revisión bibliográfica, se han concentrado principalmente en la zona alta de las subcuencas río del Carmen y del Tránsito. Esto debido al estudio de impacto ambiental desarrollado por la empresa Barrick Gold, lo que ha generado una buena base de datos caracterizada por una gran diversidad de grupos de especies. Esta zona ha sido bien representada por los puntos de monitoreo visitados en este estudio, por lo que se sugiere mantener estos sitios para monitoreos futuros.*

   Por el contrario, la zona intermedia de ambas subcuencas mencionadas y hasta antes de la confluencia, es el área con menos puntos de monitoreo de la cuenca y por ende bajos registros de especies acuáticas, siendo los peces, zoobentos y fitobentos los únicos grupos descritos. Son 43 km y 50 km de rio que sólo han sido monitoreados en 1 y 2 puntos de los ríos del Tránsito y del Carmen, respectivamente según información recopilada. El estado ecológico desarrollado en este estudio da cuenta que las estaciones que representan estos tramos (10H y 5H) caen en las clases deficiente y moderado, respectivamente, sin embargo para poder realizar un buen seguimiento de la calidad de esta zona, se deben realizar más monitoreos biológicos (macro invertebrados principalmente) en otros sectores de los tramos. Esto sería de gran relevancia si hubiere o se instalara alguna actividad económica que pudiese afectar la calidad físico-química y ecológica del río directa o indirectamente. Tal es el caso del proyecto de la compañía minera El Morro, ubicado en la zona noreste de la cuenca, por lo que se propone una estación de observación en el tramo inferior del río Cazadero.

   Por otra parte, según la información recopilada el tramo del río Huasco después del embalse Santa Juana, presenta buena información en cuanto a representatividad espacial, sin embargo, no existe registro de perifiton en las campañas desarrolladas. Los grupos descritos son: peces, macroinvertebrados, vegetación de ribera y macrófitas. Bajo la experiencia de este equipo desarrollando este estudio, se sugiere mantener un monitoreo de estos grupos e incluir perifiton, dado que es factible en la práctica, existen especialistas en la taxonomía y poseen grupos de especies de valor para la bioindicación. Tal es el caso de las colectas de perifiton que se muestrearon en este estudio, dando como resultado la aplicación de índices que complementan la descripción del estado de la calidad del agua. Además, se sugiere continuar con muestreos de macrófitas en esta zona de la

cuenca, debido a una importante presencia y favorables condiciones de proliferación. Mención especial merecen los peces debido a la presencia de la especie introducida Gambusia affinis, la cual tanto por bibliografía como en resultados de las campañas de este estudio, fue siempre encontrada aguas abajo del embalse Santa Juana, distinta a la distribución que presentó el pez nativo Basilichtys microlepidotus, el cual se distribuye en toda la cuenca (altitudes menores a 2000 m.s.n.m.). Si la especie introducida aún no llega a las partes altas del embalse, la ubicación de esta obra estaría creando diferentes situaciones de interacción biológica entre estas dos especies, lo cual sería interesante profundizar con estudios más específicos.

ii. *Para la aplicación de bioindicadores es importante destacar la importancia en la identificación taxonómica de estos grupos, especialmente en perifiton y macrófitas, debido a quela mayoría de los índices revisados en literatura se aplican en organismos identificados a nivel de especie. Además se hace relevante conocer los factores ambientales que describen los nichos ecológicos de las especies, esto permitirá identificar de mejor manera los ambientes que potencialmente puedan o no tolerar las especies.*

iii. *El desarrollo de bioensayos con especies locales para la cuenca del rio Huasco permite conocer las tolerancias ecológicas y los requerimientos específicos de las especies a través de los rangos de sensibilidad y tolerancia que los organismos posean. En base a lo aplicado por el equipo consultor, se propone seguir desarrollando bioensayos con especies locales enfocados en experimentos tanto con mezclas como con sustancias puras, debido a que los primeros pueden informarnos sobre las condiciones generales de la calidad del agua de ciertos lugares, mientras que los segundos precisan los rangos de tolerancia a sustancias específicas que puedan estar presentes en la cuenca y/o asociadas a actividades económicas. Los resultados de los bioensayos realizados en este estudio por el equipo, reflejan una falta de información en cuanto a mejorar los endpoints especies locales.*

Los costos de monitoreo y seguimiento con las sugerencias planteadas, se adjuntan en la Tabla 52a continuación. De esta se proporcionan los costos asociados a: cada grupo indicador, campaña de terreno (pasajes y despliegue en terreno), bioensayos agudos y crónicos para cada grupo indicador, insumos y costos en equipamiento menor (i.e. frascos, alcohol, guantes, entre otros), y se incluye el gasto del trabajo en gabinete realizado por una persona. Estos costos incluyen 4 campaña de monitoreo para perifiton, macrófitas y macro invertebrados, y 1 campaña de primavera para peces.

Tabla 52. Costos de monitoreo y seguimiento anual de especies indicadoras de calidad para la cuenca del río Huasco (Fuente: elaboración propia a partir de valores CENMA y de otros especialistas en la materia).

Parámetros y Análisis	Descripción	UF	uf julio 2017 en moneda nacional	Valor unitario ($CLP)	Número de campañas (primavera verano)	Número de campañas (otoño invierno)	Valor por campaña ($CLP)
Peces	incluye toma de muestra y análisis	42	26.566	1.115.772	1	0	1,115,772
Macroinvertebrados		30	26.566	796.980	2	2	3,187,920
Perifiton		10	26.566	265.660	2	2	1,062,640
Macrófitas		10	26.566	265.660	2	2	1,062,640
Terreno	incluye pasajes, peajes, alojamiento, envío muestras, petróleo, alimentos	73	26.566	1.939.318	2	2	7,757,272
Trabajo gabinete	incluye horas hombres	1	26.566	26.566	365		9,696,590
Bioensayos	agudo	6	26.566	79.698	2	2	318,792
Bioensayos	crónico	11	26.566	79.698	2	2	318,792
Insumos	mantención y compras	5	26.566	132.830	5		664,150
Equipos		5	26.566	132.830	5		664,150
			TOTAL				25,848,718

6.2 Propuesta de seguimiento ambiental de biomonitoreo

Según las conclusiones de este estudio se propone lo siguiente:

Para la aplicación de bioindicadores es importante recabar información de los grupos seleccionados para este fin: cuales sirven? dónde se encuentran? con qué frecuencia se monitorean? Es importante considerar que la composición de una comunidad da cuenta de todas las características del ambiente en un tiempo determinado, por lo que si existe una buena base de información que ayude a conocer qué especies hay, cuál es su ciclo de vida, dónde se encuentran y su sensibilidad, estaremos en condiciones de interpretar la información necesaria para un seguimiento en biomonitoreo. Bajo esta premisa y la experiencia del equipo en este estudio, es que se sugiere continuar el monitoreo de los grupos de especies seleccionados para bioindicación: perifiton, macrófitas y, macroinvertebrados, concentrando el esfuerzo en: 1. incluir aquellas zonas y especies poco caracterizadas, 2. continuar con las descripciones de los nichos ecológicos correspondientes y 3. destacar la importancia en la identificación taxonómica de estos grupos, especialmente en perifiton y macrófitas, debido a que la mayoría de los índices revisados en literatura se aplican en organismos identificados a nivel de especie.

6.3 Propuesta de estaciones, tramos, frecuencias y parámetros según índice de importancia biológica (IIB) desarrollado.

La cartografía utilizada para el cálculo del índice de importancia biológica (IIB) se muestra en la Figura 53.

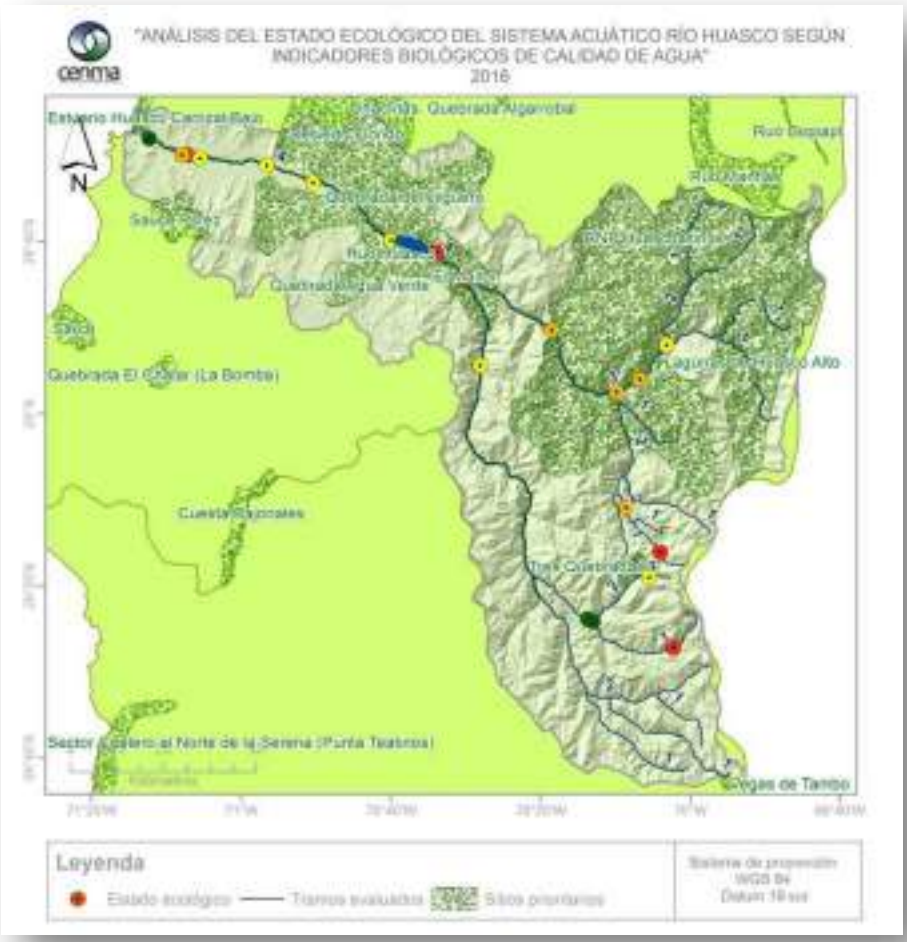


Figura 53. Cartografía utilizada para el cálculo del índice de importancia biológica (IIB). Fuente: (Estado ecológico: elaboración propia; Red hidrográfica y Sitios prioritarios: IDE-MMA, 2017)

Una vez asignada esta información a cada uno de los tramos de la red hídrica, se procedió a calcular los valores normalizados de cada variable (Ecuación 7, pág. 43) para finalmente computar el índice de importancia biológica (Ecuación 6, pág. 42). Cabe destacar que esta última fórmula fue ligeramente modificada en cuanto al peso o coeficiente de cada variable. Esto debido a que la asignación de un mismo peso para cada una de ellas, pasaba por alto la importancia de un buen estado ecológico y de la presencia de algún área natural prioritaria. Observamos en la cartografía de sitios prioritarios que la mayoría del río había sido seleccionado como un área importante para la estrategia regional. Del mismo modo, los puntos de monitoreo mejores evaluados como resultado del estado ecológico realizados para la cuenca, fueron pocos, por lo cual se decidió realzar el contraste entre estos y el resto de puntos de monitoreo. De esta forma la ecuación y quedó de la siguiente forma:

$$B_n = \frac{6*E_n^{'}+4*V_n^{'}+O_n^{'}}{3}$$ Ecuación 15

Estos nuevos pesos asignados para cada variable permitieron dar cumplimiento a los porcentajes de tramos adscritos a cada categoría de priorización (Tabla 53).

Tabla 53. Porcentaje de tramos calculados con ecuación y vs ecuación z.

		pesos iguales		con nuevos pesos	
Categoría	% de tramos	Número de tramos	%	Número de tramos	%
1	40	26	55.3	20	42.5
2	25	6	12.7	10	21.2
3	20	10	21.2	11	23.4
4	15	5	10.6	6	12.7

La siguiente tabla muestra nuestro resultado de priorización para cada uno de los tramos de la red hídrica de la cuenca.

Tabla 54. Resultado del procedimiento de priorización biológica de tramos para el seguimiento ambiental del Huasco (Fuente: elaboración propia).

Nombre tramo *n*	ID Tramo	Valor B'_n	Categoría
Sin nombre	1	0.58	1
Río Blanco	2	0.33	1
Río Chollay	3	0.73	1
Río Chollay	4	0.07	1
Río Chollay	5	1.90	3
Río Conay	6	1.18	3
Río de la Laguna Chica	7	1.00	2
Río del Carmen	8	1.77	3
Río del Carmen	9	0.73	1
Río del Cazadero	10	1.00	2
Río del Estrecho	11	0.57	1
Río del Estrecho	12	0.33	1
Río Del Medio	13	1.00	2
Río del Toro	14	0.33	1
Río del Tránsito	15	1.85	3
Río El Toro	16	2.00	4
Río Huasco	17	2.67	4
Río Huasco	18	1.00	2
Río Laguna Grande	19	1.00	2

Nombre tramo *n*	ID Tramo	Valor B'_n	Categoría
Río Laguna Grande	20	1.73	3
Río Pachuy	21	1.00	2
Río Potrerillo	22	0.58	1
Río Potrerillo	23	2.73	4
Río Primero	24	0.33	1
Río Sancarrón	25	0.33	1
Río Sancarrón	26	0.07	1
Río Sancarrón	27	0.07	1
Río Socarron	28	0.33	1
Río Tres Quebradas	29	1.00	2
Río Tres Quebradas	30	2.73	4
Río Valeriano	31	1.00	2
Río Valeriano	32	2.40	4
Río Huasco	33	1.67	3
Río Huasco	34	1.67	3
Río Huasco	35	1.67	3
Río Huasco	36	1.17	3
Río Huasco	37	0.67	1
Río del Tránsito	38	0.93	2
Río del Carmen	39	0.68	1
Río Conay	40	0.68	1

Las categorías de priorización de tramos del Huasco de acuerdo al componente biológico pueden visualizarse en la siguiente figura.

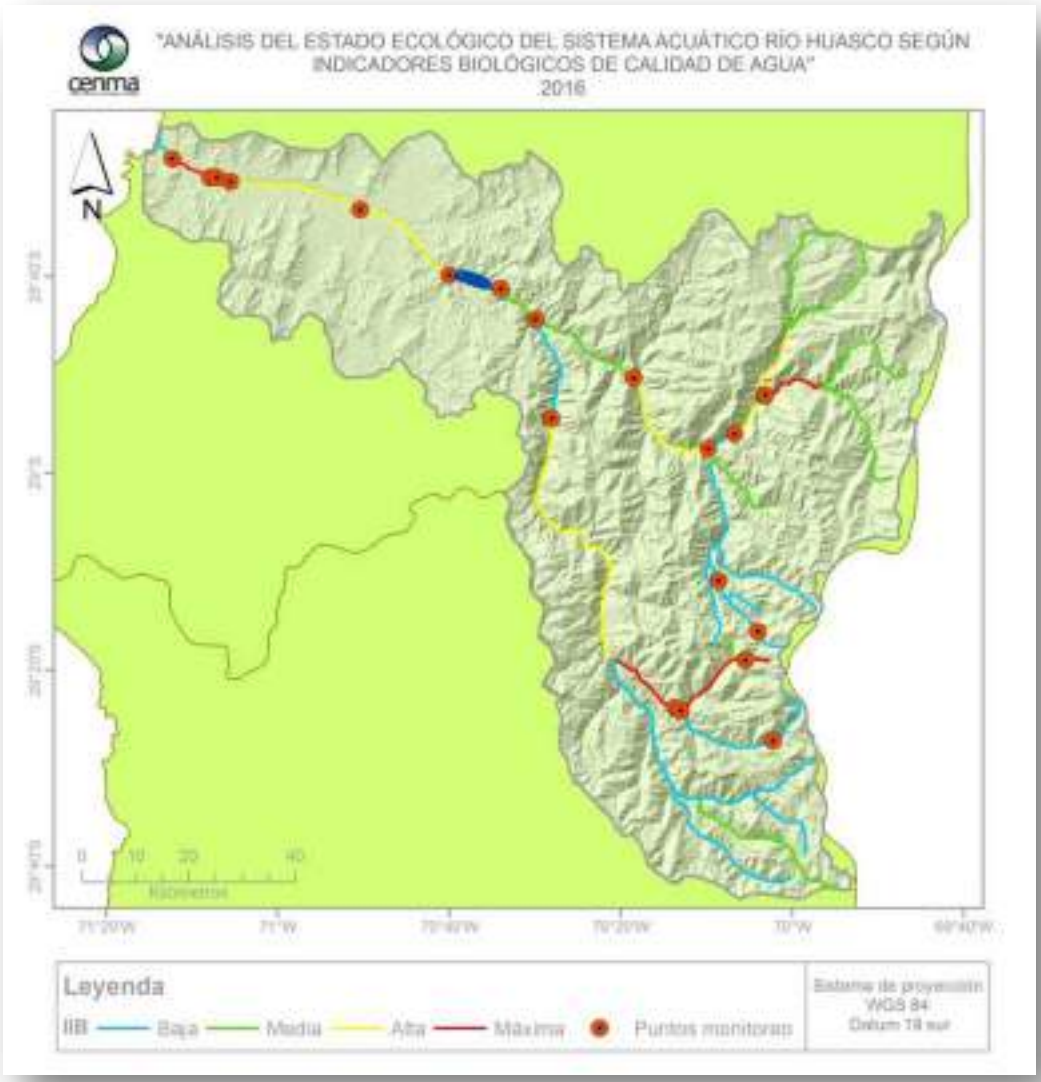


Figura 54. Tramos priorizados por importancia biológica para la vigilancia ambiental de la cuenca del río Huasco categorizados como sigue. Rojo: 4, máxima; Amarillo: 3, alta; Verde: 2, media, Celeste: 1, baja. (Fuente: elaboración propia).

Los principales resultados de este índice dan cuenta de algunos aspectos a mencionar:

- *Solo cuatro, de un total de 40 tramos de la red resultaron con un nivel máximo de importancia biológica, esto principalmente a un buen estado ecológico y a la presencia de sitios prioritarios. Dichos tramos están ubicados en la cabecera de la cuenca y en la zona antes del estuario.*
- *Si bien se consideran importantes los tramos de orden primario (1), estos fueron categorizados con baja y media importancia biológica. Los de baja importancia se agrupan en la zona sur de la cuenca, poseen un bajo estado ecológico, no presentan sitios*

prioritarios cercanos y no se registró presencia de alguna especie en categoría de conservación. Los de media importancia se encuentran como tributarios del río del Tránsito y sólo obtuvieron una mayor priorización que los anteriores, debido a la presencia de sitios prioritarios.

- *Los tramos principales de los ríos del Carmen y del Tránsito obtuvieron una alta priorización biológica como resultado de los registros de Basilichtys microlepidotus en las campañas de monitoreo y a presencia de áreas prioritarias, sin embargo hasta poco antes de la confluencia la priorización pierde importancia debido principalmente a la mala calidad del estado ecológico.*
- *El río Huasco presenta en la mayoría de su extensión una importancia biológica alta debido principalmente a la presencia de áreas prioritarias y a un estado ecológico moderado.*

Estos resultados sugieren las siguientes recomendaciones para un plan de seguimiento:

Estaciones físico-químicas: se sugiere monitorear los mismos puntos abarcados en este estudio. Sin embargo, para el punto 8H se plantea una reubicación hacia la parte final del tramo que vigila o a la incorporación de un nuevo punto de vigilancia en dicha zona. Adicionalmente, se propone la incorporación de dos punto de monitoreo en la base del tramo 9 (punto extra número 1, ver Figura 55) debido a que es la única parte de la cuenca que no posee registros de parámetros físico-químicos, y en la base del río Cazadero por la instalación de proyecto minero El Morro.

Parámetros físico-químicos relevantes: dadas las características de la cuenca y las actividades económicas realizadas hasta la fecha, se sugiere continuar con los parámetros medidos en este estudio: metales, nutrientes, parámetros básicos. Sin embargo, el equipo considera importante la incorporación de parámetros relacionados a prácticas agrícolas como la aplicación de pesticidas.

Estaciones monitoreo biológico: se sugiere seguir con los mismos puntos de monitoreo incluidos en este estudio, considerando además agregar al menos dos puntos extras para monitoreo biológico (puntos de monitoreo extras: 1, 2 y 3, ver Figura 55). La totalidad de estos puntos (24 puntos en total) abarcaría de manera homogénea la red hídrica de la cuenca. Cabe mencionar que la incorporación del punto número 2 viene dado por la falta de información biológica del tramo argumentado en el punto 1 de este objetivo, y además por la alta importancia biológica resultante de la información base utilizada. De esta manera se conocería con propiedad las especies que allí habitan.

Parámetros biológicos relevantes: de acuerdo al criterio experto del equipo consultor, se propone monitorear los siguientes grupos de especies en las siguientes estaciones o zonas de la cuenca:

- *Fitobentos: se sugiere monitoreo de este grupo en las 24 estaciones propuestas.*
- *Macrófitas: se sugiere monitoreo desde la confluencia de los ríos del Tránsito y del Carmen hasta la estación 1I.*
- *Macroinvertebrados: se sugiere monitoreo de este grupo en las 24 estaciones propuestas.*

- *Peces (registro de nativos e introducidos): se sugiere monitoreo de peces en toda la cuenca, excepto los puntos 6H, 7H, 8H, 9H, 11H, 12H y punto extra número 3. Esto debido a la nula presencia de peces en estos sectores.*

La frecuencia de estos monitoreos la quisimos clasificar según la zona geográfica de la cuenca, esto debido a que las condiciones meteorológicas en la parte alta son diferentes al resto de la cuenca en un mismo periodo. En resumen, se propone monitorear:

- *4 veces al año las estaciones desde 6I hacia abajo (1I).*
- *2 veces al año las estaciones desde 6I hacia arriba.*



Figura 55. Estaciones de monitoreo actuales (círculos) y sugeridas (estrellas) para un futuro programa de vigilancia ambiental de la Norma secundaria de calidad de agua (NSCA) de la cuenca del río Huasco. (Fuente: elaboración propia).

6.4 Desarrollo de una propuesta final de programa de monitoreo biológico.

De acuerdo a la experiencia del equipo consultor en el desarrollo de este tipo de estudios a nivel nacional, se ha podido diseñar y proponer una metodología espacialmente explícita a través de la incorporación de información relevante y propia de cada cuenca en base a tres principales componentes: Biológico, Económico, Físico. Estos componentes caracterizan de manera específica

las singularidades de una cuenca y de la red hídrica asociada, de manera que al conjugarlos entrega información propicia para la gestión ambiental.

La aplicación de esta metodología se sugiere para el diseño de un plan de monitoreo biológico para la cuenca del río Huasco, y de la cual se desarrolla a continuación:

La metodología está orientada al uso de la información espacial recopilada con el fin de obtener una priorización en tres capas de cada uno de los tramos (ríos) que conforman la cuenca. A partir de esta priorización emergen los grupos de tramos (áreas) con alto valor de importancia para la vigilancia, cuyos límites se ajustan luego para optimizar el uso de estaciones actualmente en operación y a la presencia de fuentes de contaminación puntual y difusas importantes. Cada área de vigilancia queda así justificada de acuerdo a la(s) capa(s) de información que la definen con alto valor de importancia. Cada área de vigilancia propuesta cuenta con una estación control (principal)que deberá estar ubicada al final de ésta y opcionalmente una o más estaciones de monitoreo (adicionales a la principal)cuando hay sub-áreas de especial significación biológica o económica, la cual deberá estar ubicada aguas debajo del objetivo de monitoreo (área biológica o fuente industrial).

Desarrollamos una metodología cuantitativa para priorizar los tramos de acuerdo a su importancia para la vigilancia ambiental del sistema hídrico del Huasco. Estos cálculos se podrán implementar en cualquier hoja de cálculo, aunque es preferible utilizar algún lenguaje de programación. El resultado de esta priorización es tomado como base para la definición de las áreas de vigilancia. La priorización de tramos considera tres capas básicas de información, las cuales son detalladas en el texto más adelante: 1. Física, que integra la centralidad topológica, longitud y tipología del tramo 2. Biológica, que integra el estado ecológico (calidad), valor de conservación y orden de Strahler del tramo 3. Económica, que considera indicadores de las fuentes puntuales y difusas de contaminación asociadas al tramo

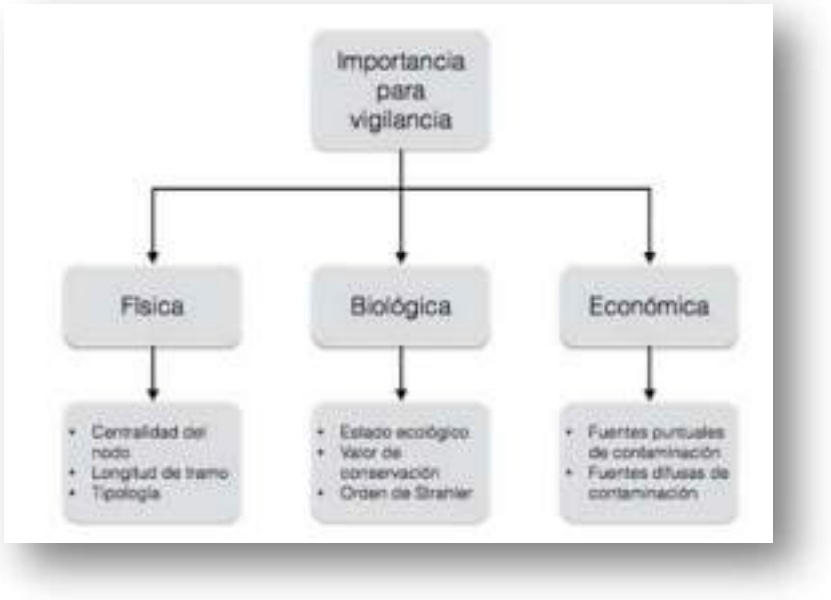


Figura 56. Esquema de la información utilizada para priorizar los tramos del sistema hídrico del Huasco para fines de vigilancia ambiental (Fuente: elaboración propia).

Las componentes física, biológica y económica se calculan cada una con un índice asociado a cada tramo *n*, como se explica a continuación.

A) Componente físico

La importancia física de cada tramo F_n, se calcula considerando los siguientes subcomponentes: a) centralidad topológica del tramo, b) longitud del tramo y c) tipología del tramo. La centralidad topológica es una medida de la contribución de un tramo a la conectividad global de la red hidrográfica. La longitud es una medida del tamaño del tramo y por tanto de la cantidad de energía y materia que contiene. Finalmente la tipología da cuenta de características comunes de los diferentes tramos de una red hidrográfica de acuerdo a criterios como: ecoregión, pendiente, altura, caudal del tramo, tipo geológico y sustrato predominante.

A partir de un grafo que esquematiza la red hídrica de la cuenca y su matriz de adyacencia[1] asociada, se calcula la conectividad integral (i.e. conectividad global del sistema) C de la red hídrica, a partir de Eros et al. 2011, como:

$$C = \frac{\sum_i \sum_j \frac{L_i T_i L_j T_j}{1+d_{ij}}}{(\sum_n L_n T_n)^2} \qquad \text{Ecuación 16}$$

Donde L_i y T_i corresponden a la longitud y el puntaje dependiente de la tipología del tramo *i*, respectivamente, y d_{ij} es la distancia geodésica entre los nodos *i* y *j*.

Finalmente, el valor de importancia física F_n del nodo (tramo) *n*, para fines de vigilancia, se calcula mediante:

$$F_n = \frac{C - C_n}{C} \qquad \text{Ecuación 17}$$

Donde C_n es el índice de conectividad integral del sistema en ausencia del nodo *n*.

B) Componente biológico

La importancia biológica Bn de cada tramo se calculó en base a tres propiedades: a)estado ecológico, b) valor de conservación, c) orden de Strahler.

[1]Se refiere a una matriz con igual número de filas y columnas equivalentes al número de nodos (tramos) de la red. En cada posición i,j (fila, columna) se registra "1" ó "0" cuando existe o no existe, respectivamente, conexión física (confluencia) entre los nodos (tramos) i y j.

Estado ecológico

Es un índice basado en la presencia de organismos bioindicadores de calidad de aguas, que informa el estado de salud de la biodiversidad en el sitio focal (CENMA, 2012). Elvalor de estado ecológico E_n de cada tramo de acuerdo a las categorías estándar se asigna de acuerdo a:

Tabla 55. Valores del índice de estado ecológico, de acuerdo a las respectivas categorías (fuente: elaboración propia).

Estado ecológico	E
Malo	1
Deficiente	2
Moderado	4
Bueno	8
Muy bueno	16

Estos valores fueron establecidos por el grupo de trabajo bajo el criterio de asignar mayor importancia a aquellos tramos con el mejor estado ecológico, con tal de resguardar y mantener su calidad biológica. El puntaje sigue una serie geométrica.

Valor de conservación

Es un indicador de la importancia del sitio para el resguardo de especies o sitios protegidos. Se utiliza en general para dar valor a áreas con diferentes características ecológicas, basándose en la suma ponderada entre el número de especies y el puntaje según el valor de conservación de dichas especies (Guti, 1995).Para efectos de esta consultoría, se consideró relevante agregar a este índice un valor extra debido a la cercanía de un área perteneciente al SNASPE. Por consiguiente, nuestro índice de valor de conservación V_n del sitio n se calculó como:

$$V_n = \sum_i k_i N_{i,n} + S_n \qquad \text{Ecuación 18}$$

Donde $N_{i,n}$ es el número de especies adscritas a la categoría de conservación *i* presentes en el tramo *n*, k_i es la ponderación de la categoría de conservación *i* (Tabla 56) y S_n es el índice de presencia de áreas protegidas (AP) en la vecindad del tramo *n*, con valores:

$$S_n = \begin{cases} 32 & \text{si existe AP en tramo } n \\ 0 & \text{si no existe AP en tramo } n \end{cases}$$

Tabla 56. Valores de ponderación de cada categoría de conservación de especies (Fuente: elaboración propia).

Categoría de conservación *i*	k_i
En peligro	8
Vulnerable	4
Casi amenazada	2
Preocupación menor	1
Sin categoría	0

Los puntajes sugeridos a cada categoría de conservación son propuestos por esta consultoría con el objeto de darle mayor importancia (puntaje) a aquellos tramos con especies de mayor sensibilidad e importancia para su conservación biológica (e.g. en peligro). Al igual que los puntajes anteriores, éste sigue una serie geométrica.

Orden de Strahler

Corresponde a una medida de la complejidad hidrográfica del sistema de tributarios del tramo focal. Nuestra experiencia indica que los tramos con menor orden (ríos de cabecera) albergan *per se* mayor biodiversidad que tramos de mayor orden, y por tanto los primeros poseen un mayor valor como potenciales fuentes de restauración ecológica. El valor del índice de orden de Strahler del tramo *n*, O_n, lo calculamos como 2^{-x}, donde $x \in \{1, 2,3, 4\}$ es el orden de Strahler.

La literatura clásica señala que la mayor biodiversidad se encuentra en ríos de órdenes de Strahler mayores (e.g. Vannotte *et al*. 1980), lo cual concuerda con estudios realizados en nuestras aguas para el conjunto de peces, diatomeas y macrófitas, y no así para macroinvertebrados bentónicos que prefieren órdenes menores (Palma *et al*. 2013). Sin embargo en lo referente a biodiversidad nativa para nuestro país, principalmente en los estudios realizados en peces y también en macroinvertebrados, los trabajos revelan que es en ríos, canales y esteros de bajos órdenes que corresponden a sistemas de cabecera y cursos secundarios donde se encontraría la mayor biodiversidad nativa (Habit *et al*. 1998, Habit *et al*. 2003, Habit *et al*. 2005, Habit *et al*. 2010, Palma 2013, Palma *et al*. 2013), al encontrarse mejores condiciones de refugio ante amenazas externas como contaminantes (los cuales por lo general son vertidos sobre cursos principales de alto orden), especies introducidas (como salmónidos) y otras situaciones de estrés. Los estudios que reportan el patrón señalado han sido desarrollados principalmente en las cuencas del Loa, Huasco, Maipo, Cachapoal y Mataquito para macro invertebrados bentónicos e Itata, Andalién, Bio-Bio y Aysén para peces. Por esta razón es que para fines de conservación de la biodiversidad nativa se consideran como prioritarios en este trabajo aquellos sistemas de bajo orden por sobre los de orden superiores, por ser los sitios documentados como los hábitats de mayor diversidad y conservación en fauna nativa.

Integrando los tres subcomponentes, el valor del índice de importancia biológica se computa:

$$B_n = \frac{E'_n + V'_n + O'_n}{3}$$ Ecuación 19

Donde *x*' indica valores normalizados de *x*. La normalización se realiza:

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$ Ecuación 20

Siendo *x* el valor de la variable a normalizar (E', V', O') y min(*x*) y max(*x*) los valores mínimo y máximo de la misma variable entre todos los nodos (tramos) del sistema.

C) Componente económico

Denominamos importancia económica para fines de vigilancia al grado de intervención y amenaza ambiental de un tramo producto de la concentración de actividades humanas. Este componente incluye a) presencia de fuentes de contaminación puntuales, medida a través del índice P_n y b) presencia de fuentes de contaminación difusas, medidas de acuerdo al tipo de uso de suelo. El índice P_n se calcula:

$$P_n = \sum_{i=1}^{m} d_i l_{i,n}$$ Ecuación 21

Donde $I_{i,n}$ es cada una de las *m* fuentes (actividades económicas) de contaminación puntual asociadas (por proximidad) al tramo *n* y d_i es el factor de peligrosidad superficial de la fuente *i*, definido como 10^{IP}.El valor de IP (Índice de Peligrosidad) se determina junto con la contraparte técnica, y se basa en la asignación de puntajes según grado esperado o potencial de contaminación a la cuenca. Se consideraran dos grandes grupos de actividades económicas: i) actividades mineras, con puntajes entre 1 y 5, ii) actividades no mineras (industriales, agrícola-ganadero, sanitarias, áridos, entre otras) con puntaje entre 0 y 3.

Por otro lado, el indicador D_n de contaminación difusa del tramo n se asigna según el uso del suelo de acuerdo a la Tabla 57.

Tabla 57. Valores de contaminación difusa de acuerdo al uso del suelo (Fuente: elaboración propia).

Uso	Valor D
Nieves y glaciares	1
Humedales	2
Praderas y matorrales	4
Bosques	4

Terrenos agrícolas	8
Áreas urbanas e industriales	16

Estos valores propuestos por el equipo consultor son en base al grado de potencialidad de contaminación difusa que tiene un uso respecto del otro. El puntaje sigue una serie geométrica. En el caso de existir dos usos de suelo para un nodo, se utiliza para el cálculo aquel de mayor puntaje.

La importancia para la vigilancia del componente económico da cada tramo *n* se computa:

$$E_n = \frac{P'_n + D'_n}{2}$$ Ecuación 22

Donde *x*' indica valores normalizados de *x*, como se explica más arriba.

Categorización de los tramos

Finalmente, para cada capa de información los tramos han sido priorizados en cuatro categorías (1 – 4 desde baja hasta máxima, Tabla 58), en base al valor correspondiente de su importancia física, biológica y económica. La categorización se realiza en base a percentiles, de tal manera que las dos categorías superiores (3-4, Altas y Máxima) agrupe en total al 35% de los datos (percentiles 65-100), permitiendo discriminar (o categorizar) los tramos más importantes de aquellos menos relevantes:

Tabla 58. Categorías de priorización para los tramos de la red hidrográfica (Fuente: elaboración propia).

Categoría	Descripción	Límites (percentiles)	Porcentaje de tramos incluidos en la categoría
1	Baja	0 – 40	40%
2	Media	40 – 65	25%
3	Alta	65 – 85	20%
4	Máxima	85 - 100	15%

De esta manera se puede conocer las áreas de vigilancia caracterizadas de acuerdo a estos tres componentes seleccionados. Esta información permite conocer la mejor ubicación de las estaciones de monitoreo, estaciones específicas para monitoreo biológico y/o de control de emisiones por parte de alguna actividad económica importante.

7. Objetivo 7. Establecer una propuesta de programa de vigilancia ambiental en base a bioindicadores para futura NSCA para la cuenca del río Huasco.

7.1 Propuesta de calidad ambiental (valor norma) sobre la base de bioensayos.

Los resultados de bioensayos y de bioindicadores sumados a los valores obtenidos en la base de datos históricos de las estaciones de referencia, sugieren los siguientes valores para la norma de la Cuenca del Huasco:

Tabla 59. Tabla de Propuesta de Valor Norma de parámetros fisicoquímicos para la cuenca del Huasco. (Fuente: elaboración propia)

Parámetro	Símbolo	Unidad	Bioensayos	Toxicidad	Valor Histórico Mediana p95	Propuesta Valor Norma
Aluminio	Al	mg/L	1.389	0.27	3.17	3.17
Arsénico	As	mg/L	0.052	0.05	0.01	0.01
Bario	Ba	mg/L	0.1	0.1	0.032	0.15
Cadmio	Cd	mg/L	0.039	0.005	0.005	0.005
Cobalto	Co	mg/L	0.11	0.11	0.05	0.05
Cobre Total	Cu	mg/L	0.024	0.02	0.053	0.053
Cromo	Cr	mg/L	0.016	0.011	0.02	0.02
Hierro	Fe	mg/L	0.733	1	2.2	2.2
Manganeso	Mn	mg/L	0.625	0.625	0.45	0.45
Níquel	Ni	mg/L	0.03	0.052	0.025	0.025
Oxígeno Disuelto	O2	mg/l	>7	>8	>8	>8
Plomo	Pb	mg/L	0.021	0.03	0.02	0.02
Selenio	Se	mg/L	0.021	0.015	0.005	0.005
Zinc	Zn	mg/L	1.041	0.12	0.18	0.18

7.2 Relacionar los resultados con fuentes puntuales y difusas.

Los resultados de bioensayos sugieren toxicidad en las aguas de las estaciones analizadas: 7H, 4I y 4H con agua tomada en marzo de 2017. Se relacionará el resultado por cada estación:

La estación 7H se encuentra en la subcuenca del Carmen, es la de mayor altura analizada y se encuentra en la salida de la Minera Pascua Lama, siendo la única fuente importante de posible impacto en esa zona. Los resultados mostraron toxicidad en las aguas incluso al diluirla en un 80% (20% del agua original), si bien esta no resultó evidenciar una mortalidad importante en la población de organismos ensayados.

La estación 4I se encuentra en la subcuenca del Tránsito y se encuentra rodeada de actividades urbanas y agrícolas en lo inmediato, e influenciada por la actividad minera en lo alto de esa subcuenca. Los resultados mostraron toxicidad en las aguas incluso al diluirla en un 80% (20% del agua original), y es la única estación que resultó evidenciar una mortalidad importante en la población de organismos ensayados.

La estación 4H se encuentra en la subcuenca del Huasco, después de la confluencia de las subcuencas del Tránsito y el Carmen, en el sector anterior a la cola del embalse. Se encuentra rodeada de actividades urbanas y agrícolas e influenciada por la actividad minera en lo alto de la cuenca. Los resultados mostraron toxicidad en las aguas incluso al diluirla en un 80% (20% del agua original si bien esta no resultó evidenciar una mortalidad importante en la población de organismos ensayados.

7.3 Propuesta de tabla de clases calidad como instrumento para la Evaluación de Estado Ecológico de la cuenca del Huasco.

Los resultados de los análisis estadísticos se encuentran en el libro Excel "EEE_LibroClasesCalidad&Norma.xls". Basados en los resultados fisicoquímicos históricos es que se sugieren los siguientes valores de clases de calidad para parámetros físico-químicos:

Tabla 60. Tabla de Clases de calidad (con sus colores representativos) de parámetros fisicoquímicos para la cuenca del Huasco. F: fracción total (T) o disuelta (D) (Fuente: elaboración propia)

Parámetro	F	Unidad	Clase 1	Clase 2 (valor propuesto norma)	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Aceites y Grasas	T	mg/L	2	8.1	11.55	15	>15
Alcalinidad Total como CaCO3	T	mg/L	45	62	107	153	>153
Aluminio	T	mg/L	0.357	3.17	31	60	>60
Amoniaco	T	mg/L	0.03	0.06	6.03	12	>12
Arsénico	T	mg/L	0.004	0.0103	0.0226	0.035	>0.35
Bario	T	mg/L	0.027	0.0689	0.566675	1.06	>1.06
Benceno	T	mg/L	5	5	5	5	
Berilio	T	mg/L	0.001	0.01	0.0122	0.0145	>0.0145
Bicarbonatos	D	mg/L	62	84	258	431	>431
Boro	T	mg/L	0.25	0.5	2.25	4	>4
Bromodiclorometano	T	mg/L	0.005	0.005	0.127	0.25	>0.25
Cadmio	T	mg/L	0.0006	0.005	0.035	0.066	>0.066
Calcio	T	mg/L	82	110	199	289	>239
Cianuro	T	mg/L	0.0025	0.005	30.502	61	>61
Cloruros	D	mg/L	10.5	16	1357	2699	>2699
Cobalto	T	mg/L	0.005	0.01	0.032	0.055	>0.055
Cobre	T	mg/L	0.01	0.0527	0.926	1.8	>1.8
Coliformes Fecales	T	mg/L	3	130	134.75	139.5	>139.5
Coliformes Totales	T	mg/L	28.5	902.25	1751	2600	>2600
Color	D	NTU	5	10	13.5	17	>17
Conductividad	T	µS/cm	573	732	1159	1586	>1586
Cromo	T	mg/L	0.005	0.019	0.0246	0.03	>0.03
Cromo Hexavalente	T	mg/L	0.025	0.05	0.05	0.05	>0.05.
DDT + DDD + DDE	T	mg/L	2	2	2	2	>2
Dibromoclorometano	T	mg/L	0.005	0.005	0.5025	1	>1
Escherichia Coli	T	mg/L	1	162	1022	1883	>1883
Fenoles	T	mg/L	0.001	0.002	0.501	1	>1

Parámetro	F	Unidad	Clase 1	Clase 2 (valor propuesto norma)	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Flujo	T	mg/L	234.5	682.35	1493.675	2305	>2305
Fluoruros	D	mg/L	0.4	0.591	82.813	165.035	>165.035
Hierro	T	mg/L	0.21	2.2	3.3	4.4	>4.4
Lindano	T	mg/L	2	2	2	2	>2
Litio	T	mg/L	0.044	0.088	0.221	0.355	>0.355
Magnesio	T	mg/L	16.326	25	52	79	>79
Manganeso	T	mg/L	0.1515	0.4515	13.350	26.25	>26.25
Mercurio	T	mg/L	0.00005	0.0001	0.0005	0.001	>0.001
Metoxicloro (Methoxychlor)	T	mg/L	20	20	20	20	>20
Molibdeno	T	mg/L	0.005	0.01	0.025	0.04	>0.04
Monocloro Amina	T	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	>0.1
Níquel	T	mg/L	0.01	0.025	0.065	0.106	>0.106
Nitratos	T	mg/L	1.265	3.88625	14.343	24.8	>24.8
Nitritos	T	mg/L	0.003	0.021	1.150	2.28	>2.28
Nitrógeno	T	mg/L	0.885	1.872	4.286	6.7	>6.7
Pentaclorofenol (PCP)	T	mg/L	5	5	5	5	>5
Plata	T	mg/L	0.001	0.01	0.019	0.028	>0.028
Plomo	T	mg/L	0.005	0.02	0.585	1.15	>1.15
Potasio	T	mg/L	1.7725	3.498	6.675	9.852	>9.852
Razón NO3 NO2	T	mg/L	0.051	0.111	0.324	0.537	>0.5375
Selenio	T	mg/L	0.001	0.005	0.0052	0.0054	>0.0054
Sodio	T	mg/L	19.09	25.82805	246.6820	467.536	>467.456
Sólidos Totales Disueltos de Laboratorio	D	mg/L	462	585.6	1272.8	1960	>1960
Sólidos Totales Suspendidos de Lab	T	mg/L	9.75	64	1783.25	3502.5	>3502.5
Sulfatos	T	mg/L	259.5	332.625	891.3125	1450	>1450
Sulfuros	T	mg/L	0.25	0.25	134.125	268	>268
Sustancias Activas al Azul de Metileno / Detergentes	T	mg/L	0.1	0.1	0.175	0.25	>0.25
Tetracloroeteno	T	mg/L	5	9.421	9.710	10	>10
Tolueno	T	mg/L	50	50	50	50	>50
Tribromometano	T	mg/L	0.1	0.1	12.55	25	>25

Parámetro	F	Unidad	Clase 1	Clase 2 (valor propuesto norma)	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Triclorometano	T	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	>0.1
Trihalometanos	T	mg/L	0.2	0.2	0.2	0.2	>0.2
Turbidez de Lab	T	mg/L	6.45	129	143.75	158.5	>158.5
Vanadio	T	mg/L	0.001	0.01	11.005	22	>22
Zinc	T	mg/L	0.039	0.176	6.963	13.75	>13.75
Oxígeno Disuelto		mg/L	>9	>8	>7	>5	<5
pH		-	6.5-8	6.3-8.5	6-8.7	05-sep	<5->9
T		ºC	<15	20	23	25	>25
Fosfato		mg/L	0.1	0.2	0.3	0.35	>0,35
Fósforo	P	mg/L	0.4	0.5	0.6	0.7	>0,7
Antimonio	Sb	mg/L	0.015	0.02	0.026	0.032	>0,032

7.4 Estado Ecológico basado en la fisicoquímica en la cuenca del Huasco.

Los resultados de la fisicoquímica basados en las propuestas de clases de calidad histórica de la cuenca, evidencian en general una calidad regular a mala durante los años 2016 y 2017 para la cuenca del Huasco.

Es fundamental complementar un estudio de clases de calidad fisicoquímicas con bioindicadores de macroinvertebrados bentónicos (biomonitoreo), los cuales resultan ser los mejores indicadores en este tipo de evaluaciones, en la experiencia nacional e internacional. La razón de esta importancia, es que el análisis de parámetros fisicoquímicos solo evidencia la calidad toxicológica del agua en el momento exacto de la toma de muestra, mientras que el biomonitoreo permite obtener evidencia del pasado y presente de la calidad del agua en esa zona o área de vigilancia, complementando la información para la toma de decisiones.

Tabla 61. Clases de calidad de Evaluación de Estado Fisicoquímica para la cuenca del Huasco en Octubre de 2016 y Marzo de 2017. (Fuente: elaboración propia)

Leyenda de colores y clases de calidad					
Clase	1 Muy buena Poco perturbado	2 Buena Medianamente Perturbado	3 Regular Perturbado	4 Mala Muy Perturbado	5 Muy mala Fuertemente Perturbado

Estaciones	Año	pH	T	C.E.	O2	Amonio	Fosfato	Fósforo	Nitrato	Nitrito	Nitrógeno Total	Turbiedad	Cd	Zn
1H	2016	9	21.8	866	8.7	0.03	0.02	0.5	1.34	0.02	0.3	12	0	0.09
1I	2016	9.05	20.2	1011	6.4	0.03	0.02	0.3	0.26	0.02	0.2	2.8	0	0.04
2H	2016	9.12	22.7	834	9.6	0.03	0.02	0.4	0.18	0.02	0.2	7.5	0	0.03
3H	2016	8.96	22.6	727	10	0.03	0.02	0.4	1.94	0.02	0.4	21	0	0.04
4I	2016	8.87	14	477	9.7	0.03	0.1	0.5	1.53	0.02	2.2	3400	0.06	1.04
3I	2016	8.67	14.6	597	8.9	0.03	0.1	0.3	2.41	0.02	0.9	750	0.03	0.31
4H	2016	8.56	15.1	514	10.9	0.03	0.02	0.2	1.66	0.02	0.7	3100	0.03	0.7
2SJ	2016	8.77	21.1	495	9.3	0.03	0.04	0.2	1.91	0.02	2.3	2.2	0	0.15
2I	2016	8.57	19.5	604	9.7	0.03	0.02	0.6	1.83	0.02	0.4	60	0	0.04
14H	2016	8.55	14.4	315	9.3	0.03	0.02	0.2	1.8	0.02	2.3	85	0.01	0.07
10H	2016	8.38	18	431	8.8	0.03	0.17	1.1	1.48	0.02	2.2	550	0.02	0.64
5I	2016	8.25	14.9	408	10.1	0.03	0.02	0.2	1.6	0.02	2.2	150	0	0.19
6I	2016	8.52	12.5	411	10.3	0.03	0.02	0.2	1.85	0.02	2.9	450	0	0.33
13H	2016	8.73	10.6	447	10.3	0.03	0.02	0.2	1.85	0.02	2.4	500	0.02	0.5
5H	2016	8.2	12.5	715	2.82	0.03	0.12	0.7	2.65	0.02	2.8	280	0.02	0.39
6H	2016	8.2	13.6	315	8.4	0.03	0.37	0.5	4.66	0.02	1.3	110	0.01	0.38
7H	2016	6.75	8.8	620	3.73	0.03	0.35	0.5	5.45	0.02	2.8	70	0.01	0.14
8H	2016	4.95	6.7	1524	3.35	0.03	0.37	0.5	3.63	0.02	1.1	80	0.01	0.87

Estaciones	Año	pH	T	C.E.	O2	Amonio	Fosfato	Fósforo	Nitrato	Nitrito	Nitrógeno Total	Turbiedad	Cd	Zn
9H	2016	7.21	4.6	488	9.4	0.03	0.09	0.4	13.2	0.02	3	0.85	0	0.01
11H	2016	8.65	5.2	379	9.1	0.03	0.29	0.4	2.7	0.02	0.6	140	0	0.3
12H	2016	5.25	8.2	626	7.6	0.03	0.29	0.2	4.89	0.02	1.1	220	0	1.38
1H	2017	8.4	22.3	1091	6.6	0.03	0.08	0.4	2.4	0.02	0.8	1.5	0.01	0.05
1I	2017	8.27	21.2	1532	6.2	0.03	0.02	0.5	1.5	0.02	0.3	0.65	0.01	0.04
2H	2017	7.81	24.5	2500	9.8	0.03	0.02	0.6	2.25	0.02	0.5	1.4	0.01	0.08
3H	2017	8.8	23	848	8.2	0.03	0.14	0.2	2.72	0.02	0.6	1.4	0.01	0.04
4I	2017	8.42	18.4	380	10.1	0.03	0.4	0.6	1.89	0.02	0.7	75	0.01	0.07
3I	2017	8.69	20.8	523	9.2	0.03	0.34	0.2	2.7	0.02	0.6	37	0.01	0.08
4H	2017	8.53	19.8	431	10.1	0.03	0.28	0.2	2.28	0.02	0.5	80	0.01	0.08
2SJ	2017	8.38	17.3	588	8.1	0.03	0.02	0.3	1.74	0.02	0.4	0.9	0.01	0.34
2I	2017	8.26	19.9	639	7.1	0.03	0.14	0.7	1.72	0.02	1.2	1.8	0.01	0.03
14H	2017	8.63	13.5	293	7.4	0.03	0.02	0.5	2.17	0.02	0.5	6.5	0.01	0.1
10H	2017	8.22	15.5	353	11	0.03	0.2	0.4	1.89	0.02	0.4	27	0.01	0.19
5I	2017	8.25	17.5	272	6.8	0.03	0.2	0.4	1.39	0.02	0.3	150	0.01	0.24
6I	2017	8.45	15.4	344	7.1	0.03	0.02	0.2	2.6	0.02	0.6	13	0.01	0.17
13H	2017	8.95	13.6	352	7.8	0.03	0.02	0.3	2.81	0.02	0.6	14	0.01	0.26
5H	2017	8.43	15.3	488	6.7	0.03	0.02	0.2	3.21	0.02	0.7	15	0.01	0.05
6H	2017	8.38	15.8	435	7.3	0.03	0.02	0.2	11.9	0.02	2.7	4.6	0.01	0.03
7H	2017	7.9	15.8	270	6.3	0.03	0.02	0.9	8.59	0.02	1.9	10	0.01	0.15
8H	2017	5.03	11	908	8.7	0.03	0.02	0.4	2.98	0.02	0.9	2.4	0.01	1.12
9H	2017	8.45	4.6	565	8.4	0.09	0.02	0.5	12.5	0.02	3.4	1.4	0.01	0.04
11H	2017	8.26	13.9	289	9.2	0.03	0.02	0.2	2.86	0.02	0.9	6.2	0.01	0.4
12H	2017	7.76	11	435	8.4	0.03	0.02	0.4	3.75	0.02	1.4	26	0.01	2.38

Estaciones	Año	Cr	As	Cu	Ni	Pb	Al	Se	Mn	Ag	V	Ba	Co	Mo	Be	B	Fe	Sb
1H	2016	0.01	0.06	0.1	0.03	0.01	0.88	0.01	0.14	0	0	0.04	0	0	0	0.41	3.1	0.02
1I	2016	0.01	0.02	0.03	0.1	0.01	0.21	0.01	0.03	0.01	0	0.03	0	0	0	0.77	0.44	0.01
2H	2016	0.01	0.02	0.06	0.06	0.01	1.95	0.01	0.15	0.01	0	0.04	0	0	0	0.6	3.81	0.01
3H	2016	0.03	0.02	0.04	0.03	0.01	2.14	0.01	0.14	0	0	0.04	0	0	0	0.45	1.91	0.01
4I	2016	0.48	0.05	0.38	0.25	0.01	153	0.05	4.06	0.01	0.1	0.72	0.1	0	0.01	0.1	139	0.01
3I	2016	0.18	0.02	0.16	0.08	0.01	47.8	0.1	1.34	0.01	0.01	0.22	0.03	0	0.01	0.2	41.4	0.01
4H	2016	0.33	0.02	0.28	0.15	0.01	112	0.01	2.64	0	0.06	0.58	0.06	0	0.01	0.3	####	0.01
2SJ	2016	0.31	0.02	0.1	0.15	0.01	2.7	0.15	0.07	0.01	0	0.04	0	0	0.01	0.21	2.47	0.01
2I	2016	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	8.22	0.01	0.31	0	0.02	0.06	0	0	0	0.33	8.84	0.01
14H	2016	0.1	0.02	0.1	0.03	0.01	8.32	0.01	0.21	0.01	0	0.06	0.01	0	0.01	0.03	10.3	0.01
10H	2016	0.12	0.02	0.29	0.05	0.01	42.5	0.01	2.05	0	0	0.24	0.03	0	0.01	0.19	39.7	0.01
5I	2016	0.01	0.02	0.09	0.03	0.01	15.4	0.01	0.75	0	0.01	0.08	0	0	0	0.1	10.9	0.01
6I	2016	0.01	0.02	0.19	0.03	0.01	30.7	0.01	1.21	0.1	0.03	0.15	0	0	0	0.24	24.9	0.01
13H	2016	0.13	0.02	0.26	0.08	0.01	34.5	0.02	1.58	0	0	0.17	0.03	0	0.01	0.29	34.7	0.01
5H	2016	0.1	0.1	0.17	0.05	0.01	18.3	0.03	1.43	0.01	0	0.14	0.03	0	0.01	0.1	21.3	0.01
6H	2016	0.1	0.03	0.12	0.03	0.01	12.4	0.01	1.42	0	0	0.08	0.02	0	0.01	0.21	12.2	0.01
7H	2016	0.06	0.02	0.15	0.03	0.01	4.75	0.01	0.19	0.01	0	0.06	0.02	0	0.01	0.1	6	0.01
8H	2016	0.1	0.02	0.07	0.08	0.01	11.5	0.01	3.71	0.01	0	0.02	0.02	0	0	0.18	5.49	0.03
9H	2016	0.05	0.05	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0	0.01	0	0.03	0	0	0	0.1	0.1	0.01
11H	2016	0.14	0.02	0.19	0.03	0.01	13.3	0.01	1.21	0	0.01	0.1	0	0	0	0.26	11.8	0.01
12H	2016	0.1	0.02	0.27	0.04	0.03	34.9	0.01	3.63	0.14	0.04	0.31	0	0	0	0.1	38.8	0.01
1H	2017	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.12	0.01	0.01	0.01	0	0.02	0	0	0	0.53	0.17	0.01
1I	2017	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.1	0.08	0.02	0.01	0	0.02	0	0	0	0.65	0.13	0.01
2H	2017	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.12	0.03	0.02	0	0	0.01	0	0	0	0.41	0.22	0.01
3H	2017	0.01	0.02	0.11	0.03	0.01	0.07	0.01	0.01	0	0	0.02	0	0	0	0.03	0.14	0.01
4I	2017	0.01	0.02	0.03	0.03	0.01	2.1	0.23	0.32	0	0	0.04	0	0	0	0.1	1.56	0.01

Estaciones	Año	Cr	As	Cu	Ni	Pb	Al	Se	Mn	Ag	V	Ba	Co	Mo	Be	B	Fe	Sb
3I	2017	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	2.96	0.34	0.21	0.01	0	0.05	0	0	0	0.12	2.98	0.01
4H	2017	0.01	0.02	0.06	0.03	0.01	1.78	0.01	0.31	0	0	0.04	0	0	0	0.1	1.21	0.01
2SJ	2017	0.01	0.02	0.07	0.03	0.01	0.06	0.01	0.02	0	0	0.03	0	0	0	0.1	0.43	0.01
2I	2017	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.12	0.01	0.01	0	0	0.06	0	0	0	0.1	0.16	0.01
14H	2017	0.01	0.04	0.02	0.03	0.01	0.33	0.02	0.03	0	0	0.04	0	0	0	0.1	0.5	0.01
10H	2017	0.01	0.02	0.07	0.03	0.01	7.4	0.13	0.54	0	0.01	0.06	0	0	0	0.1	5.54	0.01
5I	2017	0.01	0.02	0.11	0.03	0.01	9.21	0.02	0.66	0	0	0.03	0.02	0	0	0.1	3.85	0.01
6I	2017	0.01	0.06	0.13	0.03	0.01	1.65	0.02	0.25	0	0	0.03	0	0	0	0.58	0.76	0.01
13H	2017	0.01	0.05	0.1	0.03	0.01	3.09	0.22	0.37	0	0	0.03	0.01	0	0	1.17	1.04	0.01
5H	2017	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.76	0.01	0.13	0	0	0.03	0	0	0	0.1	0.6	0.01
6H	2017	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.18	0.01	0.02	0.01	0	0.02	0.01	0	0	0.1	0.22	0.01
7H	2017	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	1.28	0.01	0.56	0	0	0.01	0	0	0	0.1	0.26	0.01
8H	2017	0.01	0.02	0.02	0.06	0.01	11.5	0.01	4.9	0.01	0	0.01	0.03	0	0	0.1	0.49	0.01
9H	2017	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.12	0.02	0.01	0	0	0.03	0	0	0	0.1	0.17	0.01
11H	2017	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	1.56	0.03	0.86	0	0	0.01	0	0	0	0.1	0.54	0.01
12H	2017	0.01	0.02	0.62	0.03	0.01	10.2	0.01	5.27	0.01	0	0.02	0.01	0	0	0.1	1.55	0.01

Los resultados sugieren un cambio en la calidad de la cuenca en estos dos últimos años respecto de la tendencia histórica: por un lado estaciones que se han considerado de referencia por los valores obtenidos en la data histórica (1I, 3H, 6H) han deteriorado su calidad en alguno de estos años en parámetros que no son fundamentales para el correcto desarrollo de la vida en lo inmediato, pero que con el tiempo evidenciará un desmedro en la calidad ecológica y fisicoquímica (por ejemplo los nutrientes).

En las dos campañas realizadas por CENMA se evidencia que presentan buena calidad fisicoquímica en 2016 las estaciones 1I, 2H, 3H y 2I, mientras que en 2017 son otras estaciones: 1H, 2SJ, 5H y 11H. Este recambio temporal sugiere que las presiones a las que se ve sometida la cuenca producen una dinámica no necesariamente natural (por ejemplo la posibilidad de derrames, escorrentía de tóxicos, aumentos de nutrientes) que ha afectado la calidad en estos dos últimos años respecto de la tendencia histórica.

CONCLUSIONES

El presente estudio titulado “Análisis del Estado Ecológico del sistema acuático río Huasco según indicadores biológicos de calidad de agua “ ha avanzado en recopilar, actualizar, sistematizar y analizar la información existente al año 2017, respecto de la calidad de las aguas continentales correspondientes a la cuenca del Río Huasco, con el objetivo de diagnosticar la estructura y función de la comunidad biológica acuática de la cuenca del río Huasco y proponer un programa de monitoreo biológico para la protección de las aguas continentales superficiales del río Huasco.

Se han determinado bioindicadores para ser utilizados en la evaluación de distintas presiones en la cuenca: Diatomeas para establecer el estado de contaminación orgánica y de trofía, Macrófitas para la contaminación por eutrofización, y Macroinvertebrados bentónicos para evaluar el Estado Ecológico de la cuenca, el cual establece “clases de calidad” para los distintos sectores monitoreados en función de las múltiples presiones físico, química e hidromorfológica a las que es sometida la cuenca del Huasco. Se estudiaron 21 estaciones a lo largo de la cuenca y se determinaron 30 parámetros fisicoquímicos, 5 hidromorfológicos, la tipología de la cuenca, las estaciones de referencias y los grupos biológicos de diatomeas, macrófitas, macroinvertebrados y peces presentes en la cuenca. Finalmente se ha desarrollado una propuesta de valores normas de parámetros fisicoquímicos, de biomonitoreo y de intercalibración para la cuenca del Huasco.

Los resultados de la tipología manifiesta un solo tipo de cuerpo lótico denominado “ríos semiáridos de transición”, lo cual corrobora el estudio de 2012 al respecto. No obstante lo anterior, cabe señalar que existe otra zona con una tipología distinta que corresponde al embalse donde se transforma en un cuerpo léntico. Sin embargo esta zona en específica no fue parte de este estudio. Asimismo, se evidencia una alta intervención en la cuenca del Huasco, con una tendencia a que las estaciones monitoreadas presenten una calidad de regular a mala, donde las estaciones bajo el embalse evidencian principalmente altos niveles de nutrientes y de eutrofización, mientras que aquellas que se encuentran sobre el embalse sugieren concentraciones con distintos grados de toxicidad evidenciada por los resultados con bioindicadores y los bioensayos realizados con las especies locales y estandarizadas.

Cambios temporales en la calidad ecológica y fisicoquímica son evidentes: el estudio de CENMA 2012 en muchas de las estaciones que se evaluaron en este estudio 2016-2017, arrojó un deterioro de clase de calidad 2 “Buena” a las clases 3, 4 y 5 “Regular”, “Muy Mala” y Mala”. Es fundamental complementar un estudio de clases de calidad fisicoquímicas con bioindicadores (e.g. macroinvertebrados bentónicos, biomonitoreo), los cuales resultan ser los mejores indicadores en este tipo de evaluaciones, en la experiencia nacional e internacional. La razón de esta importancia, es que el análisis de parámetros fisicoquímicos solo evidencia la calidad toxicológica del agua en el momento exacto de la toma de muestra, mientras que el biomonitoreo permite obtener evidencia del pasado y presente de la calidad del agua en esa zona o área de vigilancia, complementando la información para la toma de decisiones. Al respecto, este recambio temporal en la calidad de las estaciones monitoreadas sugiere que las presiones a las que se ve sometida la cuenca producen una dinámica no necesariamente natural (por ejemplo la posibilidad de derrames, escorrentía de tóxicos, aumentos de nutrientes) que ha afectado la calidad en estos dos últimos años respecto de la tendencia histórica, debido a que los resultados se encuentran por sobre la tendencia histórica.

Lo anterior resulta relevante a la hora de preservar la flora y fauna del lugar: por ejemplo la fauna Íctica evidencia escasa presencia de especies nativas: solo se encontró en 4H (el sector anterior al embalse en marzo de 2017) y 5H (cercano a San Félix en noviembre de 2016 y marzo de 2017) la

presencia de *Basilichthys microlepidotus,* el cual se encuentra en estado vulnerable. La tendencia evidenciada sugiere presiones que pueden llevar a la desaparición de esta especie en el tiempo. Establecer acciones de conservación de esta especie es relevante y necesario, por lo que estas estaciones debieran ser consideradas de referencia de fauna íctica nativa.

Al respecto estaciones con tendencia a mantener una buena calidad y de ser considerada como referencia son 1I, 2I, 3H, 6H, 7H y 14H, mientras que aquellas con tendencia a presentar una calidad mala a muy mala son 4H, 4I, 8H, 11H y 12H, por las que deben ser consideradas en programas de recuperación a futuro.

Relevante resulta el cambio de calidad de la estación 4I que en 2012 presentó la mejor calidad ecológica, mientras en estas campañas evidenció una calidad mala a muy mala. En particular durante la campaña de 2016 los valores de Cobre, Zinc, Níquel, Aluminio, Manganeso, Cobalto y Hierro superaron los límites permitidos para la vida en niveles de alta toxicidad. Lo anterior debiera mantener alerta a la autoridad no solo por el peligro que esto significa para la biota, sino también para el posible consumo y regadío que pudiera efectuarse con esta agua. Todos estos cambios reafirman la actual condición de fuerte impacto a que está siendo sometida la cuenca.

Resultan evidentes las diferencias existentes en los parámetros fisicoquímicos que sobrepasan los límites naturales en los distintos niveles entre la zona comprendida bajo el embalse (donde los nutrientes y parámetros orgánicos son relevantes en la contaminación de la zona) y aquella zona comprendida aguas arriba del embalse (donde los metales y parámetros inorgánicos son relevantes en la contaminación de la zona), cada uno afectando de manera distinta a la biota del lugar, y evidenciando la gran capacidad de "buffer" del embalse respecto de la toxicidad evidenciada en la zona comprendida aguas arriba y hacia la montaña.

Los valores normas propuestos basados en la data histórica de las estaciones seleccionadas como referencia fisicoquímica evidenciaron ser sobrepasados en los monitoreos realizados en este estudio en ambas campañas (noviembre de 2016 y marzo de 2017), sugiriendo un deterioro de la cuenca en estos últimos años respecto de la tendencia histórica, lo cual puede estar asociado a los intensos eventos de lluvia que se registraron en este periodo, y que puede haber arrastrado material contaminante desde sectores aledaños producto de las actividades realizadas en la cuenca. Monitoreos futuros debieran contemplar este tipo de eventos, intentando conocer la capacidad de carga y de recuperación del sistema.

RECOMENDACIONES

Debido a las actividades realizadas en la cuenca, y la fuerte presión que las mismas ejercen sobre la calidad de sus aguas, se recomienda continuar con las actividades realizadas en este trabajo: análisis de bioensayos, bioindicadores y fisicoquímica de las aguas, debido a que todas ellas aportan información valiosa y complementaria a las distintas presiones existentes.

Biomonitoreo y análisis fisicoquímico

Los bioensayos con productores aportan información de las presiones a las que se ve sometido el componente flora que vive en los cuerpos de agua de esta cuenca. Por otra parte, el realizar bioensayo con consumidore sresulta importante en la entrega de información al permitir conocer las concentraciones a las que se evidencia afectación de la fauna, razón por la cual se recomienda su continuación en estaciones antes y después de la represa, de modo de establecer comparaciones ecotoxicológicas entre ambas zonas. Adicional a lo anterior, resulta importante continuar probando con nuevos grupos para ser mantenidos en laboratorio, así como seguir evaluando nuevos “endpoints” que permitan evaluar distintas respuestas a las distintas presiones que evidencia la cuenca.

Los análisis de bioindicadores aportan doble información: entregan un mapa de calidad de las estaciones estudiadas y del componente fauna que habita la cuenca respecto de su riqueza y tolerancia a las perturbaciones. El análisis de macroinvertebrados es uno de los grupos de mayor importancia en aguas corrientes, debido a que son eslabones intermedios en la red trófica y aportan información relevante, fácil de conseguir y a bajo costo. Al respecto se sugiere hacer un análisis temporal con los datos históricos y ver si existen diferencias en los grupos poco tolerantes existentes (sensibles), lo que demostraría la tendencia histórica en la calidad ecológica, y permitiría establecer una referencia histórica para cada estación que presente datos anteriores. Asimismo es importante avanzar en el desarrollo de distintos grupos de bioindicadores para establecer distintas evaluaciones a las múltiples presiones a que se ve sometida una cuenca: carga de nutrientes, pesticidas, contaminantes de origen orgánico e inorgánico, cambios en el caudal y la hidromorfología.

El análisis fisicoquímico permite conocer en detalle los parámetros de afectación que presentan valores subóptimos para permitir el correcto desarrollo de la biota en la cuenca. Conocer valores anormales, permite gestionar medidas de mitigación y/o control a contaminantes específicos que pueden alcanzar concentraciones letales tanto para la fauna, como para la vida en general. Al respecto el poder elegir parámetros que sean relevantes no es tarea sencilla. Dada la logística de la cuenca (principalmente la extensión de la misma) y la necesidad que tienen algunos parámetros de ser evaluados rápidamente (holding time de 48 horas), es que se sugiere evaluar el acotar este tipo de análisis a sectores medios y bajos de la cuenca, donde parecen tener un efecto real en la biota.

Estaciones de referencia

El contraste con la data histórica en la fisicoquímica de las aguas de la cuenca, permitió establecer las estaciones 1I, 3H y 6H como estaciones de referencia fisicoquímica para la cuenca. Es

importante continuar monitoreo sobre estas estaciones para establecer tendencias en los cambios de calidad a través del tiempo.

El hallazgo de fauna íctica nativa en 4H y 5H permite proponer estas estaciones como referencia biológica para una zona de cuidado y conservación de la única especie de pez encontrada: *Basilichthys microlepidotus.*

La evaluación de estado ecológico realizada en este estudio, permite sugerir a las estaciones 1I, 2I, 3H, 6H, 7H y14H como estaciones de referencia en el análisis de estado ecológico.

Programa de restauración

Futuros programas de restauración y/o bioremediación debieran considerar el mejoramiento de las estaciones 4H, 4I, 8H, 11H y 12H. En este sentido, el esfuerzo debiera concentrarse en una primera etapa en lograr llevar la clase de calidad de muy mala y mala a “regular” como mínimo. Esto permitiría una mejora integral para toda la biota presente en la cuenca.

Programa de Biomonitoreo

Históricamente las campañas de monitoreo efectuadas se han concentrado principalmente en la zona alta de las subcuencas río del Carmen y del Tránsito. Esto debido al estudio de impacto ambiental desarrollado por la empresa Barrick Gold, lo que ha generado una buena base de datos caracterizada por una gran diversidad de grupos de especies. Por el contrario, la zona intermedia de ambas subcuencas mencionadas y hasta antes de la confluencia, es el área con menos puntos de monitoreo de la cuenca, donde 43 km y 50 km del rio sólo han sido monitoreados en 1 y 2 puntos de los ríos del Tránsito y del Carmen respectivamente según la información recopilada. El estado ecológico desarrollado en este estudio da cuenta que las estaciones que representan estos tramos (10H y 5H) caen en las clases deficiente y moderado, respectivamente, sin embargo para poder realizar un buen seguimiento de la calidad de esta zona, se deben realizar más monitoreos biológicos (macro invertebrados principalmente) en otros sectores de los tramos. Esto sería de gran relevancia si hubiere o se instalara alguna actividad económica que pudiese afectar la calidad físico-química y ecológica del río directa o indirectamente.

Por otra parte, según la información recopilada el tramo del río Huasco después del embalse Santa Juana, presenta buena información en cuanto a representatividad espacial, sin embargo, no existe registro de perifiton en las campañas desarrolladas. Los grupos descritos son: peces, macroinvertebrados, vegetación de ribera y macrófitas. Bajo la experiencia de este equipo desarrollando este estudio, se sugiere mantener un monitoreo de estos grupos e incluir perifiton, dado que es factible en la práctica, existen especialistas en la taxonomía y poseen grupos de especies de valor para la bioindicación. Tal es el caso de las colectas de perifiton que se muestrearon en este estudio, dando como resultado la aplicación de índices que complementan la descripción del estado de la calidad del agua. Además, se sugiere continuar con muestreos de macrófitas en esta zona de la cuenca, debido a una importante presencia y favorables condiciones de proliferación.

Plan de seguimiento:

Estaciones físico-químicas: se sugiere monitorear los mismos puntos abarcados en este estudio. Sin embargo, para el punto 8H se plantea una reubicación hacia la parte final del tramo que vigila o a la incorporación de un nuevo punto de vigilancia en dicha zona. Adicionalmente, se propone la incorporación de un punto de monitoreo en la base del tramo 9 debido a que es la única parte de la cuenca que no posee registros de parámetros físico-químicos.

Parámetros físico-químicos relevantes: dadas las características de la cuenca y las actividades económicas realizadas hasta la fecha, se sugiere continuar con los parámetros medidos en este estudio: metales, nutrientes, parámetros básicos. Sin embargo, el equipo considera importante la incorporación de parámetros relacionados a prácticas agrícolas como la aplicación de pesticidas, y evaluar el acotar aquellos análisis que requieren *holding times* breves a sectores medios y bajos de la cuenca, donde parecen tener un efecto real en la biota, disminuyendo costos en la realización del monitoreo.

Estaciones monitoreo biológico: se sugiere seguir con los mismos puntos de monitoreo incluidos en este estudio, considerando además agregar al menos dos puntos extras para monitoreo biológico (puntos de monitoreo extras: 1, 2 y 3, ver Figura 55). La totalidad de estos puntos (24 puntos en total) abarcaría de manera homogénea la red hídrica de la cuenca. Cabe mencionar que la incorporación del punto número 2 viene dado por la falta de información biológica del tramo argumentado en el punto 1 de este objetivo, y además por la alta importancia biológica resultante de la información base utilizada. De esta manera se conocería con propiedad las especies que allí habitan.

Parámetros biológicos relevantes: de acuerdo al criterio experto del equipo consultor, se propone monitorear los siguientes grupos de especies en las siguientes estaciones o zonas de la cuenca:

- Fitobentos: se sugiere monitoreo de este grupo en las 24 estaciones propuestas.
- Macrófitas: se sugiere monitoreo desde la confluencia de los ríos del Tránsito y del Carmen hasta la estación 1I.
- Macroinvertebrados: se sugiere monitoreo de este grupo en las 24 estaciones propuestas.
- Peces (registro de nativos e introducidos): se sugiere monitoreo de peces en toda la cuenca, excepto los puntos 6H, 7H, 8H, 9H, 11H, 12H y punto extra número 3. Esto debido a la nula presencia de peces en estos sectores.

Frecuencia de monitoreos: según la zona geográfica de la cuenca, esto debido a que las condiciones meteorológicas en la parte alta son diferentes al resto de la cuenca en un mismo periodo. En resumen, se propone monitorear:

- 4 veces al año las estaciones desde 6I hacia abajo (1I).
- 2 veces al año las estaciones desde 6I hacia arriba.

Complementar información para la toma de decisiones:

De acuerdo a la experiencia del equipo consultor en el desarrollo de este tipo de estudios a nivel nacional, se ha podido diseñar y proponer una metodología espacialmente explícita a través de la incorporación de información relevante y propia de cada cuenca en base a tres principales componentes: Biológico, Económico, Físico. Estos componentes caracterizan de manera específica las singularidades de una cuenca y de la red hídrica asociada, de manera que al conjugarlos entrega información propicia para la gestión ambiental. La priorización de tramos considera tres capas básicas de información, las cuales se resumen de la siguiente manera: 1. Física, que integra la centralidad topológica, longitud y tipología del tramo; 2. Biológica, que integra el estado ecológico (calidad), valor de conservación y orden de Strahler del tramo; 3. Económica, que considera indicadores de las fuentes puntuales y difusas de contaminación asociadas al tramo.

El análisis en conjunto de estos tres componentes permite evidenciar las zonas donde resulta relevante establecer puntos de biomonitoreo y vigilancia ambiental. Futuros estudios debieran incorporar este tipo de metodología e información.

BIBLIOGRAFÍA

Algoritmos. 2013. Diagnóstico de emisiones y monitoreo de la calidad de las aguas de la cuenca del río Huasco. Elaborado para Ministerio de Medio Ambiente, Chile. 200 pp.

Bonada, N. 2004. Protocolo de Muestreo y análisis para invertebrados bentónicos, Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005. 57 pp.

Bonada, N., N. Prat, V.H. Resh& B. Statzner. 2006. Developments in aquatic insect biomonitoring: A comparative analysis of recent approaches. Annu. Rev. Entomol. 51: 495-523.

Cade-Idepe. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Dirección general de aguas, Gobierno de Chile. 111 pp.

Collado Gonzalo A. 2017. Unraveling cryptic invasion of a freshwater snail in Chile based on molecular and morphological data. Biodiversity and Conservation Vol 26 (3): 576-578 pp

Cade-Idepe. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Dirección general de aguas, Gobierno de Chile. 111 pp.

Dirección General de Aguas 2002. Levantamiento y catastro de bocatomas en cauces naturales, III etapa. CONIC-BF. Ingenierons Civilis Consultores Ltda. Para Dirección General de Aguas-Departamenteo de Estudios y Planificación. Ministerio de Obras Públicas-Gobierno de Chile.

Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Atlas del Agua. Disponible en http://www.dga.cl/atlasdelagua/Paginas/default.aspx

Dirección Meteorológica de Chile (DMCh). 2016. Portal de climatología de Chile. Disponible en: http://www.meteochile.cl/climas/climas.html

Domínguez, E. & H. R. Fernández (Eds.). 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 656 pp.

Domisch, S., Amatulli, G., and Jetz, W. 2015. Near-global freshwater-specific environmental variables for biodiversity analyses in 1 km resolution.Scientific Data 2:150073 doi:10.1038/sdata.2015.73

INIA. 2010. Aplicación red de monitoreo de calidad de agua en la cuenca del río Huasco y sus afluentes. 64 pp.

Instituto de investigaciones Agropecuarias (INIA INNOVA. 2010. Desarrollo de un modelo de gestión integral para el resguardo de la calidad del agua en los valles de Huasco, Limarí y Choapa. Proyecto INNOVA CORFO. 230 pp.

Junta de vigilancia río Huasco (JVCH). 2013. Análisis de precipitación y caudales de la cuenca del río Huasco. 29 pp.

Junta de vigilancia río Huasco (JVCH). 2016. Minuta ESJ Nº215 2016 reporte embalse. 2 pp.

Figueroa R., V.H. Ruiz, A. Palma & F. Encina. 2005. Simplificación en el uso de macroinvertebrados bentónicos en la evaluación de la calidad de las aguas fluviales. Interciencia 30(12): 770-774

Figueroa, R, A. Palma, V.H. Ruiz & X. Neill. 2007. Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la valuación de la calidad de aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. Revista Chilena de Historia Natural 80(2):225-242.

MMA 2016 procesos clasificación de especies disponible en http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/informacion-procesos-2014.htm

Miserendino, M. L. &Pizzolon, L. A. 1999. Rapid assessment of river water quality using macroinvertebrates: a family level biotic index for the Patagonic Andean zone. ActaLimnologicaBrasiliensia 11:137-148.

OCDE (1982) Eutrophication of waters.Monitoring, assessment and control.OCDE, Paris, 154 pp.

OECD ChemicalsTestingGuidelines .2016. https://www.oecd.org/env/ehs/testing/TG_USENS_draft1%20July20%202016.pdf. Adopted 29 July2016

Palma A. 2013. Guía para la identificación de invertebrados acuáticos.122 pp

Política Nacional para los recursos hídricos. 2015. Ministerio del Interior y Seguridad Pública, Chile. 104 pp.

Pouilly, M., G. Aguilera. 2012. Evaluación Inicial de Caudales Ecológicos/Ambientales en la cuenca del río Huasco – Chile, mediante la simulación del hábitat físico del pejerrey Basilichthys microlepidotus y el camarón de río Cryphiops caementarius. UICN, Quito, Ecuador. 57 pp.

Rivera, P., 2006. “Estado del conocimiento de las diatomeas dulceacuícolas de Chile”. *Gayana* 70(1): 1-7.

Rosenberg, D. & V. Resh. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman. New York, USA.

Rubach MN, Baird DJ, Brink PJ. 2010. A new method for ranking mode-specific sensitivity of freshwater arthropods to insecticides and its relationship to biological traits. Environ Toxicol Chem. 2010;29:476–487. doi: 10.1002/etc.55.

ANEXOS

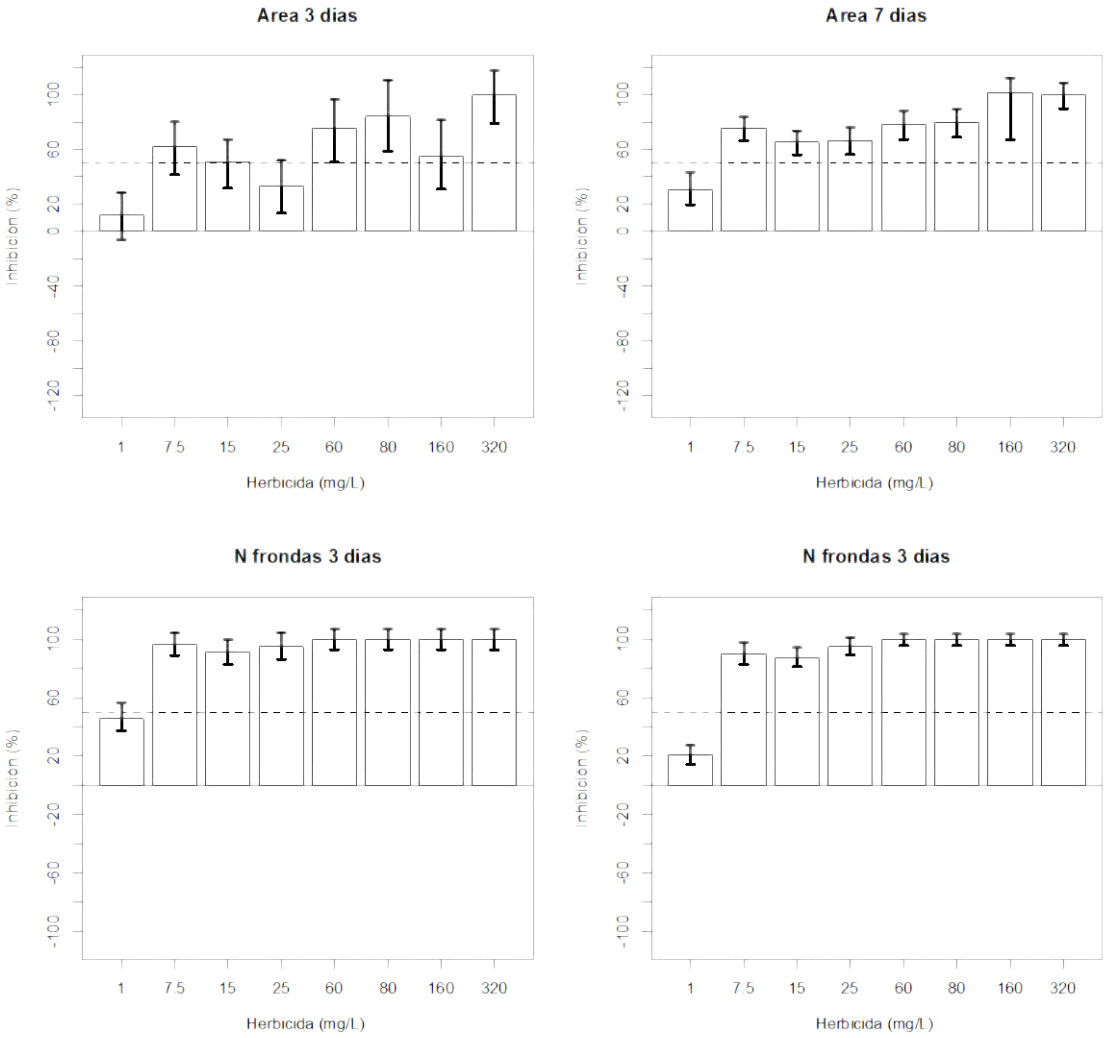


Figura 57. Resultado Bioensayo crónico de Lemna minuta frente a Herbicida (glifosato), en los endpoint área foliar y número de frondas . Barras indican media del porcentaje de inhibición por concentración y porcentaje de la muestra obtenida en terreno. Bigotes por cada barra al error estandar.

Folio018641

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA

EXPERIENCIA PILOTO PARA LA CREACIÓN DE UN ÁREA SILVESTRE PROTEGIDA DE PROPIEDAD PRIVADA EN HUASCO ALTO COMUNA DE ALTO DEL CARMEN III REGIÓN DE ATACAMA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓGRAFO

AUTORA: **CARLA MARIELA PEÑA GÓMEZ**

PROFESOR GUIA: **Dr. HUGO ROMERO.**

SANTIAGO, CHILE
2005

Folio018642

DEDICATORIA

A Carmen, Inés, Ramón y Juan.

Folio018643

AGRADECIMIENTOS

Los sueños se construyen a pulso, lento y con dedicación para cumplirlos bien. Este es otro de mis sueños alcanzados, ser geógrafa, conocer de otros mundos, para bien desenvolverme en el aire y en la tierra. Bajo mis pies irán quedando muchos lugares, pero en mi alma se irán quedando las personas, y se quedaron las que caminaron conmigo en todos estos años, con sus historias, con sus mitos, con sus verdades, con frases armadas para construir nuevos sueños y vivir en el intento de alcanzarlos. Porque los pájaros de fuego nacimos para vivir volando, quemando el aire con las palabras y nidificando sólo al final, en árboles que puedan alcanzar las nubes.

Quiero reconocer a todas las personas que caminaron conmigo e impulsaron este vuelo que recién comienza, este será un pequeño homenaje para ellos.

A mis abuelitas: Carmelita e Inés, fueron sus historias personales llenas de aventuras las que me impulsaron a explorar nuevos mundos, porque de alguna forma aunque ya sabía caminar, ustedes me enseñaron a saborear las caminatas, y a luchar por lo que creemos. A mi mamá, agradezco por haberme soportado en aquellos momentos en que desesperaba mi incomprensión por algunas materias, y por quedarse conmigo para enseñarme a leer y a escribir, a pedir perdón cuando me equivoco, a respetar a los demás, a hacerme responsable de los que estén a mi cuidado, y también a querer a las demás especies que poblan la tierra. Ella es la absoluta responsable de mi tendencia biogeográfica, por su investigación exhaustiva del comportamiento de las lagartijas del patio de la casa y por su paciencia en otorgar bienestar a cuanto perro y gato cruzó el umbral de nuestra puerta. A mi papá, le agradezco las rabias que hicieron fortalecerme, pero más las palabras regaladas con tanto cariño, y luego las canciones, llenas de mundos diversos, donde viajamos a través de Latinoamérica sobre las melodías; este hombre de mirada preguntona, me enseñó a admirar las cosas simples y a cuidar a los amigos; porque él ha sido un hombre sencillo, pero con una profunda convicción de justicia social, que me ha traspasado y espero cumplir con la seriedad que el tema obliga. Agradezco a mi hermana grande, la Carola que me enseñó que la capital de un país no quedaba al medio del país como yo pensaba a los seis años, siendo ése mi primer gran descubrimiento geográfico. A mi hermano Matías, porque se convirtió también en uno de mis mejores amigos, donde sabemos que podemos de igual forma sandunguear en La Piojera que hablar de la crisis de la planificación socialista y de las aberraciones del neoliberalismo, gracias hermano por tu compañía. Y mi hermana Liliana, con quien sólo tengo esperanzas de viajar juntas a recónditos lugares, porque dicen que es la que más se parece a mí, será una gran artista, y cuando crezca viajaremos repartiendo el tiempo entre conciertos e investigaciones de campo.

De mis amigas, las primeras, ellas por supuesto, las cabras, millones de gracias a ustedes. A la Marcia Villalobos, que es imposible de olvidar ¿quién se va o quién se queda?... ¿Carla te vas?, además de las miles de frases de Chavo del ocho que enredaban absolutamente todas las situaciones y transformaban en risas cualquier cosa seria, además de las actuaciones espléndidas, gracias por abrirme un espacio de tu corazón; Tamara Troncoso, ahora pensamos nuevos rumbos y perfilamos la brújula hacia el mismo horizonte, gracias por mantenerme la cabeza en la tierra y compartir mis porfías; la Pili Ogalde con la que tuvimos la gracia de saborear juntas el norte y las comunidades indígenas Collas, conquistando el Salar de Pedernales y las alturas; la Carola Sandoval que con sus silencios deja claro su parecer, gracias por escucharme siempre y por darme fuerzas para seguir adelante y, además, porque junto a la Evelyn jugamos en el esplendoroso y magnífico equipo de fútbol femenino de la Escuela de Geografía, trayéndonos por supuesto incontables momentos de felicidad y orgullo (cuando ganábamos) y de tristeza (cuando perdíamos), a todo esto, aprovecho de pedir

Folio018644

disculpas por un auto gol de taquito que hice. Evelyn Reinoso Leal que gran honor le haces a tu apellido, eres sin duda, la más inteligente de esta bandada de loros que somos. Quiero también agradecerles a todas ustedes las infinitas conversaciones de tres chiflados que tanto me hacen reír, espero que sigamos conversando así, total, para cosas serias, estarán las reuniones de trabajo.

Y luego están también quienes han estado allí, acompañándome en los otros pasos, en esos que pocos veían, en crecer, en ser mejor, en esforzarme por alcanzar la meta, y en acompañarme en alcanzarla. La Memé, mi mejor prima, yo nunca he dejado de creerte, ahora somos grandes y lo mejor es que somos aquello que dijimos que queríamos ser cuando teníamos como doce años ¿te acuerdas?, aquí estamos...hoy somos aquello que imaginamos. A la Carolina Duarte, con quien recorrimos muchos lugares y me dejó contarle cada una de las cosas que aprendía en la Universidad, con ella nunca importó el tiempo ni la distancia, siempre era bueno hacer lo imposible por conocer otros mundos; creo que es tiempo ya de agarrar la mochila, ponerla al hombro y partir a conquistar el horizonte una vez más.

De mis amigos, al Rafa, con quien tuve la suerte de compartir todos mis momentos en la Región de Atacama, trabajando juntos, peleándonos, haciendo asados o discutiendo temas serios, eres muy especial para mí, gracias amigo, porque si no hubieras estado conmigo, esta memoria no habría resultado, ni tampoco todo nuestro trabajo con las Comunidades Collas. A Gerardo, por supuesto, el hombre que tuvo más paciencia conmigo y el que más me guió en este desértico camino, al punto de atrapar mi corazón, muchas gracias por todo tu infinito apoyo, desde los conocimientos hasta las emociones, te quiero mucho.

Finalmente quiero incluir en estas líneas a Don Miguel Díaz, quien me dio la oportunidad de trabajar con las Comunidades Indígenas de la Región de Atacama, cuando tímidamente le solicité práctica profesional y me recibió con los brazos abiertos; también a Don Freddy Correa, quien materializó la solicitud de práctica, pero además porque fue como segundo papá cuando me encontraba perdida en las soledades de la III Región.

A mi profesor guía, Sr. Hugo Romero, gracias por ayudarme a consolidar este trabajo, para mí, el primero de muchos otros que vendrán. Fue un gran mentor en este camino. Muchas gracias.

A la profesora Gladys Armijo, que motivó mi gusto por la Geografía Rural y por los asuntos indígenas, entregándome además la llave de una puerta de infinita extensión, no sólo por su conocimiento en la materia, sino también por su maternal trato. Muchas gracias.

Y por supuesto, a quienes son los protagonistas de este trabajo, los Huascoaltinos, gracias por enseñarme, por abrirme un lugar en su Comunidad, y por entregarme la confianza y el cariño. Especialmente para Sergio Campusano, Rubén Campusano, Williams Santander, Rufino Bordones y también la Sra. Angelina de Chigüinto, de alguna forma mi raíz ha vuelto a la superficie cuando los conocí, junto a todos esos cacharros cerámicos del Museo de Ovalle, hoy ustedes reviven el agua que ellos contenían. Gracias al Pueblo Diaguita.

"...Puse rumbo al horizonte y por nada me detuve,
ansioso por llegar donde las olas salpican las nubes.
Y brindar en primera fila con el sol resucitado,
sentarme en la barandilla y ver qué hay del otro lado..."

(Serrat)

Folio018645

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN 12

INTRODUCCIÓN 13

I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16

1.1 Planteamiento del Problema 16
1.2 Objetivos del Estudio 19
1.3 Hipótesis 20

II MARCO TÉÓRICO Y CONCEPTUAL REFERENCIAL 21
2.1 Concepto de biodiversidad: principios y fundamentos 21
2.2 Concepto de conservación: principios y fundamentos 25
2.3 Conservación in situ 31
2.4 Apoyo a la conservación in situ: conservación ex situ y corredores biológicos 33
2.5 Biogeografía y su aporte a las acciones de conservación 36
2.6 Ecología del Paisaje y su potencial para acciones de conservación 42
2.7 Estado de conservación y representatividad de ecosistemas en el país y en la III Región de Atacama 46
2.8 Aplicaciones de un Sistema de Información Geográfico (SIG) en la conservación de biodiversidad 48

III METODOLOGÍA 51
3.1 Material de estudio 51
3.2 Métodos de cumplimiento de los objetivos propuestos 59

IV RESULTADOS 93

4.1 Caracterización del sistema normativo de conservación de biodiversidad a través de los instrumentos legales vigentes en el país. 93
4.1.1 Desarrollo v/s conservación ambiental 93
4.1.2 Constitución Política de la República de Chile 95
4.1.3 Convenciones Internacionales en las cuales participa Chile 95
4.1.4 Leyes y Decretos Leyes 101
4.1.5 Políticas, Planes, Estrategias y Programas de carácter nacional 105
4.1.6 Estrategias y políticas regionales en materia medioambiental 112
4.1.7 La materialización de la conservación ambiental en Chile 117

Folio018646

4.2 Evaluación de las características del territorio de Huasco Alto en relación a los requisitos o condiciones que exigen los instrumentos legales de conservación aplicables en el país respecto a la creación de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada. 130
4.2.1 Representatividad de ecosistemas en la zona de Huasco Alto 130
4.2.2 Definición del área de estudio como prioritaria para efectos de su conservación por estrategias, planes o programas nacionales o regionales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica. 158

4.3 Definición de la representatividad, escasez y organización espacial de los ecosistemas propuestos a través de criterios geográficos 162
4.3.1 Paisajes funcionales en el área de estudio 162
4.3.2 Sitios funcionales en el área de estudio 163
4.3.3 Redes funcionales en el área de estudio 176

4.4 Caracterización del Uso de Recursos Territoriales por parte de la Comunidad local y de las inversiones empresariales en el área 180
4.4.1 Población comunal 180
4.4.2 Actividades ecónomicas 183
4.4.3 Poblamiento 187
4.4.4 Uso de recursos territoriales 191
4.4.5 Principales inversiones empresariales en la Comuna de Alto del Carmen 206

4.5 Propuesta de conservación ambiental como apoyo a la gestión y administración del área. 221
4.5.1 Componente físico 221
4.5.2 Bases de datos alfanuméricas y cartográficas que apoyan la gestión del área 222

V CONCLUSIONES 231

VI RECOMENDACIONES 237

VII BIBLIOGRAFÍA 239

VIII ANEXOS 251
Anexo 1: Encuesta de caracterización de uso de recursos territoriales en la Comunidad Huascoaltinos 251
Anexo 2: Tratados ambientales suscritos por el Estado chileno. 257
Anexo 3: Instrumentos legales de protección de la biodiversidad nacional 261
Anexo 4: Formaciones vegetales y su presencia en el SNASPE 263
Anexo 5: Listado florístico, Comuna de Alto del Carmen 267
Anexo 6: Listado faunístico, Comuna de Alto del Carmen 286
Anexo 7: Veranadas: Vegas de pastoreo de familias diaguitas 293
Anexo 8: Listado de crianceros de Huasco Alto 295

Folio018647

INDICE DE TABLAS

1	Antecedentes demográficos y poblacionales de la Comuna de Alto del Carmen	57
2	Categorías de conservación de especies de flora	67
3	Categorías de conservación de especies de fauna	69
4	Escalas de conservación de objetos de filtro grueso	72
5	Escalas de conservación de objetos a nivel de especie con problemas de conservación	73
6	Valorización del número total de especies de flora	73
7	Valorización del número total de especies de fauna detectadas	74
8	Valorización del número total de especies de fauna potenciales	74
9	Valorización de especies con problemas de conservación potenciales	74
10	Valorización de atributo “corredor biológico”	75
11	Valorización componente biótico	78
12	Valor de existencia de vestigios arqueológicos por subcuenca del área de estudio.	83
13	Rangos de valor de existencia vestigios arqueológicos	83
14	Valor de uso de recursos territoriales, actividad funcional por parte de la comunidad local.	84
15	Valorización uso de recursos territoriales, actividad funcional por parte de la comunidad local	84
16	Valorización componente socio cultural e histórico	85
17	Rangos de valor para la superficie de uso de las inversiones empresariales	85
18	Valorización número total de potenciales impactos por parte de las inversiones empresariales	86
19	Valorización componente inversiones empresariales	86
20	Valorización de la red de drenaje	87
21	Valorización de la presencia de cuerpos de agua	87
22	Valorización de la presencia de cuerpos de nieves y glaciares	88
23	Valorización de accesos	88
24	Valorización de altitud	88
25	Valorizacion del componente físico	89
26	Valorización de normalización de atributos componente físico	89
27	Valorización final de componentes	90
28	Valor del área de estudio como espacio de conservación en base a componentes biótico, socio cultural e histórico y físico.	90
29	Valor del área de estudio como espacio de conservación en base a componentes biótico, socio cultural e histórico, de inversiones empresariales y físico.	91
30	Clasificación de ecosistemas en la Comuna de Alto del Carmen, formulario A2 del Manual de procedimientos para afectación de ASPP	131
31	Cobertura de las formaciones vegetacionales en el área de estudio	131
32	Especies de flora en subcuenca 1 Río Laguna Grande	140

Folio018648

33	Estado de conservación de la flora en subcuenca 1 Río Laguna Grande	141
34	Especies de fauna en subcuenca 1 Río Laguna Grande	142
35	Estado de conservación de la fauna en subcuenca 1 Río Laguna Grande	142
36	Especies de flora en subcuenca 3 Río Conay	143
37	Estado de conservación de la flora en subcuenca 3 Río Conay	144
38	Especies de fauna en subcuenca 3 Río Conay	145
39	Estado de conservación de la fauna en subcuenca 3 Río Conay	146
40	Especies de flora en subcuenca 4 Río Chollay	146
41	Estado de conservación de la flora en subcuenca 4 Río Chollay	147
42	Especies de fauna en subcuenca 4 Río Chollay	147
43	Estado de conservación de la fauna en subcuenca 4 Río Chollay	149
44	Especies de flora en subcuenca 5 Quebrada Chanchoquín	150
45	Estado de conservación de la flora en subcuenca 5 Quebrada Chanchoquín	151
46	Especies de fauna en subcuenca 5 Quebrada Chanchoquín	151
47	Estado de conservación de la fauna en subcuenca 5 Quebrada Chanchoquín	152
48	Especies de flora en subcuenca 6 Río El Tránsito superior	152
49	Estado de conservación de la flora en subcuenca 6 Río El Tránsito superior	154
50	Especies de fauna en subcuenca 6 Río El Tránsito superior	154
51	Estado de conservación de la fauna en subcuenca 6 Río El Tránsito superior	155
52	Especies de flora en subcuenca 7 Río El Tránsito inferior	156
53	Estado de conservación de la flora en subcuenca 7 Río El Tránsito inferior	157
54	Especies de fauna en subcuenca 7 Río El Tránsito inferior	157
55	Estado de conservación de la fauna en subcuenca 7 Río El Tránsito inferior	158
56	Definición del área de estudio como prioritaria de conservación en instrumentos de planificación territorial.	159
57	Resultados de escalas de conservación de objetos de filtro grueso	162
58	Clasificación de la flora con problemas de conservación presente en el área de estudio	165
59	Estado de conservación de flora en el área de estudio	165
60	Resultados de escalas de conservación de objetos a nivel de especies de flora con problemas de conservación	167
61	Estado de conservación de la fauna en el área de estudio	170
62	Resultados de escalas de conservación de objetos a nivel de especies de fauna con problemas de conservación	172
63	Resultados de valorización del número total de especies de flora por unidad (subcuencas en que se inserta el área de estudio)	175
64	Resultados de valorización del número total de especies de fauna por unidad (subcuencas en que se inserta el área de estudio)	175
65	Resultados valorización atributo corredor biológico	177

Folio018649

66	Planilla de valorización final del componente biótico para las subcuencas en que se inserta el área de estudio.	177
67	Antecedentes demográficos Comuna de Alto del Carmen	180
68	Distribución etárea y por sexo Comuna de Alto del Carmen	180
69	Índice de desarrollo humano Comuna de Alto del Carmen	180
70	Población según línea de pobreza (*) Comuna de Alto del Carmen	181
71	Tasa de crecimiento y decrecimiento Comuna Alto del Carmen	182
72	Variación intercensal Comuna Alto del Carmen	182
73	Proyección de población comunal 1999 – 2005	182
74	Población económicamente activa por tramos de edad y por sexo Comuna de Alto del Carmen	183
75	Ramas de actividad económica Comuna de Alto del Carmen	183
76	Localidades del valle el tránsito, área de influencia directa e indirecta del proyecto	188
77	Registros arqueológicos en Museo Regional de Atacama	192
78	Registros arqueológicos en proyectos ingresados al SEIA	192
79	Valor de existencia de vestigios arqueológicos por subcuenca del área de estudio.	195
80	Superficie productiva de la Comuna de Alto del Carmen	198
81	Valor de uso de recursos territoriales, ganadería extensiva por parte de la comunidad local.	205
82	Valorización del componente socio cultural e histórico	205
83	Principales inversiones empresariales mineras en la Comuna de Alto del Carmen	206
84	Potenciales Impactos de las inversiones empresariales y otras inversiones por subcuenca.	216
85	Valorización de las inversiones empresariales en el área de estudio	218
86	Valorización del componente inversiones empresariales	220
87	Valorización del componente físico	221
88	Valorización final de componentes	222
89	Valor de la unidad como objeto de conservación en base a componentes biótico, socio cultural e histórico y físico	223
90	Valor de la unidad como objeto de conservación en base a componentes biótico, socio cultural e histórico, de inversiones empresariales y físico	223

Folio018650

INDICE DE FIGURAS

1	Niveles de organización del concepto de biodiversidad	22
2	Área de estudio	53
3	Objetos de conservación a nivel de especie	77
4	Objetos de conservación terrestre de filtro grueso	77
5	Cobertura de formaciones vegetacionales en la Comuna de Alto del Carmen y el área de estudio	133
6	Uso actual de suelo en el área de estudio	136
7	Área de estudio y subcuencas asociadas	138
8	Subcuencas en las que se inserta el área de estudio	139
9	Distribución de especies de flora con problemas de conservación registradas en el área de estudio	166
10	Distribución de especies de fauna con problemas de conservación registradas en el área de estudio	171
11	Hidrología por subcuencas en el área de estudio	176
12	Localidades del área de influencia del proyecto	190
13	Registros arqueológicos en Huasco Alto	194
14	Circuito de trashumancia y principales sitios de pastaje en Huasco Alto	202
15	Inversiones empresariales en el área de estudio y en la Comuna de Alto del Carmen	219
16	Valorización componente biótico	225
17	Valorización componente socio cultural e histórico	226
18	Valorización componente inversiones empresariales	227
19	Valorización componente físico	228
20	Valor del área de estudio como objeto de conservación en base a componentes biótico, socio cultural e histórico y físico. Propuesta de categoría de manejo.	229
21	Valor del área de estudio como objeto de conservación en base a componentes biótico, socio cultural e histórico, invsersiones empresariales y físico. Propuesta de categoría de manejo considerando potenciales impactos de las inversiones empresariales en el área.	230

Folio018651

INDICE DE GRÁFICOS

1	Participación porcentual ramas de actividad económica Comuna de Alto del Carmen	184
2	Principales actividades económicas comuneros de Huasco Alto	185
3	Principales productos de venta de los comuneros de Huasco Alto.	186
4	Principales sitios de invernada en Huasco Alto	200
5	Principales sitios de veranada en Huasco Alto	201
6	Principales recursos extraidos en el circuito de trashumancia	203

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

1	Laguna Grande	141
2	*Liolaemus atacamensis*	145
3	*Lama Guanicoe* (Guanaco)	149

Folio018652

RESUMEN

Las Áreas Silvestres Protegidas constituyen la herramienta central de conservación de biodiversidad. En nuestro país, diversos cuerpos normativos procuran el resguardo de ella, y se han realizado esfuerzos por casi 100 años para su mantención y control. Sin embargo, de los 85 ecosistemas reconocidos formalmente a nivel nacional, sólo 68 de ellos cuentan con protección al interior del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, faltando proteger 17 ecosistemas. Gran parte de los ecosistemas que se debieran conservar, se encuentran en la actualidad en terrenos de propiedad privada.

La presente memoria de título evalúa la creación de un Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada como objeto de conservación de la biodiversidad nacional en la zona de Huasco Alto, teniendo en cuenta criterios de orden ecosistémico y de uso y manejo de recursos territoriales de la población de la Comunidad Agrícola Huascoaltinos y de las inversiones empresariales en el área, para finalmente decantar en una propuesta geográfica de conservación, atingente a los componentes territoriales biótico, físico y humano.

Incorporar al tradicional análisis ecosistémico o biótico los componentes socio culturales, económicos y de inversión empresarial, permitió definir desde la óptica geográfica, la categoría de manejo que más adecuada a este espacio, esto es, un área de usos múltiples con un lugar definido como Parque Natural Privado, en vecindad con un área definida como Reserva Natural Privada y otro sector sin cumplimiento de requisitos como para afectación para la conservación, pero si de utilidad como zona de amortiguación de ella.

Folio018653

INTRODUCCIÓN

El Estado Chileno enfrenta con mayor énfasis la conservación de diversidad biológica, desde la primera mitad de la década de los ´90, a través de la suscripción en la Convención de Río de Janeiro en 1992, cuyos acuerdos son ratificados por el Estado Chileno en 1994. A través de esto, Chile se compromete a conservar la Diversidad Biológica en todas sus manifestaciones, esto es, genes, especies y ecosistemas; reconociendo que, uno de los mecanismos más eficaces para la conservación *in situ*[1] son los Sistemas de Áreas Protegidas (art. 8).

El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) ha ido creciendo paulatinamente desde 1907, con la creación de la Reserva Nacional Malleco, en la IX Región, preservando y conservando Diversidad Biológica y paisaje a través de distintas categorías de manejo. Sin embargo, es recién en el año 1984 que se implementa su cuerpo normativo, bajo la Ley Nº 18.362, teniendo como soporte legal la Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América (Convención de Washington, 1940), la Ley de Bosques, y, estableciéndose en terrenos fiscales conforme a lo dispuesto en la Ley N° 1.939 de Normas sobre Adquisición, Administración y Disposición de Bienes del Estado.

A pesar de los esfuerzos en lo legal como suscripción de convenios, en lo Institucional y técnico, especialmente con la acción de CONAF y en lo Político, con distintas Normativas que señalan establecer Áreas Silvestres Protegidas, Chile aún no tiene asegurada su diversidad biológica; puesto que aún falta por proteger por lo menos 17 de los 85 ecosistemas identificados en el país, y, por lo tanto, la diversidad biológica asociada a ellos. Gran parte de estos ecosistemas se localizan en la actualidad en terrenos de propiedad privada.

Por ello, en el contexto anterior, la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, establece en el artículo 35 que "*Con el mismo propósito señalado en el*

[1] Del Latín: *En el lugar*

Folio018654

artículo precedente (34), el Estado fomentará e incentivará la creación de Áreas Silvestres de Propiedad Privada".

Por lo tanto, la Ley reconoce y mandata en Chile, que la Conservación de la Biodiversidad es fundamental asegurarla, y que además de utilizar el Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), se deberá fomentar un Sistema de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada (ASPP).

El mandato de la Ley, sin embargo, para que sea operativo debe necesariamente poseer un Reglamento y por ello, el año 2004 se envió a la Contraloría General de la República el Reglamento sobre Áreas Silvestres Protegidas de propiedad Privada; Reglamento que fija las normas de creación, afectación, categorías y normas de manejo, entre otros aspectos de gestión de estas áreas. En este marco, CONAF y CONAMA, han desarrollado una serie de instrumentos de gestión, que permiten iniciar de manera más formal, la afectación de las Áreas Silvestres Protegidas de propiedad privada, y así, establecer un marco regulatorio a la loable acción emprendida en todos estos años por diversas ONG de corte ambientalista.

En la III Región de Atacama, en particular en el sector de Huasco Alto, Comuna de Alto del Carmen, en la Propiedad Privada de la Comunidad Agrícola Huasco Altinos de ascendencia Diaguita, existe una serie de ecosistemas propicios para incorporar a los objetivos de conservación de la Diversidad Biológica del país, a través de las Áreas Silvestres Protegidas de propiedad Privada. Esta cualidad territorial se complementa además, con el deseo de la Comunidad propietaria de los terrenos, de contribuir a la Conservación, asegurando la protección de los ecosistemas presentes, destinándolos a futuro, al uso y aprovechamiento de formas compatibles con el turismo de fines especiales (agro, eco y etnoturismo).

La presente investigación analiza la conservación ambiental en Huasco Alto desde el punto de vista geográfico, esto es considerando tanto al objeto (ecosistema, especies), como al sujeto de conservación (el ser humano), lo que permite llegar a una propuesta de conservación más pertinente con la realidad local. Así, los análisis desarrollados

Folio018655

dicen relación con: normativa medioambiental vigente en Chile, requisitos o condiciones que cumple el área de estudio de acuerdo a las normativas que operan en el área, representatividad, escasez y organización espacial de los ecosistemas propuestos, uso de recursos territoriales por parte de la población local y de las inversiones empresariales en el área y finalmente, una propuesta de protección a partir de los análisis de las bases de datos alfanuméricas y cartográficas obtenidas.

Folio018656

I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De los 85 ecosistemas que se han reconocido a nivel nacional (GAJARDO, 1994), 68 de ellos están representados en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), faltando, por lo tanto, poner bajo protección 17 ecosistemas. Gran parte de los ecosistemas que se deben conservar o cuya protección debiera ser fortalecida por debilidades en su representatividad en el SNASPE, se encuentran localizados en la actualidad en terrenos de propiedad privada.

Por otra parte, y a raíz de las transformaciones productivas del país, basadas en el modelo de desarrollo capitalista, la comercialización de recursos naturales renovables y no renovables como materia prima, se ha transformado en la actividad económica más dinámica en los mercados internacionales. La presencia, abundancia y calidad de los recursos naturales y materias primas destinados a abastecer el mercado mundial, atraen a empresas transnacionales y nacionales a localizarse en áreas que hasta hace poco no eran consideradas valiosas o bien que se encontraban en sitios remotos e inaccesibles. Estos sectores muchas veces coinciden con las áreas donde se emplazan las muestras ecosistémicas más relevantes o mejor conservadas.

Por otro lado, algunos de dichos lugares han servido de asiento a comunidades locales, que han realizando un uso ancestral o histórico del espacio, por lo cual conservan un arraigo territorial, estableciendo vínculos no sólo económicos, sino que además simbólicos y culturales con sus lugares de residencia. Ello significa un sentido estrecho de identidad con ciertos lugares, donde las vinculaciones sociales y culturales se asocian a la explotación local de recursos para contribuir en la construcción de este arraigo.

La globalización de las economías nacionales, regionales y locales, los flujos crecientes de capitales y la apertura y desregulación, han producido un aumento de la competencia territorial entre diversos agentes, en busca del esperado crecimiento

Folio018657

económico, muchas veces en desmedro del capital natural, lo cual a su vez impacta de forma negativa en las poblaciones locales. Para atender esta problemática, y en una visión altruista de algunos propietarios, se ha comenzado a edificar en el país una Red de Áreas Silvestres Protegidas de propiedad privada, destinadas a la promoción de actividades productivas más armoniosas con el medio ambiente y la población local, a través de prácticas de turismo de intereses especiales, proyectos eco inmobiliarios, comunidades ecológicas, entre otros. Sin embargo, en la actualidad el país no cuenta con un instrumento legal que certifique la afectación de espacios de propiedad privada como áreas silvestres protegidas. Es por ello que se hace imprescindible definir nuevos mecanismos y modalidades de planificación territorial para la conservación ambiental, y en específico para la definición de espacios como parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas.

Así, el problema detectado, es la **falta de confluencia de los argumentos de carácter físico, económico y social que inciden en un territorio como para someterlo a conservación ambiental.**

En la Comuna de Alto del Carmen, que se ubica en la cuenca superior del Río Huasco, en la III Región de Atacama, existe a lo largo del valle un territorio que alberga tres muestras ecosistémicas no representadas en el SNASPE, posee lagunas catalogadas como humedales alto andinos importantes para el desarrollo biológico de especies de flora y fauna y, ha sido denominado como "*Sitio Prioritario de conservación de Biodiversidad*", según el comité técnico de CONAMA. Este territorio pertenece a la Comunidad Agrícola Huascoaltinos, y por lo tanto, constituye un territorio de propiedad privada.

Este sitio también está sometido a una alta presión por el uso de los recursos naturales, sobre todo por la minería de gran escala, ya que se encuentra cercano a la instalación del Proyecto Minero Pascua Lama, de Barrick Gold Corporation y del Proyecto Minero El Morro, de la Compañía Minera Noranda, además de existir en la parte baja del valle explotaciones agrícolas destinadas al cultivo de uva de exportación.

Folio018658

Por su parte, la Comunidad que conforman los agricultores y habitantes locales, ha solicitado formalmente al aparato público destinar parte de su territorio a la conservación ambiental. Esta comunidad, que se auto identifica como descendiente del pueblo indígena Diaguita, en la actualidad utiliza el espacio principalmente bajo el sistema de trashumancia, propio de crianceros e indígenas, esto es, un mecanismo de traslado rotativo del ganado en invernada y veranada, según la disponibilidad de forraje silvestre y la variabilidad climática estacionaria.

En este territorio se busca evaluar la creación de un Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada, como objeto de conservación de la biodiversidad nacional en la zona de Huasco Alto, teniendo en cuenta criterios de orden ecosistémico y de uso y manejo de recursos territoriales por parte de la comunidad local. Al mismo tiempo, se trata de compatibilizar la protección de la naturaleza con los proyectos de inversiones empresariales localizadas en el área, contribuyendo con ello tanto a asegurar la representatividad de la Biodiversidad de al menos dos muestras de ecosistemas actualmente no incluidos en el SNASPE, como el interés económico de inversionistas de macro explotaciones de recursos naturales, y de ambos objetivos con la puesta en valor de las expectativas de la población que vive, se vincula culturalmente y usufructa de este espacio.

Folio018659

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.2.1 Objetivo General

Evaluar la creación de un Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada como objeto de conservación de la biodiversidad nacional en la zona de Huasco Alto, teniendo en cuenta criterios de orden ecosistémico y de uso y manejo de recursos territoriales por parte de la población comunal.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar el sistema normativo de conservación ambiental a través de los instrumentos legales vigentes en el país.

2. Evaluar las características del territorio de Huasco Alto en relación a los requisitos o condiciones que exigen los instrumentos legales de conservación aplicables en el país respecto a la creación de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada.

3. Identificar y aplicar criterios geográficos que permitan determinar la representatividad, escasez y organización espacial de los ecosistemas propuestos para la conservación ambiental.

4. Caracterizar el uso de los recursos territoriales por parte de la comunidad local y de la inversión empresarial en el área.

5. Generar una propuesta de conservación ambiental ligada a una base de datos alfanumérica y cartográfica que apoye la gestión y administración del área.

Folio018660

1.3 HIPÓTESIS

1. El territorio de la Comunidad Agrícola Huascoaltinos cumple con las exigencias de representatividad, escasez y organización espacial de los ecosistemas naturales y los usos humanos y culturales del espacio que le permiten ser declarada Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada según los instrumentos normativos de conservación ambiental vigentes en el país.

2. El uso de recursos territoriales por parte de la comunidad local es compatible con los objetivos de conservación ambiental definidos en los instrumentos normativos.

3. Las inversiones empresariales son una amenaza a la instalación de un Área Silvestre Protegida en el área.

4. La actividad funcional de la comunidad local se ve restringida con la categoría de manejo propuesta para la instalación de un Área Silvestre Protegida.

Folio018661

II MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL REFERENCIAL

2.1 CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD: PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS

El término fue concebido por el ecólogo y genetista forestal T. F. Ledig, como una trinidad biológica que incluye (DIRZO, [s.a]):

i) La diversidad de formas del mismo gen o genes dentro de una especie,
ii) El cúmulo de diferencias genéticas que caracterizan a diferentes poblaciones y,
iii) Las enormes bibliotecas de información genética que caracterizan a cada una de las especies.

Entre las diferentes acepciones que se pueden encontrar para definir el término biodiversidad en la actualidad, están:

1. Es la variedad de la vida que se distribuye de forma heterogénea a través de la Tierra (GASTON, 2000).
2. Es la suma total de todas las variaciones bióticas, desde el nivel de genes a ecosistemas (PURVIS y HECTOR, 2000).
3. Es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta a todos los niveles jerárquicos de la vida, de las moléculas a los ecosistemas, pasando por los genes, las células, los individuos, las poblaciones y las comunidades (SOLBRIG, 1991).
4. Es el patrimonio o riqueza biótica singular e irrepetible de cada lugar, región o continente y, en última instancia de toda la humanidad (WILSON, 1988).
5. Es la riqueza total en composición y número de manifestaciones de las formas de vida en la naturaleza que incluye toda gamma de variación y abundancia de genes, organismos, poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y los procesos ecológicos de los que son parte (SEMARNAP, 1997).
6. Una rica y variada gama de organismos vivos, cuyas especies, la diversidad genética existente en los individuos que las conforman y los ecosistemas que

Folio018662

habitan constituye lo que se denomina biodiversidad (WATSON *et al,* 1995 en <http://www.inbio.cl>).

FIGURA 1: NIVELES DE ORGANIZACIÓN DEL CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD



Fuente: INBio. Instituto Nacional de Biodiversidad. Costa Rica.

El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) define a la biodiversidad de la siguiente manera: por "*diversidad biológica se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas*" (CDB, 1992), definición compartida por la Ley General de Bases del Medio Ambiente (Ley 19.300).

El estudio de la biodiversidad surge en estrecha relación con la taxonomía, la evolución, la biogeografía y la ecología, pero con planteamientos propios de los que se espera surjan nuevos paradigmas (HEYWOOD, 1994; PEARSON, 1995; FAVILA y HALFFTER, 1997). Sus líneas de trabajo más notables tienen que ver con el papel de la diversidad de organismos, con la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, con su valor y uso por el hombre y con su inventario y seguimiento (FAVILA y HALFFTER, 1997; SCHLUTER y RICKLEFS, 1993).

La biodiversidad está determinada por tres tipos de elementos (FAVILA y HALFFTER, 1997), los cuales tienen que considerarse en cualquier esquema que se diseñe para su estudio:

Folio018663

i) Biogeográficos-históricos, que se refieren a los grupos filogenéticos y a los procesos evolutivos que han dado lugar a los taxa de organismos que existen.

ii) Ecológicos, que dependen de la estructura y funcionamiento y que pueden abordarse al menos desde tres puntos de vista:

a) Descriptivo; con formalidad matemática y estadística.
b) Funcional; con conocimientos biológicos detallados y
c) Evolutivo; con hipótesis susceptibles de comprobación en la realidad.

iii) Culturales, que reconocen la realidad de que la biodiversidad siempre ha sido, es y será transformada por el hombre.

La existencia de estos elementos significa reconocer tres diversidades (TOLEDO *et al*., 1993):

1) La diversidad biológica
2) La diversidad ecológica y
3) La diversidad cultural.

Aunque también desde una perspectiva antropocéntrica, es recomendable identificar los valores de la biodiversidad, al menos el utilitario y el ético (SEMARNAP, 1997). El valor utilitario tiene al menos tres expresiones:

i) los bienes; animales, plantas, alimentos, pieles y medicinas, entre otros.
ii) los servicios; oxigenación, polinización, reciclado de materiales, fijación de nitrógeno, regulación homeostática y otros.
iii) la información; genética, bioquímica y ecológica, entre otras.

El valor ético se refiere a las ideas de apreciación estética, de solidaridad transgeneracional (enfoque del desarrollo sostenible, considerando a nuestros descendientes) y de respeto a los procesos evolutivos. A dichos valores no sólo debe

Folio018664

asignárseles una visión “ecologista” o conservacionista. Su identificación es importante para el desarrollo de corrientes actuales de distintas disciplinas, tales como la economía ambiental y el desarrollo sostenible, sólo por mencionar algunas. Desde el punto de vista de la biología general y la comparada, los valores de la biodiversidad pueden ser cuantificados. Para que las comparaciones tengan sentido, no hay que perder de vista que la *valoración* y la *medición* de la biodiversidad dependen, entre otras cosas, de la escala a la cual se defina el problema. Es un hecho que existe la necesidad de obtener conocimientos sobre la biodiversidad, conocimientos que permitan detectar cuantitativamente sus propiedades e importancia. El conocer lo que existe, en donde está, en que cantidad y calidad, es indispensable para poder sugerir políticas congruentes con un análisis razonado de escenarios y con los planteamientos de costo beneficio que exige la sociedad moderna (FAVILA y HALFFTER, 1997).

Los organismos, tanto actuales (vivientes) como extintos (fósiles), deben verse como resultado de los elementos biogeográficos-históricos, los cuales tienen que considerarse en cualquier esquema que se diseñe para el estudio de la biodiversidad. Los hábitats deben examinarse como tales; no sólo los de origen natural, sino también aquellos inducidos, como los sistemas productivos del hombre, cuyo impacto y beneficio son una realidad en todo el planeta. Los distintos niveles de organización biológica incluyen ecosistemas, comunidades, poblaciones, individuos, genes y moléculas. De forma similar, los distintos niveles de segregación espacial y temporal incluyen la diversidad existente dentro de hábitats, entre hábitats y en un conjunto de hábitats (dentro y entre). (SOSA, [s.a]).

La Diversidad Biológica o Biodiversidad sustenta la sociedad de muchas e importantes maneras. Satisface alrededor del 80% de las necesidades humanas, es el pilar económico en muchos países, proporciona nuevas alternativas para la medicina y, cumple funciones ecológicas que permiten mantener la estabilidad planetaria, entre otros. <http://www.conama.cl>

Desde hace tiempo los científicos y profesionales de la conservación han reconocido que la biodiversidad existe en muchos niveles de organización biológica (genes,

Folio018665

especies, comunidades, ecosistemas y paisajes). Además, la biodiversidad se distribuye en una variedad de escalas geográficas (p.ej., de metros cuadrados a miles de hectáreas). Los niveles de organización biológica en los cuales The Nature Conservancy actualmente enfoca sus esfuerzos de conservación—*especies, comunidades ecológicas y sistemas ecológicos*—pueden clasificarse con base en su escala y patrón de distribución espacial. Entender estas relaciones es clave para la conservación y estrategias de manejo efectivas. (TNC, [s.a])

Los ***ecosistemas*** *son entendidos como* la comunidad y el medio abiótico que le sirve de soporte y que actúan como una unidad. Como sistema está formado por el conjunto de todos los seres vivos (la biocenosis) y el ambiente no vivo (el biotopo) que los rodea. Dicho de otra manera: un ecosistema está constituido de múltiples biotopos y biocenosis. Dicho de otro modo, un ecosistema es un sistema formado por una comunidad de organismos vivos y su medio ambiente físico. <http://www.conama.cl>

Hotspots es un término planteado para áreas que presentan una concentración excepcional de biodiversidad o riqueza de especies, endemismo y que enfrentan altos grados de amenaza (WILLIAMS *et al*., 1996). NERAASEN Y NELSON (1999) definen un concepto similar de área *top* para zonas con alta frecuencia de pantanos permanentes. Otros son los de *complementariedad* (WILLIAMS *et al.*, 1996) y *representatividad* (LARA *et al*., 2002), referidos a la magnitud en que la adición de una nueva localidad incrementa el número de especies escogidas en una red de reservas, y al aseguramiento de un sistema de reservas representativas en forma eficiente, respectivamente.

2.2 CONCEPTO DE CONSERVACIÓN: PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS

La conservación de la naturaleza, en especial de los animales, ha tenido siempre estrecha conexión con la caza. En definitiva, la necesidad de conservar la naturaleza tuvo su origen en la actividad cinegética del hombre. El primer impacto notable del hombre sobre su entorno, reflejado por la extinción de especies animales, tuvo lugar hace unos 10.000 ó 15.000 años. Los restos fósiles muestran cómo el hombre del

Folio018666

Paleolítico fue dominando a los animales que con él habitaban la tierra. Entre las especies que desaparecieron, tanto en Europa como en América se cuentan los perezosos gigantes, osos, leones, lobos, bisontes, mastodontes, mamuts y algunas enormes aves rapaces. Los primeros conservacionistas fueron siempre cazadores. Su propósito era preservar la caza para asegurarse de que siempre habría presas abundantes. Las primeras reservas naturales solían ser reservas reales de caza. (SALVAT, 1984).

Se llama conservación a aquellas formas de uso en que se procura conscientemente la mantención de algún nivel o densidad del recurso o paisaje, es decir, el uso sostenido en el tiempo (Fuentes, 1994). Otros señalan que consiste en la protección y manejo de muestras de tamaño compatible con la supervivencia, ritmo y evolución de ecosistemas, incluyendo la mantención de las especies y la conservación de su diversidad genética. (ROMERO, 2003).

MUÑOZ *et al*. (1996) consideran que los elementos claves en la conservación de la biodiversidad son:

- Conocimiento sobre la riqueza de especies y características distintivas de cada ecosistema, cada especie, su diversidad genética y centros de endemismo.
- Protección de áreas geográficas en que se mantengan, con el mínimo de alteración, muestras representativas de los ecosistemas naturales.
- Conocimiento de las técnicas de manejo sustentable de los ecosistemas y especies y su correcta aplicación por parte de los usuarios de los recursos naturales.

Decidir la ubicación de los espacios a proteger teniendo en cuenta la distribución de los sistemas ecológicos o cualquier tipo de regionalización ambiental, así como evaluar la eficacia de las estrategias de conservación estimando el "correcto" funcionamiento de los procesos ecológicos, son estrategias que no tienen en cuenta a los actores de esos procesos cuya protección constituye el verdadero reto de la denominada Crisis de la Biodiversidad: las especies (WILSON, 2002). Necesitamos, por ello, que los diseños de

Folio018667

las redes de espacios protegidos sean realizados con el objetivo de garantizar, también, la conservación de la diversidad biológica. (LOBO, J.M. y HORTAL, J. 2003)

El movimiento conservacionista moderno empezó a tomar impulso a fines del siglo pasado. El primer Parque Nacional del mundo, el de Yellowstone, situado entre los actuales estados de Wyoming, Montana y Utah, se fundó en 1872. La mayor entidad británica conservacionista, la *Royal Society for the Protection of Birds*, se constituyó en 1899. En Europa septentrional se establecieron los primeros Parques Nacionales en 1909, en Suecia. (SALVAT, 1984)

Chile desde 1907, con la creación de la Reserva Forestal Malleco en la IX Región, ha estado ejerciendo una acción sostenida en la conservación de la Diversidad Biológica y del paisaje a través de distintas categorías de manejo y de unidades. Como una forma de conservar las áreas naturales, el 27 de diciembre de 1984 fue publicada en el Diario Oficial la creación de un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), bajo la Ley Nº 18.362, siguiendo las recomendaciones de la Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza (1980), ampliada en 1991 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN en sus siglas en inglés), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Fundación Mundial para la Conservación de la Vida Silvestre (WWF en inglés). Estas recomendaciones son <http://usuarios.lycos.es/nnl/ecologia> :

- *Mantener los procesos ecológicos esenciales y los sistemas que sostienen la vida, de los que dependen las actividades económicas y la supervivencia humana.*
- *Preservar la diversidad de especies y la diversidad genética.*
- *Asegurar que todo uso de especies y de ecosistemas sea sustentable.*

La Convención sobre Diversidad Biológica, originada en la Reunión Cumbre sobre el Medio Ambiente desarrollada en Río de Janeiro en 1992, llamó a los países signatarios a desarrollar estrategias nacionales, planes o programas para la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica. Esto, y la creciente necesidad por racionalizar

Folio018668

los esfuerzos de conservación, en general, ha llevado a una reciente proliferación de estudios que se dirigen a la identificación de sitios de alta prioridad llamados "*Hotspots*" y a una red de áreas de protección eficientes para la conservación de biodiversidad (TURPIE *et al.,* 2000). La opinión actual menciona que los efectos combinados de pérdidas de hábitat y fragmentación, la ruptura de ecosistemas y el calentamiento global amenazan severamente la diversidad de especies en nuestro planeta, a lo que se suman las demandas crecientes de la población. Consecuencia de ello, es que tan solo una pequeña proporción de la superficie terrestre pueda ser manejada con fines de conservación (WOODHOUSE *et al*., 2000). Finalmente, la acción de conservación es necesaria cuando los recursos disponibles para conservar son insuficientes para proteger todas las características en una región en el corto plazo (PRESSEY y TAFFS, 2001).

El Estado Chileno enfrenta legalmente el tema de conservación de diversidad biológica con mayor énfasis, desde la primera mitad de la década de los ´90, a través de la suscripción en la Convención de Río de Janeiro en 1992, cuyos acuerdos son ratificados por el Estado Chileno en 1994. A través de esto, Chile se compromete a conservar la Diversidad Biológica en todas sus manifestaciones, esto es, genes, especies y ecosistemas; reconociendo por lo tanto, que uno de los mecanismos más eficaces para la conservación *in situ*[2] son los Sistemas de Áreas Protegidas (art. 8).

El número de especies que habita en Chile se ha estimado de forma conservadora en 29.000. Aún cuando esta cifra no es tan elevada si se compara con la de muchos otros países, la diversidad biológica de las especies se caracteriza por un *alto grado de endemismo*. Por ejemplo, entre las plantas, el 55% de las dicotiledóneas, el 33% de las gimnospermas y el 29% de los helechos y licopodios solo se pueden encontrar en Chile. El endemismo de los insectos alcanza casi el 44% en el caso de los lepidópteros, el 45% en los coleópteros, el 53% de los dípteros y el 92% de los heterópteros. Entre los vertebrados, casi el 78% de los anfibios es endémico, seguido por un 59% de los reptiles. El endemismo de las aves, el grupo más numeroso, es muy inferior, solo el 2%. Existen escasos conocimientos sobre la diversidad genética de las

[2] Del Latín: *En el lugar*

Folio018669

especies chilenas, tema que en la actualidad capta la atención en el contexto del convenio sobre la diversidad biológica y la política nacional de desarrollo biotecnológico. Ante la falta de inventarios exhaustivos de especies, es difícil evaluar la información sobre el *estado de conservación de las especies chilenas* en términos de la proporción de especies conocidas que experimentan dificultades, aunque está claro que no hay razón para la complacencia. En evaluaciones parciales se sugiere que aproximadamente una quinta parte (161) de las 823 especies de vertebrados mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces de agua dulce, analizadas estaban en peligro o eran vulnerables. Los peces de agua dulce son el grupo más afectado, ya que 41 especies experimentan graves problemas de conservación de un total de 44 especies. La base de datos de la Lista Roja de la UICN contiene 250 especies de plantas y animales de Chile, de las cuales 18 se encuentran en peligro crítico (la chinchilla de cola corta, entre otros), 16 están en peligro (el alerce y la nutria de los ríos del sur) y 62 se clasifican como vulnerables (la araucaria). Hay 93 especies en la categoría de “datos deficientes”, es decir, se carece de información adecuada para sustentar una evaluación directa o indirecta de su estado de conservación. De las 35 especies sobre las que se ha indicado una tendencia poblacional, sólo la ballena jorobada presenta una tendencia creciente (debido a la prohibición internacional a la caza de ballenas), mientras que 31 especies se clasifican en declive. (OCDE-CEPAL, 2005)

Las iniciativas para proteger algunas *especies vegetales concretas* comenzaron en Chile en la década de 1940, con la prohibición de la tala o explotación de algunas especies arbóreas. Cinco especies del norte de Chile fueron protegidas inicialmente por decreto supremo emitido por el entonces denominado Ministerio de Tierras y Colonización. En 1976, el alerce fue declarado monumento nacional con arreglo a la Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América (Convención de Washington de 1940), seguida por la araucaria (1990) y otras cinco especies que presentaban problemas de conservación en el centro y sur de Chile (1995). El desafío ha sido convertir esta protección sobre el papel en una auténtica protección, ante las presiones económicas, los recursos

Folio018670

limitados para la supervisar el cumplimiento y, en ocasiones, la carencia de una ética sólida de conservación en la población. (OCDE-CEPAL, 2005)

Desde la década de 1980, diversas iniciativas se han desarrollado en torno a la conservación de la biodiversidad. En 1985 se efectuó el primer simposio sobre clasificación del estado de conservación y prioridades de acción de especies arbóreas; luego en 1987 se realiza un segundo simposio sobre vertebrados terrestres y de agua dulce. En 1988 se llevó a cabo un tercer simposio en el cual se presentaron propuestas del estado de conservación de cactáceas y suculentas, helechos y bulbosas; y en 1993 el denominado “Sitios prioritarios de para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile” cuyos resultados fueron publicados posteriormente por MUÑOZ *et al*. (1996) (LARA *et al*., 2002).

A pesar de instrumentos relevantes como las medidas de compensación del actual Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que ha permitido poner bajo protección más de 50.000 hectáreas, es importante reconocer la fragilidad del actual SNASPE, toda vez que su cuerpo legal está supeditado a la publicación del Decreto que fija las plantas de la CONAF pública, situación no resuelta desde hace dos décadas. Pero el aparato público no es el único llamado a proteger la naturaleza, ya que es una tarea de la sociedad en su conjunto. Bajo este aspecto, es notorio en la última década el aumento en la motivación de los privados para participar en tareas de protección de biodiversidad, mediante formación de redes de expertos, redes de ONG’s y de otras organizaciones de la sociedad civil más locales y reservas privadas entre otros, lo cual está contribuyendo a mejorar las deficiencias del actual sistema estatal. Esta participación aún es insuficiente en el contexto nacional, pero debiera aumentar en la medida que exista una mejor legislación y programas de fomento a iniciativas privadas. (CONAMA, 2003)

En el Simposio sobre sitios prioritarios para la conservación organizado por CONAF en 1993, se concluyó que la selección de sitios de importancia por su biodiversidad, debe realizarse sobre la base de criterios objetivos de uso general. Estos pueden ser de distinta índole y catalogados como ecológicos y/o prácticos; entre los primeros se

Folio018671

mencionan: representatividad y exclusividad de ecosistemas, diversidad de hábitat, diversidad de especies y endemismos, pristinidad, tamaño y mantención de procesos vitales e interacción entre especies. Entre los criterios prácticos destacan los que presentan: el valor para la investigación o monitoreo, potencial educacional y recreativo; y por último, susceptibilidad a la degradación (MUÑOZ *et al*., 1996)

Además de la protección pasiva de las especies, varias entidades se han involucrado en *programas activos de recuperación de especies*. Por ejemplo, la CONAF, que administra las áreas silvestres protegidas por el Estado, utiliza financiamiento nacional e internacional para proteger el huemul del sur, el flamenco, el cisne de cuello negro, la foca de Juan Fernández y la palma chilena. Numerosas otras especies (en especial mamíferos marinos, albatros y petreles) se encuentran en una situación difícil y deberían ser protegidos mediante programas específicos de recuperación. Chile firmó en el año 2001 el Acuerdo sobre la Conservación de Albatros y Petreles, en el marco de la Convención de Bonn. La propuesta de la estrategia nacional para la biodiversidad, orientada a lograr una interacción más estrecha entre las autoridades y tendiente a establecer prioridades sobre la base de criterios de conservación explícitos y objetivos, parece prometedora. Un proyecto interinstitucional en el que participaron comunidades indígenas logró cierto éxito en el manejo sustentable de la vicuña en estado salvaje y en cautiverio. (OCDE-CEPAL, 2005).

La diversidad se puede conservar *in situ* (en el lugar donde se produce) en estado silvestre o en las fincas, o bien *ex situ* (fuera del lugar de producción) en bancos de germoplasma situados en lugares distintos del hábitat natural de la planta. <http://www.fao.org>

2.3 CONSERVACIÓN *IN SITU*

Al afrontar la conservación de la biodiversidad, la alternativa imperante ha sido la creación de santuarios para mantener poblaciones viables de las especies, santuarios que se encuentran protegidos de la influencia humana en diverso grado. Los criterios

Folio018672

para definir estos lugares han sido muy variados y, en ocasiones, subjetivos (MARGULES y PRESSEY, 2000; CABEZA y MOILANEN, 2001). Una estrategia, en principio razonable y ampliamente utilizada, consiste en el diseño de redes de reservas que tienden a maximizar la cobertura de los distintos paisajes, hábitats, ecoregiones o ecosistemas presentes en un territorio (FAITH y WALKER, 1996).

Los objetivos de conservación pretenden identificar y establecer un sistema de áreas protegidas y manejar los ecosistemas naturales fuera de las áreas protegidas (KANOWSKI *et al*., 2001). Estos consideran:

- Mantener los procesos ecológicos y la dinámica de los ecosistemas naturales a un nivel de paisaje.
- Mantener ejemplos viables de éstos ecosistemas a lo largo de su rango de distribución natural.
- Mantener poblaciones viables de especies nativas a lo largo de su rango de distribución natural y
- Mantener la diversidad genética de las especies.

Sin embargo, la realización de objetivos de conservación requiere estrategias para manejar la totalidad de paisajes incluyendo áreas destinadas para producción y protección. Bajo este concepto las reservas debieran cumplir dos roles principales: El primero señala que deben representar la biodiversidad de cada región y el segundo se refiere a la separación que debe existir entre la biodiversidad y los procesos que amenazan su persistencia. La infructuosa complementariedad de estos roles revela la existencia de sistemas de reservas a lo largo del mundo conteniendo una muestra parcial de diversidad biológica, usualmente en lugares remotos y en áreas inapropiadas debido a la realización de actividades comerciales (MARGULES Y PRESSEY, 2000).

En Chile la principal preocupación en materia de conservación ha estado radicada en el aparato estatal, siendo el principal instrumento el SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado), junto a otros cuerpos normativos dispersos y

Folio018673

manejados en diferentes Ministerios y Servicios Públicos. No obstante ello, uno de los problemas que persiste en el país es la falta de representación de una parte significativa de ecosistemas al interior SNASPE, con agravantes que muchos de ellos representan grandes territorios bajo protección oficial pero no efectiva. (CONAMA, 2003)

El SNASPE a nivel país, cubre una superficie de **14.123.556** hectáreas, lo que constituye el 18.6% del territorio nacional. Actualmente, Chile cuenta con 94 unidades, distribuidas en 31 Parques Nacionales, 48 Reservas Nacionales y 15 Monumentos Naturales. <http://www.conaf.cl>

Sin embargo, entre los ecólogos y conservacionistas existen críticas ante el actual SNASPE, ya que en el actual esquema de conservación se encuentran ecosistemas sobrerepresentados, en circunstancias que otros tanto o más relevantes en términos de su biodiversidad no tienen protección alguna. <http:// www.conama.cl>

2.4 APOYO A LA CONSERVACIÓN IN SITU: CONSERVACIÓN EX SITU Y CORREDORES BIOLÓGICOS.

2.4.1. Conservación ex situ

La conservación ex situ se debe entender como la conservación de los componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales (Convenio sobre Diversidad Biológica). La Biología de la conservación luego de analizar factores como: el inminente riesgo a la extinción de algunas especies, la imposibilidad económica y técnica de los países para llevar a cabo planes individuales de acción para la recuperación de cada especie amenazada en su ambiente natural y la falta de recursos económicos para desarrollar programas de conservación ex situ para un número apreciable de especies, busca un enfoque prioritario de conservación de las especies desde un punto de vista ecosistémico. Sin embargo existen casos especiales en donde se recomienda llevar a cabo planes de acción para especies individualmente. Solo en

Folio018674

condiciones excepcionales deberá recurrirse como principal estrategia a la conservación ex situ de especies críticamente amenazadas, tanto en parques zoológicos como en jardines botánicos. La conservación ex situ debe considerarse como una situación transitoria de apoyo para lograr la recuperación del número de individuos en vida silvestre y la diversidad genética de las poblaciones. <http://www.araneus.humboldt.org.co>

La conservación ex situ constituye un proceso que implica tanto el almacenamiento de los recursos genéticos en bancos de germoplasma, como el establecimiento de colecciones de campo y manejo de especies en cautiverio. El objetivo primordial de la conservación ex situ es apoyar la supervivencia de las especies en sus hábitat naturales, por lo tanto debe ser considerada en toda estrategia de conservación como un complemento para la preservación de especies y recursos genéticos in situ, principalmente cuando se trata de especies críticamente amenazadas.

Existen diferentes modalidades de conservación ex situ:

a) *Bancos de germoplasma:* en donde se conservan las especies para la alimentación y la agricultura,
b) *Centros de tenencia y manejo,* que se dividen en:
    i. Centros de Fauna (zoológicos, centros de rescate, centros de tránsito, zoocriaderos y museos).
    ii. Centros de Flora (jardines botánicos, viveros y herbarios).

En su mayoría los centros de conservación ex situ, muestran varias limitaciones comunes, en cuanto a infraestructura, equipamiento, falta de información sobre biodiversidad, inventarios incompletos, así como cobertura geográfica reducida, escasa coordinación interinstitucional y sistematización de la información, pocas experiencias exitosas, presupuestos insuficientes, bajo status de la vida silvestre y falta de continuidad en las acciones de conservación, entre otros. <http://www.conam.gob.pe>

Folio018675

2. Corredores biológicos

La fragmentación del hábitat disminuye la conectividad de los paisajes, la que es función tanto de la estructura del paisaje, como de las respuestas de movimiento de los organismos a esta (WITH y CRIST 1995, TISCHENDORF y FAHRIG 2000, KING y WITH, 2002). Sin embargo, el concepto funcional de conectividad explícitamente considera la respuesta de comportamiento de un organismo a distintos elementos del paisaje lo que implica tanto el patrón de movimiento y el riesgo de mortalidad en los distintos elementos del paisaje como su reacción a los bordes (WITH 1994, TISCHENDORF y FAHRIG 2000, SCHTICKZELLE y BAGUETTE 2003), lo que esta relacionado con la escala de percepción de la heterogeneidad de las especies (WITH 1994, WITH y KING 1999, ROSLIN 2000, KRAWCHUK y TAYLOR 2003). Especies con baja capacidad de dispersión (e.g. insectos sin alas) estarán más aisladas que especies altamente móviles ya que incluso pequeñas pérdidas de conectancia del paisaje pueden impedirles colonizar nuevos hábitats. Las especies con alta capacidad de dispersión pueden percibir el paisaje como funcionalmente conectado aún cuando exista un alto grado de fragmentación, siendo capaces de cruzar la matriz y colonizar fragmentos aislados (NOSS y CSUTI 1994, WITH y CRIST 1995, KACZENSKY et al 2003).

Un elemento que podría aumentar el grado de conectividad de los paisajes son los corredores (i.e. hábitat lineales). Sin embargo, la utilidad de estos para guiar el movimiento de los organismos entre parches no esta muy claro, ya que generalmente el uso de los corredores se ha inferido al comparar densidades poblacionales y riqueza de especies en parches conectados versus no conectados, asumiendo que los corredores aumentarían las densidades poblacionales en parches conectados debido al aumento de las tasas de inmigración y recolonización (SPACKMAN y HUGHES 1995, GILBERT et al 1998, DE LIMA y GASCON 1999, LAURANCE y LAURANCE 1999, MÖNKKÖNEN y MUTANEN 2003, BURBRINK et al. 1998). Bajo este enfoque se han realizado numerosos estudios que principalmente evalúan la utilidad de hábitats lineales que conectan estructuralmente distintos parches y que se encuentran

Folio018676

preexistentes en los paisajes, como son los bosques de fondos de quebrada. (DE LIMA y GASCON, 1999).

Además, los corredores tendrían mayores efectos mientras más anchos sean, aumentando las tasas de movimiento, y estos efectos disminuyen a mayor tamaño de parche. Este estudio sugiere que los corredores dirigen los movimientos de especies restringidas en hábitat y que los comportamientos locales pueden ser usados para predecir el potencial de conservación de los corredores en ambientes fragmentados (HADDAD, 1999).

El Corredor Biológico tiene como objetivo conservar núcleos de grandes áreas protegidas, que se conectan entre sí por medio de zonas angostas de hábitats relativamente bien conservados o restaurados, llamadas biocorredores. Esta iniciativa combina criterios ecológicos, sociales y económicos para el diseño de biocorredores "a escala de paisaje".<http://www.inbio.ac.cr>

Finalmente, el éxito de los corredores depende de su habilidad de aumentar los tamaños poblacionales, el flujo de genes y la biodiversidad en ambientes fragmentados (MEFFE y CARROLL 1994, BEIER y NOSS 1998).

2.5 BIOGEOGRAFÍA Y SU APORTE A LAS ACCIONES DE CONSERVACIÓN

Siguiendo a Eliah (1968) y a Barry y Moors (1980), la Biogeografía estudia los organismos vivos, las plantas y los animales en la superficie de la biosfera en cuanto a su repartición, su agrupamiento y a sus relaciones con los elementos del mundo físico y humano. Como resultado de estos objetivos, el estudio biogeográfico está centrado en el análisis integrado de un complejo viviente que posee una dinámica constante, lo cual genera causas y efectos en el espacio geográfico y en el ser humano, que de él depende. Por consiguiente, esta ciencia procede, con un enfoque sistemático, a

Folio018677

estudiar aspectos propios de la zoogeografía y la fitogeografía: se le incorpora por lo tanto, un tratamiento ecológico. (QUINTANILLA, 1983).

Esta concepción funcional del ecosistema es fácilmente generalizable a la geografía. Una aplicación de ello es la definición de sistema natural cuyo soporte común está en el concepto de espacio (o geofacies según la escuela rusa o la de Bertrand en Toulose), sobre el cual vive o se desarrolla el paisaje ecológico y en el que, a su vez, evolucionan e interactúan las biogeocenosis (biocenosis homogéneas que se desarrollan en medios ambientes homogéneos) de acuerdo con Walter (1979), Bertrand (1972) y Duvigneaud (1980) (QUINTANILLA, 1983).

Este Estudio ecológico del paisaje referido al funcionamiento de éste en áreas espaciales de ambientes homogéneos es lo que, según Duvigneaud (Op. Cit.), constituye la ecorregión. Es a través del espíritu o enfoque de este concepto de ecorregión, a escala regional o local, que se analizan los ecosistemas chilenos. La ecorregión conduce al análisis del paisaje ecológico en un sentido territorial espacial más restringido, con preferente enfoque ecosistemático. Así, el estudio de una ecorregión lleva a considerar y a estudiar cuál es la combinación o agrupación de factores y de fenómenos en el cual los elementos del relieve, del clima, del agua, del suelo, de la cubierta vegetal y de la vida animal, se combinan en un todo homogéneo, interactuando o repitiéndose periódicamente a lo largo de un área territorial muy circunscrita por límites naturales más o menos precisos, con respecto a otros paisajes ecológicos diferentes. Así, visualizando este elemento puede tener concordancia con el sistema regional del geógrafo. (QUINTANILLA, 1983)

Desde el punto de vista de la planificación para la conservación, Eric Dinerstein y sus colegas del Fondo Mundial para la Naturaleza (DINERSTEIN *et al.* 1995) proporcionan una definición más práctica: “Las ecorregiones son áreas terrestres o acuáticas relativamente grandes que contienen agrupaciones de comunidades naturales geográficamente distintas. Estas comunidades (1) comparten una gran mayoría de sus especies, dinámicas y condiciones ambientales y (2) funcionan juntas efectivamente como una unidad de conservación a escalas global y continental”. El cambio a

Folio018678

ecorregiones como unidades de planificación en el trabajo de conservación realizado por The Nature Conservancy es un reconocimiento formal de que la distribución de muchas especies se asemeja más cercanamente a la de las ecorregiones que a la ubicación de límites geopolíticos. Además, las ecorregiones son unidades más eficaces para capturar la variabilidad ecológica y genética de los objetos de conservación (las especies, comunidades ecológicas y sistemas ecológicos) (Ricketts *et al.* 1999. Como resultado, estamos usando ecorregiones como unidades de planificación para identificar las áreas que se requieren para lograr la conservación permanente de todas las especies y comunidades ecológicas nativas. El producto principal de los planes ecorregionales es un mapa de estas áreas, junto con la información pertinente sobre los objetos de conservación que se localizan en ellas.(TNC, 2000)

La supervivencia a largo plazo de los objetos de conservación requieren de un área de conservación funcional con patrones y procesos intactos. Un área de conservación funcional mantiene a las especies, comunidades y/o sistemas de interés focal y a los procesos ecológicos que los sustentan dentro de sus rangos naturales de variabilidad (es decir, la cantidad de fluctuación esperada en los patrones de diversidad y procesos ecológicos bajo influencia mínima o nula de actividad humana). Son importantes varios aspectos clave de las áreas de conservación funcionales: (TNC, [s.a.])

• El tamaño y configuración de las áreas de conservación funcionales estarán determinados por los objetos de conservación y los procesos ecológicos que los sustentan.
• “Funcional” se refiere a la habilidad de un área de conservación para mantener objetos de conservación saludables y viables a largo plazo (más de 100 años), incluyendo la habilidad de responder al cambio ambiental natural o de origen humano.
• Las áreas de conservación funcionales no excluyen necesariamente la actividad humana, pero ésta puede influenciar en gran medida la habilidad de dichas áreas para funcionar naturalmente.
• Las áreas de conservación funcionales en cualquier escala pueden requerir de manejo o restauración ecológicos para mantener su funcionalidad.

Folio018679

The Nature Conservancy reconoce tres tipos de áreas de conservación funcionales: sitios, paisajes y redes. Las diferencias entre sitios funcionales, paisajes funcionales y redes funcionales son definidos por los elementos de la biodiversidad que se desea conservar.

Un sitio ***funcional*** pretende conservar un número pequeño de sistemas ecológicos, comunidades o especies en **una o dos escalas** por debajo de la escala regional. Aunque preservarlos no es necesariamente fácil, los objetos de conservación (es decir, aquellas especies, comunidades o sistemas que se desea conservar en cierto lugar) son relativamente pocos y por lo general comparten procesos ecológicos similares (p.ej., plantas y mariposas que dependen de los incendios en las praderas; un humedal y sus especies raras; etc). Por ejemplo, en los Estados Unidos la mayoría de las reservas fueron establecidas para conservar especies de escala local o comunidades de parches pequeños en peligro de extinción. Tales áreas se consideran sitios funcionales siempre y cuando conserven (o restauren mediante manejo) a los objetos de conservación y procesos que los sustentan dentro de sus rangos naturales de variabilidad. Los sitios funcionales pueden ser grandes o pequeños dependiendo de la escala de los objetos de conservación y sus procesos ecológicos. Por ejemplo, un sitio funcional para mariposas de pradera puede abarcar cientos de hectáreas, mientras que para una especie de pez rara puede ser necesario considerar una cuenca hidrológica completa. (TNC, [s.a.])

Un ***paisaje funcional***, en contraste, pretende conservar un gran número de sistemas ecológicos, comunidades y especies **en todas las escalas** por debajo de la escala regional (es decir, gruesa, intermedia y local). Además, los objetos de conservación identificados, por lo general representan a muchos otros sistemas ecológicos, comunidades y especies conocidas y desconocidas (es decir, "toda" la biodiversidad). Los paisajes funcionales son de naturaleza altamente intacta y retienen (o es posible restaurar en ellos) la mayoría o todos sus componentes, patrones y procesos clave. Sin embargo, en la práctica, la diferencia entre paisajes funcionales y sitios funcionales no es siempre clara porque aún las comunidades y sistemas ecológicos de los sitios

Folio018680

funcionales representan otros elementos de la biodiversidad (su función de filtro grueso) (TNC, [s.a.]).

Por lo tanto, la diferencia operacional entre éstos consiste en el grado en el cual los objetos de conservación se utilizan para representar a otra biodiversidad combinada con su naturaleza multiescalar. Debido a esta creciente complejidad, usualmente los objetos de conservación en los paisajes funcionales son tanto terrestres como acuáticos (de agua dulce e incluso marinos en algunos casos) y requieren de una variedad de procesos ecológicos para su mantenimiento. (TNC, [s.a.])

Una ***red funcional*** es un conjunto integral de sitios y paisajes funcionales diseñado para conservar especies regionales con o sin biodiversidad a escala más fina. Los sitios o paisajes que forman las redes funcionales pueden distribuirse en forma contigua a lo largo de una o más regiones para proteger especies tales como el caribú, berrendo, oso pardo o jaguar. Por el contrario, los sitios o paisajes pueden formar una serie de parches dispersos a lo largo de un área extensa para conservar aves costeras o neotropicales migratorias. Además de conservar la biodiversidad en escalas local, intermedia y gruesa, un portafolio ecorregional bien diseñado debe servir como una red funcional para especies regionales dentro de una ecorregión; en forma colectiva, los planes ecorregionales deben proveer redes funcionales para especies cuyo rango de distribución abarca múltiples ecorregiones. (TNC, [s.a.])

Dentro de este marco The Nature Conservancy sugiere *cuatro atributos ecológicos* para evaluar el estado funcional de un área de conservación a cualquier escala. Estos cuatro atributos funcionales están incluidos dentro de aquellos que The Nature Conservancy utiliza para evaluar la viabilidad de los objetos de conservación y para medir la salud de la biodiversidad, es decir, *tamaño, condición y contexto paisajístico*. Así, la salud de la biodiversidad es una medida general de funcionalidad a nivel de paisaje o sitio para las áreas de conservación donde The Nature Conservancy trabaja. (TNC, [s.a.])

Folio018681

La evaluación de estos atributos para sitios y redes funcionales es relativamente sencilla porque el número de objetos de conservación es generalmente pequeño y el enfoque de la conservación está usualmente claramente definido. Por otro lado, la evaluación de estos atributos para paisajes funcionales es obviamente más difícil debido a la complejidad de los objetos de conservación y a la naturaleza inclusiva de las metas de conservación. (TNC, [s.a.])

Los lineamientos contenidos en la segunda edición de *Geografía de la esperanza* proporcionan métodos para identificar sitios de conservación. Para poder apreciar mejor estos lineamientos es útil colocar la planificación ecorregional en el contexto del proceso general de conservación. Tal proceso tiene cuatro componentes, cada uno de los cuales está ligado a los demás de manera inextricable. La planificación ecorregional representa la piedra angular de dicho proceso (TNC, 2000)

• **Planificación de la conservación ecorregional**—La selección y diseño de redes de sitios de conservación que preservarán la diversidad de especies, comunidades y sistemas ecológicos en cada ecorregión.

• **Planificación para la conservación de sitios**—Aplicación del Esquema Cinco *S*[3] (sistemas, presiones, fuentes, estrategias y éxito) en sitios prioritarios de conservación en portafolios ecorregionales con el fin de aplicar estrategias y acciones a nivel de sitio.

• **Acción de conservación**—Realización de cualquier número de estrategias distintas para abatir las amenazas y mantener los objetos de conservación en los sitios a preservar.

• **Medición del éxito**—Utilización de las medidas de Salud de la Biodiversidad y de Estado y Supresión de amenazas para evaluar la eficacia de nuestras estrategias y acciones de conservación.

[3] El nombre “Esquema Cinco *S* “proviene de los cinco elementos del mismo, los cuales comienzan con la letra s en inglés: *systems* (sistemas), *stresses* (presiones), *sources* (fuentes), *strategies* (estrategias), y *success* (éxito).

Folio018682

2.6 ECOLOGÍA DEL PAISAJE Y SU POTENCIAL PARA ACCIONES DE CONSERVACIÓN

Carl Troll, ecólogo y geógrafo, introdujo el concepto de ecología del paisaje en 1938, como una disciplina que resulta de la intersección de la geografía física y la ecología. También plantea la idea que la ecología del paisaje, más que una nueva disciplina, es una perspectiva espacial, geográfica, para entender fenómenos naturales complejos. Aún más, al señalar las posibilidades de aplicación práctica de este enfoque en la planificación, pone énfasis en los aspectos sociales de los ecosistemas. <http://www.ine.gob.mx>

ZONNEVELD (1988) señala que lo básico de la ecología del paisaje, y lo que la diferencia de otras disciplinas, es la suposición de que un espacio específico de un paisaje es una entidad holística, que incluye todos sus componentes heterogéneos, incorporando al hombre como un elemento más del conjunto. El autor señala asimismo que el objeto de estudio de la ecología del paisaje es el "paisaje", correspondiendo éste a la heterogeneidad de un área de tierra compuesta por un grupo de ecosistemas interactuantes, que se repite en forma similar a lo largo del espacio (FORMAN y GODRON, 1986).

La ciencia del paisaje (*landschaftskunde* o *landscape science*), como la denominó por primera vez Carl Troll, inició hace más de dos siglos como un campo interdisciplinario, holístico. El concepto está integrado por la palabra “land” (Tierra) que, en esta connotación se refiere a las interacciones verticales y horizontales de los diversos componentes de un ecosistema, y “scape” (escena, vista) que se refiere al estudio de una entidad de un territorio real o representativo de la problemática regional. En palabras más llanas, la ciencia del paisaje se ocupa del estudio de las interacciones de componentes tales como el clima, la roca o el material originario y el relieve y del hecho de que a partir de ellos se pueden delinear unidades discretas en el espacio, y describir procesos de mediano y largo plazo. El componente biológico (integrado por vegetación, fauna y otros) se estudia como un ensamblaje que puede ajustarse en su

Folio018683

distribución a los componentes (abióticos) que permiten segmentar el paisaje para propósitos de estudio. El suelo, como componente, resulta de la interacción entre el relieve y la biota. Su papel es relevante, ya que representa el soporte de los objetos naturales a conservar, sin excluir al suelo mismo. El componente social describe los procesos de modificación de los ambientes naturales a través de la apropiación de los productores, en espacio y tiempo (VAN DER ZEE y ZONNEVELD 2001).

La unidad fundamental de estudio de la ciencia del paisaje es el ecotopo que, de manera espacialmente explícita, representa la unidad mínima con características homogéneas de los diversos componentes del paisaje. Ecotopos afines como grupo conforman facetas que, en conjunto, describen un sistema de unidades de paisaje (VAN DER ZEE y ZONNEVELD, 2001).

Con base en esta breve descripción de la ciencia del paisaje, se consideran a continuación cinco aspectos de vital relevancia en la conservación de la biodiversidad (VELÁSQUEZ *et al*, 2001)

1. La dimensión social

La investigación desde el enfoque de paisaje se centra en problemas específicos, que atañen a un lugar y tiempo determinados. Es decir, el objetivo de la investigación es guiado por la demanda generada por un problema local, por lo que la manera de aproximarse es dependiente del sitio. el conocimiento local, en muchos casos indígena, ligado a las actividades productivas ancestrales, opera como fuente de datos confiables acerca de los recursos naturales y su manejo. El investigador puede entender el territorio como un mosaico de unidades de paisaje, o de tratamientos, que son utilizadas de manera diferente, con demandas y actores diferentes, donde los sistemas productivos humanos son los que desencadenan los procesos que gobiernan en la región. Esta complejidad analítica forza a la ciencia del paisaje a ponderar el impacto de la acción humana por unidad de paisaje, a fin de identificar patrones y facetas críticas, así como posibles alternativas viables dentro del mismo contexto local. Con base en esto se identifican actores y acciones, positivos y negativos, en torno a los procesos ecosistémicos que se desea mantener a largo plazo, lo que permitirá dar

Folio018684

apoyo a decisiones concretas por unidad territorial. En otras palabras, en la ciencia del paisaje los actores sociales son vistos como el factor que desencadena los procesos dominantes, tanto en la perturbación como en la conservación.

2. La dimensión espacial

Los mapas, referidos aquí como modelos espacialmente explícitos, son un producto fundamental de la ciencia del paisaje. El relieve es el componente que permite dividir en unidades discretas y de manera lógica el paisaje, ya que el suelo, los componentes biológicos e incluso algunos sociales se ajustan, en la mayoría de los casos, a las formas del terreno. Cada componente del paisaje puede ser plasmado en un mapa, pero la construcción lógica de las unidades de paisaje requiere de un proceso integral, basado en la definición de límites de entidades naturales. La topodiversidad y la biodiversidad se ajustan, en este concepto, a través de las unidades de paisaje (VELÁZQUEZ *et al*, 2001). La ciencia del paisaje parte de entidades naturales organizadas jerárquicamente, en donde la unidad mínima susceptible de cartografía se define en concordancia con el objetivo del estudio. Esto conlleva la necesidad de conciliar precisión (tamaño de la unidad mínima) y exactitud (heterogeneidad bien representada). Problemas como la pérdida de hábitat de especies particulares, la fragmentación, la degradación ambiental, la evaluación del potencial de la captura de carbono y el desequilibrio de balances hídricos, entre otros, pueden ser estudiados desde la perspectiva del paisaje con modelos espacialmente explícitos (GUTZWILLER, 2002). Los mapas (y no simples figuras sin rigor cartográfico), presentan una ventaja adicional: sirven como medio de comunicación entre un investigador, el manejador o gestor, y los actores sociales involucrados. Esto último es crucial, ya que la comunicación es uno de los principales problemas en la conservación y manejo de recursos naturales en general (CASTILLO, 2000).

3. La topodiversidad

La topodiversidad, entendida como la diversidad entre diferentes agregados de laderas homogéneas en cuanto a exposición, aislamiento, erosión, escorrentía, pedogénesis y otros atributos, juega un papel fundamental en la expresión de la biodiversidad y de las actividades humanas. Los componentes físicos del paisaje (roca madre, relieve, suelo)

Folio018685

son menos dinámicos que los bióticos, pero interactúan en forma coherente. La mayor parte de los procesos que controlan los cambios en la biodiversidad son resultado directo de la influencia de estos componentes, así como de la misma actividad humana. En el estudio del paisaje, el relieve es visto como una expresión de las formas del terreno que constituyen el escenario físico para los ciclos hidroclimáticos y ecológicos. Las formas del terreno permiten dividir en unidades discretas una región (por ejemplo, una cuenca) de manera robusta y, a partir de esto, conformar un modelo espacialmente explícito de los procesos funcionales de un ecosistema.

4. La aproximación integrada al territorio

La ciencia del paisaje se centra en espacios reales, es decir, tiene por objeto de estudio una porción concreta de territorio. Los procesos ecológicos en un espacio real dependen en alguna medida de las condiciones sociales locales. La acción humana, no obstante, ocurre de manera diferente en cada unidad de paisaje, y el conjunto de las formas de apropiación y uso del territorio, por unidad de paisaje, modifica la estructura de este último en forma sustantiva (BISSONETTE, 2002).

5. El uso de las innovaciones tecnológicas

El desarrollo de los sistemas de información geográfica, de la percepción remota, de los sistemas de manejo de bases de datos digitales y de los posicionadores geográficos, muestra un incremento sin precedentes. Sensores de amplitud espectral variada (de hasta cientos de bandas), resolución espacial muy fina (de hasta 15 cm en el terreno) y una amplia gama en su alcance en tiempo (hasta de tiempo real) están disponibles en el mercado.

El estudio del paisaje no es una disciplina nueva, dado que su planteamiento original con fuertes bases geográficas data desde el siglo XIX. Esta concepción integral del análisis del territorio se enriqueció con otras disciplinas que definieron nuevas líneas, como la geo-ecología, la ecología del paisaje, y la ecogeografía. En años recientes se ha observado un fuerte interés en la ecología del paisaje, principalmente promovido por Forman y Godron (1986), quienes introdujeron la importancia de este enfoque para los angloparlantes. Un peso equitativo entre las ciencias sociales, de la Tierra y las

Folio018686

naturales es preciso para lograr entender la dinámica de los paisajes en una región dada. Esto es una idea fundamental del estudio del paisaje y resulta crucial para las tareas de conservación.

Las bases de datos derivadas del enfoque de paisaje son únicas, porque permiten tener una visión sinóptica y (semi) cuantitativa de la condición de los recursos naturales y su dinámica espacio-temporal. Por lo anterior, pueden apoyar a diversas tareas vinculadas con la implementación de políticas ambientales y, eventualmente, convertirse en la base para los planes de uso y ordenamiento del territorio. Entre otras aplicaciones destacan la identificación de los principales focos de cambio y de sus procesos asociados (*e.g.* deforestación o fragmentación). A partir de los atributos de estos focos se puede generar una predicción de la dirección de sus propios cambios. En consecuencia se podrán medir las implicaciones biológicas (pérdida de capital natural) o sociales de estos cambios probables, sus repercusiones económicas y los mecanismos de control de las causas de origen.

2.7 ESTADO DE CONSERVACIÓN Y REPRESENTATIVIDAD DE ECOSISTEMAS EN EL PAÍS Y EN LA III REGIÓN DE ATACAMA

Geográficamente, Chile se extiende desde más al norte del trópico de Capricornio hasta las aguas que rodean el continente Antártico, al sur del cabo de Hornos. La *notable diversidad biológica de sus ecosistemas* está dada no solo por esta amplitud de latitudes, sino también por las diferencias de altitud y las fronteras naturales formadas por los Andes y el Pacífico. Es posible encontrar humedales tanto al nivel del mar como en las zonas altas de los Andes (a 4.400 metros sobre el nivel del mar). Los ecosistemas chilenos fluctúan desde lugares con escasas formas de vida aparente (el desierto de Atacama, el más seco del mundo) hasta zonas de enorme diversidad biológica, como los bosques de zona templada de Valdivia (OCDE-CEPAL, 2005).

Folio018687

Hay *cuatro zonas biogeográficas principales* que recorren el país de norte a sur: los Andes, el valle central, la cordillera de la Costa y la zona costera. Dentro de estas, se han delineado ocho regiones ecológicas o de vegetación, 21 subregiones de vegetación, 85 formaciones de plantas y 229 comunidades de plantas. Algunos ecosistemas chilenos han sido reconocidos por su importancia internacional. Por ejemplo, los bosques de zona templada de Valdivia se encuentran entre las principales prioridades de conservación de la iniciativa Global 200 del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), un *ranking* de los hábitat más destacados del mundo en términos biológicos. La organización Conservación Internacional, ha designado un área del centro de Chile que cubre casi el 40% del país como uno de los 25 puntos críticos más importantes del mundo para la diversidad biológica (OCDE-CEPAL, 2005).

La Región de Atacama se caracteriza por ser la transición entre el clima desértico de las regiones I y II, conocidas como Norte Grande y uno semidesértico, con un aumento sostenido de las precipitaciones hacia el sur, que representa al denominado Norte Chico. De este modo, en esta zona existe una mayor vegetación en comparación con las dos regiones anteriores debido a que presenta una mayor cantidad de lluvias en los meses de invierno. En efecto, en la región predominan las formaciones vegetacionales tales como xerófitas, mesófita, arbustiva y de suculentas. <http://www.conama.cl>

La Región de Atacama integra 8 formaciones vegetales de la Región del Desierto, Sub-Región del Desierto Absoluto y Sub-Región del Desierto Andino y 4 formaciones vegetales de la Región de la Estepa Alto Andina, Sub-Región del Altiplano y la Puna y Sub-Región de los Andes Mediterráneos (GAJARDO, 1994). Respecto a los animales vertebrados, un estudio llevado a cabo por la Comisión Nacional de Diversidad Biológica y llamado "Diversidad Biológica de Chile" estableció que existen varias especies de animales y aves endémicas de nuestro país. La investigación estableció que en la tercera Región existen:

- 3 tipos de anfibios de los cuales 1 es endémico
- 17 tipos de reptiles, siendo 16 endémicos
- 208 aves, 3 endémicas

Folio018688

- 20 tipos de mamíferos ter0restres, siendo 4 endémicos

Otros estudios muestran la cantidad de especies con problemas de conservación. Dichos documentos se encuentran disponibles en CONAF bajo los títulos "Libro rojo de la flora terrestre de Chile" de Benoit, 1989 y "Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile" de Glade A.A. editado en nuestro país en 1988.

De estos textos se desprende que en la Tercera Región hay un total de 72 especies en peligro de conservación, desglosándose esta estadística en 13 plantas, 15 mamíferos, 33 aves, 3 reptiles, 1 anfibio y 7 peces.

2.8 APLICACIONES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO (SIG) EN LA CONSERVACIÓN DE BIODIVERSIDAD.

SIG es un poderoso conjunto de herramientas que recopilan, almacenan y recuperan información, transformando y desplegando datos espaciales del mundo real, requeridos para cumplir propósitos determinados (BURROUGH, 1998). Entre las múltiples aplicaciones en el ámbito de la conservación y biodiversidad, se cita la elaboración de un criterio que consiste en determinar cuanto más "prístina" o inalterada es una localidad, con la finalidad de incluir áreas en un plan de conservación regional, utilizando para ello las coberturas digitales correspondientes a: clasificación del uso de la tierra, tipo de cobertura de bosques, propiedad de la tierra, densidad de población humana, densidad de caminos y hábitats ideales para fauna, etc. (BARRY *et al*., 2001);

Un acercamiento con SIG basado en el *Maximal Covering Location Problem* (MCLP) se compara con los algoritmos existentes de *complementariedad* para seleccionar áreas prioritarias de conservación para aves en el Reino Unido (WOODHOUSE *et al*., 2000). Los autores sugieren que la selección debiera formar una red con la cobertura total de especies, antes de seleccionar sitios basados solamente en méritos individuales. Otras aplicaciones son realizadas en la construcción de modelos basados en áreas

Folio018689

acuciosamente estudiadas, con el fin de estimar la biodiversidad de plantas en zonas menos investigadas (IVERSON y PRASAD, 1998; DUMORTIER *et al*., 2002); Dentro de las variables que explican esta riqueza, se menciona la cobertura de bosques, el número de parches y el índice de *Shannon-evenness* (indicador de la abundancia y similar proporción de las diferentes clases de usos del suelo).

Exitosamente los SIG son utilizados para determinar riqueza de mamíferos mediante superposición de especies en Pennsylvania, Estados Unidos (JOLY y MYERS, 2001) y una posterior asociación con variables del paisaje; dentro de éstas, se menciona a la densidad de caminos como el mejor predictor de riqueza seguida de la variación topográfica y áreas boscosas.

También se utilizan en la identificación de zonas para restauración de hábitats en el Reino Unido (Lee *et al*., 2002); conectividad del paisaje (BUNN *et al*., 2000); conservación de estuarios (GRAHAM *et al*., 2000); conservación y manejo de corredores y fragmentos de bosque en paisajes suburbanos (PIRNAT, 2000) entre otras. Análisis de “vacíos” o “lagunas” GAP (*Gap Analysis Program*), son realizados para priorizar la selección de localidades para acciones de investigación de conservación en el estado de Idaho Estados Unidos (KIESTER et *al*., 1996). Esta metodología usa datos sobre la proporción en que los taxones o tipos de vegetación, ecosistemas o biomas están representados en las áreas protegidas existentes. Las áreas de importancia de conservación son entonces seleccionadas para llenar los “vacíos” que existan en el sistema de áreas protegidas (KIESTER *et al.,* 1996). Las coberturas utilizadas y los algoritmos de programación, proporcionan una secuencia de localidades que maximizan el número de especies o tipos de vegetación determinados por estos autores.

Sin embargo, siempre hay inconvenientes. La riqueza o cualquier otro atributo de la biodiversidad (rareza, diversidad filogenética, complementariedad, etc.) puede estar condicionada por factores únicos irrepetibles, como la historia de la región, la historia del grupo taxonómico o las características geográficas del territorio, de modo que una especie puede no estar presente en un área que albergue las condiciones ambientales

Folio018690

adecuadas. Incluir esa información contingente en los modelos predictivos es el gran reto. Se considera que la inclusión del espacio (la latitud y la longitud de las localidades) de forma más o menos compleja puede permitir dar cuenta del efecto de este tipo de variables, siempre y cuando la actuación de estas produzca un patrón espacial remarcable. Los geógrafos han utilizado desde hace tiempo la simple posición espacial de sus observaciones para construir interpolaciones complejas y fiables mediante la geoestadística, siendo capaces de representar cartográficamente variables complejas como las climáticas (CRESSIE, 1991). Las técnicas de modelización aplicadas a la conservación deben aprovecharse de estas técnicas. La conclusión es que poseemos las herramientas adecuadas para elaborar cartografías fiables que reproduzcan la distribución de los principales atributos que representan la diversidad biológica. Se requiere, para ello, elaborar bases de datos exhaustivas que recopilen de manera digital la información sobre la distribución de los organismos, actualmente depositada en colecciones y publicaciones. La realización de estos mapas para distintos grupos taxonómicos que representen diferentes modos de obtención de energía y estén bien distribuidos dentro del árbol de la vida, nos puede permitir evaluar la capacidad de los espacios naturales protegidos para conservar la diversidad biológica (LOBO, J.M. y HORTAL, J. 2003)

Folio018691

III METODOLOGÍA

3.1 MATERIAL DE ESTUDIO

3.1.1 Área de estudio

Para evaluar los requisitos o condiciones del Manual de Procedimientos de Afectación de ASPP, dependiente del Reglamento de ASPP y del art. 35 de la Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente y sus instrumentos de validación en la Región de Atacama, se han aplicado dos criterios al territorio de propiedad privada a someter a análisis.

El primero de ellos, tiene relación con que dicho territorio de propiedad privada, forme parte integrante de alguno de los instrumentos de aplicación de los Tratados Internacionales con incidencia ambiental que ha suscrito el país (Convenio Diversidad Biológica, Convención de Washington, etc). Frente a ello, en la Región de Atacama, se encuentran en total vigencia y aplicación los *Sitios Prioritarios de Conservación de Biodiversidad* implementados por CONAMA, como uno de estos instrumentos de aplicación. De los cinco Sitios, a saber: Salar de Pedernales, Estuario Río Huasco, Morro Bahía Inglesa, Lagunas Altoandinas y Desierto Florido, sólo los dos últimos se encuentran en terrenos de propiedad privada.

El segundo criterio dice relación con la voluntad del propietario de someter a análisis su territorio. Este segundo criterio se cumple en el Sitio Prioritario Lagunas Altoandinas, perteneciente a la Comunidad Agrícola los Huascoaltinos.

Por lo tanto, en base a la voluntad del privado a analizar la factibilidad de afectación de parte de su territorio como Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada, el cual está contenido en la Estrategia Regional de Biodiversidad; es el Sitio **Lagunas Altoandinas** el escogido para el desarrollo de esta memoria de título.

Folio018692

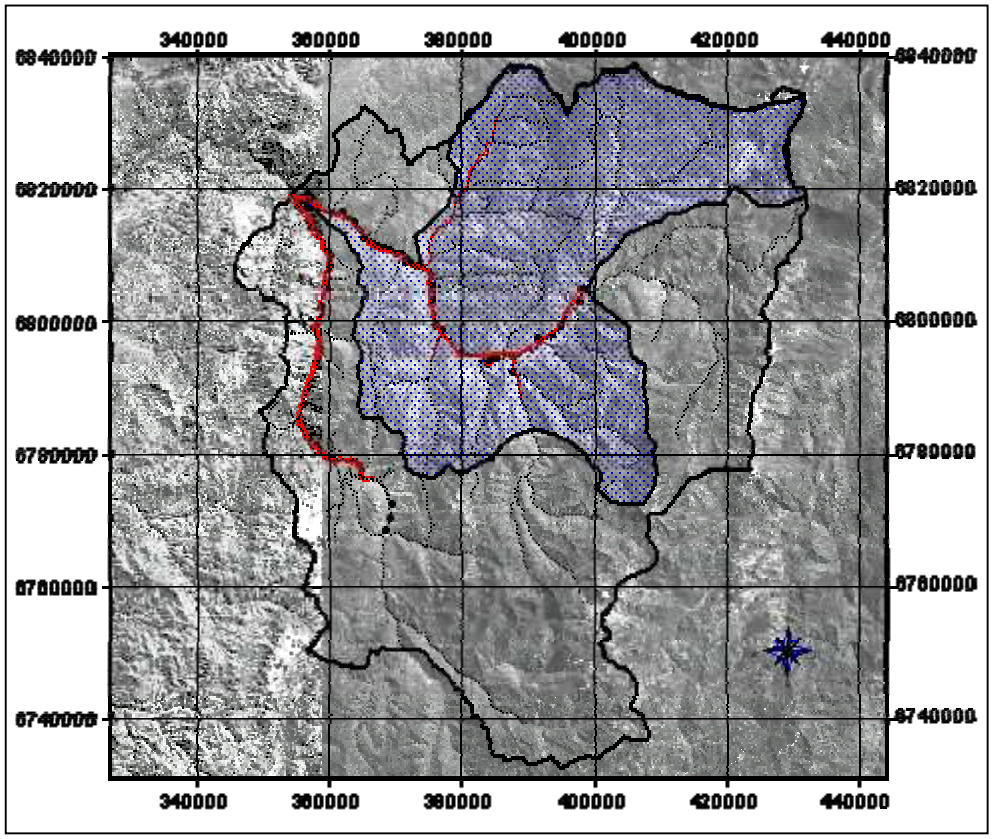
El Sitio Lagunas Altoandinas se encuentra al interior de la propiedad de la Comunidad Agrícola Huascoaltinos, a 70 kilómetros de la localidad Alto del Carmen, capital comunal en la Comuna de Alto del Carmen. Esta Comuna se localiza en la Provincia de Huasco y se ubica en la parte sudeste de la Región de Atacama, a 188 kilómetros de la ciudad de Copiapó y 38 kilómetros de Vallenar.

El territorio estudiado corresponde a la propiedad de la Comunidad Agrícola Huascoaltinos (ver figura 2), en la Comuna de Alto del Carmen, III Región del Atacama, entre los 28º 34´ y 29º 10´ Latitud Sur y los 69º 42´ y 70º 29´ Longitud Oeste. Cuenta con una extensión de 395.000 hectáreas.

La comuna de Alto del Carmen está inserta en la Provincia de Huasco y limita administrativamente al norte con la comuna de Tierra Amarilla; al poniente con la comuna de Vallenar; al oriente con la provincia de La Rioja, Argentina y al sur con la Cuarta Región. Se ubica aproximadamente 150 Km. al oriente de la ciudad de Vallenar.

Folio018693

FIGURA 2: ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia.

Folio018694

a. *Descripción general del medio físico del área de estudio (CONAF, 2004)*

- Clima

De manera general, el clima de la región es predominantemente desértico. Durante el invierno se experimentan grandes variaciones diarias de temperatura. El verano recibe cierta humedad proveniente principalmente del área nordeste de la región, la que se genera por el desplazamiento del invierno altiplánico desde la región de Antofagasta hacia la zona cordillerana y precordillerana de Atacama.

Específicamente, la comuna de Alto del Carmen presenta variedades climáticas respecto de las precipitaciones y las temperaturas, siendo éstas el Desierto Frío de Montaña (BWk´G) y el Clima de Tundra de Alta Montaña (EB), de acuerdo a la clasificación de Köeppen adaptada para Chile por Fuenzalida (1967).

El *Desierto Frío de Montaña* se sitúa entre los 1.500 m y los 4.000 m de altitud, con variaciones de temperaturas reguladas por la altitud. Su principal característica es la gran sequedad del aire y las precipitaciones en forma de nieve a partir de su límite inferior. Presenta una alta oscilación térmica diaria. Las precipitaciones de régimen invernal son escasas y no se presentan periodos que puedan considerarse húmedos de acuerdo a los índices pluviométricos. Las temperaturas medias anuales son menores a los 12 ºC, descendiendo en relación inversa con la altitud. La temperatura media mensual del mes de enero es inferior a los 18 ºC y durante el invierno es menor a los 8 ºC.

El Clima de *Tundra de Alta Montaña* se manifiesta en ambientes de altitud sobre los 3.000 ms.n.m., asociado a bajas temperaturas durante todo el año con variaciones en torno a los 0 ºC y temperaturas durante le verano menores a 10 ºC. La oscilación térmica diaria puede alcanzar valores superiores a 15 ºC. Las precipitaciones tienen montos variables según la latitud y se producen en forma de nieve.

Folio018695

- Vegetación.

Esta Área de Estudio se caracteriza por un clima frío durante todo el año y sus precipitaciones tienen forma de nieve o granizo. Su temperatura media baja está compensada durante los días claros por la intensa radiación solar. La vegetación es pobre y en ella predominan las gramíneas xerófilas y las dicotiledóneas rastreras o en cojín. Las hierbas mas tiernas crecen al abrigo de las rocas o bajo las matas de los pastos donde quedan protegidas del viento y de los herbívoros.

Según Gajardo (1994), el sector se inserta en dos regiones ecológicas, que se diferencian principalmente por las altitudes de los territorios. La porción más baja del valle, en las cercanías de la localidad de Alto del Carmen, se inserta en la *Región del Desierto, Subregión del Desierto Florido*, en dos formaciones vegetacionales, *la Formación del Desierto Florido de los Llanos y el Desierto Florido de las Serranías*. Por sobre el límite altitudinal de estas formaciones se encuentra la *Región de la Estepa Altoandina, Subregión de los Andes Mediterráneos*, representada por la *Formación de la Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana.*

El aumento en la disponibilidad de agua debido a las precipitaciones estivales que se desarrollan en la alta cordillera y el escurrimiento de aguas de los deshielos producto de los aumentos de temperatura, condicionan la generación de formaciones herbáceas utilizadas para la ganadería extensiva que determina la transhumancia durante los meses de primavera y verano.

- Geomorfología

Las principales unidades naturales donde se inserta el Área de Estudio son:

-Sistema del Altiplano: posee una superficie aproximada de 16.325 km^2 (en la región), y se extiende desde el límite norte de la región hasta los 27º55' de latitud sur.
-Sistema de la Cuenca del Huasco: sus límites son la Cuenca Alta del río Manflas por el norte, la cuenca del río Turbio por el sur, las altas cumbres cordilleranas por el este y

Folio018696

el Océano Pacífico por el oeste. Tiene una superficie de 7.237 km^2 y comprende los subsistemas preandino, de pampa ondulada, Cordillera de la Costa y planicies litorales.
-Sistema Quebradas Interfluvio: se encuentra entre los sistemas de los ríos Copiapó y Huasco, con una superficie aproximada de 11.159 km^2,
-Sistema Interfluvio Árido Sur: superficie de 4.734 km^2 comprendido entre el Valle del Huasco y el límite con la Región de Coquimbo en el sector sur occidental de Atacama.

- Hidrología

Los cursos de agua presentan un régimen de alimentación pluvionival, asociado al aumento de precipitaciones, la presencia de nieves en la alta cordillera andina, la irregular topografía y la altura de los relieves cordilleranos. Con esta situación se asegura el escurrimiento de las aguas de estos ríos durante todo el año, debido a que en el período invernal ellos se alimentan de las precipitaciones y en el período estival el aporte de aguas proviene del derretimiento de las nieves y glaciares de las cumbres más elevadas de la Cordillera de Los Andes.

Dentro del Área de Desarrollo se presentan numerosos cursos superficiales, conformando la extensa red de drenaje del Río Huasco, uno de los principales ríos de la Región.

Los principales cursos superficiales son:

-Río El Tránsito: Principales afluentes: Conay, Collay, De La Laguna Grande, Valeriano.
-Río El Carmen: Principales afluentes: Potrerillos, De Las Tres Quebradas.

Los usos que se le otorga al agua son para consumo humano (agua potable) y para el riego agrícola.

Folio018697

-Agua para consumo humano: En la cuenca del río El Carmen, la primera captación se localiza en la zona de El Corral. Por su parte, en la cuenca del río El Tránsito, la primera captación se realiza en la localidad de Chollay.
-Agua para riego: la primera captación se ubica en la cuenca de El Carmen en la zona del río Potrerillos (canal Tranca Quemada). En la cuenca de El Tránsito, el primer canal, denominado Canal Huracán, se ubica en el río Chollay (22 Km. aguas arriba de intersección con El Tránsito). Si bien el valle cuenta con afluentes permanentes, en los predios agrícolas existe escasez de agua para riego en razón de una falta de iniciativas que promuevan el uso de riego tecnificado y la incorporación de cultivos adaptados a suelos áridos.

b. *Descripción del medio social*

- Población.

TABLA N º 1: ANTECEDENTES DEMOGRÁFICOS Y POBLACIONALES DE LA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

ANTECEDENTES	COMUNA
Superficie (km²)	5.948,62
Población total	4840
Densidad (hab/km²)	0,80
Población urbana	0
Población rural	4840
Hombres	2629
Mujeres	2211
Índice de Masculinidad	118.91

Fuente: INE, 2002

La comuna fue establecida administrativamente en 1979. De acuerdo al censo nacional del año 2002, la comuna tiene 4.840 habitantes (2.629 hombres y 2.211 mujeres), lo que representa el 0,02% de la población regional.

De acuerdo a lo señalado en el último censo, del total de la población que declaró etnia, solamente el 0,05% del total declaró pertenecer a alguno de los 8 grupos étnicos identificados en la Ley 19.253, Ley Indígena. Sin embargo, y de acuerdo a los

Folio018698

antecedentes recopilados en las visitas a terreno, gran parte de la población se declaró descendiente del Pueblo Diaguita.

La encuesta CASEN (diciembre de 1998) arrojó una inmigración comunal del 8,2% frente a una emigración del 12% para la población trasladada de una a otra comuna dentro de la Región en los últimos 5 años. La provincia de Huasco registra un porcentaje de inmigrantes del 5,28% frente al 7,19% de emigrantes.

La provincia de Huasco registra cifras sobre distribución etárea que reflejan un notorio aumento de la población mayor de 60 años y una notoria disminución de la población joven. Esta comuna posee los índices más extremos de la provincia con el 14% de su población entre 60 y 89 años.

- Asentamientos

La comuna de Alto del Carmen está conformada por dos valles agrupando 22 localidades y cerca de 70 caseríos. Todas las localidades de la comuna de Alto del Carmen son de carácter rural**.** Los principales asentamientos son:

-Alto del Carmen: Capital Comunal.
-El Tránsito: Principal asentamiento del Valle del mismo nombre.
-San Félix: Principal asentamiento del Valle del Río El Carmen.

- Conectividad y transporte.

Las principales vías de conexión dentro de la comuna corresponden a las Rutas C-489 y C-485. La primera, clasificada como camino de montaña, se desarrolla en forma paralela al Río El Carmen. Esta vía, de una extensión de 126 Km., posee un sector público (hasta el Km 70) y un sector privado. En el sector público posee carpeta asfáltica, y en el privado es de material granular. La ruta C-485 une las localidades de Vallenar y Alto del Carmen, prosiguiendo hacia el oriente de forma paralela al Río El Tránsito.

Folio018699

En transporte se observa un atraso con respecto a las otras comunas de la región al ser altamente deficitario, tanto en la cobertura como en servicio, y sólo se presenta avance en la locomoción colectiva hasta Alto del Carmen al incorporarse al servicio autos colectivos (Municipalidad local).

- Organizaciones Sociales

Entre las organizaciones sociales en esta Área de Desarrollo, se puede citar a:

- Comunidad Agrícola Huasco Altinos (261 socios)
-Asociación de Productores del Valle de San Félix (150 socios)
-Asociación de Agricultores del Valle El Tránsito (120 socios)
- Centro Cultural Diaguita Alto del Carmen. (120 socios)
-31 juntas de vecinos agrupadas en la Unión Comunal de Junta de Vecinos de Alto del Carmen.

3.2 MÉTODOS DE CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS

Para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos propuestos y entregar una propuesta final coherente, se proponen a continuación métodos atingentes a cada objetivo, basados en la información colectada en el capítulo Marco Teórico, lo cual permite dar una visión geográfica a cada uno de ellos.

Folio018700

3.2.1 Metodología para la caracterización del sistema normativo de conservación de biodiversidad a través de los instrumentos legales vigentes en el país.

Para la primera fase del proyecto, la información y el material provienen principalmente de fuentes secundarias (libros, publicaciones, cuentas públicas, discursos presidenciales, estrategias y programas institucionales), colectadas desde las propias Instituciones Públicas con injerencia en la conservación ambiental, esto es:

CONAMA : Comisión Nacional de Medio Ambiente.
CONAF : Corporación Nacional Forestal.
SAG : Servicio Agrícola y Ganadero.
SERNAPESCA : Servicio Nacional de Pesca.
CONADI : Corporación Nacional de Desarrollo Indígena.
SERNATUR : Servicio Nacional de Turismo.
DIRECTEMAR : Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante.
CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES.
MINISTERIO DE BIENES NACIONALES.
MINISTERIO DE AGRICULTURA.
MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES.

Por otra parte, también se recoge información desde algunas ONG´s Ambientalistas, a saber:

CODEFF : Corporación Pro Defensa de la Flora y Fauna (Chile).
TNC : The Nature Conservancy (Mundial).
WWF : World Wild Life Foundation (Mundial).

Esta información incluye los pronunciamientos de la legislación nacional en materia medioambiental, tanto en las funciones propias de las Instituciones, como en

Folio018701

participación del Estado Chileno en Acuerdos Internacionales e iniciativas locales, donde se registran:

-Pronunciamiento sobre conservación ambiental en la Constitución Política
-Participación y suscripción por parte del Estado Chileno a Convenciones Internacionales (Convenios, Acuerdos y Tratados)
-Dictación de Leyes y Decretos Leyes de conservación medioambiental.
-Reglamentos dependientes de las leyes y decretos leyes.
-Políticas y Estrategias Nacionales en materia medioambiental, impulsadas como parte de los Programas de Gobierno o como Políticas Estatales.
-Políticas y Estrategias Regionales en materia medioambiental, impulsadas como parte de los Programas de Gobierno o como Políticas Estatales.
-Evaluación del desempeño ambiental Chile, Informe OCDE-CEPAL 2005.

Para luego decantar en un análisis conciso de la materialización de la conservación ambiental en Chile, esto es, el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), su marco regulatorio, categorías de manejo y el vínculo con las Áreas Silvestres Protegidas Privadas y el Proyecto de Reglamento que las impulsa a partir del año 2003.

De esta forma, queda definido el marco legal y político de protección medioambiental en el país, y, por lo tanto su regulación interna. El informe OCDE[4] es importante en cuanto, muestra la mirada externa de nuestra gestión ambiental (Informe efectuado por

[4] La OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico) es un foro singular en el que los gobiernos de 30 países democráticos colaboran para abordar los desafíos económicos, sociales y ambientales de la globalización. La OCDE también está a la vanguardia de las iniciativas orientadas a analizar y solucionar nuevas situaciones y preocupaciones, como la buena gestión administrativa y empresarial, la economía de la información y los desafíos del envejecimiento de la población. La Organización brinda un marco en el que los gobiernos comparan sus experiencias, buscan soluciones a los problemas comunes, identifican buenas prácticas y colaboran para coordinar las políticas internas con las internacionales. Los países miembros de la OCDE son: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, España, los Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Luxemburgo, México, Noruega, Nueva Zelandia, los Países Bajos, Polonia, Portugal, el Reino Unido, la República Checa, la República de Corea, la República Eslovaca, Suecia, Suiza y Turquía. La Comisión de las Comunidades Europeas participa en las actividades de la OCDE.

Folio018702

expertos de Canadá, EEUU, Francia y México, en colaboración a expertos CEPAL y Secretaría OCDE, en enero del año 2005).

3.2.2 Metodología para la evaluación de las características del territorio de Huasco Alto en relación a los requisitos o condiciones que exigen los instrumentos legales de conservación aplicables en el país respecto a la creación de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada.

El proyecto de Reglamento de ASPP, dependiente del art. 35 de la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, y en actual "Toma de Razón" en la Contraloría General de la República, establece una serie de requisitos y condiciones que deberán cumplir las áreas que deseen ser afectadas como Áreas Silvestres Protegidas Privadas. Por ello, y en un afán de mejorar la presentación de antecedentes ante el Organismo Supervisor; CONAF y CONAMA, durante el año 2004, elaboraron un **Manual de Procedimientos de Afectación de ASPP**, documento diseñado para ser utilizado por los privados que voluntariamente opten por afectar algún terreno de su propiedad como Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada (ASPP). Este manual contiene un conjunto de formularios, en los cuales deben declarar los fundamentos técnicos para establecer el cumplimiento de los requisitos, características o condiciones que establece el Artículo 7 del Proyecto de Reglamento sobre Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada.

Así, el proyecto de Reglamento de ASPP, en su art.7 determina que "*podrán constituirse como Área Silvestre Protegida de Propiedad privada aquellos terrenos que cumplan con uno o más de los siguientes requisitos, características o condiciones*:

-Que contengan formaciones geomorfológicas o ecosistemas únicos, escasos o representativos del país;
-Que cumplan funciones de corredor biológico o de zona de amortiguación;
-Que resulten relevantes para la conservación de fauna silvestre o de especies migratorias, en particular aquellas amenazadas, de conformidad con la clasificación en

Folio018703

estados de conservación a que se refiere la Ley Nº 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente;

-Que alberguen especies de flora amenazada de conformidad con la clasificación en estados de conservación a que se refiere la Ley Nº 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente;

-Que cumplan alguno de los criterios para la designación como humedales de importancia internacional, en el marco de la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, promulgada por el Decreto Supremo Nº 771 de 1981 del Ministerio de Relaciones Exteriores;

-Que hayan sido definidas como prioritarias para efectos de su conservación por estrategias, planes o programas nacionales o regionales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica.

-Que hayan sido definidas como Áreas de Conservación de Recursos Naturales en alguno de los instrumentos de planificación territorial señalados en la Ley General de Urbanismo y Construcción.

-En general, aquellas que, en opinión del Organismo Supervisor, contribuyan significativamente a la conservación de la diversidad biológica, a tutelar la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

De esta manera, y en atención a los objetivos planteados en esta Memoria de Título, se analizarán los siguientes puntos:

-Que contengan formaciones geomorfológicas o ecosistemas únicos, escasos o representativos del país; en este caso se tomará la descripción de los **ecosistemas** presentes en el área.

-Que hayan sido definidas como prioritarias para efectos de su conservación por estrategias, planes o programas nacionales o regionales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica.

Para ello, el **Manual de Procedimientos de Afectación de ASPP** entrega la siguiente metodología:

Folio018704

-Para la Condición *"Que contengan ecosistemas únicos, escasos o representativos del país",* se utiliza el **Formulario A2.**

1. Formulario A2: Ecosistemas Únicos, Escasos o Representativos del País.

- **Indicar el o los ecosistemas presentes en el terreno**

ECOSISTEMA	POSEE CONDICIONES FUERA DE LO COMÚN (Marque X)	
	SI	NO
1.		
2.		
3.		

- Fundamentar la **singularidad[1], escasez[2] o representatividad[3]** que presenta el terreno, entendiendo a estos tres términos como unidades ecosistémicas con una estructura, estado, composición, dinámica y/o procesos evolutivos poco comunes en el contexto nacional. Teniendo como antecedentes lo anterior, describa las características que al o los ecosistemas lo(s) hacen ser relevante(s).

- **Describa el o los ecosistemas, de acuerdo a lo siguiente:**

a)Características fisionómicas (forma y estructura de la vegetación, por ejemplo: bosque, arbustiva y herbácea) de el o los ecosistemas

b)Características funcionales relevantes de el o los ecosistemas

c)Composición florística (especies presentes, pudiendo generalizar en formaciones vegetales) de el o los ecosistemas

d)Características estructurales de la vegetación (distribución espacial de la biomasa o estratificación) de él o los ecosistemas

e)Dinámica sucesional (procesos dinámicos de colonización de biotopos y diversificación de estructuras, por ejemplo: bosques en etapa de repoblamiento luego de algún suceso erosivo de antaño, sea por fuego, erupción volcánica, etc.) de el o los ecosistemas

Folio018705

f)Composición faunística de el o los ecosistemas

g)Reciprocidades relevantes (entre la flora y la fauna presente en el sector, por ejemplo: alimentación, nidación, reproducción, entre otras) de el o los ecosistemas

h)Diversidad (variedad de especies y abundancia relativa de ellas) de el o los ecosistemas

i)Descripción de los elementos abióticos de el o los ecosistemas

- **REFERENCIAS**

  Liste y especifique las referencias utilizadas para la información declarada en el Ítem 3.

- **CARTOGRAFÍA TEMÁTICA**

  Incluya una carta o mapa (acordes a la extensión del sector), en que se represente la temática directamente relacionada con el requisito en el mismo formato y escala del plano del predio.

Cabe destacar que el concepto de "ecosistema", según este instrumento de planificación, es homologable a "Formación vegetacional" para efectos de análisis de clasificación de vegetación. En efecto, según CONAMA (2004), "*...hay cuatro zonas biogeográficas principales que recorren el país de norte a sur: los Andes, el valle central, la cordillera de la Costa y la zona costera. Dentro de estas, se han delineado ocho regiones ecológicas o de vegetación, 21 subregiones de vegetación, 85 formaciones de plantas y 229 comunidades de plantas...".* Esto es corroborado en la Estrategia Nacional de Biodiversidad, donde se afirma: "***Pese a no estar definida a nivel ecosistémico, uno de los métodos de clasificación de la vegetación ampliamente utilizado es el que reconoce y ordena agrupaciones vegetales que constituyen paisajes vegetacionales, en un sistema jerárquico de tres niveles principales: regional, sub-regional y de formación vegetacional****…."* Respecto al funcionamiento ecosistémico la información que se tiene no es completa, ya que ha sido escasamente estudiado en Chile, por lo que a este nivel no es factible analizar la diversidad y variabilidad ecosistémica. De igual forma, es escasa la información que analiza la potencial respuesta al nivel específico y ecosistémico de la biota chilena, frente a eventuales cambios globales en patrones climáticos."

Folio018706

De esta forma, se infiere que el Formulario A2 del Manual de Procedimientos para afectación de ASPP, centra su análisis en las formaciones vegetacionales del área de estudio, al cual se agrega una breve descripción (letras f, g y h) de la fauna y del medio abiótico (letra i).

A su vez, dada la escasa información biótica del sector, el método de descripción de ecosistemas, se regirá desde el Marco biogeográfico a una breve caracterización de la flora y fauna por subcuencas. Las subcuencas hidrológicas se delimitan por criterio geomorfológico (líneas separadoras de aguas).

A continuación se presenta la metodología específica desarrollada para la recopilación de los antecedentes de la **flora y vegetación** del área de estudio:

- Marco Biogeográfico

Con el objetivo de insertar el área de estudio en un marco biogeográfico vegetacional, se realiza un análisis en tres escalas de información: continental, mediante la revisión del trabajo de Cabrera y Willink (1973); nacional a través de la revisión de Gajardo (1994); y regional a través del análisis del Catastro de la Vegetación Nativa de Chile, (CONAMA – CONAF, 1997).

- Caracterización de las subcuencas

En base a la información señalada en el Catastro de la Vegetación Nativa de Chile, complementada y verificada en las campañas de terreno, junto a especialistas (BIOTA Consultores), se establece una descripción general y las características vegetacionales presentes en cada unidad, analizando la existencia de comunidades singulares o de interés.

Adicionalmente, se cuantifican y, en algunos casos, se caracterizan las comunidades biológicas azonales hídricas (vegas). La discriminación se apoya con la interpretación

Folio018707

visual de una imagen Landsat TM del año 1986, utilizando la combinación de bandas (RGB) 432, adecuada para la detección de este tipo de comunidades vegetales.

- Elaboración de catálogo florístico (listado de especies)

Se genera un catálogo o base de datos de la flora potencial para la totalidad del área, a través de la revisión de la información bibliográfica disponible, señalada en diversas fuentes de información: estudios botánicos específicos, listados específicos de proyectos realizados en la comuna, registros de herbarios, etc. Esto se complementa con la información de flora obtenida en terreno, la cual se concentra preferentemente en las áreas con menor número de registros. Así, se analizan las potencialidades de cada unidad en cuanto a la naturalidad y riqueza de especies, como también se identifica y comprueba la existencia de especies con problemas de conservación o singulares.

Para ello se sigue la categorización de Benoit (1989), en el Libro Rojo de la Flora terrestre de Chile (CONAF) y de Baeza *et al* (1998), en el Boletín N º 47 del Museo Nacional de Historia Natural, quienes entregan la siguiente categorización:

TABLA N º 2: CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FLORA

INSTRUMENTO	CATEGORÍAS
Boletín N º 47 del Museo Nacional de Historia Natural	Extinta (E)
	En Peligro (P)
	Vulnerable(V)
	Rara (R)
	Fuera de Peligro (FP)
Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile	En Peligro (P)
	Vulnerable (V)
	Rara (R)
	Fuera de Peligro (FP)

Folio018708

A continuación se presenta la metodología específica desarrollada para la recopilación de los antecedentes de la **fauna** del área de estudio:

Se analizan las principales características de la fauna de vertebrados en el área de influencia, en términos de su diversidad, incluyendo descriptores como la composición, la distribución y el estado de conservación. Se analiza la representatividad y singularidad de la fauna encontrada en el área, con respecto a la fauna general de Chile y finalmente se establece la posible presencia en el área de especies endémicas y/o amenazadas de extinción.

- Elaboración de catálogo faunístico (listado de especies)

Para generar un catastro de las especies posibles de encontrar en el área de estudio, se realiza una revisión de la literatura general sobre fauna de la zona norte de Chile y específica, en relación al área en que se inserta el proyecto. También se revisa la base de datos de las colecciones de vertebrados del Museo Nacional de Historia Natural, incluyendo cuando corresponde, aquellos registros publicados por Núñez (1992) y Torres-Mura (1991).

La consulta bibliográfica incluye las siguientes referencias:

i) Anfibios y reptiles: Cei (1962), Díaz (1984), Donoso-Barros (1966), Valencia y Veloso (1981), Veloso y Navarro (1988).

ii) Aves: Araya y Millie (1996), Goodall, *et al*. (1946, 1951, 1957, 1964), Hellmayr (1932), Johnson (1965, 1967, 1972).

iii)Mamíferos: Mann, (1978), Miller y Rottmann (1976), Muñoz y Yañez (2000), Osgood (1943), Pine y colaboradores (1979), Reise y Venegas (1987) y Tamayo y Frassinetti (1980).

También se consultan los trabajos generales de Jaksic (1996), Lazo y Silva (1993) y Torres-Mura (1994), que contienen una extensa bibliografía y, como una fuente adicional se revisan las páginas bibliográficas de E. Silva <http://www.bio.puc.cl/auco>. Complementariamente, se revisan estudios específicos realizados en la comuna.

Folio018709

En terreno (diciembre 2003, junto a BIOTA Consultores), se determinaron los hábitats más característicos, realizando observaciones (a ojo desnudo y con binoculares) y recolectando muestras zoológicas. La nomenclatura científica sigue, en general, a Araya *et al*. (1995), Núñez y Jaksic (1992), y Tamayo y colaboradores (1987).

El estado de conservación de la fauna sigue el Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (HILTON-TAYLOR, 2000), en base a la normativa chilena contemplada en la Ley de Bases del Medio Ambiente (Reglamento de clasificación de especies de flora y fauna terrestres en categorías de conservación, CONAMA 2005), también se utiliza como referencia el Reglamento de la Ley de Caza (SAG, 1998; Decreto Supremo N º5 de enero de 1998) que contiene un listado de los vertebrados terrestres de Chile y su estado de conservación por zonas del país (la zona norte incluye las regiones I a III).

TABLA N º 3: CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA

INSTRUMENTO	CATEGORÍAS
Libro Rojo de la UICN	En Peligro Crítico (PC)
	En Peligro (P)
	Vulnerable (V)
	Menor Riesgo (MR)
	Datos Insuficientes (DI)
	No Evaluado (NE)
Reglamento de clasificación de especies	En Peligro (P)
	Vulnerable(V)
	Rara (R)
	Fuera de Peligro (FP)
	Insuficientemente Conocida (IC)
Ley de Caza	En Peligro (P)
	Vulnerable (V)
	Rara (R)
	Inadecuadamente Conocida (IC)
	Fuera de Peligro (FP)

De la tabla N º 3 se desprende que la clasificación de los instrumentos chilenos para categorizar los estados de conservación de especies, basados en la propuesta IUCN, definen cinco (5) categorías.

Folio018710

- Metodología del trabajo de campo

En la salida a terreno se determinan los hábitats más característicos de la fauna del área de estudio, realizando un recorrido por la mayor parte de la zona. Para detectar la presencia de anfibios (adultos o larvas), se recorren las vegas y los cuerpos de agua lóticos (ríos) observando y buscando en forma manual entre la vegetación acuática y bajo/entre piedras. Los reptiles se buscan bajo piedras, en roqueríos, planicies y laderas xéricas, en días de sol. Las aves fueron se observan con binoculares y a ojo desnudo, los mamíferos se estudian por observación directa y por observación de fecas, huellas y madrigueras (siguiendo las recomendaciones de CONAMA, 1994).

Con el trabajo en terreno, las revisiones bibliográficas y de colecciones de Museo, es posible confeccionar un catastro preliminar de los vertebrados actuales y/o potencialmente presentes en el sector involucrado.

Finalmente, con toda esta información, se dan por completadas las categorías de consulta (letras a-i) del Formulario A2.

-Para la Condición *"Que hayan sido definidas como prioritarias para efectos de su conservación por estrategias, planes o programas nacionales o regionales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica",* se utiliza el **Formulario F.**

Folio018711

b) Formulario F : Área Definida como Prioritaria para Efectos de Conservación y Utilización Sostenible de la Diversidad Biológica

- **Especifique la estrategia, plan o programa en el cual el terreno se encuentra definido como prioritario (específicamente o formando parte de algún terreno prioritario).**

	ESTRATEGIA, PLAN O PROGRAMA
1.	
2.	
3.	

- **Por cada estrategia, plan o programa especifique la siguiente información:**

  a) Capítulo o sección que define el terreno

  b) Páginas

  c) Fundamento para definición del terreno

  d) Acciones de conservación contempladas para el área

- **REFERENCIAS**

  Liste y especifique las referencias utilizadas para la información declarada.

Esta información es obtenida desde fuentes bibliográficas de CONAF (Libro Rojo de Sitios prioritarios de conservación), CONAMA (Estrategia Regional de Biodiversidad, que define los sitios prioritarios de conservación de biodiversidad), y otros que se encuentren durante el transcurso de la investigación.

Una vez completados estos antecedentes, se puede corroborar si el área propuesta cumple con las condiciones exigidas por el proyecto de Reglamento, y, por lo tanto, si es factible de postulación a afectación como ASPP.

Folio018712

3.2.3 Metodología para la identificación de criterios geográficos que permiten determinar la representatividad, escasez y organización espacial de los ecosistemas propuestos para la conservación ambiental.

Una vez obtenida la información respecto al (los) ecosistema (s) presentes en el área, se determina la representatividad, escasez y organización espacial de ellos.

Para esto, se elabora una propuesta ambiental para el área de estudio, cuya base teórica es la biogeografía y su base metodológica es la **Planificación ecorregional,** distinguiendo, a partir del análisis que propone este método: **sitios, paisajes y redes funcionales**[5].

Desde este punto de vista, se puede mencionar que la **representatividad se analiza desde el concepto de paisaje funcional**, en cuanto pretende conservar un gran número de sistemas ecológicos, comunidades y especies. Ello se determina por el número (cantidad) y cobertura de las formaciones vegetacionales presentes en el área. Para ordenar de mejor forma esta información, se propone la tabla N º 4.

TABLA N º 4: ESCALAS DE CONSERVACIÓN DE OBJETOS DE FILTRO GRUESO

REGIONES, SUB-REGIONES, FORMACIONES	COBERTURA COMUNAL (HÁS)	COBERTURA ÁREA DE ESTUDIO (HÁS)	ESCALAS GEOGRÁFICAS	COMUNIDADES Y SISTEMAS

La **escasez se analiza desde el concepto de sitio funcional**, al considerar los objetos de conservación por separado. En este caso, interesa detectar la ubicación espacial y cobertura de distribución en la zona de las especies de flora y fauna con problemas de conservación. Ello permite generar una cartografía con la definición de los puntos de ubicación de hábitat relevantes (por la concentración de especies). Una vez definidas las subcuencas que albergan la mayor cantidad de especies con

[5] Definidos en el capítulo del Marco Teórico.

Folio018713

problemas de conservación, se procede a completar la tabla N º 5, de acuerdo a lo indicado por la figura 4.

TABLA N º 5: ESCALAS DE CONSERVACIÓN DE OBJETOS A NIVEL DE ESPECIE CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN

ESPECIES	CANTIDAD DE PUNTOS DETECTADOS	COBERTURA ESPACIAL ASIMILABLE (HÁS)[6]	SISTEMA GEOGRÁFICO ASOCIADO	ESCALAS GEOGRÁFICAS

Para cuantificar las características que presente el área, se utiliza la metodología de BIOTA (2003):

2. Valorización del componente biótico (flora y fauna)

a. Para el componente **flora y vegetación**, se valoran los siguientes atributos:

- **Número total de especies**: número de especies totales por unidad, de acuerdo a la siguiente valorización:

TABLA N º 6: VALORIZACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FLORA

VALOR	IMPORTANCIA	RANGO DE ESPECIES
1	BAJO	0 – 100
2	MEDIO	101 – 200
3	ALTO	MAYOR A 200

- **Especies con problemas de conservación:** se cuantifica con valor 1 a cada especie inserta en estas categorías: En Peligro, Vulnerable, Rara, Insuficientemente conocida, Fuera de peligro. La condición será evaluada de igual manera, tanto para las referidas a Benoit (1989) y las publicaciones del Boletín del M.N.H.N (1998).

[6] Tomando en consideración la sumatoria de las superficies de las subcuencas donde se encontraron vestigios tangibles o se realizó observación directa de estas especies.

Folio018714

- Para la componente **fauna**, se valorarán los siguientes atributos:

- **Número total de especies:** número de especies totales discriminadas en especies detectadas y especies potenciales por unidad, de acuerdo a la siguiente valorización:

TABLA N º 7: VALORIZACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FAUNA DETECTADAS

VALOR	IMPORTANCIA	RANGO DE ESPECIES
1	BAJO	0 – 10
2	MEDIO	11 – 30
3	ALTO	MAYOR A 30

TABLA N º 8: VALORIZACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FAUNA POTENCIALES

VALOR	IMPORTANCIA	RANGO DE ESPECIES
1	BAJO	0 – 10
2	MEDIO	11 – 30
3	ALTO	MAYOR A 30

- **Especies con problemas de conservación**: de la misma manera anterior, se valorizará discriminadamente entre especies detectadas y potenciales. Para las primeras se asignará un valor 1 a cada especie que presente alguno de los estados de problema de conservación. Para las especies de fauna potenciales se asignará según la siguiente cuantificación:

TABLA N º 9: VALORIZACIÓN DE ESPECIES CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN POTENCIALES

VALOR	IMPORTANCIA	RANGO DE ESPECIES
1	BAJO	0 – 10
2	MEDIO	11 – 20
3	ALTO	MAYOR A 20

Por último, la **organización espacial se analiza desde el concepto de red funcional**, pues permite indagar en la conectividad y los eventos históricos acaecidos sobre ella, y que determinan su actual distribución en el espacio. Importancia cobra en este punto el

Folio018715

reconocimiento o presencia de corredores biológicos y de los espacios de interconexión de las especies de flora y fauna.

Corredor biológico: de acuerdo a la información recopilada, antecedentes científicos y lo observado en la visita a terreno, se cuantifica cada subcuenca como zona potencial utilizada como corredor biológico para la flora y vegetación. La valorización será en rangos de importancia para este atributo: alta: 3; media: 2; baja: 1. La característica fundamental a medir será la presencia de cuerpos de agua en la unidad.

TABLA N º 10: VALORIZACIÓN DE ATRIBUTO "CORREDOR BIOLÓGICO"

VALOR	IMPORTANCIA	OBSERVACIÓN
1	BAJO	No existen cuerpos de agua, pocas o nulas unidades azonales hídricas y presenta condiciones ambientales no favorables que determinan que la unidad tiene baja probabilidad de ser utilizada como corredor biológico por especies de flora y fauna.
2	MEDIO	Posible presencia de cuerpos de agua, mayor superficie de unidades azonales hídricas y condiciones ambientales favorables que determinan que la unidad tiene probabilidad de ser utilizada como corredor biológico por especies de flora y fauna, o como zona de amortiguación.
3	ALTO	Condiciones ambientales favorables, presencia de cuerpos de agua y de unidades azonales hídricas, que determinan una alta probabilidad en ser utilizada como corredor biológico por gran cantidad de especies de flora y fauna, para la anidación de aves y como zona de alimentación de herbívoros.

Dentro de este marco, cada una de ellas se analiza en base a ***cuatro atributos ecológicos***, (en la medida que la información disponible lo permita)***:***

a) Composición y estructura de los objetos de conservación: Por ejemplo, ¿están presentes todas las especies y una cubierta vegetal y dosel saludables en un sistema de bosque elegido como objeto de conservación? ¿Se están reproduciendo las poblaciones de especies elegidas como objetos de conservación? ¿Qué tanto se han

Folio018716

extendido las especies invasoras? Estas características se incluyen como parte de la **condición** en la medida de salud de la biodiversidad para determinar el éxito.

b) Regímenes ambientales y disturbios naturales: ¿Están los regímenes ambientales y disturbios naturales clave (como incendios e inundaciones) que sustentan a los objetos de conservación operando aún dentro de sus rangos naturales de variabilidad? Estos factores están incluidos dentro del **contexto paisajístico** en la medida de salud de la biodiversidad para determinar el éxito.

c) Área dinámica mínima: ¿Es el tamaño del área suficiente para permitir a los objetos de conservación recuperarse de un disturbio, tal como un huracán? Este atributo corresponde al **tamaño** en la medida de salud de la biodiversidad para determinar el éxito.

d) Conectividad: ¿Tienen los objetos de conservación acceso a todos los hábitats y recursos necesarios para completar sus ciclos de vida? ¿Pueden los sistemas ecológicos, comunidades y especies desplazarse en respuesta a cambios ambientales tales como el calentamiento global? Estos factores están incluidos dentro del **contexto paisajístico** en la medida de salud de la biodiversidad para determinar el éxito.

Estos atributos permiten evaluar el estado funcional de un área de conservación a cualquier escala (las escalas a utilizar serán las propuestas por TNC), estos atributos a su vez, son analizados en tres variables, a saber: *tamaño, condición y contexto paisajístico*.

Para designar las escalas, TNC ha elaborado un sistema marco para su definición (ver figuras 3 y 4), destacando en esta investigación, las escalas de nivel de especie y de comunidad terrestre (esta última será utilizada para definir escala de ecosistemas).

FIGURA 4: OBJETOS DE CONSERVACIÓN A NIVEL DE ESPECIE

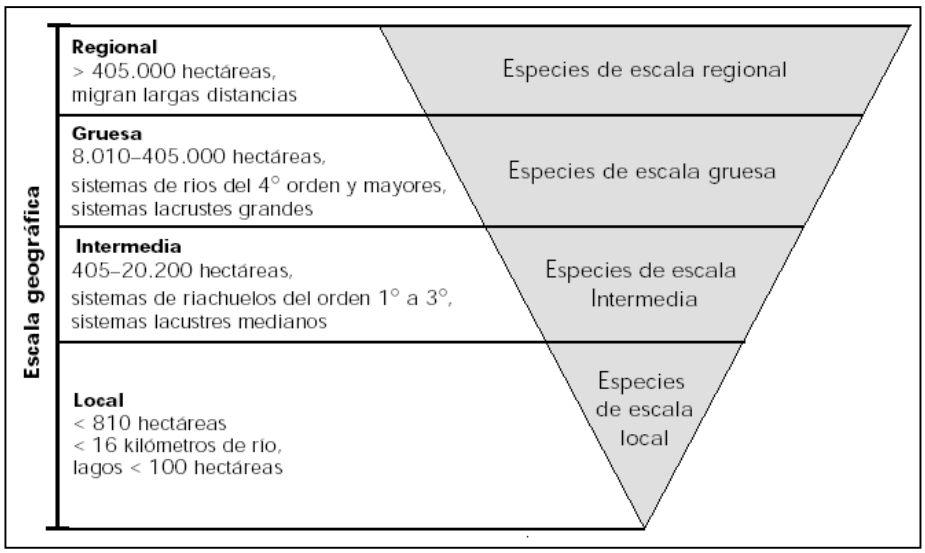
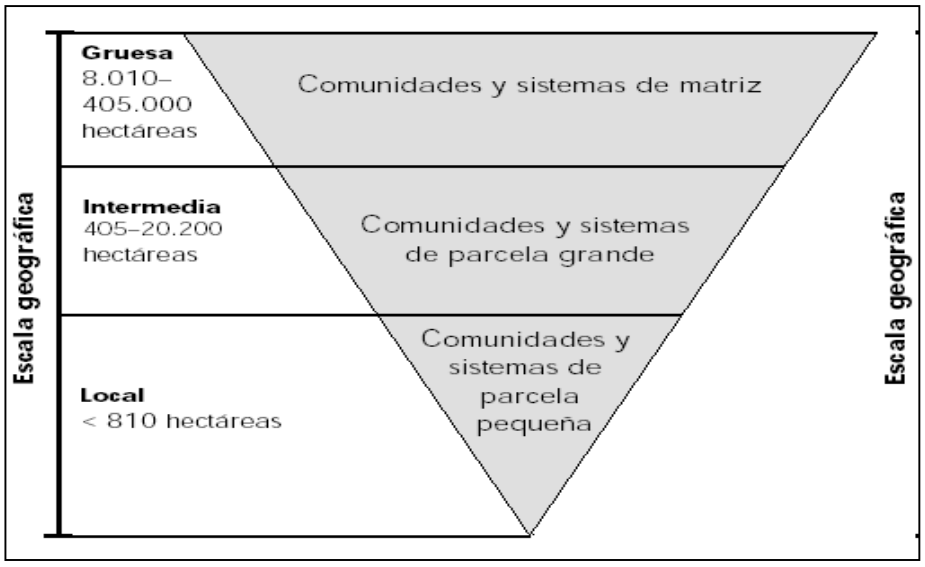


FIGURA 5:OBJETOS DE CONSERVACIÓN TERRESTRE DE FILTRO GRUESO



Así, con los datos numéricos obtenidos de la aplicación de la metodología, más un breve análisis de los atributos ecológicos, se Identifican los criterios científicos que

Folio018718

permiten determinar la representatividad, escasez y organización espacial (existencia de núcleos, corredores, buffers de amortiguación) de los ecosistemas propuestos.

Los resultados numéricos finales de hectáreas de cobertura por formación vegetacional, son obtenidos desde el Catastro de Recursos Vegetacionales nativos, de CONAF & CONAMA, 1997, complementados con los resultados obtenidos del desarrollo del subcapítulo 4.2 de esta memoria de título. Parte de este material también se encuentra en el "*Estudio de Factibilidad de Creación de un Área Silvestre Protegida de propiedad de pequeños crianceros en la parte alta de la Cuenca del río Huasco*",(BIOTA, 2003), donde se enlistaron las especies botánicas y faunísticas del sector, por lo tanto, este estudio sienta la base de discusión para la aplicación de la biogeografía, como sustento teórico, y la planificación ecorregional, como base metodológica para analizar la representatividad, escasez y organización espacial del (los) ecosistema (s) propuestos en el desarrollo del subcapítulo 4.2.

Una vez obtenidos los valores de los atributos flora, fauna y corredor biológico, se procede a valorizar el componente biótico, según la siguiente tabla:

TABLA 11: VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO

COMPONENTES	**UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)**					
BIÓTICO - FLORA						
N º Especies						
Estado de Conservación						
BIÓTICO- FAUNA						
N º Especies detectadas						
N º Especies potenciales						
Estado conservación esp. Detectadas.						
Estado conservación esp. Potenciales.						
BIÓTICO – CORREDOR BIOLÓGICO						
SUMATORIA DE VALORES						
NORMALIZACIÓN						
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO						

Folio018719

3.2.4 Metodología para la caracterización del uso de los recursos territoriales por parte de la comunidad local y de la inversión empresarial en el área.

Esto corresponde a un diseño de investigación no-experimental o ex-post ya que se observan las relaciones que se dan entre las variables de la forma que se dan en la realidad y en su contexto natural. Esta investigación no-experimental se llevará a cabo en forma transeccional, ya que las observaciones se realizarán en un momento único en el tiempo, sin hacer comparaciones temporales.

a) Información Secundaria. Trabajo de gabinete

En esta etapa se recopila información desde fuentes secundarias (INE, CONADI, SERPLAC, Municipalidad de Alto del Carmen, principalmente), a través de la visita a las Bibliotecas respectivas y en entrevista con los funcionarios que trabajan directamente en el área. Interesa conocer la cantidad de población comunal, las actividades económicas principales desarrolladas en la comuna, los accesos a servicios básicos, el empleo y los proyectos de inversión a desarrollar.

b) Información primaria

Los datos poblacionales por localidad (corresponden a caseríos dispersos), al no estar incluidos en el acápite de Ciudades, pueblos y Aldeas del Censo de Población y Vivienda, (INE 2002), fueron colectados en terreno, por medio de entrevistas a los Presidentes de las Juntas de Vecinos. Para caracterizar el uso de los recursos territoriales que efectúa la comunidad en el sitio prioritario de conservación de biodiversidad Lagunas Altoandinas y su área de influencia, se aplica una encuesta de caracterización de uso de recursos territoriales[7] **a una muestra estadística de la Comunidad**, los resultados obtenidos se espacializan mediante la creación de “buffers” o áreas de influencia de las variables medidas, utilizando el programa de SIG Arc View.

[7] Ver anexo N º1 : Encuesta de caracterización de uso de recursos territoriales

Folio018720

- Selección de la muestra

La muestra establecida para la realización de las entrevistas a los pobladores se definió como probabilística, ya que todos los sujetos de la población tienen la misma posibilidad de ser elegidos. El tamaño de la muestra es de un 10% de la población total que practica criancería (ganadería extensiva) al interior de la Comunidad.

En este caso, la muestra dirigida toma a sujetos voluntarios (los pobladores) y a informantes claves (Presidentes o miembros directivos de la Comunidad y de Juntas de Vecinos) a someterse a la entrevista. La Comunidad tiene 261socios inscritos activos. De ellos, 49 socios se encuentran desde la localidad El Tránsito hasta la localidad Junta Valeriano, es decir, en el área de influencia del sitio escogido para análisis, por lo tanto un 10% de la población de la Comunidad que practica criancería corresponde a 5 comuneros. Por otra parte, interesa contrastar la información entregada por este instrumento con la información obtenida desde fuentes secundarias, ello permite objetivizar los rangos de uso de recursos territoriales.

El Trabajo en terreno incluyó:

-5 visitas a la Provincia del Huasco, Comuna de Alto del Carmen, donde se aplicó la encuesta a crianceros pertenecientes a la Comunidad Agrícola Huacoaltinos y entrevistas a la Directiva de la Comunidad y algunos Presidentes de Juntas de Vecinos.

- Procesamiento información primaria

Una vez obtenidos todos los datos, se procede a efectuar tabulaciones de las preguntas cerradas, definiendo de manera porcentual los resultados y realizando análisis de ello.

Folio018721

3. Población

Para describir la población, se analizan características demográficas de la Comuna de Alto del Carmen, estas son:

-Nº total de habitantes
-Nº de habitantes por tramos de edad
-Nº de habitantes por sexo
-Población económicamente activa
-Tasa de crecimiento y decrecimiento

Para trabajar la variable población en su indicador Tasa de crecimiento, se analizan los datos del censo 1992 y 2002 (INE), y se comparan con la información obtenida mediante encuestas a los comuneros.

d) Poblamiento.

El poblamiento se refiere a cómo la población se distribuye en el espacio, que por cierto tiene sus fundamentos histórico sociales, y en el caso de la Comunidad Agrícola Huascoaltinos, responde a un proceso migracional forzado por parte de los españoles que condujeron al Pueblo Diaguita al reducto de Huasco Alto, donde después, serían regularizados los títulos de dominio en el Ministerio de Tierras y Colonización y reivindicados por el Estado Chileno el año 1997, donde se reconoce la propiedad de 239.918,881 hás. En este sector se identifican claramente 26 localidades, de las cuales al menos 16 están en el área de influencia directa del proyecto.

Para analizar los datos, se realiza un trabajo cartográfico de ubicación espacial de los asentamientos, enumeración de ellos y medición de distancias relativas (posición de un punto respecto a otro).

Los indicadores a medir en esta variable, son el número de asentamientos (pueblos, caseríos) y sus distancias relativas.

Folio018722

Los indicadores se registran en las siguientes categorías, cuyos tramos numéricos se determinan según la Aplicación del índice de Clark y Evans, para identificar, de manera más precisa, el patrón de distribución de las localidades, caseríos y majadas, y su relación con las distancias relativas en la Comunidad Agrícola Huascoaltinos. En esta técnica estadística se reconocen tres categorías de distribución:

Poblamiento:

- Rn = 0: Población Concentrada: Gran cantidad de asentamientos. Baja distancia relativa.
- Rn > 1: Población Dispersa: Número variables de asentamientos. Medianas distancias relativas.
- Rn = 2.15: Población Regular: Baja cantidad de asentamientos. Iguales o similares distancias relativas.

Donde

$$\mathbf{Rn = 2D\ \sqrt{(N/A)}}$$

D: Distancia promedio entre 2 puntos y su vecino más cercano.
A: Área en km²
N: Número total de puntos (localidades, caseríos o majadas)

e) Recursos Territoriales

Se entenderá por **recursos territoriales** todo elemento del Patrimonio Natural y Cultural, tangible e intangible potencialmente explotable en beneficio económico. Así, son recursos territoriales el agua, el suelo, la flora, la fauna doméstica y silvestre, los minerales, los sitios arqueológicos e históricos, el paisaje, etc.

De manera que para caracterizar el uso de estos recursos, se analizan los datos a partir de una encuesta estructurada aplicada a una muestra representativa de la Comunidad y se complementan los datos con información secundaria (Censo de

Folio018723

población y Vivienda 2002. Encuesta CASEN 2000, Diagnóstico poblacional Comuna Alto del Carmen, etc.).

Los indicadores se registran según las categorías de la Tabla 12 y el valor de existencia, estará dado por la Tabla 13.

TABLA N º 12: VALOR DE EXISTENCIA DE VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS POR SUBCUENCA DEL ÁREA DE ESTUDIO.

SUBCUENCA	CANTIDAD DE SITIOS POR SUBCUENCA	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN EN LA COMUNA	IMPORTANCIA	VALOR DE EXISTENCIA

TABLA N º 13: RANGOS DE VALOR DE EXISTENCIA VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS

VALOR	IMPORTANCIA	RANGO DE CANTIDAD VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS**
1	BAJO	0- 10 %
2	MEDIO	10.1 – 35 %
3	ALTO	MAYOR A 35%

** Con respecto al total de vestigios registrados en la comuna

Por su parte, el valor de uso de los recursos territoriales, estará dado por la determinación de la actividad funcional de la comunidad. Esta actividad se determina a partir del análisis de las actividades económicas realizadas por la población local en el área de estudio. Una vez obtenida se completa el siguiente cuadro:

Folio018724

TABLA 14: **VALOR DE USO DE RECURSOS TERRITORIALES, ACTIVIDAD FUNCIONAL POR PARTE DE LA COMUNIDAD LOCAL.**

SUBCUENCA	**CANTIDAD DE ELEMENTOS QUE INCIDEN EN LA ACTIVIDAD FUNCIONAL**	**SUPERFICIE UTILIZADA EN ELLO (hás)**	**DENSIDAD DE USO**	**% DE SUPERFICIE**	**VALOR DE USO**

Donde el valor de uso estará dad por los siguientes rangos:

TABLA N º 15: VALORIZACIÓN USO DE RECURSOS TERRITORIALES, ACTIVIDAD FUNCIONAL POR PARTE DE LA COMUNIDAD LOCAL

VALOR	**IMPORTANCIA**	**RANGOS DE SUPERFICIE DE USO DE RECURSOS***
1	BAJO	0 – 34 %
2	MEDIO	34.1 – 70 %
3	ALTO	70.1 – 100%

*De la superficie total de la unidad en estudio.

Cabe mencionar que se asigna un alto valor (valor 3) al mayor uso de los recursos, en concomitancia a la hipótesis de investigación N º 2. Esto pues se presume que la población local será el actor principal en el manejo de los espacios para la conservación, y, por lo tanto, mientras más utilicen el espacio, tendrán un mayor poder de monitoreo y fiscalización, siempre y cuando la actividad realizada no sea de impacto negativo al ambiente. Ello se definirá una vez obtenidos los resultados de caracterización de las ramas de actividad económica preponderante de la comunidad local y la superficie destinada a ello.

Finalmente, se ordenan los datos valorizados del componente socio cultural e histórico según la siguiente tabla:

Folio018725

TABLA N º 16: VALORIZACIÓN DEL COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO

COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
Vestigios arqueológicos -históricos						
Uso de recursos por parte de la Comunidad local						
Sumatoria de valores						
Normalización						
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL						
IMPORTANCIA						

Por otra parte, cabe mencionar en este punto, aquellas actividades realizadas en la Comuna que intervienen el espacio de manera considerable, como la Gran Minería y la Agricultura de exportación, entre otras, puesto que forman parte del uso de recursos territoriales que influyen en la planificación para la conservación, y en la posterior zonificación de estos espacios. Estas inversiones son medidas principalmente en dos aspectos: superficie considerada para la explotación (ya sea explotación actual o planificada a futuro) y cantidad de impactos potenciales de la explotación. Este último punto se regirá a considerar si existe o no impacto a los siguientes elementos: agua, suelo, flora, fauna, vestigios arqueológicos y salud humana (6 potenciales impactos). Para ello se determina el valor de uso por parte de las inversiones empresariales en el área de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA N º 17: rangos de valor para la superficie de uso de las inversiones empresariales

VALOR	RANGOS DE SUPERFICIE DE USO DE RECURSOS*
3	MÁS DEL 20%
2	5.1 – 20 %
1	0 – 5 %

*De la superficie total de la unidad en estudio.

Folio018726

TABLA N º 18: VALORIZACIÓN NÚMERO TOTAL DE POTENCIALES IMPACTOS POR PARTE DE LAS INVERSIONES EMPRESARIALES

VALOR	CANTIDAD DE POTENCIALES IMPACTOS
3	4-6
2	2-6
1	0-4

Finalmente, se ordenan los datos obtenidos en una tabla única, que dará cuenta de la valorización del componente inversiones empresariales en el área, según la siguiente tabla:

TABLA N º 19: VALORIZACIÓN DEL COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES

COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
Cantidad de inversiones empresariales						
Valor de porcentaje de uso de la subcuenca en inversión empresarial						
Valor de cantidad de potenciales impactos						
Sumatoria de valores						
Normalización						
VALORIZACIÓN COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES						
IMPORTANCIA						

Folio018727

3.2.5 Metodología para la generación de propuesta de conservación ambiental ligada a una base de datos alfanumérica y cartográfica que apoye la gestión y administración del área.

El primer análisis a realizar es acerca de la importancia biótica del sector en estudio, luego se compara el resultado con la componente sociocultural e histórica, a lo cual se agrega un breve análisis del valor del componente físico del sector.

La valorización del componente físico se efectúa por medio de la valorización de cuatro atributos:

a) Valorización de la red de drenaje: la importancia de la red de drenaje se evaluará preliminarmente, de acuerdo al aporte hídrico de cada subcuenca al régimen de la cuenca principal (río El Tránsito). También se considerará la posición dentro de la red hídrica. Finalmente, se considerará la relación:

TABLA N º 20: VALORIZACIÓN DE LA RED DE DRENAJE

VALOR	IMPORTANCIA	ATRIBUTO
1	BAJO	Quebradas intermitentes
2	MEDIO	Quebradas permanentes
3	ALTO	Ríos

b) Valorización de la presencia de cuerpos de agua (lagunas): se evaluará la presencia de cuerpos de agua, considerando su importancia para la sustentación de la flora y fauna, áreas de nidificación de aves y corredores biológicos.

TABLA N º 21: VALORIZACIÓN DE LA PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA

VALOR	IMPORTANCIA	ATRIBUTO
1	BAJO	Ausencia
3	ALTO	Presencia

Folio018728

c) Valorización de la presencia de cuerpos de nieves y glaciares: se evaluará la presencia de glaciares y cuerpos de nieves perpetuas, considerando su importancia al aporte hídrico a las cuencas principales de la comuna.

TABLA N º 22: VALORIZACIÓN DE LA PRESENCIA DE CUERPOS DE NIEVES Y GLACIARES

VALOR	IMPORTANCIA	ATRIBUTO
1	BAJO	Ausencia
3	ALTO	Presencia

4. *Valorización de accesibilidad:* se evaluará los accesos y la altitud como factor de relevancia para la accesibilidad al área.

TABLA N º 23: VALORIZACIÓN DE ACCESOS

VALOR	IMPORTANCIA	ATRIBUTO
1	BAJO	Predominancia de huellas y senderos con nula o poca mantención
2	MEDIO	Predominancia de caminos ripiados
3	ALTO	Predominancia de caminos asfaltados con mantención constante.

TABLA N º 24: VALORIZACIÓN DE ALTITUD

VALOR	IMPORTANCIA	ATRIBUTO
1	BAJO	Altitud promedio del sector sobre los 3.000 m.s.n.m
2	MEDIO	Altitud promedio del sector sobre los 2.000 m.s.n.m
3	ALTO	Altitud promedio del sector bajo los 2.000 m.s.n.m.

Finalmente, se ordenan los datos obtenidos en una tabla única, que dará cuenta de la valorización del componente físico en el área, según la siguiente tabla:

Folio018729

TABLA N º 25: VALORIZACIÓN DEL COMPONENTE FÍSICO

COMPONENTE FÍSICO	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
Valor red de drenaje						
Valor presencia de cuerpos de agua						
Valor presencia de cuerpos de nieves y glaciares						
Valor de accesos						
Valor de altitud						
Sumatoria de valores						
Normalización						
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÍSICO						
IMPORTANCIA						

Con la sumatoria de cada uno de estos atributos, se obtendrá un valor final, el cual se normalizará (escala 0 –1). El valor normalizado se volverá a valorizar en escala 1 a 3 (de menor a mayor importancia), para ser utilizado en la suma final de componentes, de acuerdo a los siguientes rangos:

TABLA N º 26: VALORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN DE ATRIBUTOS COMPONENTE FÍSICO

VALOR	IMPORTANCIA	RANGO DE NORMALIZACIÓN
1	BAJO	0 – 0.33
2	MEDIO	0.34 - 0.66
3	ALTO	0.67 - 1

A continuación se deben comparar estos resultados con el valor obtenido del componente inversiones empresariales, para deducir el cumplimiento de la tercera hipótesis de investigación.

Folio018730

Con la sumatoria de cada uno de los atributos detectados en el desarrollo de los componentes biótico, socio cultural e histórico, físico y de inversiones empresariales, se obtendrá un valor final, según se observa en la tabla 27:

TABLA N º 27: VALORIZACIÓN FINAL DE COMPONENTES

COMPONENTES	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO						
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO						
VALORIZACIÓN COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES						
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÏSICO						

La valorización final del área de estudio como espacio de conservación consistirá en la sumatoria de los valores finales de cada componente considerado. Este análisis se efectúa desde 2 aristas:

1) Considerando los componentes biótico, socio cultural e histórico y físico, donde se completa la siguiente tabla:

TABLA N º 28: VALOR DEL ÁREA DE ESTUDIO COMO ESPACIO DE CONSERVACIÓN EN BASE A COMPONENTES BIÓTICO, SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO Y FÍSICO.

COMPONENTES	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO						
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO						
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÏSICO						
Sumatoria de valores						

Folio018731

Valor de la Unidad como objeto de conservación						

El valor de la unidad, según la sumatoria de valores, es jerarquizado para este caso de la siguiente forma:

Valorización Baja: 3 – 4 – 5

Valorización Media: 6 – 7

Valorización Alta: 8 – 9

Este primer resultado permitirá observar la potencialidad del área de ser declarada ASPP y dar o no cumplimiento a la primera y segunda hipótesis de investigación.

2) Agregando al análisis, el valor del componente inversiones empresariales.

TABLA N º 29: VALOR DEL ÁREA DE ESTUDIO COMO ESPACIO DE CONSERVACIÓN EN BASE A COMPONENTES BIÓTICO, SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO, INVERSIONES EMPRESARIALES Y FÍSICO.

COMPONENTES	**UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)**					
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO						
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO						
VALORIZACIÓN COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES						
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÏSICO						
Sumatoria de valores						
Valor de la Unidad como objeto de conservación						

La jerarquización de valor de conservación ambiental será para este caso:

Valorización Baja: 4 – 7

Valorización Media: 8 – 10

Valorización Alta: 11 – 12

Folio018732

Esta segunda categorización permite observar la sostenibilidad del área en caso de ser declarada ASPP y, dar respuesta a la hipótesis de investigación N º 3.

Las áreas resultantes se integran formando un ente conectado de la relación Hombre-Medio, y según los resultados obtenidos se asignan roles territoriales de conservación al espacio, los que se definirán usando como criterio la presencia de elementos claves del ambiente: Ecosistemas, Especies con problemas de conservación, actividad económica y cultural efectuada en dichos espacios, etc.

Las áreas integradas permiten obtener una visión global del espacio y los procesos que ocurren en él; como existen procesos similares dados por las causas o por los resultados obtenidos, entonces se pueden homogeneizar áreas a partir de los resultados numéricos, lo cual deriva en una propuesta espacial de conservación ambiental en Huasco Alto, definiendo de esta forma, el cumplimiento o no cumplimiento de las hipótesis de la presente memoria de título.

Por último, y siguiendo a Lobo, J.M. y Hortal, J. 2003, acerca de la necesidad de elaborar bases de datos exhaustivas que recopilen de manera digital la información sobre la distribución de los organismos, actualmente depositada en colecciones y publicaciones, permite evaluar la capacidad de los espacios naturales protegidos para conservar diversidad biológica, he ahí la importancia de la utilización de los SIG en esta etapa de la investigación, y la complementación de estos resultados gráficos y alfanuméricos con la información a obtener por parte de la población que utiliza estos espacios. Así, para concluir con una propuesta de conservación en el área, se integran los datos ecosistémicos a los datos colectados en el desarrollo del subcapítulo 4.4, concluyendo la presente investigación en la propuesta de categoría de manejo para el área de estudio.

Folio018733

IV RESULTADOS

4.1 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA NORMATIVO DE CONSERVACIÓN DE BIODIVERSIDAD A TRAVÉS DE LOS INSTRUMENTOS LEGALES VIGENTES EN EL PAÍS.

4.1.1 Desarrollo v/s conservación ambiental

La protección ambiental no puede plantearse como un dilema frente al desarrollo, sino como uno de sus elementos. Pareciera que los países en subdesarrollo enfrentan el dilema de crecer y a la vez conservar la naturaleza. Sin embargo, esta disyuntiva es más aparente que real, pues con los mecanismos adecuados, es posible fomentar el desarrollo económico y, a la vez, proteger el medio ambiente. La raíz de buena parte de esta disyuntiva radicó en el modelo histórico de desarrollo aplicado en gran parte del mundo, incluido Chile. Este modelo prescindió de la variable ambiental como factor central de garantía del progreso y no consideró que la utilización racional de los recursos es fuente de desarrollo estable y continuo (BAERISWYL, 2001).

La Diversidad Biológica o Biodiversidad -definida como la variabilidad de especies presentes en un territorio- sustenta la sociedad de muchas e importantes maneras. Satisface alrededor del 80% de las necesidades humanas, es el pilar económico en muchos países, proporciona nuevas alternativas para la medicina y, cumple funciones ecológicas que permiten mantener la estabilidad planetaria, entre otros. <http://www.conama.cl>

Más del 40% de la economía mundial y alrededor del 80% de las necesidades de la población del mundo derivan de la diversidad biológica. La pérdida de ella amenaza estos servicios, y por lo tanto, a la sociedad en general (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN, 2001).

Folio018734

En los últimos años diversos países en el mundo han realizado importantes esfuerzos por definir políticas nacionales y estrategias de conservación de la diversidad biológica, en parte como una respuesta a los variados compromisos internacionales asumidos, y en parte por la creciente sensibilidad pública frente a los numerosos problemas ambientales que se enfrentan. En la gran mayoría de los casos, estas políticas nacionales y estrategias de conservación asignan una trascendental importancia al establecimiento y desarrollo de sistemas nacionales de áreas silvestres protegidas por el Estado, con fines de conservación *in situ* de ecosistemas, especies y recursos genéticos, así como para conservar paisajes naturales y áreas con potencial para el turismo y la recreación. Varios países también han definido objetivos específicos orientados a la mantención y mejoramiento de los recursos naturales, a la preservación de muestras representativas o únicas de ellos, y al desarrollo de su uso en forma sostenible (PONCE, 1996a; PONCE 1996b; ESCOBAR, 1996).

De esta manera, un gran número de instrumentos legales internacionales relacionados con la diversidad biológica se ha adoptado desde los años '70. Estas iniciativas (RAMSAR, CITES, entre otros) fueron orientadas fundamentalmente a la conservación de la biodiversidad. Posteriormente, se hizo evidente que la sola conservación no iba a ser suficiente para detener la pérdida de la diversidad biológica y que se necesitaban políticas que incorporaran la totalidad de las interacciones entre la sociedad y la biodiversidad. Es así como surge un nuevo desafío: la conservación y la utilización sostenible. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

El Estado Chileno enfrenta legalmente el tema de conservación de diversidad biológica con mayor énfasis, desde la primera mitad de la década de los ´90, a través de la suscripción en la Convención de Río de Janeiro en 1992, cuyos acuerdos son ratificados por el Estado Chileno en 1994. A través de esto, Chile se compromete a conservar la Diversidad Biológica en todas sus manifestaciones, esto es, genes, especies y ecosistemas; reconociendo por lo tanto, que uno de los mecanismos más eficaces para la conservación *in situ*[8] son los Sistemas de Áreas Protegidas (art. 8).

[8] Del Latín: *En el lugar*

Folio018735

4.1.2 Constitución Política de la República de Chile

La Constitución Política, vigente desde el 11 de marzo de 1981, cuya última reformulación se efectuó a través de la Ley 20050 (D.O. 26.08.2005), garantiza el derecho a la vida y a la integridad física y psíquica de la persona. Como corolario de lo anterior, el artículo 19, número 8, asegura a todas las personas el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Este derecho se garantiza de dos maneras, a saber: a) Mandando al Estado velar porque no sea afectado; y, b) Haciendo procedente el Recurso de Protección cuando sea afectado por un acto arbitrario e ilegal imputable a una autoridad o persona determinada.

La Carta Fundamental, adicionalmente, manda al Estado tutelar la preservación de la naturaleza y faculta al legislador para establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades con el fin de proteger el medio ambiente. Asimismo, faculta a la ley para someter el derecho de dominio a las limitaciones y obligaciones que deriven de la conservación del patrimonio ambiental. En ambos casos, previene que los preceptos legales que por mandato de la Constitución regulen o complementen las garantías que ésta establece o que las limiten en los casos en que ella lo autoriza, no podrán afectar los derechos en su esencia, ni imponer condiciones, tributos o requisitos que impidan su libre ejercicio.

4.1.3 Convenciones Internacionales en las cuales participa Chile

Los Tratados Internacionales con incidencia ambiental, constituyen una fuente importante de Derecho Ambiental Internacional y contribuyen a la generación de las políticas de cada nación en este tema. Chile ha suscrito gran parte de los tratados internacionales existentes sobre medio ambiente, los que ratificados por el Congreso Nacional, promulgados por el Presidente de la República y publicados en el Diario Oficial, adquieren el valor de Ley de la República.

Folio018736

El anexo N º 2 muestra los veinticuatro principales acuerdos internacionales ambientales suscritos por el Estado Chileno, la mayoría de los cuales se encuentran vigentes, aunque existen algunos que se encuentran en trámite de ratificación. Se han resaltado aquellos que entregan lineamientos claves hacia el establecimiento de Áreas Silvestres Protegidas, y que por lo tanto, pasan a constituir principios fundamentales del desarrollo de la presente memoria. De ellos destacan la Convención de Washington y la Convención sobre Diversidad Biológica.

a) Convención para la protección de la flora y fauna y las bellezas escénicas de América

Esta Convención conocida también como Convención de Washington fue suscrita en el marco de la Organización de Estados Americanos (OEA) y constituye el primer intento a nivel continental por considerar el medio ambiente como un tema independiente y relacionado con el desarrollo.

La Convención de Washington establece por vez primera una conceptualización en torno a los conceptos de reserva, parque nacional, santuario y monumento natural. A diferencia de las Convenciones que vendrán durante los años siguientes y, que toman al hombre como centro, esta Convención centra toda su atención en la protección de la naturaleza en sí misma y en la creación de lugares exclusivos para su conservación.

Su Objetivo General es Proteger a todas las especies y géneros de la flora y fauna de América de la extinción y preservar áreas de extraordinaria belleza, con énfasis en formaciones geológicas o con valor estético, histórico o científico, mientras que el objetivo específico es Impulsar una reglamentación a nivel de cada nación respecto de las importaciones, exportaciones y tránsito de especies protegidas de flora y fauna.

Folio018737

b) Convención sobre la Diversidad Biológica

El origen de las negociaciones de esta Convención se remonta a una decisión del PNUMA por crear un Grupo de Trabajo de Expertos en Diversidad Biológica para la armonización de los tratados existentes en relación a la biodiversidad. Este grupo acordó la necesidad de elaborar un instrumento internacional jurídicamente vinculante en el tema de la biodiversidad. Posteriormente, este grupo pasó a llamarse Comité de Negociación Intergubernamental y sostuvo siete sesiones de trabajo que culminaron en la adopción del texto final de la Convención en la Conferencia de las Naciones Unidas en Nairobi, en el año 1992. Durante el mismo año, en la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, este Convenio fue firmado por 152 países y la Unión Europea. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

Los *objetivos* del Convenio son:
• la conservación de la diversidad biológica;
• la utilización sustentable de sus componentes; y
• la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

El organismo encargado de la coordinación de la implementación de esta Convención en Chile es la CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente), a través del Departamento de Recursos Naturales.

Los *contenidos* sustantivos fundamentales de la **Convención de Biodiversidad** son:

a) Conservación (*in-situ y ex-situ*) y utilización sostenible

El Convenio numera una amplia gama de métodos que deben utilizarse para la **conservación** de la diversidad biológica. Estos métodos se pueden agrupar en cuatro categorías principales (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).:

Folio018738

i. la *protección de zonas*: el artículo 8(a)y(b) dispone el establecimiento no sólo de zonas protegidas en el sentido tradicional del término, sino también de zonas donde es preciso tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica. Es decir, se adopta un nuevo criterio de conservación *in-situ* en donde las zonas protegidas son zonas habitadas en las cuales se realizan todas las actividades, en especial las actividades tradicionales compatibles con los objetivos de la conservación.

ii. la *protección de especies*: los artículos 8 y 9 se refieren tanto a la conservación *in-situ* como *ex-situ* de las especies de especial valor, importancia o rareza, y a la recuperación de especies amenazadas.

iii. el *control de los procesos que pueden perjudicar a la diversidad biológica*: el Convenio requiere que las Partes identifiquen (artículo 7(c)) y regulen o gestionen (artículo 8 (l)) los procesos y las categorías de actividades que tengan o puedan tener efectos adversos y significativos en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica. Este es un nuevo enfoque de la conservación *in situ* y se refiere a que ciertas actividades puedan restringirse cuando puedan perjudicar gravemente a la diversidad biológica (por ejemplo, la caza, el uso de pesticidas, la forestación, la agricultura intensiva, el pastoreo excesivo, entre otras). Estas restricciones varían según la zona, los períodos del año y otras circunstancias.

A pesar que el Convenio entrega a las Partes la identificación de estos procesos, enumera dos que pueden tener efectos gravemente perjudiciales para la diversidad biológica, y que por lo tanto, deben ser regulados por todas las Partes. Estos son: el uso y la liberación de organismos vivos modificados por medios biotecnológicos (artículo 8(g)) y la introducción de especies exóticas que amenazan a los ecosistemas, los hábitats o las especies (artículo 8(h)).

iv. la *necesidad de evaluar los efectos ambientales*: el Convenio exige a las Partes que incorporen procedimientos adecuados que exijan la evaluación de los efectos ambientales de los proyectos, programas y políticas que puedan tener efectos adversos significativos en la diversidad biológica (artículo 14.1.(a) y (b)).

Folio018739

Por otra parte, en cuanto a la **utilización sostenible**, el Convenio exige que las Partes adopten medidas vinculadas al uso de los recursos biológicos para evitar o minimizar los efectos adversos en la diversidad biológica (artículo 10(b)). Esto significa, que se deben adoptar regulaciones en torno a la caza y la pesca, la recolección de especies (distinta a la caza y la pesca) y, en general, adoptar regulaciones aplicables a todas las especies animales y vegetales. Por otro lado, también se debe entender esta exigencia como un requisito de no sobre explotar las especies cosechables, considerando factores tales como el rendimiento óptimo sostenible y la conservación de los hábitats esenciales. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

Por último, este aspecto de la Convención debe complementarse con lo dispuesto en tratados especiales, como el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), que se refiere al control de la importación y exportación de especies.

b) Acceso a Recursos Genéticos, Acceso a los Conocimientos de Comunidades Indígenas y Locales, Propiedad Intelectual, Biotecnología, Acceso a la tecnología y Transferencia de Tecnología.

Son varios los artículos de la Convención que se refieren a estos temas. En primer lugar, el artículo 15 reconoce la soberanía de los Estados sobre los recursos naturales, otorgándoles la facultad de regular el acceso a los recursos genéticos y sometiendo las condiciones de acceso a la legislación nacional. Adicionalmente insta a facilitar las condiciones de acceso a otras Partes, para utilizaciones ambientalmente adecuadas, sin imponer condiciones contrarias a la misma Convención y de acuerdo con condiciones mutuamente convenidas. A su vez, establece que las medidas legislativas y administrativas que adopte cada parte contratante para el acceso de recursos ha de hacerse en forma tal que se compartan equitativamente los resultados de las actividades de investigación y desarrollo y los beneficios derivados de la utilización comercial con la parte contratante que aporta los recursos8. Por otra parte, el artículo 19 se refiere a la adopción de medidas para permitir el acceso prioritario de las Partes

Folio018740

sobre una base justa y equitativa, especialmente de los países en desarrollo, en cuanto a los beneficios que surjan de las biotecnologías basadas en los recursos genéticos aportados por ellos. A su vez, las Partes deben estudiar la necesidad y las modalidades de un protocolo que establezca procedimientos adecuados, incluido en particular el consentimiento fundamentado previo, en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización de cualesquiera organismos vivos modificados (OVM) resultantes de la biotecnología que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

En cuanto al acceso a los conocimientos de las comunidades indígenas, es principalmente el artículo 8(j) el que se refiere al particular, señalando que cada Parte deberá respetar, preservar y mantener los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica. De igual manera deberá promover la más amplia aplicación de esos conocimientos, innovaciones y prácticas con la aprobación y participación de los poseedores de los mismos y fomentar que los beneficios derivados de la utilización de esos conocimientos, innovaciones y prácticas se compartan equitativamente. Es decir, el Convenio reconoce la validez y el valor de los conocimientos y costumbres indígenas, pero deja la responsabilidad de su reconocimiento a cada una de las Partes. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

Por último, la Convención también se refiere al acceso a la tecnología y a su transferencia y señala, en su artículo 16, que se debe asegurar y facilitar el acceso a las tecnologías pertinentes para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica o que utilicen recursos genéticos y no causen daños significativos al medio ambiente. Este acceso a la tecnología ha de hacerse en las condiciones más justas y en los términos más favorables tratándose de países en desarrollo. De igual manera, y en el caso de tecnología sujeta a patentes y otros derechos de propiedad intelectual, como lo puede ser la información no divulgada, también debe asegurarse

Folio018741

esa transferencia, más aún tratándose de países en desarrollo que aportan los recursos genéticos.(MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

4.1.4 Leyes y Decretos Leyes

Otros instrumentos legales que pueden apoyar la conservación y protección de áreas naturales han sido definidos para situaciones específicas y no necesariamente centrados en la conservación de la biodiversidad. Tal es el caso por ejemplo, de los distritos de conservación de suelos, bosques y aguas que se han definido para evitar la erosión o recuperar terrenos erosionados, los lugares de interés histórico o científico que define el Código de Minería, o las áreas de protección turística, entre otros. (CODEFF, 1999)

En el ámbito propiamente normativo, es la **Ley 19.300**, de Bases Generales del Medio Ambiente, la que en el Párrafo 4º del Título II regula la "Conservación del Patrimonio Ambiental" señalando que *el Estado administrará un Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas, que incluirá los parques y reservas marinas, con objeto de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental.* A su vez, establece que el Estado deberá fomentar e incentivar la creación de áreas silvestres protegidas de propiedad privada, las que estarán afectas a igual tratamiento tributario, derechos, obligaciones y cargas que las pertenecientes al Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). Por otra parte, en cuanto a las especies de flora y fauna silvestres, el artículo 37 señala que un *reglamento fijará el procedimiento para clasificar las especies de flora y fauna silvestres, sobre la base de antecedentes científico-técnicos, y según su estado de conservación, en las siguientes categorías: extinguidas, en peligro de extinción, vulnerables, raras, insuficientemente conocidas y fuera de peligro*. Finalmente, los artículos 41 y 42 se refieren a los Planes de Manejo, como instrumentos de gestión ambiental de los recursos naturales renovables, señalando

Folio018742

que se debe asegurar su capacidad de regeneración y la diversidad biológica asociada a ellos. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

Existen además diversas normativas sectoriales que se han dictado en Chile relacionadas con la protección de los recursos naturales y la biodiversidad. En cuanto a la **flora** se puede mencionar especialmente la Ley de Bosques (1931) y su Reglamento (1940); el D.L. 701 sobre Fomento Forestal (1974); el D.L. 1939 (1977) sobre Adquisición, Administración y Disposición de Bienes del Estado; el D.L. 3557, de Protección Agrícola (1980); la Ley 17.288 sobre Monumentos Nacionales y la Ley 18.362, que establece el SNASPE (1984). En cuanto a la **fauna,** se debe indicar la Ley de Caza, Ley 19.473 (1996) y su Reglamento (1998), cuyo objetivo principal es limitar la caza a niveles sustentables que permitan la conservación de las especies; y la Ley de Pesca, Ley 18.892 (1991) y su reglamentación complementaria.

De todas estas normas, cabe analizar especialmente el régimen jurídico adoptado por la Ley de Caza, por tratarse de una normativa posterior a la adopción de la Convención de Diversidad Biológica. La **Ley 19.473 de 1996** y el **D.S. 5/98** del Ministerio de Agricultura determinan el régimen jurídico aplicable a la caza. Al respecto, el artículo 1 señala que la ley se aplica *a la caza, captura, crianza, conservación y utilización sustentable de animales de la fauna silvestre, con excepción de las especies y los recursos hidrobiológicos...*". De la normativa establecida por esta ley, cabe resaltar dos disposiciones relacionadas con la implementación de la Convención: prohibición de caza o captura de ejemplares de fauna silvestre catalogados como especies en peligro de extinción, vulnerables, raras y escasamente conocidas, así como de las especies catalogadas como beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria, para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales o que presenten densidades poblacionales reducidas. El Reglamento, por su parte, establece la nómina de estas especies. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

La *protección de las especies animales* está estipulada en la Ley de Caza de 1996, la cual satisface además las exigencias de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies en Peligro de la Flora y Fauna Silvestres (CITES) con respecto al tráfico

Folio018743

de especies amenazadas. En la ley se incluyen todas las especies mencionadas en la CITES y en la Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres (Convención de Bonn). Se ha prohibido la caza y captura, venta y exportación de casi todas las especies chilenas autóctonas. Esta prohibición afecta a todos los anfibios y reptiles, 90 mamíferos y 430 aves. Es posible cazar 25 especies de aves (23 autóctonas y 2 exóticas) y 11 mamíferos en temporadas específicas; otras 23 especies de vertebrados introducidas han sido declaradas plagas y pueden cazarse sin restricción. La Ley de Caza exige a los cazadores obtener una licencia (aproximadamente 26.000 personas la habían obtenido en el año 2000) y define las zonas de coto. A partir del año 2003, se establecieron 13 de estas zonas con una superficie conjunta de 11.160 km2, en contraste con los 316 km2 que existían en la década anterior. Nuevamente, sin embargo, ha resultado difícil convertir estas buenas intenciones en hechos, entre otras cosas por la débil vigilancia. No se registran más allá de 150 o 200 infracciones anuales, incluidas las relacionadas con la CITES. Entre ellas hay sanciones penales y administrativas de hasta 5.000 dólares (o hasta el doble, en caso de reincidencia). El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) supervisa el cumplimiento de la Ley de Caza y la CITES con la asistencia de unos 100 inspectores de caza *ad honorem*.(OCDE-CEPAL, 2005)

La Ley de Bosques N° 4.363 del 30 de Junio de 1931 es considerada clave para el objetivo de la conservación en Chile. Dicho cuerpo legal permite la creación de los Parques Nacionales y Reservas Forestales para la conservación de especies y ecosistemas vulnerables o en peligro de extinción. En su Artículo 10 señala que los Parques Nacionales y Reservas Forestales serán administrados por la Corporación Nacional Forestal, la cual no posee a la fecha cuerpo legal que la cree como Institución Pública.

Por otra parte, la **Ley 19.253 de 1993**, Ley Indígena, dispone en su artículo 7 que *el Estado reconoce el derecho de los indígenas a mantener y desarrollar sus propias manifestaciones culturales, en todo lo que no se oponga a la moral, a las buenas costumbres y al orden público.* Es decir, existe en la ley un reconocimiento limitado a la costumbre indígena, el que no se refiere expresamente a los conocimientos, prácticas

Folio018744

o innovaciones indígenas *que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica*, según los términos de la Convención. Este vacío legislativo se ha hecho notar por el Grupo de Trabajo convocado recientemente por el Presidente de la República, Don Ricardo Lagos Escobar, con el propósito de recomendar un conjunto de propuestas concretas para el desarrollo de los pueblos indígenas como asimismo sentar las bases hacia un nuevo trato entre el Estado y la Sociedad Chilena con sus pueblos indígenas. El informe elaborado por dicho Grupo propone el reconocimiento oficial de la medicina indígena y la protección de los ecosistemas indígenas con sus plantas medicinales. A su vez, plantea la necesidad del reconocimiento oficial de los saberes indígenas: lenguas, medicina, cosmovisión, religiones, con amplia difusión e incorporación a la vida cotidiana, a los textos de estudio y a la práctica sanitaria. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

Sin perjuicio de la existencia de toda la normativa recientemente mencionada, se debe señalar, que el ordenamiento jurídico chileno no cumple con los compromisos internacionales asumidos con la ratificación de la Convención sobre Biodiversidad. En primer lugar, se encuentra pendiente todavía la dictación de los reglamentos de áreas silvestres protegidas privadas y de clasificación de especies según su conservación, vacíos que impiden una adecuada protección de zonas y especies, necesaria para la conservación de la diversidad biológica. Tampoco existe normativa en lo que se refiere a la regulación de modalidades de conservación *ex situ*, tales como los bancos de genes, los bancos de semillas, los bancos de espermas y óvulos, las colecciones in vitro de tejidos de plantas y cultivos microbianos, centros de recursos microbianos y los jardines botánicos, entre otros. Por otra parte, en cuanto al control de los procesos que pueden perjudicar la diversidad biológica, sólo la Ley de Caza se refiere a la introducción y liberación de especies “exóticas” de fauna silvestre, y la Ley de Pesca a la “importación de especies hidrobiológicas”, exigiendo autorizaciones del SAG y de la Subsecretaría de Pesca, respectivamente. Sin embargo, estas actividades no han sido incluidas en el artículo 10 de la ley 19.300 y por lo tanto, no se encuentran sometidas al SEIA. En cuanto a la introducción de especies “exóticas” de flora silvestre, no existe

Folio018745

normativa con excepción de lo dispuesto por el D.L. 3557 (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

A su vez, Chile carece de normativa que promueva la consideración de la conservación de la diversidad biológica en los procesos nacionales de adopción de decisiones, ni la integración de la utilización sostenible de la biodiversidad en los planes, programas, políticas sectoriales o intersectoriales y en los proyectos de desarrollo. En efecto, en relación al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), la ley 19.300 no implementa debidamente el Convenio. El artículo 10, que enumera los proyectos y actividades sujetos al SEIA, no incorpora los planes, programas y políticas públicas a la evaluación ambiental y, además, omite toda referencia a la conservación de la diversidad biológica y a la utilización sostenible de sus componentes. Lo mismo ocurre con el artículo 11 que señala los efectos, características o circunstancias que determinan la necesidad de proceder a la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental y no de una Declaración de Impacto Ambiental. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

Finalmente, cabe también destacar que en Chile no existen normas que regulen el acceso a material genético o permitan patentar su uso.

Dentro de este marco regulatorio aplicable a la protección de la biodiversidad en el país, a nivel nacional destacan 13 instrumentos legales y sus correspondientes categorías de protección (Anexo N º 3).

4.1.5 Políticas, Planes, Estrategias y Programas de carácter Nacional

a) Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable (CONAMA, 1997)

Chile cuenta con una **Política Ambiental** establecida formalmente por el Consejo Directivo de Ministros de la CONAMA. Dentro de los objetivos específicos de dicha

Folio018746

política se encuentra "fomentar la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales", el que se desarrolla en las siguientes líneas de acción, entre otras: la dictación del marco regulatorio sobre recursos naturales señalado en la Ley 19.300 y otros cuerpos legales[9] (CONAMA, 1998); la definición y establecimiento de estándares y medidas de conservación para los recursos naturales patrimoniales que indica; y el conocimiento de los ecosistemas[10]. Finalmente, la política ambiental establece ciertos compromisos específicos al año 2006, entre los cuales incluye: la definición de la normativa para las áreas silvestres protegidas privadas, la elaboración del reglamento de clasificación de especies según estado de conservación, y la precisión de las orientaciones básicas que enmarquen una estrategia de protección de la diversidad biológica en el país. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

b) Agenda Ambiental País 2002 – 2006

La "Agenda Ambiental País" (2002-2006) ha fijado su accionar y desafío en objetivar los resultados asociados a la protección de los Recursos naturales y la gestión ambiental.

Las cuatro Líneas de Acción definidas por CONAMA en la Agenda son:

-Recuperación ambiental de las grandes ciudades
-Protección del patrimonio natural
-Modernización y agilización de la gestión ambiental
-Transformación cultural

[9] Estos son: el perfeccionamiento del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE); la dictación de normativa regulatoria para el fomento e incentivo a la creación de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada; la promulgación del reglamento de clasificación de especies según su estado de conservación; el desarrollo de inventarios de especies de flora y fauna; y la formulación de planes de manejo que regulen el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables (p.26).

[10] En cuanto a la Biodiversidad señala: "Se avanza en la puesta en marcha del Convenio sobre Diversidad Biológica a través de la elaboración de la Estrategia Nacional para la conservación, manejo y uso sustentable de la biodiversidad y el diseño de un Plan de Acción; así como el establecimiento de sistemas de información en biodiversidad" (p.26).

Folio018747

La Agenda Ambiental del gobierno estipula que al año 2006 se pondrá bajo protección el 10 por ciento de los ecosistemas más relevantes a nivel nacional, es decir, 2,9 millones de hectáreas entre predios públicos y privados. El primer paso ya fue dado por el Ministerio de Vivienda, que dispuso que 330 mil hectáreas distribuidos en 17 predios fiscales, sean declarados como zonas protegidas, todos ellos incluidos entre los 68 Sitios Prioritarios de Conservación de Biodiversidad, de acuerdo a CONAMA. Entre las áreas protegidas se encuentra la zona del desierto florido entre Copiapó y Vallenar, la reserva marina Punta Choros, la isla Navarino y el entorno de la estancia Yendegaia en la Región de Magallanes. A ello se suma el entorno de la isla Carlos III, que se convirtió así en el primer parque marino del país, con el nombre de Francisco Coloane. Esta declaratoria implica que se excluye la posibilidad de realizar una urbanización masiva y se destina a la preservación, actividades ecoturísticas sustentables, investigación científica y educación ambiental, demostrando que la protección de la naturaleza puede ser una actividad rentable. <http://www.elbosquechileno.cl>

c) Estrategia Nacional de Biodiversidad (CONAMA, 2003)

La **Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB)** fue aprobada en diciembre de 2003, y se basa en un Marco estratégico, el cual contiene la Visión, los Fundamentos, Principios y Objetivo General y específicos, que sientan las Líneas estratégicas en materia medioambiental para el país y las acciones propuestas para cada una de ellas. Este es el instrumento que operativiza al Convenio de Diversidad Biológica suscrito por nuestro país el año 1992. A su vez, la Estrategia Nacional de Biodiversidad, se enlaza a escalas menores de análisis con las Estrategias Regionales de Biodiversidad, en donde se definen los Sitios prioritarios de conservación de biodiversidad. La mayoría de estas se encuentran en proceso de elaboración, al igual que el plan de acción nacional para la diversidad biológica, en el cual se detallarán actividades específicas y se asignarán responsabilidades a instituciones individuales.

Las líneas estratégicas de la Estrategia Nacional de Biodiversidad se refieren a:

Folio018748

- Asegurar la conservación y restauración de los ecosistemas de manera de reducir de forma importante el ritmo actual de pérdida de la diversidad biológica antes del 2010.
- Asegurar la preservación de especies y del patrimonio genético.
- Promover las prácticas productivas sustentables que aseguren el mantenimiento de la biodiversidad.
- Fortalecer la coordinación interinstitucional e intersectorial para la gestión integral de la biodiversidad.
- Establecer los mecanismos formales y no formales requeridos para asegurar una óptima gestión de la biodiversidad.
- Fortalecer la educación ambiental, la conciencia pública y el acceso a la información en el ámbito de la biodiversidad.
- Fortalecer y coordinar la investigación que permita mejorar el conocimiento sobre conservación y uso sustentable de la biodiversidad.
- Consolidar los mecanismos para el financiamiento requerido para la conservación de la biodiversidad.

d) Plan de Acción País 2004- 2015 (CONAMA, 2005)

Para Chile, la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica es un tema de alta relevancia, ya que el crecimiento y la estabilidad económica que ha experimentado el país tiene su base en la explotación de sus recursos naturales, particularmente los mineros, pesqueros, forestales, acuícolas y agrícolas. A la par con otros temas de relevancia nacional, como la inequidad en la distribución del ingreso, las situaciones de pobreza y la postergación de grupos humanos; la gestión ambiental se enmarca en una agenda que reconoce la existencia de problemas que necesitan una atención adecuada por parte del Estado y de la sociedad en su conjunto. Chile no es ajeno a las exigencias que plantea el desarrollo de generar los mecanismos y medios necesarios para mantener y restablecer los equilibrios de la compleja relación entre los ciudadanos y su entorno.

Folio018749

La noción de desarrollo sostenible ha sido el eje estratégico de la política ambiental[11] y de la Agenda Ambiental de Gobierno 2004-2006, reconociendo que no puede haber un progreso sólido y estable si no existe simultáneamente equidad social y protección ambiental. Se han realizado importantes esfuerzos en dotar al país de una institucionalidad ambiental que contenga tanto marcos normativos claros y modernos como instrumentos de gestión ambiental asociados a la prevención y eliminación de efectos significativos de las actividades humanas sobre el ambiente. También, se ha avanzado en la sensibilización y educación ambiental, la incorporación de criterios ambientales en la toma de decisión del sector público y privado, y el desarrollo de una base de información ambiental para la toma de decisiones.

En este contexto, en los últimos diez años desde la promulgación de la Ley Nº 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), la gestión ambiental presenta avances significativos. Sin embargo, y especialmente en materia de conservación y uso sostenible de la diversidad biológica, el país tiene aún desafíos importantes para las próximas décadas, en relación a conocer su patrimonio natural, proteger ecosistemas poco representados en el sistema actual de áreas silvestres protegidas, promover prácticas productivas sostenibles, contar con mecanismos de financiamiento estables para la conservación, y fortalecer la coordinación intersectorial, la educación ambiental formal y no formal. Adicionalmente, se deben realizar acciones tendientes a asumir temas emergentes como la biotecnología y la bioseguridad, los cuales presentan grandes oportunidades para el desarrollo de nuevas actividades productivas en el país y para asegurar que sus beneficios de su desarrollo sean accesibles a todos los ciudadanos.

Como país inmerso en el contexto mundial y a partir de la entrada en vigencia de un número significativo de tratados de libre comercio y tratados ambientales internacionales, que abordan la protección de la diversidad biológica directa o

[11] En 1997, el Consejo de Ministros de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) aprobó la Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable.

Folio018750

indirectamente (Biodiversidad, Lucha contra la Desertificación, CITES, Cambio Climático, entre otros), los desafíos por avanzar en la conservación y uso eficiente y racional del patrimonio natural se acentúan aún más, especialmente en las capacidades para promover el manejo y la protección de los recursos biológicos.

En este contexto, con la aprobación de la ENB por parte del Consejo de Ministros de CONAMA, el Plan de Acción de País (PdAP) es una respuesta a los requerimientos establecidos por el Gobierno y la Convención sobre Biodiversidad ratificada por Chile en 1994. Además, constituye una visión conjunta entre los actores relevantes de la sociedad chilena, sobre los pasos para avanzar de manera mancomunada y sostenida en la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica al año 2015. Este Plan contempla una evaluación periódica que permita actualizar el diseño de acciones a emprender.

Este Plan de Acción no sólo considera las acciones de los diversos sectores comprometidos para la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y la Convención Internacional del mismo tema, sino que también incorpora otras visiones derivadas de otros compromisos internacionales en materias de diversidad biológica y protección de recursos naturales. Por ejemplo, una cuestión central, para promover la conservación y el uso sostenible de la diversidad Biológica, es considerar el análisis de la vulnerabilidad de los ecosistemas a los impactos del cambio climático y las medidas de adaptación a tales impactos. El Plan de Acción incorpora esta visión en el horizonte de mediano y largo plazo.

e) Evaluaciones de desempeño ambiental, misión OCDE 2005

En este informe se evalúa el desempeño ambiental de Chile. Es el resultado de la colaboración entre la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Naciones Unidas y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). Se trata de una experiencia piloto en el marco del programa de trabajo

Folio018751

propuesto por la CEPAL para América Latina y el Caribe. Asimismo, forma parte del programa de evaluaciones de desempeño ambiental de la OCDE.

Para evaluar el desempeño ambiental se toma en cuenta el grado de cumplimiento de los *objetivos nacionales y los compromisos internacionales*. Para situar la evaluación del desempeño ambiental en su contexto, se consideran además los registros históricos ambientales, la situación actual del medio ambiente, la dotación física de recursos naturales del país, su situación económica y sus tendencias demográficas.

La OCDE ha llevado a cabo estas evaluaciones sistemáticas e independientes en todos sus países miembros con el objetivo de *promover el desarrollo sustentable,* con énfasis en la puesta en práctica de políticas ambientales nacionales e internacionales, así como en la integración de las variables económicas, sociales y ambientales en la toma de decisiones. El objetivo del programa consiste en apoyar a los países para que mejoren su desempeño individual y colectivo en la gestión del medio ambiente, con los siguientes objetivos principales:

– Asistir a cada gobierno en la evaluación de sus progresos;
– Fomentar un diálogo permanente entre los países en materia de políticas, mediante un proceso de examen entre pares, y
- Estimular una mayor rendición de cuentas de los gobiernos ante la opinión pública, tanto en los países desarrollados como en el resto del mundo.

En el capítulo “Conservación de la naturaleza y la diversidad biológica”, la OCDE evalúa los siguientes temas:

• Diversidad biológica altamente endémica
• Áreas protegidas públicas y privadas
• Necesidad de planificar el territorio
• Oportunidades de beneficio mutuo en la gestión de la naturaleza y del turismo
• El alerce, la secoya sudamericana

Folio018752

Donde concluye que a pesar de la definición de instrumentos normativos y de políticas y planes sectoriales referidos a la protección de la naturaleza; el país no cuenta con los énfasis ni recursos suficientes para enfrentar las amenazas de largo plazo de la diversidad biológica altamente endémica de Chile, puesto que no existe ninguna ley específica de conservación de la naturaleza y, las estructuras institucionales y de manejo dan una importancia secundaria a los objetivos de conservación ante las metas más amplias de los organismos estatales.

También la OCDE concluye que dada la falta de interés y de financiamiento, el avance del objetivo de proteger al menos el 10% de los ecosistemas relevantes al 2010 no se cumplirá. Pero valora la iniciativa de confluir los sistemas de planificación territorial (caso RM y VIII Región) con el fin de asegurar la identificación de áreas de gran diversidad biológica fuera de las áreas protegidas, y tenerlas en cuenta al momento de adoptar decisiones relativas al uso del suelo.

Destaca el grado de insatisfacción general en la ciudadanía percibido por el bajo nivel de actividad para hacer cumplir las normas ambientales y las bajas condenas asociadas a ello en el sistema judicial.

Finalmente critica la participación de Chile en los Acuerdos Internacionales en materia de protección medioambiental, desde el punto de vista que la legislación nacional no ha sabido operativizar estas iniciativas, al mismo tiempo que los recursos estatales no priorizan la conservación ambiental y, los recursos asociados a ello deben competir en forma inevitable con las agendas de desarrollo de las organizaciones sectoriales.

4.1.6 Estrategias y Políticas Regionales en materia medioambiental

En la actualidad existe acuerdo respecto a que el medio ambiente en la Región de Atacama, está fuertemente presionado por las exigencias que plantea el desarrollo económico y social. La explotación histórica que se ha hecho de los recursos

Folio018753

renovables y no renovables, sin las necesarias consideraciones ambientales que en la actualidad se han implementado, ha comprometido seriamente la capacidad de renovación y preservación de los recursos renovables; de la calidad del aire, del agua y del suelo; además de la sustentabilidad del patrimonio natural no renovable existente en Atacama. El desarrollo de actividades de exploración y prospección minera sin las necesarias consideraciones ambientales, la destrucción de áreas de afloramiento del desierto florido, la construcción de caminos de penetración sin considerar alternativas de menor costo ambiental, la presión ejercida sobre el recurso hídrico sin atender su reutilización y reciclaje, la intromisión de ganado en áreas de alta fragilidad ambiental y la extracción intensiva de algas en sectores costeros, entre otras situaciones, amenazan la sobrevivencia de los recursos animales y vegetales, y la permanencia de la diversidad biológica, que forma parte del patrimonio ambiental de Atacama.

a) Estrategia Regional de Desarrollo Atacama: ERDA

La visión del futuro de la región hacia la cual se orienta esta estrategia se sustenta en los diagnósticos y perspectivas elaborados por las distintas Instituciones y Organismos Públicos; en las opiniones recogidas de diversos actores e integrantes de la sociedad civil en consultas formales e informales; y en las evidencias que la vida diaria pone de manifiesto. Esta visión ha sido formulada de la siguiente manera: "*Un Desarrollo Regional con Énfasis en el bienestar y la equidad social, la seguridad ciudadana y la igualdad de oportunidades entre mujeres y hombres, con un crecimiento económico eficiente, equitativo y ambientalmente sustentable; un territorio fluidamente articulado tanto interna como externamente, una identidad cultural fortalecida y un ambiente dinámico y creativo. Con una institucionalidad publica en proceso de modernización permanente y una sociedad civil fortalecida, asegurando mayor eficacia y transparencia de la acción gubernamental y una mayor participación de las organizaciones y de la ciudadanía en las decisiones más trascendentes.*"

Folio018754

La Misión Estratégica del Gobierno Regional se presenta como una propuesta política desagregada en 8 grandes áreas temáticas o subsistemas, de los cuales se derivan los objetivos y lineamientos estratégicos correspondientes a cada una de ellas.

Entre los objetivos de la ERDA 2001-2006, el Objetivo 4, referido a ***Medio ambiente en la Región,*** propicia un "Desarrollo económico y social de Atacama ambientalmente sustentable a fin de obtener una mejor calidad de vida para las generaciones actuales y futuras, con un medio ambiente protegido, preservando y conservando la naturaleza y el patrimonio ambiental de la región" (SERPLAC ATACAMA, 2001).

b) Política Ambiental de la Región de Atacama

La Política Ambiental de la Región de Atacama se nutre de dos grandes orientaciones. La primera, aquellos desafíos que desde el punto de vista ambiental se derivan de la Estrategia Regional de Desarrollo y la segunda, la expresión local de la Política Ambiental Nacional.

A partir de 1990, la Región de Atacama inicia un proceso paulatino, pero sostenido, tendiente a incorporar en su modelo de desarrollo la dimensión ambiental. La Estrategia Regional de Desarrollo en vigencia, constituye el documento que señala los grandes lineamientos que debe seguir el desarrollo integral del territorio y de la comunidad que lo habita.

En este proceso, el Gobierno Regional y la comunidad atacameña incorporan como desafío fundamental para el futuro de la Región de Atacama el avanzar hacia un desarrollo regional con sustentabilidad. Se trata fundamentalmente de que en Atacama se puedan generar las condiciones básicas que permitan compatibilizar el proceso de crecimiento económico regional con la protección del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales, en un contexto de equidad social y económica, sin comprometer las expectativas de las generaciones futuras. En este sentido, la

Folio018755

condición fundamental del desarrollo sustentable es la armonización de las políticas económicas, las políticas sociales y las políticas ambientales.

La Política Ambiental Nacional y su expresión regional se sustenta en tres grandes fundamentos que la inspiran:

- Calidad de vida de las personas
- Complementariedad entre desarrollo socioeconómico y la sustentabilidad ambiental.
- Equidad social y la superación de la pobreza

La Política Ambiental de la Región de Atacama tiene como objetivo central, hacer ambientalmente sustentable el proceso de desarrollo, siendo su fin último la calidad de vida de sus habitantes. En este sentido, la gestión ambiental, que es de responsabilidad individual y colectiva, requiere del compromiso y la participación de toda la comunidad. En la práctica, un avance más rápido en materia ambiental debiera concitar una amplia dinámica de participación y discusión.

c) Estrategia y Plan de Acción para la conservación y protección de la biodiversidad en la Región de Atacama

La Estrategia de Conservación de Biodiversidad de la Región de Atacama, se elaboró a partir de un diagnóstico de la situación biológica de la región, permitiendo la identificación de cinco Sitios Prioritarios de Conservación de Biodiversidad, así como los principales lineamientos y acciones a considerar al momento de conservar y proteger la biodiversidad regional, basado en la participación territorial, sectorial y académica.

Los sitios identificados por este instrumento son: Salar de Pedernales, Desierto Florido, Estuario Río Huasco, Morro Bahía Inglesa y Lagunas Altoandinas. Sin emabrgo no considera planes de acción específicos para cada uno de ellos.

Folio018756

d) Estrategia CONAF para el Desarrollo Regional (ECDR)

De acuerdo al proceso de Modernización del Estado, las Instituciones Públicas definen instrumentos de agilización y mayor eficiencia de la gestión pública. En el caso de CONAF, se ha establecido como mecanismo de modernización la Estrategia CONAF par el desarrollo regional. La Estrategia de CONAF para el Desarrollo Regional o ECDR, corresponde a una respuesta desde el quehacer integral de CONAF a las demandas y requerimientos de la sociedad, expresadas en cada una de las regiones del país, según sus propias estrategias de desarrollo, en el nivel local o comunal.

En este marco, CONAF Región de Atacama, ha priorizado en su estrategia sectorial 2003-2004, seis grandes líneas de acción, donde cabe destacar los lineamientos 5 y 6 (CONAF, 2003)

Lineamiento 5: Promover la protección y conservación de la diversidad biológica Regional y el cumplimiento de la normativa vigente.

- Diseñar e implementar un Programa de Educación Ambiental.
- Procurar el cumplimiento de la normativa forestal y ambiental vigente, con competencia institucional.
- *Fomentar la creación y desarrollo de Áreas Silvestres Protegidas Privadas.*
- Promover la conservación de Humedales Altoandinos.

Lineamiento 6: Consolidar el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado en la Región de Atacama.

El cumplimiento de los lineamientos se define por medio de un concurso de proyectos asociados a ellos, donde es la propia Institución la que los formula y presenta en mancomunión con la población afectada por las problemáticas detectadas, compitiendo los presupuestos regionales y nacionales entre el número total de iniciativas

Folio018757

postuladas, ya sea a nivel regional o a nivel nacional. Sin embargo, ya que es la propia Institución la que formula, presenta, selecciona, ejecuta y evalúa las iniciativas, este proceso no es del todo transparente con la ciudadanía, y requiere de una revisión en su proceso de selección y evaluación de los proyectos.

4.1.7 La materialización de la conservación ambiental en Chile.

Las áreas silvestres protegidas constituyen en la actualidad la herramienta central con que cuentan los países para la conservación de su biodiversidad. A nivel mundial, se estima que los territorios en alguna categoría de protección suman unos 4,3 millones de km², lo que representa alrededor del 2,8% de la superficie terrestre. En el caso de Chile, en 1984 fue creado el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), aunque desde 1991 la ley posibilita el establecimiento de Reservas y Parques Marinos, en el primer caso, para el SNASPE diversos estudios estiman que la superficie que abarca debiera aumentar en alrededor de un 15%, debido a su insuficiente representatividad ecológica y distribución territorial, y en el segundo caso, se cuenta con una sola Reserva Marina. Por lo tanto, es necesario incorporar a regímenes de protección a aquellos terrenos identificados como prioritarios para la conservación de la biodiversidad y contar con la adecuada representatividad de los distintos ecosistemas presentes en Chile (CODEFF, 1999).

Aún cuando es reconocido que las áreas protegidas constituyen un importante medio para la conservación de la diversidad biológica, la mantención y mejoramiento de los sistemas nacionales representan importantes sacrificios presupuestarios, especialmente si se considera que estos presupuestos compiten fuertemente con otras necesidades económicas y sociales prevalecientes. En consecuencia, el desafío que enfrentan muchos países en este sentido, es buscar la forma de continuar con la implementación de una estrategia en materia de conservación de la biodiversidad, enfocada al propio beneficio de la comunidad y bajo un criterio de desarrollo sustentable, en momentos en que los presupuestos públicos disponibles se reducen y la demanda por explotación de los recursos naturales sigue creciendo. Bajo estas

Folio018758

circunstancias, resulta urgente diseñar y ejecutar estrategias de conservación realistas y originales, con miras a contar con los recursos estatales mínimos, buscando, al mismo tiempo, novedosas formas de incentivar la generación de ingresos propios y motivar la cooperación del sector privado. (MONTENEGRO, HERVÉ Y DURÁN. 2001).

La protección de ecosistemas desérticos de gran fragilidad, lugares relictuales de la región con clima mediterráneo, bosques templados húmedos, zonas con vegetación altoandina, y áreas costeras y marinas, que hoy no se encuentran protegidos mediante mecanismo alguno, constituyen un gran desafío para el futuro y una obligación para las generaciones que vienen (CODEFF, 1999).

Aunque el Estado ha realizado un esfuerzo en incorporar estas nuevas áreas, sus restricciones financieras son por todos conocidas. Asimismo, parte importante de las áreas que se consideran prioritarias se encuentran hoy en manos de privados. Lejos de ser un obstáculo, este hecho nos habla de una de las tendencias más promisorias de los últimos años en el campo de la conservación biológica: la colaboración entre agentes públicos y privados, que convierte a las ONGs, los propietarios individuales y las empresas en sectores clave para asegurar la conservación de la diversidad biológica. (CODEFF, 1999)

El Ministerio de Educación opera un sistema de *monumentos nacionales* destinado a proteger el patrimonio histórico, arqueológico, cultural y natural de Chile. Entre estos se cuentan 28 santuarios de la naturaleza, compuestos en su mayoría por islotes, lagunas o formaciones geológicas, demasiado pequeños para contener un valor significativo en términos de diversidad biológica, aún cuando sí tienen cierta relevancia simbólica (OCDE-CEPAL, 2005).

Folio018759

a) EL Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)

En Chile, las áreas silvestres que cuentan con una protección legal cuyo objetivo primordial es la conservación del Patrimonio Natural, están representadas principalmente por los Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), administrados por la Corporación Nacional Forestal - CONAF; por los Santuarios de la Naturaleza establecidos por el Consejo de Monumentos Nacionales y por los Parques y Reservas Marinas dependientes del Servicio Nacional de Pesca - SERNAPESCA. (CODEFF, 1999).

- Marco legal del SNASPE : Ley 18.362

Chile *designó áreas protegidas* ya en 1907, y estableció su primer parque nacional (el parque nacional Vicente Pérez Rosales, en la X región de Los Lagos) en 1926. Estos tempranos esfuerzos fueron motivados principalmente por la intención de promover el turismo y abarcaban terrenos que no eran utilizados para otros fines. Los objetivos de conservación salieron a la palestra en 1984 (Ley N° 18.362) con la creación del SNASPE, que reconoce tres tipos de áreas protegidas: parques nacionales, reservas nacionales y monumentos naturales (OCDE-CEPAL, 2005).

Como una forma de conservar las áreas naturales, el 27 de diciembre de 1984 fue publicada en el Diario Oficial la creación de un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), bajo la Ley Nº 18.362, siguiendo las recomendaciones de la Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza.

Desde el punto de vista legal, la **Ley Nº 18.362 no se encuentra actualmente vigente**, ya que se encuentra condicionada a la publicación de otra Ley (Ley Nº 18.348), que establece la institucionalidad pública encargada de su administración. La actual Corporación Nacional Forestal, CONAF, si bien es el organismo encargado de la administración del SNASPE, es una corporación de derecho privado con atribuciones

Folio018760

propias de un organismo público. Sin embargo, la Ley 18.362 fue publicada en el Diario Oficial y por lo tanto se manifiesta la voluntad del Estado de mantener y administrar este sistema, como así lo hace efectivamente CONAF en la actualidad.

- Definición, Objetivos y Extensión del SNASPE

El SNASPE se encuentra bajo la competencia legal y administrativa de CONAF, dependiente del Ministerio de Agricultura, y comprende los siguientes objetivos:

- Mantener áreas de carácter único representativas de la diversidad ecológica natural del país o lugares con comunidades animales o vegetales, paisajes o formaciones geológicas naturales, a fin de posibilitar la educación e investigación y de asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones animales, los patrones de flujo genético y la regulación del medio ambiente.
- Mantener y mejorar recursos de la flora y la fauna silvestres y racionalizar su utilización.
- Mantener la capacidad productiva de los suelos y restaurar aquellos que se encuentren en peligro o en erosión.
- Mantener y mejorar los sistemas hidrológicos naturales.
- Preservar y mejorar los recursos escénicos naturales y los elementos culturales ligados a un ambiente natural.

La red del SNASPE cubre en la actualidad *aproximadamente un 19% del territorio nacional* (141.230 km2), cifra muy superior al criterio mínimo del 10% establecido por la IUCN. La red comprende 31 parques nacionales, 48 reservas nacionales y 15 monumentos naturales. Todos los parques nacionales se clasifican en la categoría II de la IUCN (parque nacional); las reservas caen en la categoría IV (reservas de naturaleza administrada/santuarios de vida silvestre) y los monumentos dentro de la categoría III (monumentos naturales/hitos naturales). El SNASPE incluye nueve sitios Ramsar y siete reservas de la biosfera de la UNESCO. Chile además posee tres sitios de Patrimonio Mundial, aunque estos protegen patrimonio cultural (como la isla de Pascua) y no patrimonio natural. No obstante la gran extensión conjunta, muchas áreas

Folio018761

que forman parte del SNASPE son demasiado pequeñas y aisladas entre sí para representar un gran valor de conservación y el sistema *no es suficientemente representativo* de la diversidad de los ecosistemas chilenos. Casi la cuarta parte de las áreas protegidas del SNASPE está cubierta permanentemente de nieve y hielo y un 57% está formado por ecosistemas de pantanos y bosques perennes, que representan el 18% de la superficie nacional. La proporción protegida es inferior al 5% para cuatro de los ocho tipos de paisajes (desierto, matorrales, bosques caducos y estepas patagónicas). A escalas más pequeñas se observa un escenario similar: el porcentaje de protección es inferior al 5% en 13 de las 21 subregiones, y el desierto florido no tiene ninguna representación. A nivel aún más detallado, 17 de las 85 formaciones vegetales no están presentes en el SNASPE. Veintiún sitios que abarcan un total de 4.109 km2 se agregaron al área original del SNASPE entre 1984 y 2000, y están previstas otras adiciones. Sin embargo, la tasa de avance es muy inferior a la requerida para alcanzar la superficie (entre 26.000 km2 y 30.000 km2) que debe agregarse para que Chile logre su objetivo de *proteger el 10% de todos los ecosistemas significativos en el año 2010*. Ya se ha realizado gran parte del trabajo de identificar las áreas más adecuadas: en un estudio preparado por la CONAF en 1993 y publicado en 1996, se señalaron los lugares con gran diversidad biológica y se destacaron 21 sitios cuya protección es urgente, además de 30 lugares prioritarios, 31 áreas “de interés” y 19 sitios de “interés específico” (OCDE-CEPAL, 2005).

La CONAF administra la red del SNASPE por medio de su Programa de Patrimonio de Vida Silvestre y cuenta con 538 empleados para este fin (11% personal técnico, 72% guardaparques, 11% otros trabajadores y 6% personal administrativo). Existen planes de manejo para 51 parques y reservas. En los últimos años ha habido iniciativas positivas como el establecimiento de siete consejos asesores regionales y 14 consejos locales destinados a estimular la participación de la comunidad en la administración de la red. La CONAMA, en asociación con el Ministerio de Educación, ha establecido 30 centros educacionales en parques para promover la educación ambiental a más de un millón de personas que visitan cada año la red del SNASPE. La red da cabida además a gran cantidad de proyectos de investigación científica. Además, el SNASPE promueve el desarrollo local y aboga por otorgar más facultades a los pueblos

Folio018762

indígenas. Aún cuando en la red del SNASPE se incluyen áreas marítimas, se trata solo de extensiones de las áreas terrestres y no tienen entidad por sí mismas. (OCDE-CEPAL, 2005).

Cabe destacar que de las 94 unidades del SNASPE, 51 cuentan con Plan de Manejo, es decir, sólo un 56.6% del total.

- Categorías de Manejo del SNASPE

Las áreas del SNASPE se encuentran clasificadas en cuatro *Categorías de Manejo* según la Ley 18.362:

Parque Nacional: Se define como Parque Nacional un área generalmente extensa, donde existen diversos ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, no alterada significativamente por la acción humana, capaces de autoperpetuarse y en que las especies de flora y fauna o las formaciones geológicas, son de especial interés educativo, científico o recreativo. Los objetivos que se pretende son la preservación de muestras de ambientes naturales, de rasgos culturales y escénicos asociados a ellos; la continuidad de los procesos evolutivos, y en la medida compatible con lo anterior, la realización de actividades de educación, investigación y recreación.

Reserva Nacional: Se llama Reserva Nacional al área cuyos recursos naturales es necesario conservar y utilizar con especial cuidado, por la susceptibilidad de éstos a sufrir degradación o por su importancia en el resguardo del bienestar de la comunidad. Tiene como objetivo la conservación y protección del recurso suelo y de aquellas especies amenazadas de flora y fauna silvestre, a la mantención de o mejoramiento de la producción hídrica y la aplicación de tecnologías de aprovechamiento racional de éstas.

Monumento Natural: Área generalmente reducida, caracterizada por la presencia de especies nativas de flora y fauna o por la existencia de sitios geológicos relevantes

Folio018763

desde el punto de vista escénico, cultural o científicos. Su objetivo es preservar el ambiente natural, cultural y escénico, y en la medida que sea compatible con ello, desarrollar actividades educativas, recreacionales o de investigación.

Reserva de Región Virgen: Área donde existen condiciones primitivas naturales de flora, fauna, vivienda y comunicaciones, con ausencia de caminos para el tráfico de vehículos motorizados, y vedada a toda explotación comercial. El objetivo de esta categoría de manejo es mantener dichas reservas inviolables en cuanto sea factible, excepto para la investigación científica.

Gran parte de los ecosistemas que deben conservarse o cuya protección debiera ser fortalecida por debilidades en su representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, se encuentran localizados en la actualidad en terrenos de propiedad privada.

b) Las Áreas Silvestres Protegidas de propiedad Privada (ASPP)

De los 75 millones de hectáreas del territorio nacional, alrededor de un 20% se encuentra bajo algún nivel de protección oficial. Sin embargo, en ese esquema encontramos ecosistemas sobrerepresentados, en circunstancias que otros tanto o más relevantes en términos de su biodiversidad no tienen protección alguna. Con la elaboración de la Estrategia Nacional y el Plan de Acción para la conservación de la biodiversidad, la comunidad, la empresa privada y la administración pública podrán decidir en conjunto qué quieren proteger y las razones para ello, y cooperar activamente en ese objetivo. Por esto, al año 2006 al menos el 10% de la superficie de los ecosistemas que están hoy desprotegidos debieran contar con alguna protección oficial. Se pretende alcanzar dicha meta oficializando el reglamento de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada, con el fin de estimular la protección de territorios por parte de privados. <http://www.conama.cl>

Folio018764

Durante los últimos 15 años ha surgido la *participación del sector privado en la creación de áreas protegidas*. Estas áreas pueden ser: i) parques privados; ii) donaciones de tierras al SNASPE; iii) terrenos pertenecientes a grupos de personas (denominadas comunidades de conservación) para fines productivos o de recreo, aunque administrados con propósitos de conservación; iv) proyectos comerciales de ecopropiedad y ecoturismo, y v) administración privada de terrenos protegidos pertenecientes al Estado (fuera de las zonas que constituyen el SNASPE) para fines de ecoturismo (OCDE-CEPAL, 2005).

- Marco Legal: Ley 19.300, Reglamento ASPP

La Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, establece en el artículo 35 que "*Con el mismo propósito señalado en el artículo precedente (34), el Estado fomentará e incentivará la creación de Áreas Silvestres de Propiedad Privada"*.

Los propósitos a los que se refiere el artículo señalado son:

- Asegurar la Diversidad Biológica
- Conservar el Patrimonio Ambiental
- Preservar la Naturaleza

Por lo tanto, la Ley reconoce y mandata en Chile, que la conservación de la biodiversidad es fundamental asegurarla, utilizando además del Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), un Sistema de Áreas Protegidas de Propiedad Privada (ASPP).

El mandato de la Ley, sin embargo, para que sea operativo debe necesariamente poseer un Reglamento. Para este efecto y con ocasión del día del Medio Ambiente del año 2004, S.E. el Presidente de la República, Don Ricardo Lagos Escobar, envió a la Contraloría General de la República el Reglamento sobre Áreas Silvestres Protegidas de propiedad Privada; Reglamento que fija las normas de creación, afectación y categorías de manejo, entre otros aspectos de gestión de estas áreas.

Folio018765

En este contexto, durante los años 2003 y 2004, CONAMA y CONAF, trabajaron en los instrumentos de operativización del Reglamento de ASPP, lo cual decantó en el recientemente publicado por CONAF "Manual de Procedimientos para la afectación de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada", manual que estipula el proceso que se debe sentar desde la solicitud del propietario del predio hasta la afectación por parte del Organismo Supervisor, con las tareas competentes a cada una de las partes.

A pesar de no existir una ley y un reglamento vigente, que regule el accionar de las áreas protegidas privadas, personas particulares, ONGs, fundaciones y otras instituciones privadas se han abocado a la tarea de protección de áreas silvestres a lo largo del país.

- Definición, Objetivos y Extensión de las ASPP.

El Reglamento de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada (ASPP) establece "*los requisitos, plazos y limitaciones de aplicación general que se deberán cumplir para gozar de las franquicias, ejercer los derechos y dar cumplimiento a las obligaciones y cargas a las que estarán afectas las Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada."*

Así, según el Art 2 del Reglamento en mención, se entenderá por:

Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada: Porción de territorio de propiedad privada, delimitado geográficamente y establecida por voluntad de su propietario para alcanzar los objetivos contemplados en el artículo 34 de la Ley Nº 19.300: asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental.

Folio018766

- Categorías de Manejo de las ASPP.

Este Reglamento también se pronuncia acerca de las categorías de manejo que deberán poseer las áreas silvestres protegidas de propiedad privada, en efecto, en el Título II, art.3 señala "*El propietario deberá solicitar la afectación de su predio o parte de él en alguna de las siguientes categorías, de acuerdo al uso que contemple realizar.*

a) Reserva Privada de Región Virgen: una región donde existen condiciones primitivas naturales de flora, fauna, vivienda y comunicaciones con ausencia de caminos para el tráfico de motores y vedada a toda explotación comercial

b) Parque Privado: Las regiones establecidas para la protección y conservación de las bellezas escénicas naturales y de la flora y fauna de importancia nacional, de las que el publico podrá disfrutar mejor al ser puesto bajo la vigilancia oficial

c) Monumento Natural Privado: Las regiones, los objetos o las especies vivas de animales o plantas de interés estético o valor histórico o científico, a los cuales se les da protección absoluta.

Los monumentos naturales se crean con el fin de conservar un objeto especifico o una especies determinada de flora o fauna declarando una región, un objeto o una especie aislada, monumento natural inviolable excepto para realizar investigaciones científicas debidamente autorizadas, o inspecciones gubernamentales.

d) Reserva Natural Privada: Las regiones establecidas para la conservación y utilización, bajo vigilancia oficial, de las riquezas en las cuales se dará a la flora y fauna toda la protección que sea compatible con los fines para los que fueron creadas las reservas."

A pesar de no existir un reconocimiento oficial de las áreas protegidas privadas en Chile, existen varios predios cuyos propietarios le otorgan tal condición.

Folio018767

En efecto, según el informe OCDE-CEPAL (2005) sobre Evaluaciones al desempeño ambiental Chile, la mayoría de las áreas protegidas del sector privado son masas vegetales de bosque nativo en la IX región de La Araucanía y la X región de Los Lagos. Las personas, los grupos, las ONG y las empresas propietarias de estas tierras suelen adoptar una perspectiva de padrinazgo, aunque presentan además *motivaciones diversas*, como la inversión para el futuro, la recreación y la producción sustentable en silvicultura y ganadería. Dos tercios de los propietarios son personas o grupos de personas. Los 3.000 km2 del parque Pumalín en Los Lagos pertenece a un millonario estadounidense, sin embargo, muchos de estos propietarios no son adinerados. El Comité Nacional Pro Defensa de la Flora y Fauna (CODEFF), organización ambiental coordinadora que cuenta con más de cien miembros (personas naturales, ONG, universidades y fundaciones), fundó en 1997 la Red de Áreas Protegidas Privadas (RAPP), la cual comprende actualmente 133 sitios con un total de 454.700 hás; sin embargo al no estar sometidas a una ley de regulación, la mayoría de estas áreas, cuya superficie fluctúa entre 1 y 260.000 hás, no cuentan con Planes de Manejo.

Según CODEFF(1999), los interesados en ser parte de la RAPP accedieron a la Red una vez aceptados los Principios de ésta, y completado un formulario de inscripción. El accionar de la RAPP se ha focalizado inicialmente en:

- *Crear un Grupo de Investigadores de la RAPP,* con un investigador por región. Su objetivo es identificar personas que estén ejerciendo acciones de conservación de áreas silvestres e invitarlas a unirse a la Red; establecer contacto directo con los miembros de la Red de manera de conocer directamente sus predios y analizar sus problemas, inquietudes y necesidades; y buscar terrenos de importancia para la conservación de la biodiversidad que estén a la venta y compradores interesados en su protección.

- *Establecer Medios de Comunicación* entre los miembros a través de un boletín trimestral y la realización de reuniones nacionales y regionales que permitan a los

Folio018768

miembros recibir capacitación técnica en temas de su interés, conocer las actividades que están realizando los distintos miembros e informarse sobre que se discute y trabaja a nivel nacional e internacional en el tema.

- *Formar un Grupo de Consultores* que pueda ofrecer apoyo técnico a los miembros de la red en distintas áreas temáticas como planificación de áreas protegidas, planes de manejo, líneas de base de flora y fauna, monitoreo, educación, investigación, actividades de ecoturismo, manejo sustentable de bosque, entre otras.

- *Constituir Tres Comisiones* de apoyo a la conservación de nuestro patrimonio natural:

1. *Comisión sobre Gestión en áreas protegidas privadas*. Enfoca su que hacer en la elaboración de proyectos destinados a apoyar la gestión de las áreas de los miembros de la Red.
2. *Comisión Legal*. Promueve y apoya la necesidad de elaborar un marco jurídico y su respectivo reglamento para la constitución de Áreas Silvestres Protegidas Privadas; la implementación de instrumentos legales actualmente en la ley chilena que posibilitan la participación del sector privado en la conservación de áreas silvestres.
3. *Comisión de Corretaje Verde*. Su objetivo es la búsqueda de personas interesadas en comprar terrenos para la conservación así como la identificación de estos.

El principal objetivo en el futuro cercano es lograr el fortalecimiento de los miembros de la RAPP, de manera que estos conozcan la biodiversidad que están protegiendo en sus predios; que cuenten con un Plan de Manejo del área para compatibilizar las actividades que deseen implementar con la conservación del área; que puedan proteger legalmente su área, evitando que esta sea dañada sin que exista una sanción; y que puedan contar con incentivos que estimulen, fortalezcan y fomenten la conservación de áreas silvestres. (CODEFF, 1999)

Folio018769

Este movimiento surgió espontáneamente a fines de la década de 1980 sin ninguna guía significativa ni la intervención del gobierno. A pesar de las buenas intenciones de sus propietarios, hasta ahora las áreas protegidas por el sector privado han realizado un *aporte limitado a la protección de la naturaleza*. La selección de los sitios es principalmente aleatoria (aún cuando, al igual que los sitios protegidos del SNASPE, están fuertemente concentrados en las áreas de bosques nativos) y asigna escasa consideración a las prioridades de diversidad biológica. La mayor parte de las zonas son pequeñas y aisladas. Con escasas excepciones, carecen de estudios de referencia, planes de manejo y personal capacitado. Aunque existen algunos instrumentos jurídicos (acuerdos escriturados que limitan el uso que se puede dar a las tierras) para salvaguardar su situación, la mayoría de estas zonas no están protegidas.

De esta forma, la normativa ambiental vigente estipula la necesidad de proteger muestras ecosistémicas relevantes y conservar la diversidad biológica nacional.

Persiguiendo esta iniciativa se promulgó el Proyecto de Reglamento de ASPP como una medida de complementariedad a la protección ecosistémica que ofrece el SNASPE, en cumplimiento al acuerdo suscrito con la ratificación del Convenio de Diversidad Biológica; y, aunque este Reglamento aún no está visado por la Contraloría General de la República, es el único instrumento normativo que se refiere a la protección de espacios al interior de propiedades privadas, y es por lo tanto, el instrumento directriz en la evaluación del área escogida como área de estudio en la presente investigación.

Folio018770

4.2 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRITORIO DE HUASCO ALTO EN RELACIÓN A LOS REQUISITOS O CONDICIONES QUE EXIGEN LOS INSTRUMENTOS LEGALES DE CONSERVACIÓN APLICABLES EN EL PAÍS RESPECTO A LA CREACIÓN DE ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DE PROPIEDAD PRIVADA.

4.2.1 Representatividad de ecosistemas en la zona de Huasco Alto

De acuerdo a lo expuesto en la metodología, los instrumentos de planificación para la conservación ambiental aplicados en Chile, consideran como aplicables las clasificaciones de formaciones vegetales al análisis ecosistémico, entendiendo que la formación nace de un contexto de sub-regiones y regiones biogeográficas con características similares y por lo tanto, con dinámicas sucesionales similares. En efecto, la Estrategia Nacional de Biodiversidad (CONAMA, 2004) así lo demuestra: ”*Pese a no estar definida a nivel ecosistémico, uno de los métodos de clasificación de la vegetación ampliamente utilizado es el que reconoce y ordena agrupaciones vegetales que constituyen paisajes vegetacionales, en un sistema jerárquico de tres niveles principales: regional, sub-regional y de formación vegetacional* “*Respecto al funcionamiento ecosistémico la información que se tiene no es completa, ya que ha sido escasamente estudiado en Chile, por lo que a este nivel no es factible analizar la diversidad y variabilidad ecosistémica. De igual forma, es escasa la información que analiza la potencial respuesta al nivel específico y ecosistémico de la biota chilena, frente a eventuales cambios globales en patrones climáticos.”*

Desde este punto de vista, el territorio de Huasco Alto, alberga tres muestras ecosistémicas (tres muestras de formaciones vegetales), tal como se observa en las tablas N º 30 y N º 31.

Folio018771

TABLA N º 30: CLASIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS EN LA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN, FORMULARIO A2 DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA AFECTACIÓN DE ASPP

ECOSISTEMA REGIONES, SUB-REGIONES, FORMACIONES	**POSEE CONDICIONES FUERA DE LO COMÚN (Marque X)**	
	SI	**NO**
1 Región del Desierto		
Subregión del Desierto Florido		
Formaciones vegetacionales		
Desierto Florido de los Llanos	X	
Desierto Florido de las Serranías	X	
1. Región de la Estepa Altoandina		
Subregión de los Andes Mediterráneos		
Formación Vegetacional		
Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana.	X	

TABLA N º 31: COBERTURA DE LAS FORMACIONES VEGETACIONALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

REGIONES, SUB-REGIONES, FORMACIONES	**Cobertura Comunal (hás)**	**Cobertura área de estudio (hás)**
1 Región del Desierto		
Subregión del Desierto Florido		
Formaciones vegetacionales		
Desierto Florido de los Llanos	7.559,73	768, 21
Desierto Florido de las Serranías	132.226,86	46.763, 59
2. Región de la Estepa Altoandina		
Subregión de los Andes Mediterráneos		
Formación Vegetacional		
Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana.	447.624,.26	191.384, 77

De acuerdo a lo señalado en el anexo N º 4, que cuantifica las formaciones vegetales y su presencia en el SNASPE, y a las Tablas 17 y 18, que señalan la cobertura de las formaciones vegetacionales en la comuna y la Comunidad Huascoaltinos, la unidad en estudio pertenece a las formaciones del **Desierto Florido de las Serranías** (46.763,59

Folio018772

hás), **Desierto Florido de los Llanos** (768,21 hás) y **Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana** (191.384, 77 hás), todos ellos sin presencia en el SNASPE.

a) Marco Biogeográfico

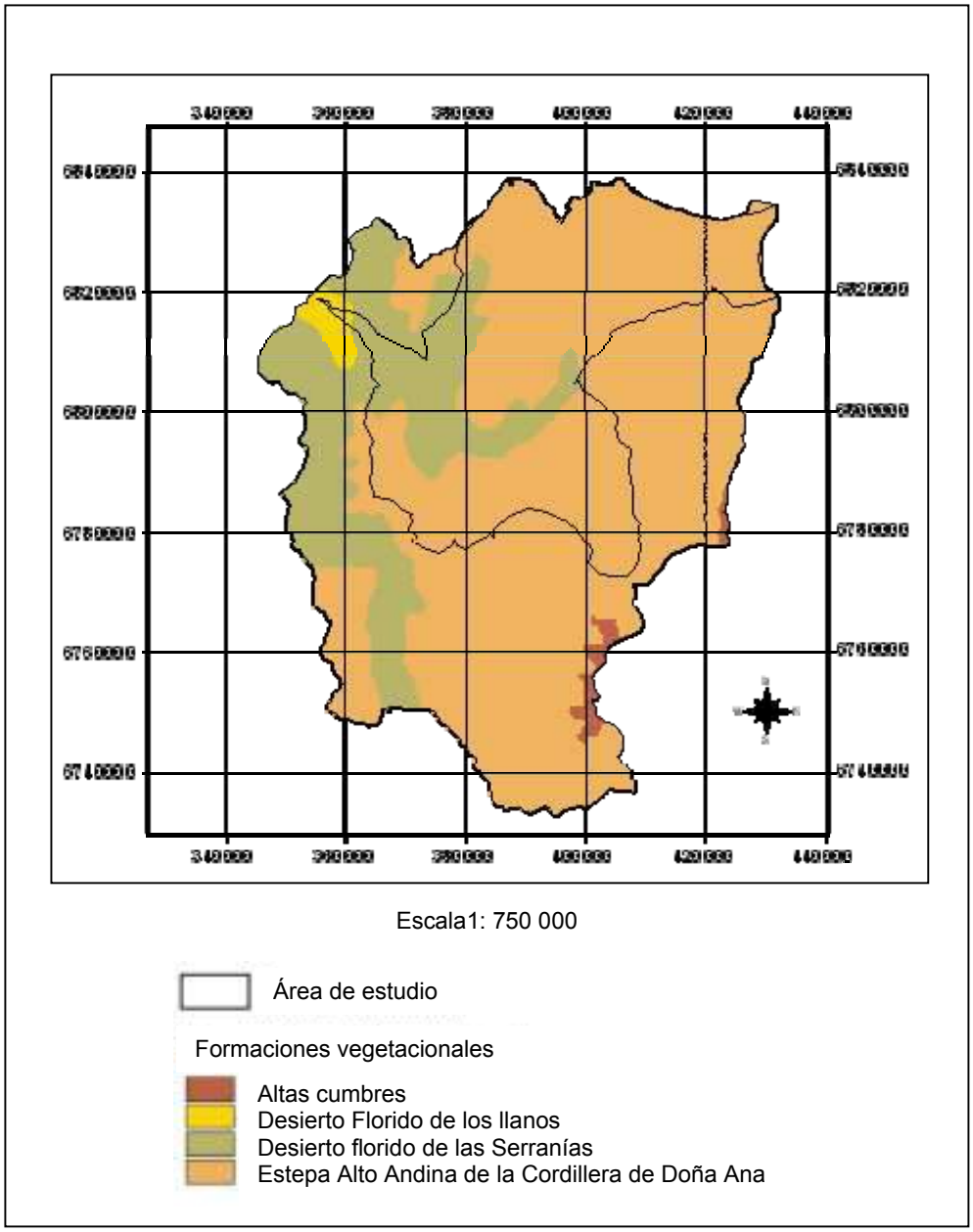
El área de estudio se inserta en un ambiente general árido, de características desérticas, el cual desde un punto de vista biogeográfico a nivel continental, queda incluido en la Región Neotropical, Dominio Andino-Patagónico, en las Provincias Del Desierto y Altoandina (Cabrera y Wilkins, 1973).

Los ambientes de la **Provincia del Desierto**, dirigidos a las zonas de menores altitudes del área de estudio, se caracterizan por una elevada aridez, producto de precipitaciones concentradas en el período invernal (escasas y eventuales), con un marcado régimen torrencial, y para el caso de las mayores altitudes del sector, estas precipitaciones frecuentemente son nivales. La vegetación presenta una estructura media a baja, y corresponde principalmente a arbustos con hojas pequeñas y caedizas o ausentes, con tallos verdosos y en muchos casos espinosos; los grados de cubrimientos son generalmente de claros a escasos, sin llegar a cubrir el 50 % de la superficie, salvo situaciones puntuales (vegas), en donde producto de un aporte particular y localizado de la humedad, es posible reconocer mayores cubrimientos.

La parte oriental de la comuna se inserta en la **Provincia Altoandina**, la cual abarca las montañas de la Cordillera de los Andes desde Venezuela hasta Tierra del Fuego por sobre los 3700 metros de altitud en esta área. Esta provincia se caracteriza por un clima frío durante todo el año y sus precipitaciones tienen forma de nieve o granizo. Su temperatura media baja está compensada durante los días claros por la intensa radiación solar. La vegetación es pobre y en ella predominan las gramíneas xerófilas y las dicotiledóneas rastreras o en cojín. Las hierbas mas tiernas crecen al abrigo de las rocas o bajo las matas de los pastos donde quedan protegidas del viento y de los herbívoros.

Folio018773

FIGURA 5: COBERTURA FORMACIONES VEGETACIONALES EN LA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN Y EL ÁREA DE ESTUDIO.



Fuente: Elaboración propia, abril 2005

Folio018774

Según Gajardo (1994), la comuna se inserta en dos regiones ecológicas, que se diferencian principalmente por las altitudes de los territorios. La porción más baja del valle, en las cercanías de la localidad de Alto del Carmen, se inserta en la *Región del Desierto*, *Subregión del Desierto Florido*, en dos formaciones vegetacionales, la *Formación del Desierto Florido de los Llanos* y el *Desierto Florido de las Serranías*. Por sobre el límite altitudinal de estas formaciones se encuentra la *Región de la Estepa Altoandina*, *Subregión de los Andes Mediterráneos*, representada por la *Formación de la Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana*.

La Formación del Desierto Florido de los Llanos se ubica en las extensas llanuras arenosas presentes entre Vallenar y Copiapó en la porción central de la región de Atacama. Fisionómicamente consiste en una cobertura rala de arbustos bajos, pero en su composición intervienen numerosas plantas geófítas y efímeras, que surgen cuando ocurren las precipitaciones. Para la zona de estudio se señala su presencia en una pequeña extensión en las cercanías de Alto del Carmen. En estricto rigor y de acuerdo a los antecedentes disponibles para el área, esta muestra no es representativa de la formación vegetacional, ya que por su ubicación en la propiedad de la Comunidad, se encuentra sometida a mayor presión por uso de recursos.

La Formación del Desierto Florido de las Serranías abarca los sectores montañosos intermedios, presentando comunidades de matorral fuertemente intervenidas por explotación para leña y/o carbón, además de pastoreo caprino. Se cita que presenta una alta diversidad florística, aún cuando no existen estudios detallados de su composición específica, señalándose como la única comunidad reconocida aquella de *Balsamocarpon brevifolium* (algarrobilla) con una composición florística que corresponde más bien con aquellas presentes en la cuenca del río Choros, en la parte norte de la región de Coquimbo.

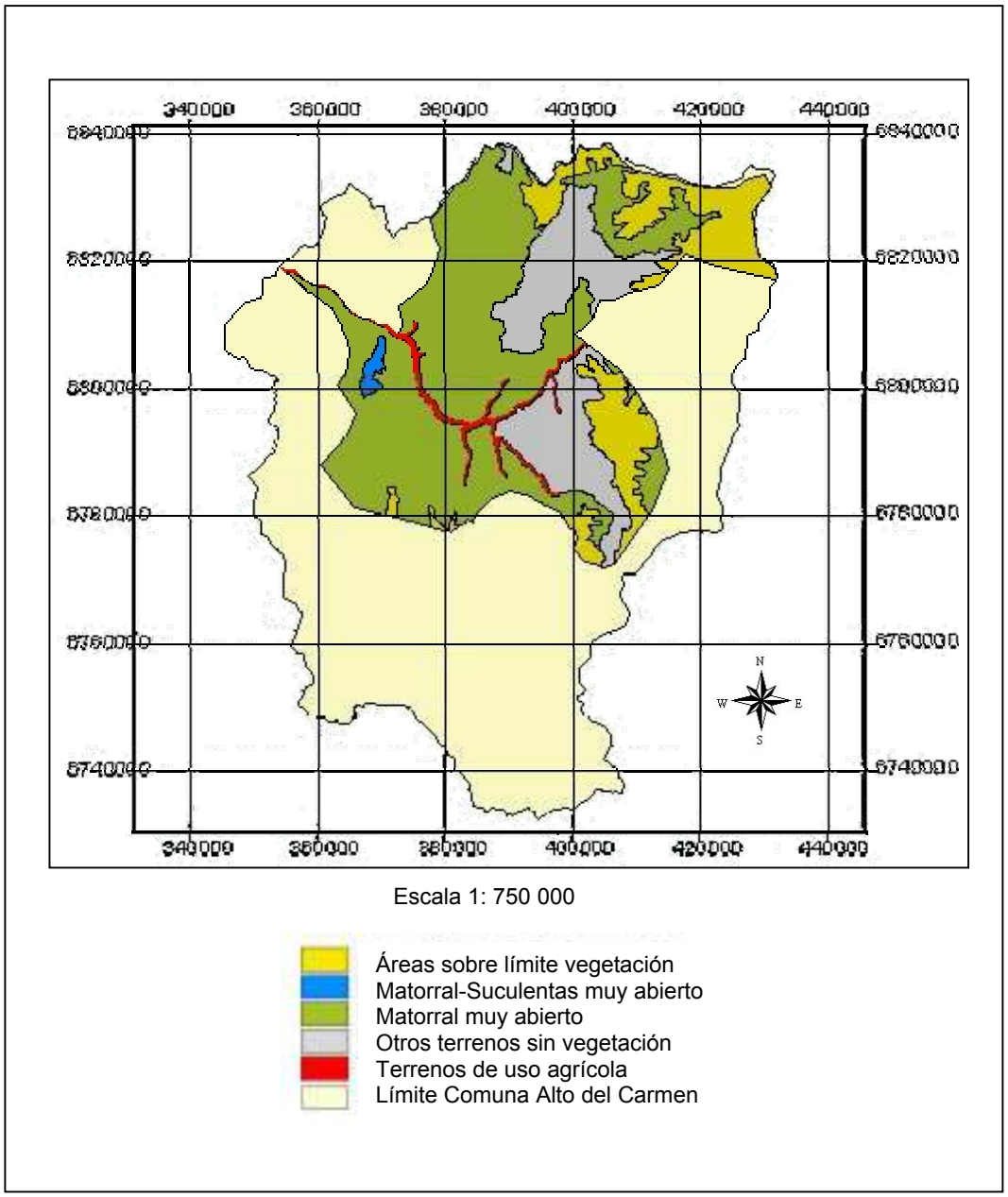
La Formación de la Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana se extiende entre el sur de la región de Atacama y el norte de la región de Coquimbo. Ocupa la porción oriental de la comuna, sobre los 2500 – 2600 m de altitud hasta el límite internacional. Debido a la falta de información, se señala que puede incluir más de una unidad

Folio018775

territorial. Esta formación, de acuerdo con los antecedentes recopilados, queda representada por al menos una de sus cuatro comunidades vegetacionales características, la comunidad de *Stipa chrysophylla – Adesmia gayana*, que si bien puede variar en cuanto a las especies dominantes, la descripción y especies participantes en ella se encuentran en las zonas de mayor altitud dentro de la región vegetacional.

A nivel local, considerando los antecedentes entregados por el Catastro de Vegetación Nativa, en el área de estudio se distinguen principalmente cinco usos de suelo: matorral con suculentas muy abierto, matorral muy abierto, zonas de uso agrícola – habitacional, otros usos sin vegetación y zonas sobre el límite vegetacional. (Figura 6)

FIGURA 6: USO ACTUAL DE SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO



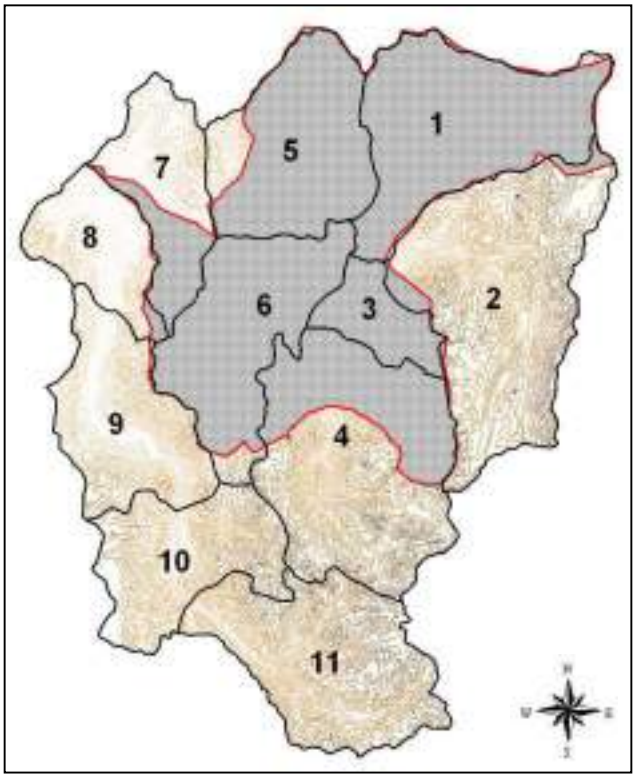
Fuente: Elaboración propia en base a Catastro de Bosque Nativo (CONAF-CONAMA, 1997)

Folio018777

Las zonas ocupadas por vegetación natural se ubican principalmente en sectores de laderas y en los fondos de valle con mayores altitudes, mezclándose en algunas ocasiones con las áreas de uso antrópico. Esta vegetación posee un limite altitudinal aproximado a los 4.200 m.s.n.m. y se divide en dos tipos de usos, *Matorral con suculentas muy abierto* y *Matorral muy abierto.* El primero está representado por las comunidades de *Bulnesia chilensis – Heliotropium chenopodiaceum* y la comunidad de *Opuntia miquelli – Calandrinia grandiflora*, está representado principalmente por dos comunidades vegetacionales: *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum*, las que se desarrollan en las laderas de exposición nor-oeste en la quebrada Chanchoquín y continúa por las laderas de exposición sur sur-este de los ríos El Tránsito y Conay; y la comunidad de *Stipa sp.*, en los sectores de mayor altitud.

Desde el punto de vista de las subcuencas, a continuación se presenta un análisis de la flora y fauna que contiene cada una de las unidades en las que se inserta el área de estudio (Figura 7):

FIGURA 7: ÁREA DE ESTUDIO Y SUBCUENCAS ASOCIADAS



Escala 1: 750 000

Subcuencas delimitadas (Unidades)

1: Río Laguna Grande
2: Río Valeriano
3: Río Conay
4: Río Chollay
5: Quebrada Chanchoquín
6: Río El Tránsito Superior
7: Río El Tránsito Inferior
8: Río El Carmen Inferior
9: Río El Carmen Medio
10: Río El Carmen Superior
11: Río Potrerillos

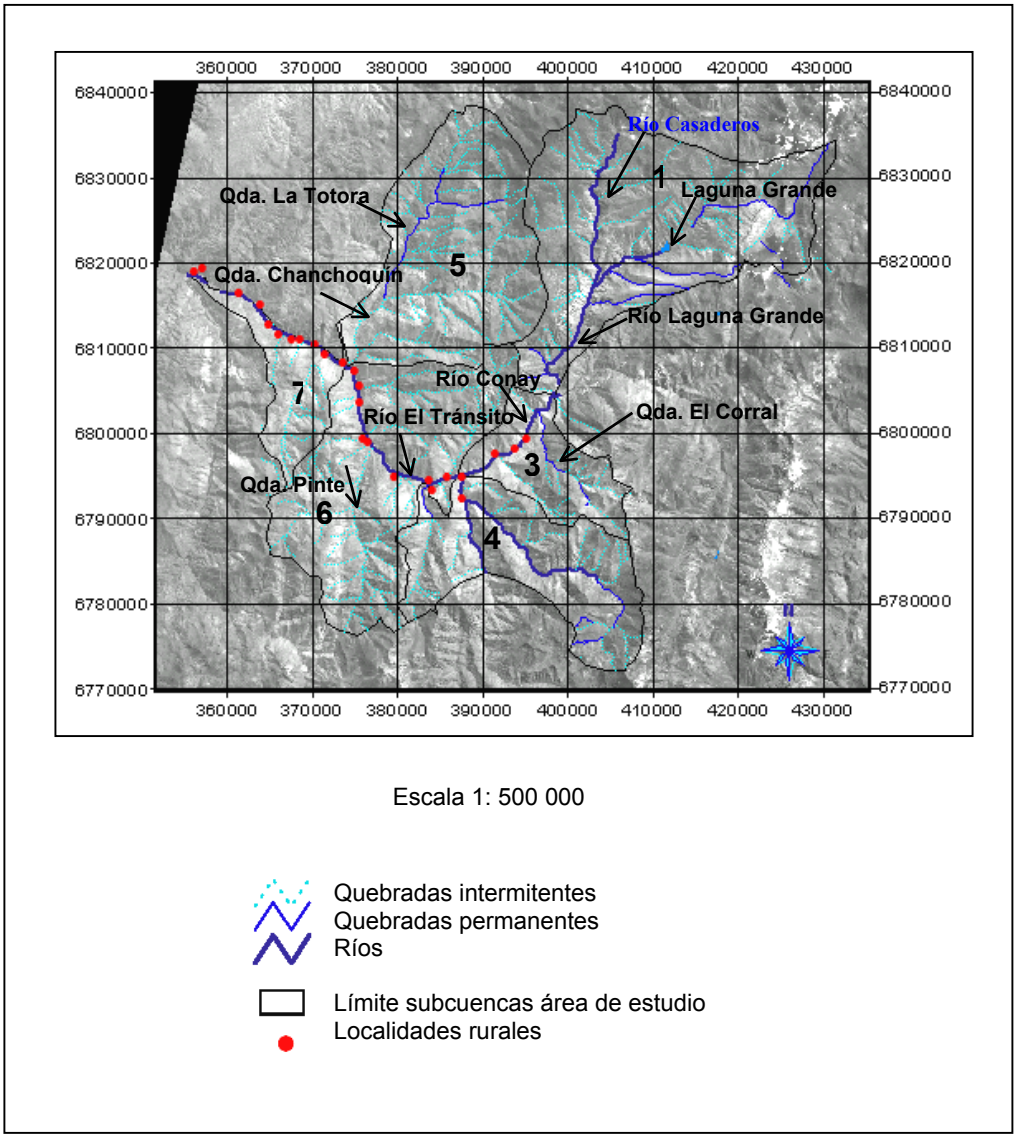
Fuente: Elaboración propia, julio 2005.

El área de estudio se inserta en las subcuencas **1, 3, 5, 6 y parte de las subcuencas 4 y 7.**

Folio018779

b) Caracterización de flora y fauna del área de estudio

FIGURA 8: SUBCUENCAS EN LAS QUE SE INSERTA EL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia.

La subcuenca 2, denominada Río Valeriano se encuentra fuera de la propiedad en estudio, y, por lo tanto, se excluye su análisis en la presente investigación. A continuación se realiza un análisis de la flora y fauna en detalle por cada una de las subcuencas presentes en el área de estudio.

Folio018780

- **Subcuenca 1: Río Laguna Grande**

La subcuenca Laguna Grande tiene una superficie aproximada de 66.022,55 hás. Este sector comprende una formación alto andina, con pastizales y vegas a lo largo del río. A continuación se detallan las características de la flora y fauna de esta subcuenca.

- Flora de la subcuenca 1 Río Laguna Grande.

TABLA N º 32: ESPECIES DE FLORA EN SUBCUENCA 1 RÍO LAGUNA GRANDE

	AUTÓCTONAS	ALÓCTONAS	TOTAL
Cantidad de especies registradas	265	14	279

La vegetación natural está representada por el tipo vegetacional “matorral muy abierto”, siendo las comunidades características *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum* y *Adesmia hystrix – Adesmia aegyceras*. Complementariamente, de acuerdo a lo observado en terreno en las partes altas de la unidad, el límite vegetacional está marcado por las comunidades de *Stipa chrysophylla* con participaciones de *Adesmia subterránea* y *Azorella madrepórica*.

En este sector posible observar una alta diversidad de especies vegetales distribuidas en los distintos niveles altitudinales, entre las cuales se pueden mencionar como especies dominantes *Haplopappus baylahuen* (Bailahuen) y *Ephedra breana, Ephedra andina* (Pingo-pingo). También es posible observar *Prosopis flexuosa* (Algarrobo), *Acacia caven* (Espino o churque), *Parastrephía sp.* (Tola), *Adesmia histryx* (Varilla), *Lycium minutifolium* (Caspiche), *Cortaderia atacamensis* (Cola de zorro), *Atriplex deserticola* (Cachiyuyo), *Baccharis sp*. (Dadin), *Schinus molle* (Pimiento), entre otros.

Existe la presencia de vegas en las partes alta de la subcuenca, ocupando una superficie aproximada de 259 hectáreas en ella.

Folio018781

En cuanto al estado de conservación de las especies de flora presentes en el área, la información se resume en la Tabla N º 33.

TABLA N º 33: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA SUBCUENCA 1 RÍO LAGUNA GRANDE

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estado de Conservación							
		Nivel Nacional				Nivel Regional			
		E	P	V	R	E	P	V	R
Prosopis flexuosa	Algarrobo			x					
Prosopis chilensis	Algarrobo			x					
Laretia acaulis	Llareta			x					
Equisetum giganteum	Cola de caballo			x					

E: Extinta; P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara
Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFÍA N º 1: LAGUNA GRANDE



Folio018782

- Fauna de la subcuenca 1 Río Laguna Grande

TABLA N º 34: ESPECIES DE FAUNA EN SUBCUENCA 1 RÍO LAGUNA GRANDE

	DETECTADAS (Det)	POTENCIALES (Pot)	TOTAL
Cantidad de especies registradas	65	50	115

Entre las especies detectadas, se incluyen un anfibio, tres reptiles entre matorrales bajos; veintitrés aves y además de ocho mamíferos, entre los cuales están: liebre (*Lepus capensis*, introducida), guanacos (*Lama guanicoe*), vizcachas (*Lagidium viscacia*), Zorro chilla (*Pseudalopex griseus*), Ratón oliváceo (*Abrothrix olivceus*) y Zorro culpeo *(Pseudalopex culpaeus).*

Las especies potenciales incluyen cuatro reptiles, 33 aves, 10 mamíferos y tres peces.

El estado de conservación de las especies de fauna en la subcuenca Laguna Grande, es posible observar en la tabla N º 35.

TABLA N º 35: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN SUBCUENCA 1 RÍO LAGUNA GRANDE

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Registro		Estado de Conservación			
			Det	Pot	P	V	R	IC
Mamífero	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	x		x			
	Lama guanicoe	Guanaco	x		x			
	Vicugna vicugna	Vicuña		x	x			
	Felis colocolo	gato colocolo		x	x			
	Chinchilla brevicaudata	Chinchilla		x	x			
	Ctenomys fulvus	Tucutuco de Atacama		x		x		
	Felis concolor	Puma		x		x		
	Thylamis elegans	Marmosa de la puna		x			x	
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	x					x
	Pseudalopex griseus	Zorro chilla	x					x

Folio018783

Anfibio	*Bufo spinolosus*	Sapo	x			x		
Reptil	*Liolaemus lorenzmuelleri*	Lagartija	x			x		
	Phymaturus flagelifer			x	x			
Aves	*Phoenicoparrus andinus*	Flamenco andino	x			x		
	Phoenicoparrus jamesi	Flamenco de james	x			x		
	Fulica cornuta	Tagua cornuda	x			x		
	Vultur gryphus	Cóndor		x		x		
	Chloephaga melanoptera	Piuquén	x			x		
	Falco peregrinus	Halcón peregrino		x		x		
	Attagis gayi	Perdicita cordillerana		x			x	
	Larus serranus	Gaviota andina		x			x	

P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; IC: Insuficientemente Conocida
Fuente: Elaboración propia

- **Subcuenca 3: Río Conay**

La subcuenca Río Conay tiene una superficie aproximada de 16.980,14 hás. Comprende una formación de matorral andino, con pequeñas vegas que se encuentran a lo largo del río. A continuación se detallan las características de la flora y fauna de esta subcuenca.

- Flora de la subcuenca 3 Río Conay

TABLA N º 36: ESPECIES DE FLORA EN SUBCUENCA 3 RÍO CONAY

	AUTÓCTONAS	ALÓCTONAS	TOTAL
Cantidad de especies registradas	126	14	140

La vegetación en esta unidad está dominada por comunidades de matorral de *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum*. En las riberas del río Conay, se presenta una vegetación ripariana dominada por especies arbustivas y herbáceas, entre las cuales destacan las comunidades de *Baccharis salicifolia – Tessaria absinthioides* que son ampliamente distribuidas en los sectores bajos de los valles. Las especies

Folio018784

arbóreas que se presentan en la parte baja del valle, formando pequeñas comunidades altamente fragmentadas, corresponden a *Salix humboldtiana* (sauce chileno); *Populus nigra* (álamo) y *Schinus molle* (Pimiento boliviano), con especies acompañantes como *Prosopis chilensis* (algarrobo), *Salix babylonica* (sauce llorón), *Geoffroea decorticans* (chañar) y *Acacia caven* (espino).

En las laderas es posible encontrar como especies dominantes a *Stipa speciosa, Adesmia sp., Discaria trinervis, Haplopappus baylahuen y Ephedra breana*. Destaca en las laderas de exposición sur la presencia de *Azorella trifoliolata* y *Laretia acaulis*, especies que forman cojines que se desarrollan en los sectores rocosos.

Junto a los cursos de agua se desarrollan comunidades hídricas, que en algunos sectores forman comunidades de vegas, con una suma en superficie de 14 hectáreas, con especies dominantes como *Carex pseudocyperus, Mimulus parviflorus* y *Calceolaria filicaulis.*

TABLA N º 37: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA SUBCUENCA 3 RÍO CONAY

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estado de Conservación							
		Nivel Nacional				Nivel Regional			
		E	P	V	R	E	P	V	R
Prosopis chilensis	Algarrobo			x					
Krameria cistoidea				x					
Laretia acaulis	Llareta			x					
Equisetum giganteum	Cola de caballo			x					
Alstroemeria andina ssp venustula	Lirio				x				
Alstroemeria polyphylla	Lirio				x				
Bulnesia chilensis.									x

E: Extinta; P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara
Fuente: Elaboración propia

Folio018785

- Fauna de la subcuenca 3 Río Conay

TABLA N º 38: ESPECIES DE FAUNA EN SUBCUENCA 3 RÍO CONAY

	DETECTADAS	POTENCIALES	TOTAL
Cantidad de especies registradas	34	17	51

De las especies detectadas, se registra un anfibio (*Bufo spinulosus*), dos reptiles (*Liolaemus atacamensis* y *L. lorenzmuelleri*), 28 aves y tres mamíferos (vizcacha, zorro culpeo y la liebre).

FOTOGRAFÍA N º 2: *Liolaemus atacamensis*



Entre las especies de fauna con problemas de conservación presentes en la subcuenca Conay, se encuentran:

Folio018786

TABLA N º 39: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN SUBCUENCA 3 RÍO CONAY

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Registro		Estado de Conservación			
			Det	Pot	P	V	R	IC
Mamífero	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	x		x			
	Ctenomys fulvus	Tucutuco de Atacama		x		x		
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo		x				x
Anfibio	*Bufo spinulosus*	Sapo	x			x		
Reptil	*Liolaemus lorenzmuelleri*	Lagartija	x			x		
	Liolaemus atacamensis		x				x	
Aves	*Chloephaga melanoptera*	Piuquén	x			x		
	Vultur gryphus	Cóndor		x		x		
	Falco peregrinus	Halcón peregrino		x		x		
	Attagis gayi	Perdicita cordillerana	x				x	

P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; IC: Insuficientemente Conocida
Fuente: Elaboración propia

- **Subcuenca 4: Río Chollay**

La subcuenca Río Chollay posee una superficie aproximada de 34.712,98 hectáreas. A continuación se detallan las características de la flora y fauna de esta subcuenca.

- Flora de la subcuenca 4 Río Chollay:

TABLA N º 40: ESPECIES DE FLORA EN SUBCUENCA 4 RÍO CHOLLAY

	AUTÓCTONAS	ALÓCTONAS	TOTAL
Cantidad de especies registradas	157	6	163

Cabe destacar que esta alta diversidad se debe mayoritariamente a los estudios existentes del proyecto Pascua Lama, que considera en su área de influencia a la

Folio018787

subcuenca Chollay, y por lo tanto, existe una mayor cantidad de información disponible de ella.

El área cubierta por vegetación natural, esta dominado por las siguientes comunidades:
Heliotropium chenopodiaceum formando asociación con *Adesmia divaricata, Bulnesia chilensis, Gymnophyton flexuosum*.
Adesmia aphylla formando asociación con *Ephedra braeana, Tetraglochin alatum*.
Prosopis chlensis – Bulnesia chilensis.
Adesmia hystrix.

TABLA N º 41: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA EN SUBCUENCA 4 RÍO CHOLLAY

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estado de Conservación							
		Nivel Nacional				Nivel Regional			
		E	P	V	R	E	P	V	R
Equisetum giganteum	cola de caballo			x					
Eriosyce aurata	Sandillón (cactácea)							x	
Opuntia glomerata	Leoncito (cactácea)							x	

E: Extinta; P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara
Fuente: Elaboración propia

- Fauna de la subcuenca 4 Río Chollay

TABLA N º 42: ESPECIES DE FAUNA EN SUBCUENCA 4 RÍO CHOLLAY

	DETECTADAS	POTENCIALES	TOTAL
Cantidad de especies registradas	42	25	68

Cabe considerar que el análisis de fauna para esta zona incorpora los datos de monitoreo que realiza la empresa Barrick en la zona, dado que es parte del área de influencia del proyecto Pascua Lama.

Folio018788

Comprende una formación de precordillera, con pequeñas vegas que se encuentran a lo largo del río y en la parte más alta de la cordillera una formación de pastizales y matorrales bajos.

Esta subcuenca presenta elementos azonales hídricos con un mayor cubrimiento y nivel de producción de biomasa, que favorecen en mejor medida el desarrollo de fauna.

Se registró *Buteo polyosoma* (Aguilucho) perteneciente al Orden Falconiformes (Familia Accipitridae). Cabe recordar que como ave rapaz posee un amplio rango de hogar (home range), de modo que su presencia muchas veces resulta fortuita, debido a la extensa área en que se desplazan para su alimentación. Esta condición implica que el Aguilucho y otros rapaces (e.g., Águilas, Caranchos), deberían también estar presente en los otros sectores de estudio.

Especies Potenciales: considera un anfibio (*Bufo spinulosus*), un reptil (*Liolaemus lorenzmuelleri*), 18 aves y cinco mamíferos (dos ratones, vizcacha, liebre y zorro culpeo).

De las especies potenciales del río Chollay, cinco se encuentran en alguna categoría de conservación. La tabla N º 43 muestra esta distribución.

Folio018789

TABLA N º 43: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN SUBCUENCA 4 RÍO CHOLLAY

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Registro		Estado de Conservación			
			Det	Pot	P	V	R	IC
Mamífero	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	x		x			
	Lama guanicoe	Guanaco	x		x			
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo		x				x
Anfibio	*Bufo spinulosus*	Sapo	x			x		
	Bufo atacamensis	Sapo de Atacama	x			x		
Reptil	*Liolaemus lorenzmuelleri*	Lagartija	x			x		
	Liolaemus nitidus		x			x		
	Liolaemus vallecurensis		x			x		
Aves	*Chloephaga melanoptera*	Piuquén	x			x		
	Vultur gryphus	Cóndor	x			x		
	Attagis gayi	Perdicita cordillerana	x				x	

P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; IC: Insuficientemente Conocida
Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFÍA N º 3*: Lama guanicoe (Guanaco)*



Folio018790

- **Subcuenca 5: Quebrada Chanchoquín**

La subcuenca 5 Quebrada Chanchoquin posee una superficie aproximada de 48.922,29 hás. A continuación se detallan las características de la flora y fauna de esta subcuenca.

- Flora de la subcuenca 5 Quebrada Chanchoquín

TABLA N º 44: ESPECIES DE FLORA EN SUBCUENCA 5 QUEBRADA Chanchoquin

	AUTÓCTONAS	ALÓCTONAS	TOTAL
Cantidad de especies registradas	90	5	95

Los antecedentes de terreno indican que la subcuenca se caracteriza por las comunidades de *Bulnesia chilensis – Encelia canescens* en la parte baja de la cuenca. En este mismo sector, ocupando el fondo del valle, se encuentran formaciones de *Acacia caven – Prosopis chilensis*. Más al interior, existen afloramientos de agua que permiten el establecimiento de comunidades de *Tessaria absinthioides – Baccharis salicifolia* con individuos de *Salix humboldtiana.* Posteriormente desaparece el afloramiento hídrico y la comunidad predominante es *Bulnesia chilensis – Baccharis salicifolia* en las estrata arbustiva, con individuos arbóreos de *Acacia caven* y una estrata herbácea de *Chenopodium ambrossioides – Senecio johnstonianus.* Entre los 2000 – 2600 ms.n.m., en las laderas es característica la comunidad de *Senecio proteus – Gymnophyton flexuosum* acompañada de *Fabiana imbricata, Haplopappus baylahuen* y *Stipa atacamensis*. Posteriormente, domina la formación de *Adesmia sp.* (acojinada) – Haplopappus baylahuen y Ephedra breana. En las cotas mayores, la dominancia es *Haplopappus baylahuen – Adesmia hystrix*, aumentando la cobertura vegetal de esta última especie, pasando a ser una comunidad arbustiva pura.

Folio018791

La existencia de comunidades vegetales azonales hídricas, asociadas a los puntos de escurrimiento, están dominadas principalmente por especies herbáceas de *Carex sp., Heloecharis sp., Scirpus sp.,*y formaciones arbustivas de *Escallonia angustifolia* y *Cortaderia atacamensis*. Las áreas azonales poseen una superficie aproximada de 96 hectáreas.

El estado de conservación de la flora citada para el área, es la siguiente:

TABLA N º 45: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA SUBCUENCA 5 QUEBRADA CHANCHOQUIN

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estado de Conservación							
		Nivel Nacional				Nivel Regional			
		E	P	V	R	E	P	V	R
Prosopis chilensis	Algarrobo			x					
Bulnesia chilensis.									x

E: Extinta; P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara
Fuente: Elaboración propia

- Fauna de la subcuenca 5 Quebrada Chanchoquín

TABLA N º 46: ESPECIES DE FAUNA SUBCUENCA 5 QUEBRADA CHANCHOQUIN

	DETECTADAS	POTENCIALES	TOTAL
Cantidad de especies registradas	22	9	31

Comprende una formación con vegetación ribereña en el fondo del valle, en los cerros laderas con matorrales más secos y el sector alto andino.

Especies detectadas: a este grupo pertenecen 2 anfibios (*Bufo spinulosus* y *Pleurodema thaul*), 1 reptil (*Liolaemus atacamensis*), 16 aves y 3 mamíferos.

Folio018792

Las especies de fauna con problemas de conservación presentes en la subcuenca Quebrada Chanchoquin, se encuentran:

TABLA N º 47: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN SUBCUENCA 5 QUEBRADA CHANCHOQUIN

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Registro		Estado de Conservación			
			Det	Pot	P	V	R	IC
Mamífero	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	x		x			
	Lama guanicoe	Guanaco	x		x			
	Abrothrix longipilis	Ratón		x				x
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	x					x
	Pseudalopex griseus	Zorro chilla	x					x
Anfibio	*Bufo spinulosus*	Sapo	x			x		
	Pleurodema thaul	sapito cuatro ojos	x		x			
Reptil	*Liolaemus atacamensis*		x				x	
	Phylodrias chamissonis	Culebra de cola larga		x			x	
Aves	*Chloephaga melanoptera*	Piuquén	x			x		
	Attagis gayi	Perdicita cordillerana	x				x	
	Larus serranus	Gaviota andina		x			x	

P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; IC: Insuficientemente Conocida
Fuente: Elaboración propia

- **Subcuenca 6: Río El Tránsito superior**

La subcuenca Río El Tránsito superior tiene una superficie aproximada de 52.285,49 hás. A continuación se detallan las características de la flora y fauna de esta subcuenca.

- Flora de la subcuenca 6 Río El Tránsito superior

TABLA N º 48: ESPECIES DE FLORA EN SUBCUENCA 6 RÍO EL TRÁNSITO SUPERIOR

	AUTÓCTONAS	ALÓCTONAS	TOTAL
Cantidad de especies registradas	136	35	171

Folio018793

De manera general, esta subcuenca esta representada por varios tipos vegetacionales, de acuerdo a lo señalado en el Catastro de Vegetación Nativa El primero corresponde a la comunidad de *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum* que ocupa principalmente las laderas de exposición sur al norte del río El Tránsito. Luego se encuentra la comunidad de *Bulnesia chilensis,* la que se ubica en las laderas bajas y medias de la quebrada de Pinte. En la porción alta de la Sierra de Tatul se ubica la comunidad de *Stipa sp..* Finalmente, el resto de la superficie es compartida por las comunidades de *Ephedra breana – Adesmia aphylla* y la comunidad de *Prosopis chilensis – Bulnesia chilensis* en la porción baja de la quebrada de Pinte. Complementariamente, en un análisis más detallado a través de un transecto efectuado en terreno, se debe mencionar que:

La comunidad de *Bulnesia chilensis – Encelia canescens* es característica en las partes bajas de las laderas cercanas a la localidad del Tránsito. En esta área el valle es amplio y conforma una unidad heterogénea entre cultivos agrícolas y vegetación natural, con formaciones arborescentes de *Salix humboldtiana – Schinus molle y Populus nigra*.

En la confluencia con la quebrada de Pinte, existen sectores agrícolas y la vegetación natural es dominada por la presencia de *Baccharis salicifolia – Acacia caven* y *Cortaderia atacamensis.* Ya más al interior aumenta la densidad de la vegetación y se conforma un matorral arborescente de *Acacia caven – Prosopis* chilensis con una estrata herbácea alta de *Cortaderia* atacamensis.

En el sector de valle denominado la Pampa se intensifica el uso agrícola, ocupando grandes terrazas que se distribuyen en las laderas de exposición norte.

En la localidad de los Tambos las laderas presentan un matorral bajo de *Pintoa chilensis* y *Krameria cistoidea*, presentando en las partes bajas especies de *Schinus polygamus, Baccharis salicifolia y Geoffroea decorticans*, entre otras. Hacia la quebrada de Pinte la vegetación corresponde principalmente a un matorral de *Acacia caven* y *Baccharis salicifolia*, ocupando los ripeaderos del fondo de la quebrada. Las

Folio018794

laderas se caracterizan por la presencia de un matorral bajo de *Bulnesia chilensis* principalmente. En los sectores de mayor altitud, en laderas de exposición norte, se asocia con *Proustia ilicifolia* formando comunidades de escaso cubrimiento vegetal.

Respecto a los sistemas de vegas, cabe destacar que en los sectores altos de la Sierra de Tatul se ubican pequeños sistemas de este tipo, alcanzando una superficie aproximadamente de 8 hectáreas.

El estado de conservación de la flora citada para el área es la siguiente:

TABLA N º 49: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA SUBCUENCA 6 RÍO EL TRÁNSITO SUPERIOR

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estado de Conservación							
		Nivel Nacional				Nivel Regional			
		E	P	V	R	E	P	V	R
Prosopis flexuosa	Algarrobo			x					
Prosopis chilensis	Algarrobo			x					
Equisetum giganteum	Cola de caballo			x					
Krameria cistoidea	---			x					
Pintoa chilensis.	---				x				
Balsamocarpon brevifolium	---							x	
Bulnesia chilensis.	---								x

E: Extinta; P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara
Fuente: Elaboración propia

- Fauna de la subcuenca 6 Río El Tránsito superior

TABLA N º 50: ESPECIES DE FAUNA SUBCUENCA 6 RÍO EL TRÁNSITO SUPERIOR

	DETECTADAS	POTENCIALES	TOTAL
Cantidad de especies registradas	45	47	92

Folio018795

Caracterizada por una formación de precordillera, con cultivos y vegetación ribereña en el fondo del valle y laderas de cerros con matorrales bajos.

Especies detectadas: un anfibio (*Bufo spinulosus*), cinco reptiles, 31 aves y ocho mamíferos.

De las especies presentes en el área (detectadas y potenciales), once se encuentran en alguna categoría de conservación, lo cual es posible de observar en la Tabla N º 51.

TABLA N º 51: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN SUBCUENCA 6 RÍO TRÁNSITO SUPERIOR

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Registro		Estado de Conservación			
			Det	Pot	P	V	R	IC
Mamífero	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	x		x			
	Abrothrix longipilis	Ratón		x				x
	Galictis cuja	Quique		x		x		
	Ctenomys fulvus	Chululo		x		x		
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	x					x
	Pseudalopex griseus	Zorro chilla		x				x
Anfibio	*Bufo spinulosus*	Sapo	x			x		
	Pleurodema thaul	sapito cuatro ojos	x		x			
Reptil	*Liolaemus atacamensis*			x			x	
	Phylodrias chamissonis	Culebra de cola larga		x			x	
Aves	*Attagis gayi*	Perdicita cordillerana	x				x	

P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; IC: Insuficientemente Conocida
Fuente: Elaboración propia

- **Subcuenca 7: Río El Tránsito Inferior**

La subcuenca 7 Río El Tránsito inferior posee una superficie aprox., de 12.842,09 hás. De acuerdo con los antecedentes recopilados en terreno, esta unidad se caracteriza por la presencia de sectores agrícolas que ocupan terrazas y sectores planos en los fondos del valle.

Folio018796

- Flora de la subcuenca 7 Río El Tránsito inferior

TABLA N º 52: ESPECIES DE FLORA EN SUBCUENCA 7 RÍO EL TRÁNSITO INFERIOR

	AUTÓCTONAS	ALÓCTONAS	TOTAL
Cantidad de especies registradas	47	5	52

La vegetación está formada por grupos de árboles de *Schinus molle, Populus nigra*, acompañados por especies arbóreas de menor tamaño como son *Prosopis chilensis, Geoffroea decorticans* y *Salix humboldtiana*. En lugares con mayor alteración, ya sea antrópica o por causa de la escorrentía del río, las comunidades dominantes son *Tessaria absinthioides – Baccharis salicifolia.* En las laderas dominan los arbustos bajos de *Pintoa chilensis* y *Bulnesia chilensis,* acompañados por cactáceas del tipo *Opuntia berterii,* la cual forma pequeños cojines, principalmente en las laderas bajas de exposición norte de la cuenca.

De manera general, de acuerdo a lo señalado por el Catastro de Vegetación Nativa de Chile, el área está dominada por comunidades de *Ephedra breana – Gymnophyton flexuosum* que ocupan principalmente las laderas superiores de la parte norte de la subcuenca; la comunidad de *Bulnesia chilensis* en las laderas bajas de exposición norte del río el Tránsito; la comunidad de *Stipa sp.* en las laderas altas de la zona sur y la comunidad de *Adesmia divaricata – Heliotropium chenopodiaceum* cercana a la localidad de Chihuinto. Las comunidades con suculentas de *Bulnesia chilensis – Heliotropium chenopodiaceum*, se ubican en las laderas bajas de la porción norte de la unidad.

La presencia de vegas está muy reducida, distinguiéndose pequeñas unidades en la parte superior de la quebrada Las Pircas.

Folio018797

El estado de conservación de la flora citada para el área es la siguiente:

TABLA N º 53: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA EN SUBCUENCA 7 RÍO EL TRÁNSITO INFERIOR

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estado de Conservación							
		Nivel Nacional				Nivel Regional			
		E	P	V	R	E	P	V	R
Prosopis chilensis	Algarrobo			x					
Pintoa chilensis.					x				
Neoporteria vallenarensis					x				
Bulnesia chilensis.									x

E: Extinta; P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara
Fuente: Elaboración propia

- Fauna de la subcuenca 7 Río El Tránsito inferior

TABLA N º 54: ESPECIES DE FAUNA EN SUBCUENCA 7 RÍO EL TRÁNSITO INFERIOR

	DETECTADAS	POTENCIALES	TOTAL
Cantidad de especies registradas	24	13	37

Comprende la unidad formada por la parte baja del río El Tránsito, con cultivos y vegetación ribereña en el fondo del valle y laderas de cerros con matorrales más secos.

Los Passeriformes fueron el grupo más abundante y dentro de éste, las tencas (*Mimus thenca)* y las golondrinas de lomo negro (*Pygochelidon cyanoleuca*) fueron las más comunes.

Folio018798

Entre las especies detectadas se encuentran: un anfibio (*Pleurodema thaul*), dos reptiles (*Philodryas chamissonis*, *Liolaemus atacamensis*), 19 aves y dos mamíferos (un roedor y el zorro chilla).

De las especies potenciales y detectadas, 8 se encuentran con problemas de conservación

TABLA N º 55: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN SUBCUENCA 7 RÍO TRÁNSITO INFERIOR

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Registro		Estado de Conservación			
			Det	Pot	P	V	R	IC
Mamífero	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	x		x			
	Abrothrix longipilis	Ratón		x				x
	Pseudalopex griseus	Zorro chilla	x					x
Anfibio	*Bufo spinulosus*	Sapo		x		x		
	Pleurodema thaul	sapito cuatro ojos	x		x			
Reptil	*Liolaemus atacamensis*	Lagartija	x				x	
	Phylodrias chamissonis	Culebra de cola larga	x				x	
	Callopistes palluma	Iguana		x		x		

P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; IC: Insuficientemente Conocida
Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Definición del área de estudio como prioritaria para efectos de su conservación por estrategias, planes o programas nacionales o regionales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica.

De acuerdo a los antecedentes recopilados, y, siguiendo la metodología del Manual de Procedimientos para afectación de ASPP, los siguientes son los instrumentos que han definido el área como prioritaria para efectos de su conservación.

Folio018799

TABLA N º 56: DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO COMO PRIORITARIA DE CONSERVACIÓN EN INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL.

ESTRATEGIA PLAN O PROGRAMA	CAPÍTULO O SECCIÓN QUE DEFINE EL TERRENO	PÁGINAS	FUNDAMENTO PARA DEFINICIÓN DEL TERRENO	ACCIONES DE CONSERVACIÓN CONTEMPLADAS PARA EL ÁREA
"Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica de Chile" (CONAF, 1996),	Cap. IV Resultados del Simposio, N º 2 Sitios de prioridad II, importante, Ordenados de Norte a Sur.	10, 60 y 61	Confluencia de flora altiplánica y andina mediterránea (cordillera de Huasco). Humedal de altura. Formación vegetacional no representada en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.	No se registran acciones específicas para el área en este instrumento.
Sitios prioritarios de Conservación de Biodiversidad (Estrategia Regional de Biodiversidad) (CONAMA, 2004).	Sitios prioritarios y su carga biológica	10-11 y 14-15	Corresponde a un conjunto de cuerpos de agua que incluyen la laguna grande, la laguna Chica y el Lago de Valeriano, conectados por corredores biológicos (ríos y quebradas), muy alejados de la presencia humana. Se caracteriza por presentar una confluencia de la flora altiplánica y andina mediterránea y un humedal en altura (sobre los 3000 m.s.n.m.).	A pesar que no se registran acciones específicas para el área en este instrumento, si aparecen acciones generales: 1. Definición de Instrumentos de Protección Específicos para la BD Regional 2. Incorporación de la Biodiversidad en los Instrumentos de Planificación Territorial 3. Caracterización y Priorización de Cada Sitio 4. Compromiso Ciudadano con la Protección y Conservación 5. Promoción de Acuerdos y Alianzas

Folio018800

				Estratégicas

Fuente: Elaboración propia

- **Referencias**

Los programas de Identificación de Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad, tienen como objetivo el reconocer espacios de relevancia para la protección de especies de flora y fauna a nivel nacional.

Existen dos trabajos realizados al respecto. En el año 1993, la Corporación Nacional Forestal invitó a la comunidad científica a participar en la identificación y definición de sitios prioritarios, que no estuvieran representados en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

Producto de lo anterior se publicó, en el año 1996, el texto "**Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile**". En él, se establecen cuatro categorías o niveles que "deben ser protegidos por su relevancia, estado de conservación y por el interés de los recursos que encierran".

Los criterios ecológicos establecidos, para seleccionar y priorizar las áreas, fueron los siguientes:

• Representatividad y exclusividad de los ecosistemas
• Diversidad de hábitat
• Diversidad de especies y endemismos
• Pristinidad
• Tamaño
• Mantención de procesos vitales e interacción entre especies

El resultado de este trabajo fue un listado de 101 sitios prioritarios, 21 con prioridad de conservación "Urgente" (13 pertenecen a privados), 30 sitios calificados con prioridad

Folio018801

"Importante", 31 "De Interés" y 19 de "De Interés Científico". A la fecha, parte de estas propiedades han sido incorporadas al SNASPE. En el caso del área de estudio, la subcuenca Río Laguna Grande, se encuentra catalogada con prioridad de conservación II Importante.

En tanto, CONAMA realizó en el año 2003 la identificación de 68 sitios prioritarios para la conservación, en el marco de las Estrategias Regionales de Conservación de Diversidad Biológica. Este catastro fue producto del trabajo coordinado entre la comunidad y los sectores privado y público, definiendo en cada región los lugares más significativos a proteger.

Para la Región de Atacama, este instrumento definió cinco sitios, donde las Lagunas Huascoaltinas son uno de ellos.

Finalmente, en base a la información de flora, fauna y de la definición del sitio como prioritario para efectos de conservación ambiental por dos Estrategias de corte nacional, se comprueba que el área de estudio cumple con las condiciones exigidas por el Manual de Procedimientos para afectación de ASPP, y, por lo tanto, con los requisitos que exige el proyecto de Reglamento al cual se vincula y, por lo tanto, es absolutamente factible su postulación como Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada.

Folio018802

4.3 DEFINICIÓN DE LA REPRESENTATIVIDAD, ESCASEZ Y ORGANIZACIÓN ESPACIAL DE LOS ECOSISTEMAS PROPUESTOS A TRAVÉS DE CRITERIOS GEOGRÁFICOS.

4.3.1 Paisajes funcionales en el área de estudio

Efectuando la espacialización de las formaciones vegetacionales de Gajardo (1994), y el desglose del Catastro de Bosque Nativo en la Comuna de Alto del Carmen, se obtienen los rangos de cobertura de las formaciones vegetacionales para la zona, y, a partir de ello, las escalas de Conservación de objetos de filtro grueso, según la metodología propuesta.

De esta forma se obtuvieron los siguientes valores, a partir de la Tabla N º 4 de la metodología:

TABLA N º 57: RESULTADOS DE ESCALAS DE CONSERVACIÓN DE OBJETOS DE FILTRO GRUESO

REGIONES, SUB-REGIONES, FORMACIONES	COBERTURA COMUNAL (HÁS)	ESCALAS GEOGRÁFICAS	COMUNIDADES Y SISTEMAS
1 Región del Desierto Subregión del Desierto Florido Formaciones vegetacionales **Desierto Florido de los Llanos** **Desierto Florido de las Serranías**	 7.559,73 132.226,86	 Intermedia Gruesa	 Parcela intermedia Matriz
3 Región de la Estepa Altoandina Subregión de los Andes Mediterráneos Formación Vegetacional **Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana.**	 447.624, 26	 Gruesa	 Matriz

Por lo tanto, la representatividad de paisajes funcionales del área se define en dos escalas geográficas.

Folio018803

La formación vegetacional ***Desierto Florido de los Llanos***, es una comunidad y sistema de parcela intermedia o *de parche grande* terrestre. Está definida por factores físicos y regímenes ambientales únicos. Este sistema ecológico es relativamente uniforme en estructura y composición y está definido por factores físicos estables (en este caso, la estabilidad está dada por la presencia de una topografía más baja). La biodiversidad terrestre de escala intermedia se localiza típicamente en áreas de 405 a 20.200 hectáreas. Por lo tanto, la biodiversidad terrestre de la Formación desierto Florido de los Llanos, podría estar representada en las 768, 21 hás en que está presente en el área de estudio.

En tanto, las formaciones Desierto Florido de las serranías y Estepa Alto Andina de la Cordillera de Doña Ana, son comunidades *y sistemas ecológicos de matriz* terrestre. Constituyen el hábitat dominante o históricamente dominante entre los parches. Están definidas por gradientes físicos dispersos a lo largo de áreas extensas, tales como altitud, precipitación y temperatura. El área requerida por las poblaciones de especies terrestres de escala gruesa y comunidades o sistemas ecológicos de matriz, generalmente varía entre 8.010 y 405.000 hectáreas. Por lo tanto, la biodiversidad terrestre de las formaciones Desierto Florido de las Serranías y Estepa Alto Andina de la Cordillera de Doña Ana, podría estar representada en las 46.763, 59 y 191.384,77 hás que cubren cada una de ellas, respectivamente, en el área de estudio.

Con ello, se comprueba que estas tres formaciones vegetacionales en el área de estudio cumplen con la condición de paisaje funcional.

4.3.2 Sitios funcionales en el área de estudio

Para definir las escalas de conservación a nivel de especie (sitio funcional), se han identificado, la composición, la singularidad y endemismo, el estado de conservación y la distribución y abundancia.

Folio018804

a) Composición de la flora en el área de estudio

De acuerdo a los estudios realizados por BIOTA (2003), desde el punto de vista florístico, la comuna de Alto del Carmen está compuesta por 622 especies[12], lo que representa aproximadamente un 12% del total de especies vegetales presentes en el país. Del total, un 13% corresponden a especies alóctonas o exóticas (81 especies), en tanto que el 87% restante corresponde a especies de tipo autóctonas (541 especies).

- Singularidad y endemismo de la flora en el área de estudio

El análisis de la distribución geográfica indica que la mayoría de las especies detectadas en la zona tienen una amplia distribución geográfica en Chile y también se encuentran en los países vecinos.

Del total de flora registrada, la gran mayoría no son exclusivas del área o de la III región. Sin embargo las especies del género *Prosopis*, son características de esta zona, por lo que el algarrobo se reconoce como especie bandera. En total, 541 especies registradas son nativas, siendo especies endémicas de la zona norte del país *Krameria cistoidea* (Pacul) y *Pintoa chilensis* (Pintoa).

- Estado de Conservación de la flora del área de estudio

Respecto al estado de conservación de la flora en el área de estudio, se observa que un 70% de las especies con problemas de conservación del área, corresponden a la Clase Magnoliopsida, y dentro de ella, las familias Fabaceae (Mimoceae) tiene 3 especies representadas en el área, al igual que la familia cactaceae y, la familia Zygophyllaceae tiene 2 especies. La segunda clase numerosa es Liliopsida, donde la familia Amaryllidaceae, tiene 2 especies, ambas lirios silvestres. Así, la clasificación es la siguiente:

[12] Ver anexo N º 5 : Listado florístico Comuna de Alto del Carmen.

Folio018805

TABLA N º 58 : CLASIFICACIÓN DE LA FLORA CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN PRESENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO

ESPECIE	CLASE	FAMILIA
Prosopis chilensis	Magnoliopsida	Fabaceae
Prosopis flexuosa	Magnoliopsida	Fabaceae
Balsamocarpon brevifolium	Magnoliopsida	Fabaceae
Bulnesia chilensis.	Magnoliopsida	Zygophyllaceae
Pintoa chilensis.	Magnoliopsida	Zygophyllaceae
Laretia acaulis	Magnoliopsida	Apiaceae
Krameria cistoidea	Magnoliopsida	Krameriaceae
Neoporteria vallenarensis	Magnoliopsida	Cactaceae
Eriosyce aurata	Magnoliopsida	Cactaceae
Opuntia glomerata	Magnoliopsida	Cactaceae
Alstroemeria andina ssp venustula	Liliopsida	Amaryllidaceae
Alstroemeria polyphylla	Liliopsida	Amaryllidaceae
Equisetum giganteum	Sphenopsida	Equisetaceae

TABLA N º 59 : ESTADO DE CONSERVACIÓN DE FLORA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

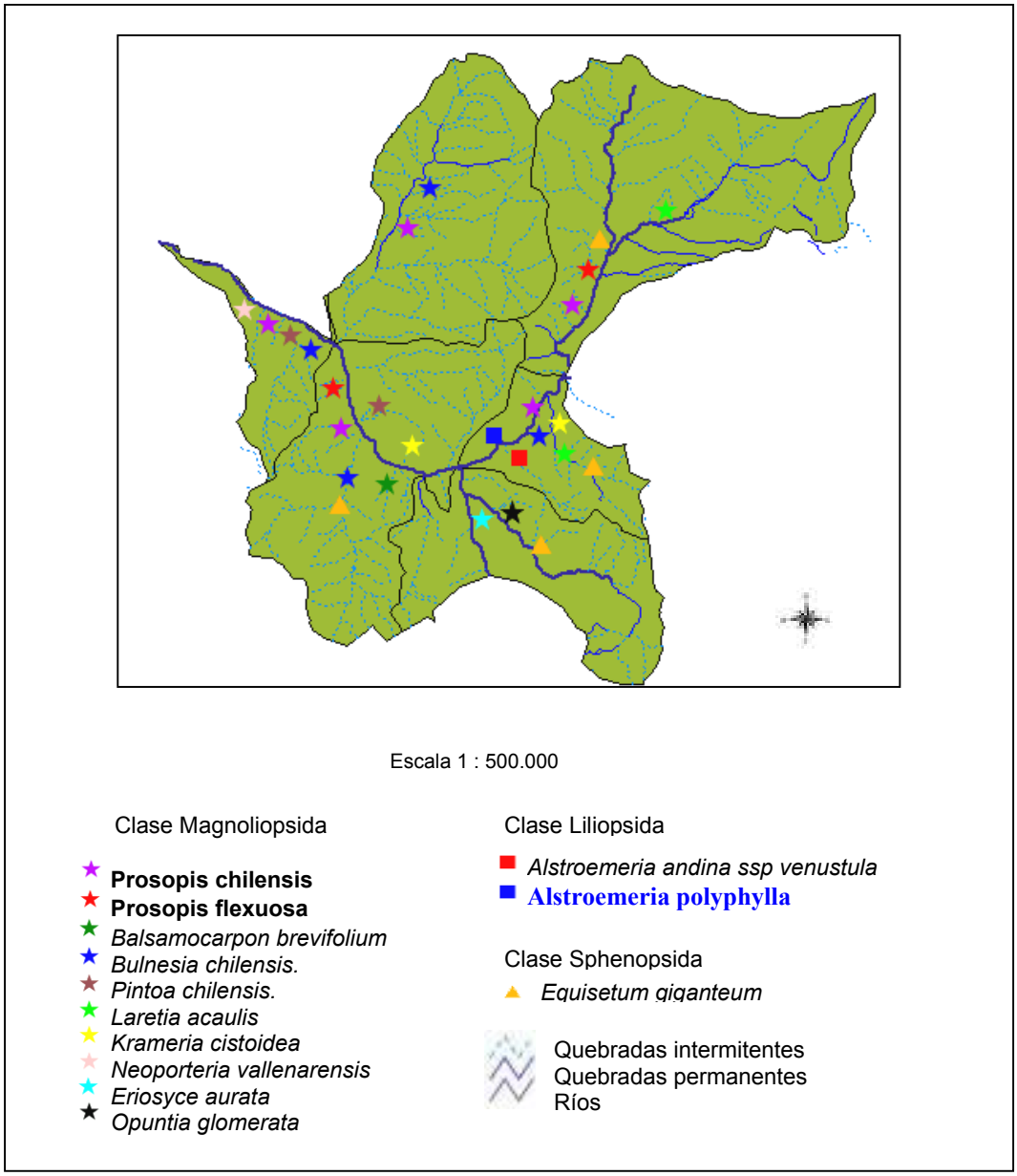
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Estado de Conservación							
		Nivel Nacional				Nivel Regional			
		E	P	V	R	E	P	V	R
Prosopis flexuosa	Algarrobo			x					
Prosopis chilensis	Algarrobo			x					
Laretia acaulis	Llaretilla			x					
Equisetum giganteum	Cola de caballo			x					
Krameria cistoidea				x					
Alstroemeria andina ssp venustula	Lirio				x				
Alstroemeria polyphylla	Lirio				x				
Pintoa chilensis.	---				x				
Neoporteria vallenarensis					x				
Eriosyce aurata	Sandillón (cactácea)							x	
Opuntia glomerata	Leoncito (cactácea)							x	
Balsamocarpon brevifolium	Algarrobilla							x	

Bulnesia chilensis.									x

E: Extinta; P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara
Fuente: Elaboración propia

La distribución de las especies de flora con problemas de conservación se presenta en la siguiente figura.

FIGURA 9: DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE FLORA CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO



- Distribución y abundancia de la flora en el área de estudio

La distribución de flora se relaciona con el acceso a recursos hídricos, las características topográficas y de suelo, y la intervención antrópica sobre el área, entre otros factores. Por ello, las especies están desigualmente distribuidas en el área de estudio. Para describir la variación en la composición de la flora, se diferenciaron 6 unidades o subcuencas, desde la localidad de Alto del Carmen a la alta cordillera.

En general, el número de individuos por especie es bajo, destacando la clase magnoliopsida, y de ella, las familias cactaceae, chenopodiaceae y fabaceae.

Las escalas geográficas de conservación del objeto "flora con problemas de conservación", es posible de apreciar en la tabla N º 60.

TABLA N º 60: RESULTADOS DE ESCALAS DE CONSERVACIÓN DE OBJETOS A NIVEL DE ESPECIES DE FLORA CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN

ESPECIES	CANTIDAD DE PUNTOS DETECTADOS	COBERTURA ESPACIAL ASIMILABLE (HÁS)	SISTEMA GEOGRÁFICO ASOCIADO	ESCALAS GEOGRÁFICAS
Prosopis chilensis	5	197.051	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Prosopis flexuosa	2	118.307	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Balsamocarpon brevifolium	1	52.285	Sistema de riachuelos de 3º orden	Intermedia
Bulnesia chilensis.	4	131.029	Sistema de riachuelos de 3º orden	Intermedia
Pintoa chilensis.	2	65.127	Sistema de riachuelos de 3º orden	Intermedia

Folio018808

Laretia acaulis	2	83.002	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Krameria cistoidea	2	69.265	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia
Neoporteria vallenarensis	1	12.842	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia
Eriosyce aurata	1	34.712	Sistema de riachuelos de 1º orden	Intermedia
Opuntia glomerata	1	34.712	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia
Alstroemeria andina ssp venustula	1	16.980	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia
Alstroemeria polyphylla	1	16.980	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia
Equisetum giganteum	4	169.999	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia

Fuente: Elaboración propia

Como en este caso no fue posible distinguir la distribución real en la Región de las especies de flora registradas, sino sólo en el área de estudio, prima el criterio de sistema hídrico asociado en la designación de la escala geográfica asociada.

La biodiversidad terrestre de escala intermedia se localiza típicamente en áreas de 405 a 20.200 hectáreas, sin embargo también influyen en él los sistemas hídricos asociados. Las *especies de escala intermedia* terrestres son aquéllas que dependen de un sólo parche de varios tipos de hábitats distintos, y este es el caso del área de estudio, donde existen tres parches ecosistémicos, expresados por las formaciones vegetacionales, en cuyo interior subsisten una serie de hábitat dispersos.

b) Composición de la fauna en el área de estudio

El catastro de la fauna actual o potencialmente presente en la zona de estudio (Anexo N º 5) está compuesto por un total de 162 especies. De ellas, 94 fueron detectadas y

Folio018809

68 son potenciales para el sector. De las especies detectadas, 2 corresponden a anfibios, 9 a reptiles, 71 a taxa de aves (sólo tres de ellas introducidas, la codorniz, la paloma y el gorrión), y 12 a mamíferos (uno introducido, la liebre). De la fauna potencial, 3 corresponden a reptiles, 42 a taxa de aves, 20 a mamíferos y 3 a peces.

- Singularidad y endemismo de la fauna en el área de estudio.

El análisis de la distribución geográfica indica que la mayoría de las especies detectadas en la zona tienen una amplia distribución geográfica en Chile y también se encuentran en los países vecinos. Del total de fauna detectada, la gran mayoría presenta distribuciones que abarcan varias regiones del país y por tanto no son exclusivas del área o de la III región. Sin embargo la lagartija de Müller (*Liolaemus lorenzmuelleri)* y la lagartija andina se encuentran sólo en la III y IV regiones y un reptil (la lagartija de Atacama, *Liolaemus atacamensis*) está presente sólo en la III región. En total, seis especies son endémicas de Chile y corresponden a cuatro de los cinco reptiles, un ave (*Mimus thenca*) y un mamífero (*Abrocoma bennetti*).

- Estado de Conservación de la fauna.

A nivel internacional y de acuerdo al Libro Rojo de UICN (Hilton-Taylor, 2000), sólo una especie del presente catálogo está amenazada de extinción y es el guanaco (*Lama guanicoe*) que está en categoría Vulnerable; sin embargo, los reptiles *Callopistes palluma* y *Liolaemus lorenzmuelleri* están en categoría “datos insuficuentes” (DD); y entre las aves, el cóndor (*Vultur gryphus*) está en categoría “menor riesgo, casi amenazado” (LR/nt). A nivel nacional y a falta del documento de clasificación de especies dependiente del Reglamento del mismo nombre, establecido en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, se utiliza como referencia el Reglamento de la Ley de Caza (SAG, 1998), que contiene un listado de los vertebrados terrestres de Chile y sus estados de conservación, separado por zonas del país (en este caso zona norte, regiones I a III). En cuanto a la fauna, la Comuna de Alto del Carmen alberga 158 especies, de las cuales el área de estudio alberga 30 con alguna categoría de conservación, destacando por cantidad las clases mamífero (con 12 especies) y aves

Folio018810

(con 8 especies). Las especies con problemas de conservación presentes en el área de estudio se observan en la tabla N º 61.

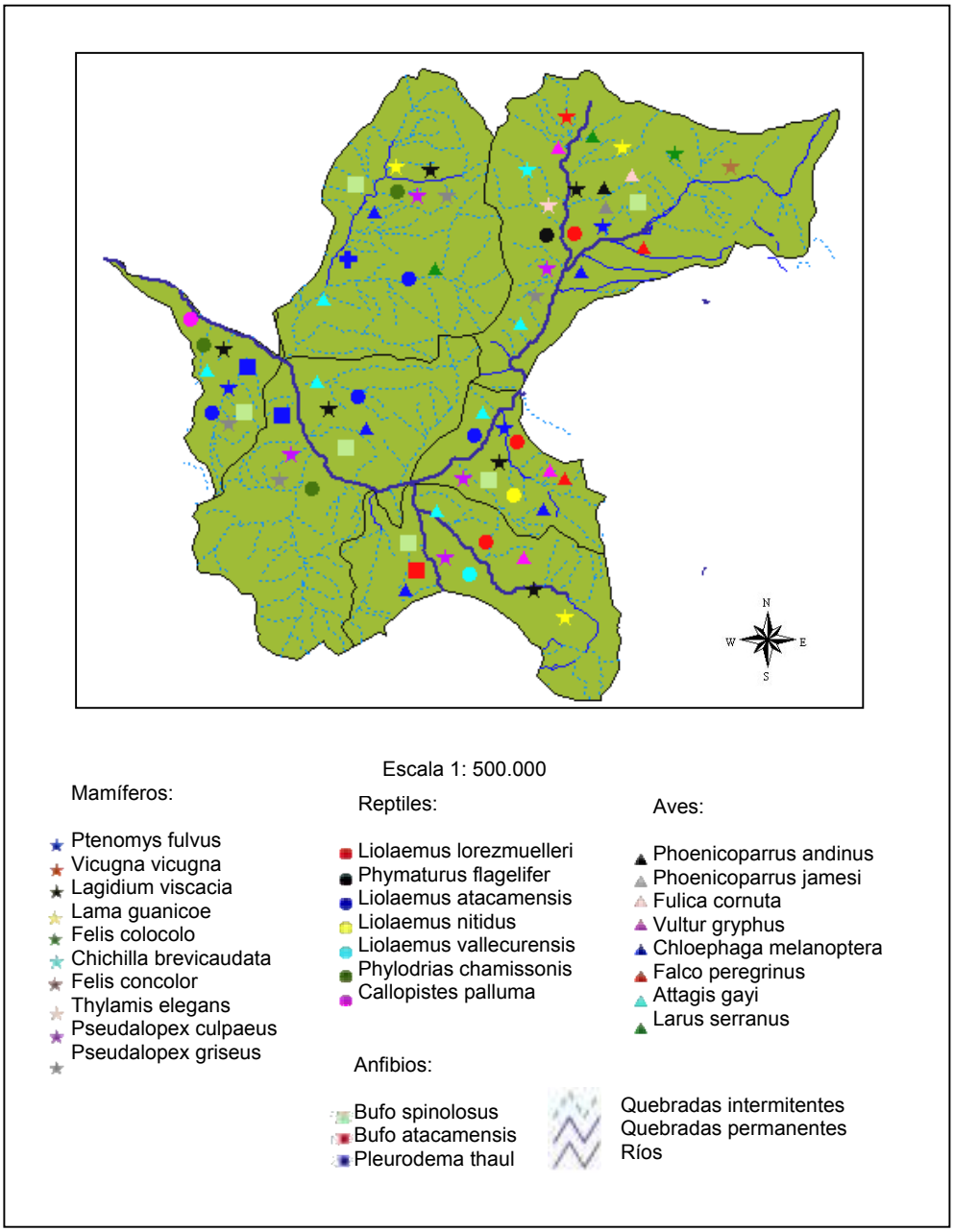
TABLA N º 61: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Registro		Estado de Conservación			
			Det	Pot	P	V	R	IC
Mamífero	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	x		x			
	Lama guanicoe	Guanaco	x		x			
	Vicugna vicugna	Vicuña		x	x			
	Felis colocolo	gato colocolo		x	x			
	Chinchilla brevicaudata	Chinchilla		x	x			
	Abrothrix longipilis	Ratón		x				x
	Ctenomys fulvus	Tucutuco de Atacama		x		x		
	Galictis cuja	Quique		x		x		
	Felis concolor	Puma		x		x		
	Thylamis elegans	Marmosa de la puna		x			x	
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	x					x
	Pseudalopex griseus	Zorro chilla	x					x
Anfibio	*Bufo spinulosus*	Sapo	x			x		
	Pleurodema thaul	sapito cuatro ojos	x		x			
	Bufo atacamensis	Sapo de Atacama	x			x		
Reptil	*Liolaemus lorenzmuelleri*	Lagartija	x			x		
	Liolaemus nitidus		x			x		
	Liolaemus vallecurensis		x			x		
	Liolaemus atacamensis		x				x	
	Callopistes palluma	Iguana		x		x		
	Phylodrias chamissonis	Culebra de cola larga		x			x	
	Phymaturus flagelifer			x	x			
Aves	*Phoenicoparrus andinus*	Flamenco andino	x			x		
	Phoenicoparrus jamesi	Flamenco de james	x			x		
	Fulica cornuta	Tagua cornuda	x			x		
	Chloephaga melanoptera	Piuquén	x			x		
	Vultur gryphus	Cóndor		x		x		
	Falco peregrinus	Halcón peregrino		x		x		
	Attagis gayi	Perdicita cordillerana	x				x	
	Larus serranus	Gaviota andina		x			x	

P: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; IC: Insuficientemente Conocida
Fuente: Elaboración propia.

Estas especies se distribuyen en las subcuencas analizadas de la siguiente forma:

FIGURA 10: DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE FAUNA CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO.



Fuente: Elaboración propia, en base a BIOTA 2003

- ## Distribución y abundancia de la fauna en el área de estudio.

Las especies están desigualmente distribuidas en el área de estudio; para describir la variación en la composición de la fauna en el área de estudio se diferenciaron 6 unidades o subcuencas, las que se distribuyen desde la localidad de Alto del Carmen hasta la alta cordillera. En general las abundancias son bajas, sin embargo, las aves son el grupo con un mayor número de especies, presentando las mayores abundancias y dentro de este grupo los Passeriformes son el orden más común y abundante. Le sigue en cantidad de individuos los anfibios y, dentro de los mamíferos las vizcachas fueron las más comunes (en mayor número de localidades). Los reptiles son el grupo menos abundante (se observan sólo en algunos lugares y en bajas cantidades).

Efectuando la espacialización de los puntos representativos de hábitat de fauna con problemas de conservación (para atender a la singularidad y endemismo), se obtienen las escalas de Conservación de objetos a nivel de especie, según la metodología propuesta.

TABLA N º 62: RESULTADOS DE ESCALAS DE CONSERVACIÓN DE OBJETOS A NIVEL DE ESPECIES DE FAUNA CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN.

ESPECIES	CANTIDAD DE PUNTOS DETECTADO	COBERTURA ESPACIAL ASIMILABLE (HÁS)	SISTEMA GEOGRÁFICO ASOCIADO	ESCALAS GEOGRÁFICAS
Lagidium viscacia	6	234.763	Sistema de ríos de 3º orden. Laguna de 76 hás	Gruesa
Lama guanicoe	3	149.676	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Vicugna vicugna	1	66.022		
Felis colocolo	1	66.022		

Chinchilla brevicaudata	1	66.022		
Ctenomys fulvus	3	95.844	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Felis concolor	1	66.022		
Thylamis elegans	1	66.022		
Pseudalopex culpaeus	5	218.921	Sistema de ríos de 3º orden. Laguna de 76 hás	Gruesa
Pseudalopex griseus	4	180.071		
Bufo spinulosus	6	234.763	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás	Gruesa
Pleurodema thaul	2	65.127	Sistema de ríos de 3º orden.	Intermedia
Bufo atacamensis	1	34.712		
Liolaemus lorenzmuelleri	3	117.714	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Liolaemus nitidus	1	16.980	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia
Liolaemus vallecurensis	1	34.712		
Liolaemus atacamensis	4	131.029		
Callopistes palluma	1	12.842	Sistema de ríos de 3º orden.	Intermedia
Phylodrias chamissonis	2	101.207	Sistema de riachuelos de 3º orden.	Intermedia
Phymaturus flagelifer	1	66.022	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Phoenicoparrus andinus	1	66.022		
Phoenicoparrus jamesi	1	66.022		

Fulica cornuta	1	66.022		
Chloephaga melanoptera	5	218.921	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás.	Intermedia
Vultur gryphus	2	51.692		
Falco peregrinus	2	83.002		
Attagis gayi	6	234.763	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás	Gruesa
Larus serranus	2	114.944	Sistema de riachuelos de 3º orden. Laguna de 76 hás	Intermedia

Fuente: Elaboración propia.

Las *especies de escala intermedia* terrestres son aquéllas que dependen de un sólo parche de varios tipos de hábitats distintos. Los anfibios que utilizan hábitats de humedales y tierras altas son ejemplos de tales especies. La biodiversidad terrestre de escala intermedia se localiza típicamente en áreas de 405 a 20.200 hectáreas. Este es el caso de dos especies de lagartijas de la zona.

Las *especies de escala gruesa* terrestres son aquéllas que requieren de áreas extensas para poder tener acceso a los tipos y cantidad de hábitat que necesitan. El área requerida por las poblaciones de especies terrestres de escala gruesa y comunidades o sistemas ecológicos de matriz generalmente varía entre 8.010 y 405.000 hectáreas.

Las especies de escala regional dependen de vastas regiones e incluyen animales migratorios y predadores de nivel superior. El mantenimiento de una sola población por lo general requiere de áreas mayores de 405.000 hectáreas o cientos de kilómetros de río, incluyendo la matriz terrestre natural o semi-natural, los parches asociados, los corredores de conexión y sistemas enteros fluviales y lacustres intactos. Para la zona,

Folio018815

este es el caso del *Bufo spinulosos* y *Lagidium viscacia.* Sin embargo, a pesar que por la observación directa *Lama guanicoe,* debiera estar incluido entre las especies de escala gruesa, la diversidad de ambientes en que subsiste, hacen de esta especie, una especie de escala regional, siendo, junto a *Felis concolor* (este último no registrado en terreno por métodos directos ni indirectos, pero si registrado en colección del MNHN), las especies que cubren una mayor superficie para su desenvolvimiento.

Luego de realizar este análisis, se obtienen las cuantificaciones bióticas del área de estudio según lo previsto en la metodología propuesta. De esta forma se tiene:

TABLA N º 63: RESULTADOS DE VALORIZACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FLORA POR UNIDAD (SUBCUENCAS EN QUE SE INSERTA EL ÁREA DE ESTUDIO)

VALORIZACIÓN NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FLORA	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	3	4	5	6	7
Número total de especies	279	140	44	95	171	52
Valor	3	2	1	1	2	1
Importancia	A	M	B	B	M	B
Número de especies con problemas de conservación	3	7	1	2	6	5

TABLA N º 64: RESULTADOS DE VALORIZACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FAUNA POR UNIDAD (SUBCUENCAS EN QUE SE INSERTA EL ÁREA DE ESTUDIO)

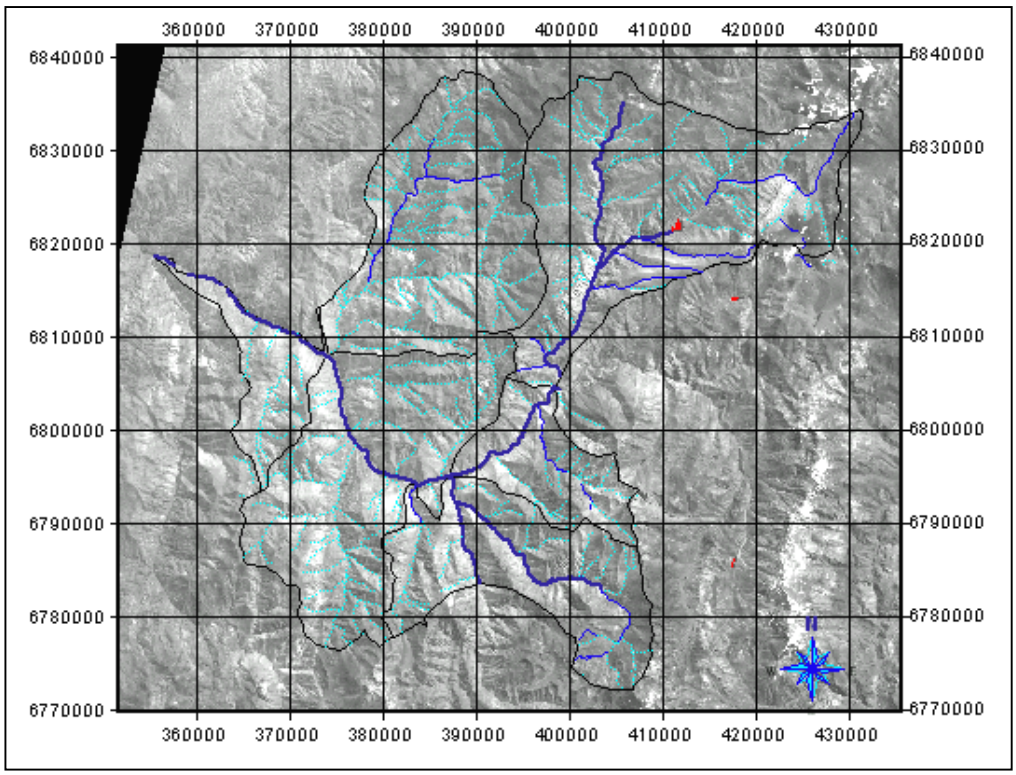
VALORIZACIÓN NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FAUNA	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Número total de especies detectadas	14	17	3	22	65	24
Valor	2	2	1	2	3	2
Importancia	M	M	B	M	A	M
Numero total de especies potenciales	50	17	25	9	47	13
Valor	3	2	2	1	3	2
Importancia	A	M	M	B	A	M
Número de especies detectadas con problemas de conservación	4	4	3	5	6	4
Número de especies potenciales con problemas de conservación	22	7	5	2	11	3
Valor	3	1	1	1	2	1
Importancia	A	B	B	B	M	B

Folio018816

Para el atributo "Corredor biológico" (redes funcionales), se analiza la Figura 11, donde es posible observar la organización espacial de las subcuencas asociadas a la red hídrica. De acuerdo a la presencia de cuerpos de agua en cada una de ellas, se obtiene la valoración obtenida en la tabla N º 63.

4.3.3 Redes funcionales en el área de estudio

FIGURA 11: HIDROLOGÍA POR SUBCUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.



Folio018817

Fuente: Elaboración propia

TABLA N º 65: RESULTADOS VALORIZACIÓN DE ATRIBUTO "CORREDOR BIOLÓGICO"

VALORIZACIÓN NÚMERO TOTAL DE ESPECIES DE FLORA	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA	3	3	3	2	2	2
Lagos, Lagunas	1	0	0	0	0	0
Ríos	1	1	1	0	1	1
Quebradas Permanentes	1	1	1	1	0	0
Quebradas Intermitentes	1	1	1	1	1	1
CONDICIONES AMBIENTALES	3	2	2	2	1	1
IMPORTANCIA	A	M	M	M	B	B
VALOR	3	2	2	2	1	1

Considerando los resultados de esta tabla, se puede decir que la parte alta del área de estudio (subcuencas 1, 3 y 4), cumplen con la condición de red funcional, en tanto permite la permanencia y tránsito de especies en ellas.

De acuerdo a los valores obtenidos para los atributos flora, fauna y corredor biológico, se obtiene el siguiente resultado para el componente biótico:

TABLA N º 66: PLANILLA DE VALORIZACIÓN FINAL DEL COMPONENTE BIÓTICO PARA LAS SUBCUENCAS EN QUE SE INSERTA EL ÁREA DE ESTUDIO.

ATRIBUTOS	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
BIÓTICO - FLORA	**1**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
N º Especies	3	2	1	1	2	1
Estado de Conservación	3	7	1	2	6	5
BIÓTICO- FAUNA						
N º Especies detectadas	2	2	1	2	3	2
N º Especies potenciales	3	2	2	1	3	2
Estado conservación esp. Detectadas.	4	4	3	5	6	4
Estado conservación esp. Potenciales.	3	1	1	1	2	1
BIÓTICO – CORREDOR BIOLÓGICO	3	2	2	2	1	1

SUMATORIA DE VALORES	23	21	11	15	25	17
NORMALIZACIÓN	0.82	0.75	0.39	0.54	0.89	0.61
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO	**3**	**3**	**2**	**2**	**3**	**2**

Finalmente, y de acuerdo a los atributos ecológicos en estudio, se puede decir que:

a) Composición y estructura de los objetos de conservación: Las subcuencas del área de estudio, que albergan a tres formaciones vegetacionales, no representadas en el SNASPE, contienen desde el punto de vista florístico, 622 entidades lo que representa aproximadamente un 12% del total de especies vegetales presentes en el país. Del total, un 13% corresponden a entidades alóctonas o exóticas, en tanto que el 87% restante corresponde a especies de tipo autóctonas. Ello puede ser un indicador del grado de reproducción de las especies nativas por sobre las exóticas, lo cual puede estar influido por la mayor presencia de las últimas sólo en los fondos de valle y a menor altura.

Desde el punto de vista de la conservación de la fauna de esta área destaca la zona andina por su menor grado de intervención y por la presencia de mayor diversidad de especies amenazadas.

Por lo tanto, desde el punto de vista de la **condición,** la medida de salud actual de la biodiversidad puede determinar el éxito de la conservación local. Asimismo, la subcuenca Laguna Grande puede ser considerada como un hot spot local, debido a la cantidad de especies de flora y fauna que alberga en comparación a las demás subcuencas en estudio.

b) Regímenes ambientales y disturbios naturales: No se registraron para la zona regímenes ambientales y disturbios naturales clave, principalmente por falta de información, sin embargo, en atención a entrevistas sostenidas con lugareños, se determinó que los disturbios naturales clave de la zona, se relacionan con aluviones

Folio018819

aislados, que generalmente ocurren en la parte de las subcuencas, y, por lo tanto, no afectan de manera significativa al régimen ambiental local.

Así, desde el punto de vista del **contexto paisajístico,** la medida de salud actual de la biodiversidad puede determinar el éxito de la conservación local.

c) Área dinámica mínima: Según el análisis de escalas efectuado, la muestra ecosistémica de la formación vegetacional Desierto Florido de los llanos, no cumple con la determinación de área dinámica mínima, pues alberga especies de fauna que requieren una escala mayor para su desenvolvimiento óptimo, al mismo tiempo que está siendo sometida a una alta presión por uso de recursos y sustitución de especies nativas por exóticas. Las formaciones Desierto Florido de las Serranías y Estepa Alto Andina de la Cordillera de Doña Ana, si cumplen con esta condición, y se encuentran representadas en las subcuencas 1, 3 y 6 del área de estudio.

d) Conectividad: En la valorización de corredores biológicos asociados a sistemas hídricos, es posible observar que toda la zona presenta escorrentía permanente, por lo que el acceso de las especies a los diferentes hábitats y recursos, sólo puede ser mermado por la actividad antrópica que en estos espacios se genere. Ello se vislumbra de una forma más patente en las subcuencas inferiores del área de estudio.

Folio018820

4.4 CARACTERIZACIÓN DEL USO DE LOS RECURSOS TERRITORIALES POR PARTE DE LA COMUNIDAD LOCAL Y DE LA INVERSIÓN EMPRESARIAL EN EL ÁREA.

4.4.1 Población comunal

La comuna de Alto del Carmen se caracteriza por ser rural, albergando una población total de 4.840 personas (INE, 2002).

TABLA N º 67: ANTECEDENTES DEMOGRÁFICOS COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

ANTECEDENTES	COMUNA
Población total	4840
Densidad (hab/km²)	0,80
Población urbana	0
Población rural	4840
Hombres	2629
Mujeres	2211
Índice de Masculinidad	118.91

Fuente: INE, 2002

TABLA N º 68: DISTRIBUCIÓN ETÁREA Y POR SEXO COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

TRAMOS DE EDAD	MUJERES	HOMBRES	TOTAL
5 años	45	31	76
6 – 14 años	392	407	799
15 – 19 años	139	140	279
20 – 24 años	145	171	316
25 – 29 años	141	172	313
30 – 39 años	328	409	737
40 – 49 años	246	360	606
50 años o más	586	762	1348

Fuente: INE, 2002

TABLA N º 69: ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

INGRESO	EDUCACIÓN	SALUD	IDH
Medio	Muy Bajo	Medio	Bajo

Fuente: SERPLAC Región de Atacama, 2001.

El índice de desarrollo humano, referido a la calidad de vida poblacional, es bajo en la Comuna de Alto del Carmen, principalmente por la cobertura educacional. Esta

Folio018821

cobertura está representada por Escuelas rurales Básicas (23 establecimientos Municipales) y un Liceo de enseñanza media cuyo ciclo completo está recién inaugurado el año 2004 (llegaba hasta 3° Medio el año 2003), lo que conlleva a un alto índice de deserción escolar. Una vez finalizados los estudios, los alumnos debían trasladarse hacia otras ciudades que les ofrecieran mayores expectativas educacionales, generando así una "emigración potencial", ya que después de educarse no regresaban por la falta de fuentes laborales que les aseguren una inserción laboral. Hoy este panorama se espera que cambie, ya que el Liceo de Enseñanza Media ha finalizado su ciclo con carreras de orden técnico (Técnico en Turismo y Técnico Agrícola), más atingentes a la realidad local.

TABLA 70: POBLACIÓN SEGÚN LÍNEA DE POBREZA (*) COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

CATEGORÍA	COMUNA	REGIÓN
INDIGENTE		
Número	183	14.146
Porcentajes	4,2	5,5
POBRE NO INDIGENTE		
Número	684	58.585
Porcentajes	15,9	22,9
NO POBRE		
Número	3.442	183.136
Porcentajes	79,9	71,6
TOTAL		
Número	4.309	255.867
Porcentajes	100,0	100,0

Fuente: MIDEPLAN. Encuesta CASEN 2003.
(*) Se excluye servicio doméstico puertas adentro y su núcleo familiar

Un 79,9% de la población no se encuentra en situación de pobreza, porcentaje mayor al promedio Regional; sin embargo un 15,9% se encuentra en situación de pobreza y un 4,2% en indigencia. Este índice refleja la satisfacción de necesidades básicas en el área de desarrollo, la cual es óptima durante el periodo estival y se proyecta durante los meses del año restante; sin embargo no coincide con la calidad de vida de la población que entre otros, presenta un bajo nivel de escolaridad, una baja atención en salud, baja conectividad y en general baja acceso a servicios básicos.

Folio018822

La Comuna de Alto del Carmen, en el período intercensal 70-92, registra un crecimiento negativo de un -9,64%: de 5.251 habitantes en 1970 disminuyó a 4.745 en 1992. En tanto que en el período 1992 – 2002 (ver tablas N º 32 y 33), registra un crecimiento positivo, con un aumento de 95 personas. Esto puede explicarse con el auge económico de las agro exportaciones a partir de la década de los ´90, lo cual se ha convertido en un factor de atracción de población hacia la comuna.

TABLA N º71: TASA DE CRECIMIENTO Y DECRECIMIENTO COMUNA ALTO DEL CARMEN

	CENSO 1992			CENSO 2002		
POBLACIÓN	**Hombres**	**Mujeres**	**TOTAL**	**Hombres**	**Mujeres**	**TOTAL**
Rural	2597	2148	4745	2629	2211	4840
Urbana	0	0	0	0	0	0
Total	2597	2148	4745	2629	2211	4840

Fuente: INE, 2002.

TABLA N º 72: VARIACIÓN INTERCENSAL COMUNA ALTO DEL CARMEN

VARIACIÓN INTERCENSAL		
Hombres	**Mujeres**	**TOTAL**
+ 32	+ 63	+ 95

Fuente: INE, 2002.

TABLA N º 73: PROYECCIÓN DE POBLACIÓN COMUNAL 1999 – 2005

ÁREA	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
Comuna	4.534	4.494	4.433	4.372	4.312	4.255	4.197
Región	269.047	273.576	278.058	282.461	286.795	291.079	295.321

Fuente: SERPLAC Región de Atacama, 2001.

De acuerdo a la Proyección INE, la Comuna de Alto del Carmen ha superado las expectativas de crecimiento demográfico, en tanto que para el año 2002 se esperaba contar con 4372 personas y se censaron 4840, lo que hace pensar en un crecimiento que sin ser altamente significativo, puede verse mejorado con la instalación de inversiones mineras y turísticas, actuando también ellas, como un factor de atracción.

Folio018823

En el análisis de migraciones, el balance es positivo, el único de la Provincia de Huasco, y relevante en relación con el crecimiento absoluto de la comuna, 89 y 96 personas respectivamente. Esto permite decir que el crecimiento de la comuna está fuertemente influido por las inmigraciones (MINVU, 2004).

4.4.2 Actividades Económicas

TABLA N º 74: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR TRAMOS DE EDAD Y POR SEXO COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

TRAMOS DE EDAD	MUJERES	HOMBRES	TOTAL
15 – 24 años	46	195	241
25 – 34 años	90	355	445
35 – 44 años	86	342	428
45 – 54 años	68	259	327
55 – 64 años	38	211	249
65 años o más	9	90	99
TOTAL	337	1452	1789

Fuente: INE, 2002

Según se desprende de la tabla N º 30, del total de población comunal, un 36 % es Población Económicamente Activa, ello podría ser la causal de la alta tasa de inmigración laboral estacionaria (en períodos de cosecha de los parronales de exportación).

TABLA N º 75: RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

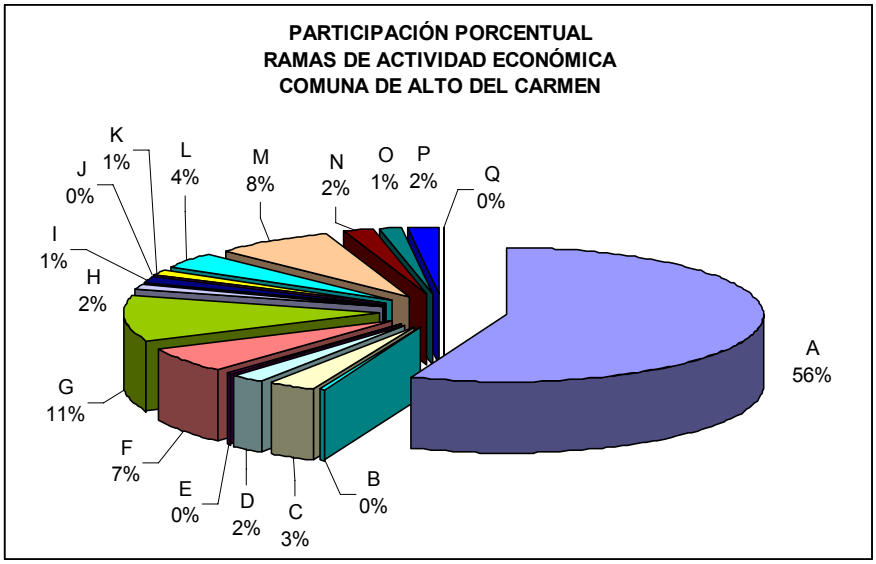
RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA	DESCRIPCIÓN	POBLACIÓN
A	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	857
B	Pesca	4
C	Explotación de minas y canteras	47
D	Industrias manufactureras	33
E	Suministro de electricidad, gas y agua	4
F	Construcción	100
G	Comercio al por mayor y menor	163
H	Hoteles y restaurantes	24
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	18
J	Intermediación financiera	1
K	Actividades inmobiliarias,	22

Folio018824

	empresariales y de alquileres	
L	Administración pública y defensa	59
M	Enseñanza	116
N	Actividades de servicios sociales y de salud	30
O	Otras actividades comunitarias, sociales y personales	19
P	Hogares privados con servicio doméstico	30
Q	Organizaciones y órganos extraterritoriales. Ignorado	0

Fuente: INE, 2002.

GRÁFICO N º 1



Fuente: Elaboración propia en base a INE, 2002

Las localidades de la Comuna de Alto del Carmen presentan como principales actividades productivas, la pequeña agricultura y la ganadería, principalmente caprina. Algunos jefes de familia trabajan sus pequeños terrenos agrícolas y otros lo hacen en forma dependiente. En los últimos años, la actividad agrícola y económica ha aumentado las superficies destinadas al cultivo de parronales para uva de exportación. Se ha indicado que la agricultura es la principal actividad económica de esta comuna, sin embargo, dentro de esta área no existe diversificación productiva desarrollándose

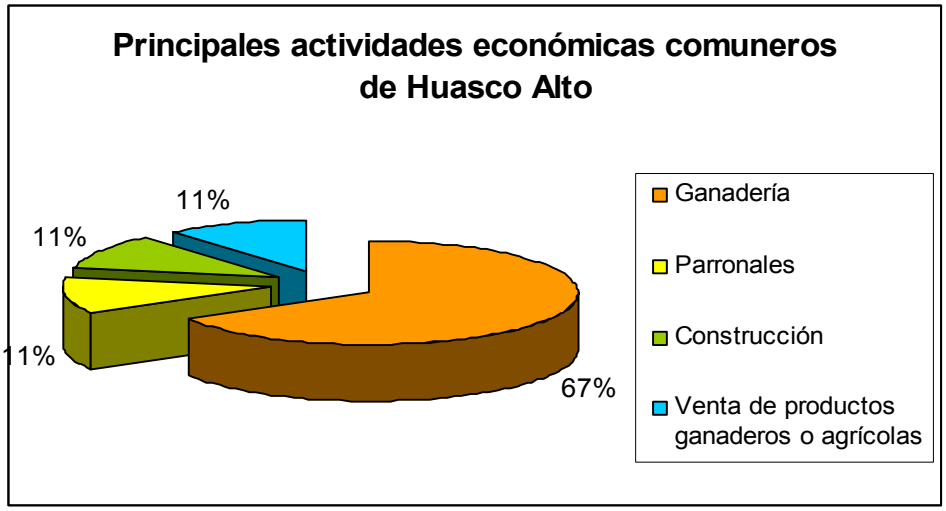
Folio018825

mayoritariamente el cultivo de vid para proveer de destilado a la industria pisquera de la Cuarta Región o de sus plantas sucursales en Copiapó. De esta manera la comuna carece de un complemento industrial al procesar la materia prima y obtener un producto terminado en su misma zona, generando valor agregado a la producción. Por ello se requiere fomentar la asociatividad de los agricultores para generar cooperativas de administración y distribución de los recursos.

De acuerdo al Censo Nacional Agropecuario (INE, 1997), la superficie de terrenos de la comuna, bajo explotación agrícola, eran de 1.709 hás., siendo los principales rubros agrícolas, los frutales (44,75%), las viñas (23,25%) y las plantaciones de hortalizas (14,27%). Respecto a la ganadería, del total de cabezas de ganado, un 54% corresponde a ganado caprino, un 17% a equinos, el 16% a ovinos, el 8% a bovinos y el 5 % restantes a porcinos.

Así, se desprende que la ganadería extensiva y la agricultura son las principales actividades económicas de los comuneros de Huasco Alto, lo cual es corroborado en las encuestas realizadas en la zona (ver gráfico N º 2)

GRÁFICO N º 2

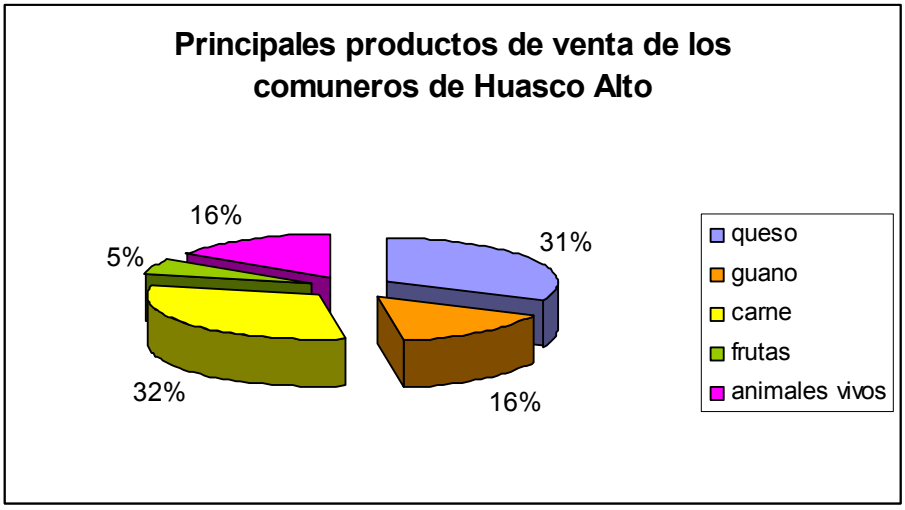


Fuente: Elaboración propia, 2005.

Folio018826

El ingreso se explica con la actividad económica principal de esta área, que es la agricultura, actividad especialmente relacionada con la producción de Uva de exportación y frutales, lo cual genera una estabilidad temporal-estival en el empleo, produciendo una merma en los ingresos durante el periodo invernal. Al depender la población económicamente activa mayoritariamente de la agricultura, un 63,7% del empleo se reduce al período de cosecha, asimismo cabe hacer notar que el 46,7% de la PEA no tiene actividad. La criancería, es otra actividad recurrente de la población, a nivel de autosubsistencia, lo que genera ingresos en promedio bajo, dado principalmente por la irregularidad de su producción y demanda. Las encuestas afirman que la venta de subproductos ganaderos y agrícolas constituyen la principal fuente de ingreso de los comuneros de Huasco Alto. Los porcentajes de participación de subproductos en las ventas, se observan en el gráfico N º 3.

GRÁFICO Nº 3



Fuente: Elaboración propia, 2005.

Algunas de las limitantes que posee la comuna en términos socioeconómicos se analizan brevemente a continuación:

Folio018827

Servicios

Déficit en cobertura de atenciones básicas para las personas que viven e localidades más alejadas (para médicos, ambulancias, profesionales especializados, medicamentos y falta campañas de prevención). Esta comuna es 100% rural, la única en la región, y el 30,1% de sus viviendas se abastecen de agua a través de pozos, norias, ríos, vertientes, esteros u otras fuentes distintas a la red pública. Esto genera necesidades de organización en comunidades de aguas y de financiamiento para el acopio y distribución del vital elemento. Sólo el 2% de las viviendas cuenta con sistema de eliminación de excretas, el 62% no dispone de agua potable rural y el 25% de las viviendas no están conectadas a la red eléctrica. (CASEN 98). El mismo instrumento señaló que el 2,3% de las viviendas regionales no dispone de energía eléctrica, aumentando esta comuna el índice a 6,4%, la cifra más alta de la región. En tanto la ficha CAS II de enero del 2000 registró un 98% de viviendas sin alcantarillado.

La red de infraestructura vial y de comunicación es deficiente, lo cual dificulta el acceso al mercado regional, así como la posibilidad de generar otras actividades productivas como en el área turística.

Baja calificación de mano de obra

Alto del Carmen es la comuna con mayor carencia educativa en la Región de Atacama, así lo refleja el último levantamiento de la ficha CAS II en enero del 2000, el cual indica que sólo el 31,5% de la población ha completado su educación básica frente a un 49,1% regional. Entre quienes completaron su educación media la cifra disminuye al 9,7% en relación al 18,7% regional y sólo el 3,2% de la población ha cursado al menos un año de educación superior frente al 5,2% regional. En esta comuna la ficha CAS II reúne casi la totalidad de la población en relación al número de encuestados y la proyecciones del INE. En tanto el 10% de la población mayor de 6 años no posee educación formal.

4.4.3 Poblamiento

Folio018828

La condición rural representa un nivel de distribución de población mayor que prácticamente todas las comunas de la región, al no existir centros poblados jerarquizados no existe una tendencia a la concentración.

La comuna de Alto del Carmen está conformada por dos valles agrupando 22 localidades y cerca de 70 caseríos. Todas las localidades de la comuna de Alto del Carmen son de carácter rural; algunas de las localidades son:

Alto del Carmen

Esta localidad se encuentra a 47 Km. al oriente de Vallenar y es el principal poblado de la comuna. La actividad económica predominante es la agricultura, relacionada especialmente con la uva de exportación. Un alto porcentaje de las viviendas cuenta con energía eléctrica y agua potable.

El Tránsito

Esta localidad emplazada en el Valle del Río El Tránsito, presenta una actividad económica basada en la agricultura de uva de exportación. Cuenta con servicios de agua potable y energía eléctrica. Posee además, un recinto educacional, servicios de correos, registro civil, registro electoral y retén de carabineros.

Conay

Se localiza a 60 km al oriente de Alto del Carmen, y corresponde a un caserío que basa su actividad en la agricultura, realizada por empresas agrícolas como por pequeños agricultores. Presenta un recinto educacional, posta de salud y un retén de Carabineros de Chile.

Otras localidades ubicadas en el Valle del Río El Tránsito son: Chanchoquín, Chollay, Junta Valeriano, Corral, Los Tambos, La Plata, Pinte, La Arena, La Fragua, entre otras.

TABLA N º 76: LOCALIDADES DEL VALLE EL TRÁNSITO, ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA DEL PROYECTO

Folio018829

N º	LOCALIDAD	LOCALIDAD MÁS PRÓXIMA	DISTANCIA (Kms.)
1	Alto del Carmen	Caserío	6.89
2	Caserío	Alto del Carmen	6.89
3	El Terrón	Caserío	2.50
4	La Placeta	El Terrón	3.10
5	La Marqueza	La Placeta	1.28
6	El Olivo	La Marqueza	1.70
7	Chiguinto	El Olivo	1.73
8	Las Parras	Chiguinto	1.44
9	Los Perales	Las Parras	2.40
10	Chanchoquín chico	Los Perales	2.18
11	Chanchoquín	Chanchoquín chico	2.85
12	El Tránsito	Chanchoquín	2.09
13	La Fragua	El Tránsito	2.64
14	La Arena	La Fragua	4.47
15	Las Juntas	La Arena	1.54
16	La Pampa	Las Juntas	5.44
17	El Parral	La Pampa	5.23
18	La Plata	El Parral	0.71
19	Los Tambos	La Plata	1.08
20	Conay	Los Tambos	2.97
21	Pachuy	Conay	2.70
22	Albaricoque	Conay	5.33
23	Malaguin	Albaricoque	2.72
24	La Caldera	Malaguín	2.48
25	El Corral	La Caldera	5.59
26	Junta Valeriano	El Corral	2.26
Distancia Promedio			3.09
Sup. Km2			3950

Fuente: Elaboración propia, 2005

De esta forma, se obtiene Rn

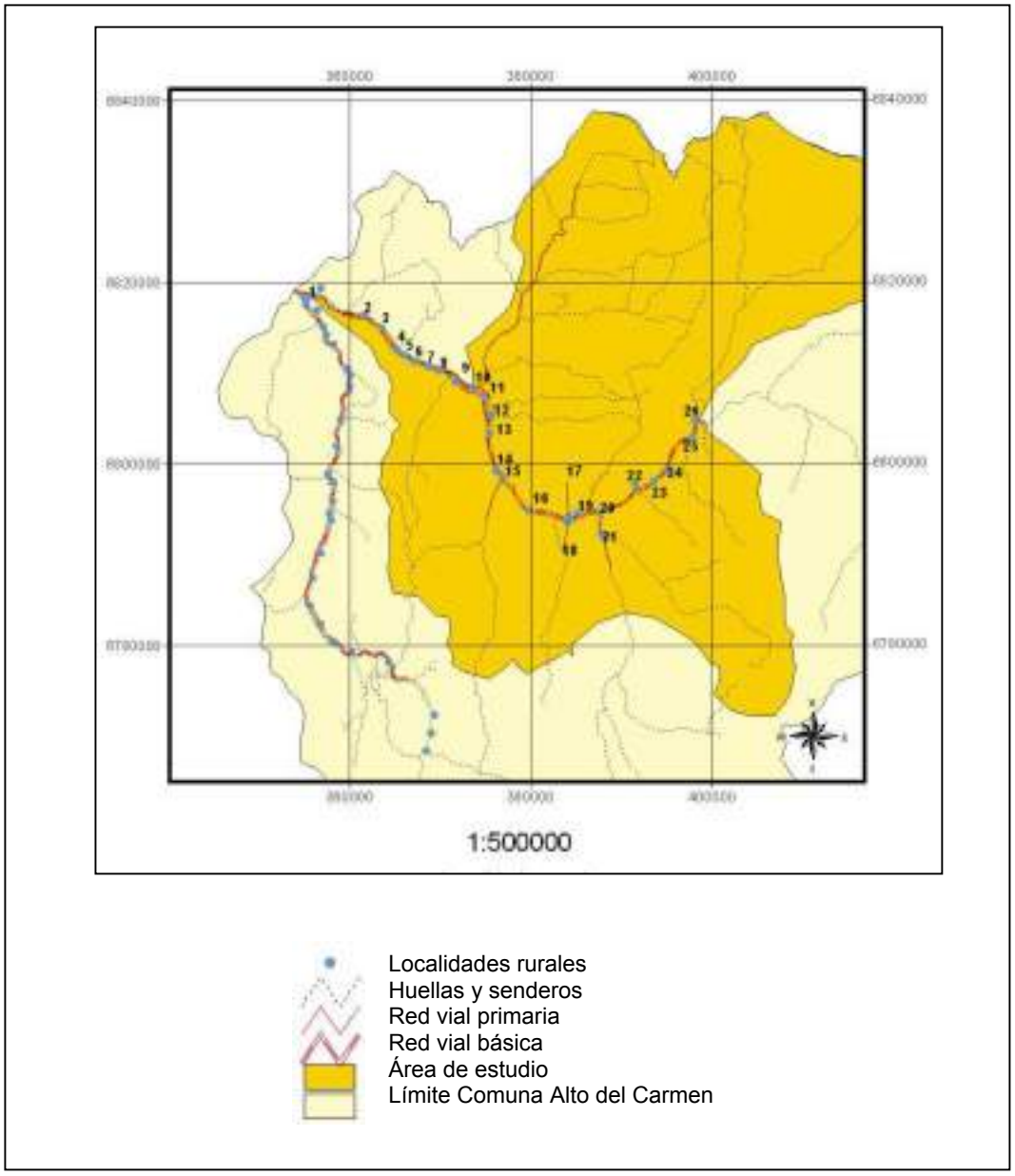
Rn= 2D √(N/A)
Rn= 2* 3.09 √(26/3950)
Rn= 0,50

Según las categorías definidas en el índice de Evans y Clark, los caseríos del Valle El Tránsito se presentan de forma concentrada, existe una gran cantidad de caseríos y

Folio018830

una baja distancia relativa entre ellos. Así mismo, siguen un patrón lineal de asentamiento, el cual sigue la línea de fondo de valle. (ver figura 12)

FIGURA 12: LOCALIDADES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia, abril 2005.

Folio018831

4.4.4 Uso de recursos territoriales

a) Uso de recursos territoriales por parte de la Comunidad local

- Recursos Arqueológicos, Antropológicos e Históricos

Desde tiempos remotos, la zona andina está relacionada al desarrollo de culturas que se adaptaron y desarrollaron en las condiciones ambientales locales.

El desarrollo ancestral en que se desarrolló la cuenca alta del Río Huasco, está asociada a los cuatro estadios (secuencias) culturales que se desarrollaron en la región de Atacama:

- Periodo Arcaico de Cazadores-recolectores Cordilleranos (3.000/2.500 – 150 años a.C)
- Periodo Agroalfarero Temprano; Complejo El Molle (150 años a.C. – 700 años d.C.).
- Periodo Agroalfarero Medio; Complejo Las Animas (800 años d.C. – 1.000 años d.C.).
- Periodo Agroalfarero Tardío; Cultura Diaguita (1.000 años d.C. – 1.470 años d.C.).
- Cultura Diaguita/Inca (1.470 años d.C. – 1.536 años d.C.)

De acuerdo a la información recopilada, los vestigios arqueológicos nos entregan antecedentes de la continuidad temporal e histórica ocurrida en la comuna.

Folio018832

TABLA N º 77: REGISTROS ARQUEOLÓGICOS EN MUSEO REGIONAL DE ATACAMA

Nº	NOMBRE	TIPO	CRONOLOGIA	ESTADIO
1	Cementerio Alto del Carmen	Cementerio cerámico	1500 D.C.	Inca – Diaguita
2	Cementerio Quebrada de Ipipe	Cementerio cerámico	0 –700 D.C.	Complejo El Molle – Fase Río Huasco
3	Cerro Blanco	Arte rupestre aislado	0 –800 D.C.	Complejo El Molle
4	Chanchoquin Chico	Sepultura aislada	1200–1500 D.C.	Período tardío Diaguita Fase 2
5	Chanchoquin Chico	Cementerio cerámico	800–1100 D.C.	Período Medio Complejo Animas
6	Conchal cerámico	Conchal cerámico	700–1100 D.C.	Período Medio Complejo Animas
7	Hornitos I	Cementerio cerámico	1460–1560 D.C.	Inca – Diaguita
8	La Huerta	Cementerio cerámico	700–1100 D.C.	Período Medio Complejo Animas
9	Pasteadero	Alero con ocupación en su piso	800–1100 D.C.	Complejo Animas
10	Quebrada Pinte	Cementerio cerámico	0 –700 D.C.	Complejo El Molle

Otros sitios detectados, a través de las revisiones de información de proyectos (Estudios y Declaraciones presentados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental) en la comuna, son los siguientes:

TABLA N º 78: REGISTROS ARQUEOLÓGICOS EN PROYECTOS INGRESADOS AL SEIA

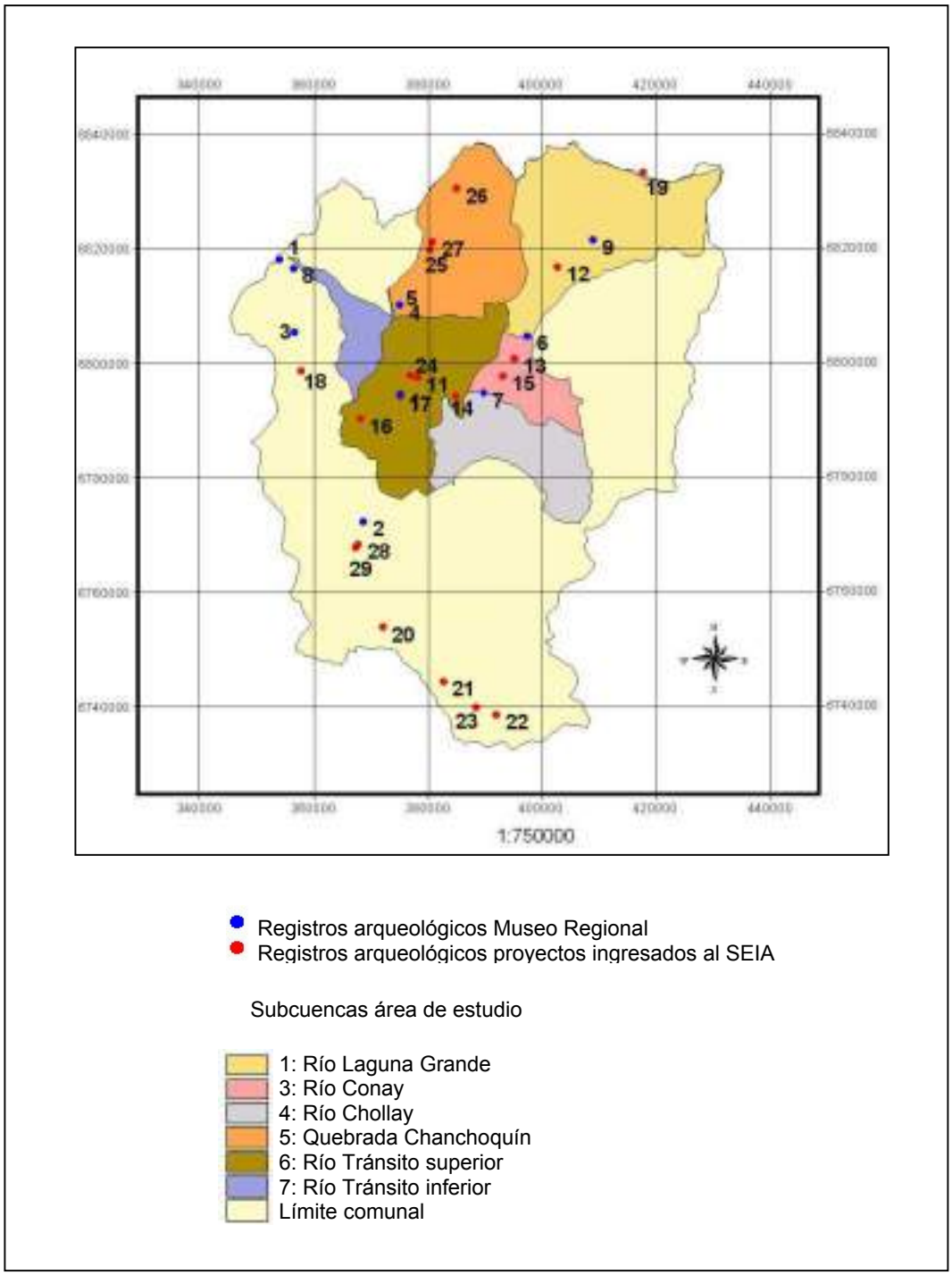
Nº	NOMBRE	TIPO
11	El Portillo	Histórico
12	Junta del pescado	Restos arqueológicos, arte rupestre
13	Las Lozas	Arte rupestre
14	Los Tambos	Histórico

Nº	NOMBRE	TIPO
15	Malaguín	Arte rupestre
16	Mina Paculito	Histórico
17	Quebrada Pinte 1	Restos arqueológicos e históricos
18	San Félix	Histórico
19	Portezuelo Cantaritos	Complejo cultural
20	Quebrada Tranca Quemada	Complejo cultural
21	Río Tres Quebradas	Cementerio cerámico
22	Río Potrerillos 1	Complejo cultural
23	Río Potrerillos 2	Complejo cultural
24	Quebrada Pinte 3	Antropológicos
25	Quebrada La Totora sector Amolanas	Arte rupestre
26	Quebrada seca	Histórico
27	Quebrada La Totora	Arte rupestre
28	La plata alta 1	Histórico
29	La plata alta 2	Arte rupestre

La espacialización de estos registros se observa en la figura 13.

Folio018834

FIGURA 13: REGISTROS ARQUEOLÓGICOS EN HUASCO ALTO



Fuente: Elaboración propia, agosto 2005

Folio018835

De acuerdo a ello, en la tabla N º 79, se registra el valor de existencia de vestigios arqueológicos por subcuenca, considerando que en la comuna existe un total de 29 sitios catastrados.

TABLA N º 79: VALOR DE EXISTENCIA DE VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS POR SUBCUENCA DEL ÁREA DE ESTUDIO.

SUBCUENCA	CANTIDAD DE SITIOS POR SUBCUENCA	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN EN LA COMUNA	IMPORTANCIA	VALOR DE USO
1: Laguna Grande	4	13.8 %	MEDIO	2
3: Conay	3	10.3 %	MEDIO	2
4: Chollay	0	0 %	BAJO	1
5: Chanchoquín	5	17.2 %	MEDIO	2
6: Río Tránsito Superior	5	17.2 %	MEDIO	2
7: Río Tránsito Inferior	0	0 %	BAJO	1

Cabe destacar que existen 29 registros arqueológicos para la comuna, de los cuales 19 (65.5%) se encuentran insertos en el área de estudio.

- La Cultura Diaguita

De acuerdo un punto de vista arqueológico, Montané (1969) señala que la cultura diaguita se aborda a partir de tres fases:

En la fase 1 se estaría en presencia de una cultura basada en las actividades económicas de la ganadería, agricultura y actividades marinas. Los componentes que identifican esta fase se reconocen en la cerámica, sepulturas de baja profundidad y ceremonias fúnebres con sacrificio de animales.

La fase 2 se caracteriza por la presencia de sepulturas colectivas, elaboradas con piedra de laja de granito. Además, en su cerámica se encuentran los conocidos jarros zapato y los jarros pato.

Folio018836

Finalmente, la fase 3 se caracteriza por la influencia de la cultura Inca, a través de la rápida incorporación de sus técnicas por parte de los artesanos diaguitas, que se ve reflejado en la decoración mixta.

El área de expansión de esta cultura, al momento de la llegada de Diego de Almagro en 1536, abarcaba los territorios desde el valle del río Copiapó hasta las inmediaciones del río Aconcagua. Su economía se basaba en la agricultura, ganadería, pesca y caza.

La descendencia histórica de este grupo indígena ha permanecido en la zona del Huasco Alto, lo que involucra a la comuna de Alto del Carmen. Existen vestigios arqueológicos que evidencian la presencia de la cultura Molle y Las Animas en los mismos sitios ocupados actualmente por las comunidades de Huascoaltinos. Es por esto que fue necesario obtener informaciones orales y antecedentes bibliográficos que permitieran determinar hitos importantes de la historia local y encontrar elementos que explicaran acerca de la procedencia, permanencia y refugio en esta zona de cordillera de familias de raigambre diaguita. Los estudios regionales de Latcham (1923), han permitido considerar a las comunidades de Huascoaltinos dentro de un contexto de identidad regional catalogándolos como “diaguitas chilenos”. (TEPU, 2005)

El mestizaje posiblemente haya ocasionado alteraciones en los rasgos de la cultura diaguita haciendo desaparecer la presencia indígena en algunos valles (Elqui, Limarí y Choapa), aunque en otros perduraron en distintos grados. En el caso del reducto diaguita Huascoaltino, perduró a través de la tenencia de las tierras en Huasco Alto y su uso, ocupación y asentamiento se mantuvo a lo largo del periodo colonial y republicano, constituyendo los valles de la cordillera en la cuenca del río El Tránsito, un espacio de refugio de los indígenas.(TEPU, 2005)

La extensión de las tierras de los indígenas del Valle del Huasco durante la colonia, se ubicaba en tres asentamientos a lo largo del valle, uno cercano a la costa, otro en el sector centro y otro en la cordillera, los que se denominaban Huasco Bajo, Paitanas (Vallenar) y Huasco Alto, respectivamente. (TEPU, 2005)

Folio018837

La tenencia de tierras de los Huascoaltinos se construyó históricamente. En un inicio todo el valle del Huasco pertenecía a los diaguitas, la que fue alterada por la llegada de los españoles, que ocuparon las tierras más fértiles y segregaron a los terrenos de menor calidad a los indígenas, haciendo que migraran hacia las tierras del valle del río El Tránsito. (TEPU, 2005)

El régimen de propiedad actual de los Huascoaltinos se estructura sobre la base de un sistema de propiedad comunitaria que se ejerce principalmente en las áreas altoandinas, desde la base de los cerros hasta las mas altas cumbres, incluido las áreas de pastoreo altiplánicas, que corresponden a espacios de trashumancia silvo – pastoril. Conjuntamente, se reconocen goces individuales en los sectores bajos, correspondientes a la cuenca del Río del Tránsito, donde se ha ido consolidando un sistema de propiedad individual, caracterizado por huertos agrícolas de superficie promedio de una hectárea.(TEPU, 2005)

La administración de la propiedad comunitaria corresponde a una estructura organizacional conocida como “Comunidad Agrícola”, la que administra los territorios comunitarios y vela por la integridad de las tierras comunes. En tanto, la propiedad individual está entregada a la autonomía de cada propietario y, en general, se encuentra sujeta a las reglas del derecho común. (TEPU, 2005)

Cabe señalar , que en el año 1997, el Estado chileno reconoció la propiedad de la tierra a varias familias descendientes, los que han regularizado la propiedad territorial de 239.918 hectáreas, aunque el territorio completo consta de 377.963 hás comprendidas en tres estancias denominadas Huascoaltinos, Chollay y Valeriano. Estas propiedades las poseían sus habitantes como dominio regular e inscrito desde principios del siglo pasado (con escrituras del Conservador de Bienes Raíces que datan del año 1903).

En el espacio territorial llamado Huasco Alto sus actuales habitantes conservan prácticas culturales y costumbres heredadas de sus antepasados, en los ámbitos de la cosmovisión y la producción agrícola y ganadera, la caza y recolección, las actividades artesanales -textiles y alfareras-, en los ritos y fiestas y conocimiento de la herbolaria. A su vez, estas prácticas culturales históricamente se han realizado en las tierras ancestrales, tanto individuales o familiares, como en las tierras comunitarias de la estancia ganadera.

Folio018838

Ambos tipos de propiedad forman parte del territorio que heredaron del período colonial y que formaban parte del Pueblo de Indios de Huasco Alto, el que se formó cuando se les replegó al Valle del Tránsito y los españoles tomaron las tierras del Valle del río del Carmen. (TEPU, 2005)

- Uso actual del Suelo

Actualmente la comuna de Alto del Carmen no cuenta con un Plan Regulador Comunal, por lo que el uso del suelo no está normado, correspondiendo toda la comuna a una zona rural. Este Plan Regulador se encuentra en proceso de elaboración, desarrollándose en la actualidad la etapa diagnóstica.

Según el Censo Nacional Agropecuario e información de CONAF, la superficie productiva (hás) de la Comuna de Alto del Carmen se resume en la siguiente tabla:

TABLA N º 80: SUPERFICIE PRODUCTIVA DE LA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

SNASPE	AGRICOLAS	FORESTALES	GANADEROS	ESTÉRILES	TOTAL SUP. EXPLOTADA
0	3.569	437	84.655	222.433	311.094

Fuente: INE, Censo Agropecuario, 1997, completado por CONAF Atacama

A nivel local, considerando los antecedentes entregados por el Catastro de Vegetación Nativa (CONAF, CONAMA 1997), en el área se distinguen principalmente cinco usos de suelo: matorral con suculentas muy abierto, matorral muy abierto, zonas de uso agrícola – habitacional, otros usos sin vegetación y zonas sobre el límite vegetacional. De acuerdo a ello, las categorías de uso de la tierra que cubren una mayor superficie en la propiedad en estudio son:

- Matorral con suculentas muy abierto 2.036 hás
- Matorral muy abierto 143.597 hás
- Zonas de uso agrícola – habitacional 5.394 hás
- Otros terrenos sin vegetación 55.397 hás
- Zonas sobre el límite vegetacional 49.270 hás

Folio018839

Las unidades de uso agrícola y asentamientos humanos, se ubican en las partes bajas de los valles, cercanos a los cursos de agua, ocupando los sectores de menores pendientes que corresponden a terrazas aluviales, riberas de los cauces mayores y últimamente, con la aplicación de nuevas tecnologías, amplios conos aluviales, laderas y sectores pedregosos que en tiempos pasados eran ocupados por vegetación natural. Este uso de suelo ocupa una superficie aproximada de 10.188 hectáreas lo que equivale al 1.7 % de la superficie comunal.

La ganadería entre los Huascoaltinos es una actividad de antigua data. Para el siglo XVIII conocemos la identificación de los denominados "potreros" que corresponden a los lugares de pastoreo y apacentamiento de animales ocupados por los indígenas del Pueblo de Indios de Huasco Alto, entre los que se nombran para la cordillera están el Cerro Pintado ocupado por las familias de Chanchoquin, la quebrada de Pinte utilizada para el pastoreo de ganado menor, los de la quebrada de La Plata, Colpen, Paichuy y El Corral señalaron tener potreros en la cordillera, además de *"El potrero o quebrada de la Laguna Grande, con buen potrero en la cordillera. La quebrada de los Casaderos, con buen potrero. La de la laguna chiquita, con potrero."* [13](TEPU, 2005).

La misma actividad ancestral de crianza de ganado se sigue conservando hasta la actualidad, aprovechando los pastos y las vegas, que son los potreros naturales. Los recursos para el pastoreo se componen de los pastos de vega, de los matorrales forrajeros, del pajonal y de los pastos temporales y el traslado transhumante para su aprovechamiento se realiza a través del sistema de uso de espacios de invernadas y veranadas que se encuentran dentro de la Estancia de los Huascoaltinos.[14](TEPU, 2005)

[13] Archivo Capitanía General, Vol. 578, Año de 1750, fojas 40 a 61 vta.

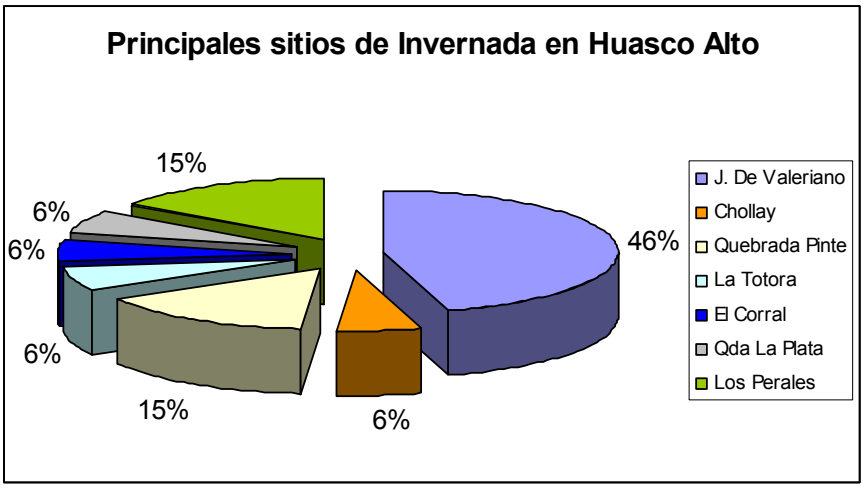
[14] Ejemplo del uso de estos recursos forrajeros es el siguiente. En la Quebrada Las Pircas, frente a Chanchoquin, en la ladera sur del valle, en el lugar denominado vega La Peña se ubica la majada de José González, quién identifica los siguientes pastos utilizables por el ganado caprino y mular. En la vega se encuentra el canutillo y el pasto fino. Los "montes" o vegetación arbustiva permanente que se encuentra en los fondos de la quebrada y en las laderas se compone de varilla, carbón, retamo, pingo pingo, bailahuen, caspiche y olivillo. Los pastos permanentes se componen de hierba del jote y pajonal. Sobre las laderas de los cerros crecen los pastos estacionales como la coronilla, malvilla, oreja de vaca, lirio, maicillo y el oreganillo.

Folio018840

Por su parte, los comuneros de Huasco Alto, al practicar ganadería caprina extensiva[15], y ser la cabra un animal de raleo, requiere de extensas zonas de ocupación. Por ello se hace necesario definir las zonas de tránsito en la práctica de trashumancia, de manera de descubrir aquellos sitios con mayor carga animal por pastaje.

Los principales circuitos de trashumancia son el tramo Junta Valeriano-Laguna Grande y Pinte- Los Perales – La Totora- Cazadero[16] . Los gráficos N º 4 y N º 5 y la figura 16 ilustran esta situación

GRÁFICO N º 4

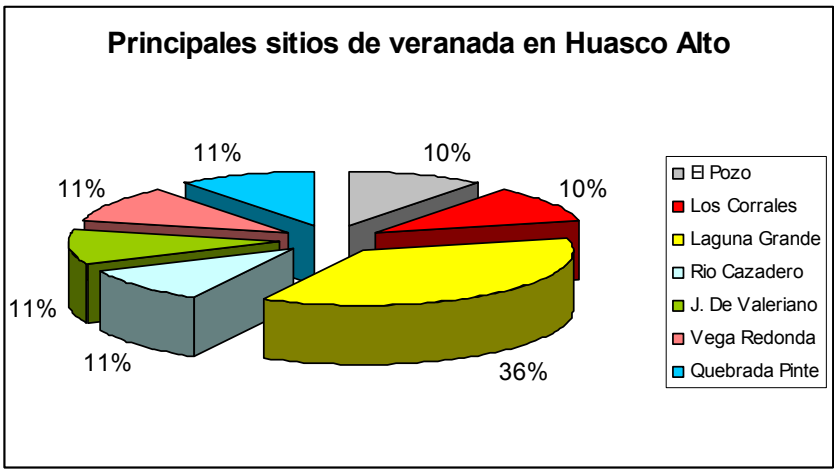


Fuente: Elaboración propia, 2005

[15] Ver Anexo N º 6 Veranadas: Vegas de pastoreo de familias Diaguitas.
[16] Ver anexo N º 7 Listado de crianceros Huasco Alto según el Servicio Agrícola y Ganadero

Folio018841

GRÁFICO N º 5

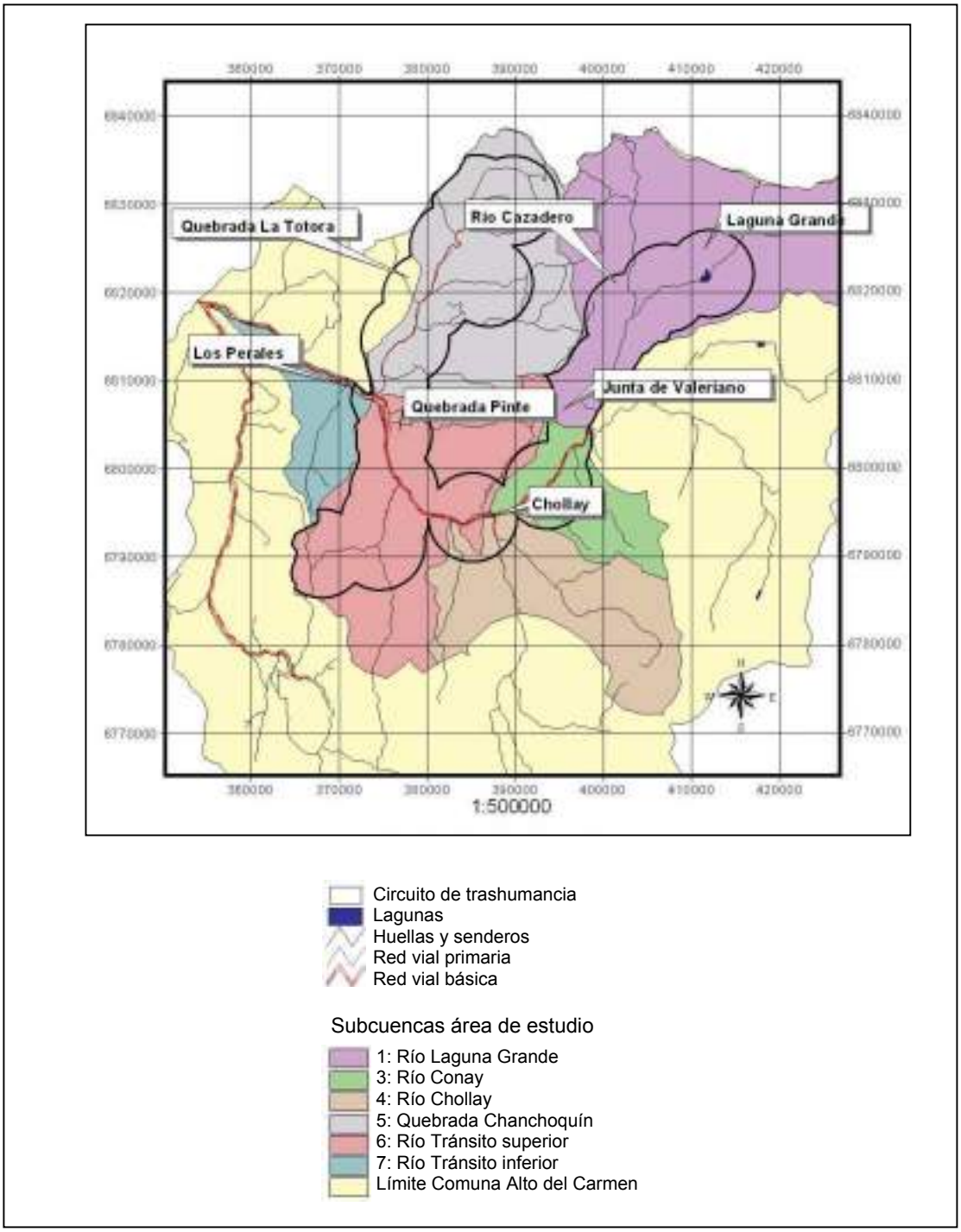


Fuente: Elaboración propia, 2005

Cabe considerar que según los entrevistados, el sitio Laguna Grande, en período de veranada puede llegar a albergar entre 8 y 10 familias. Si se efectúa la extensión de tenencia animal, que según los datos registrados, puede llegar a ser de 215 cabezas por familia, entonces, este sitio en verano, recibe anualmente un promedio de 3500 animales.

Tomando en cuenta que la población ganadera (cabras) se desplazan en promedio 5 kilómetros diarios desde el sitio de resguardo cotidiano, la figura 14 muestra los buffer de desplazamiento de los crianceros y su ganado hasta los principales sitios de pastaje. (circuito de trashumancia). Donde 1 y 4 son sitios de pastaje fijo en veranada y 2 y 3 son sitios de pastaje fijo de invernada.

FIGURA 14: CIRCUITO DE TRASHUMANCIA Y PRINCIPALES SITIOS DE PASTAJE EN HUASCO ALTO

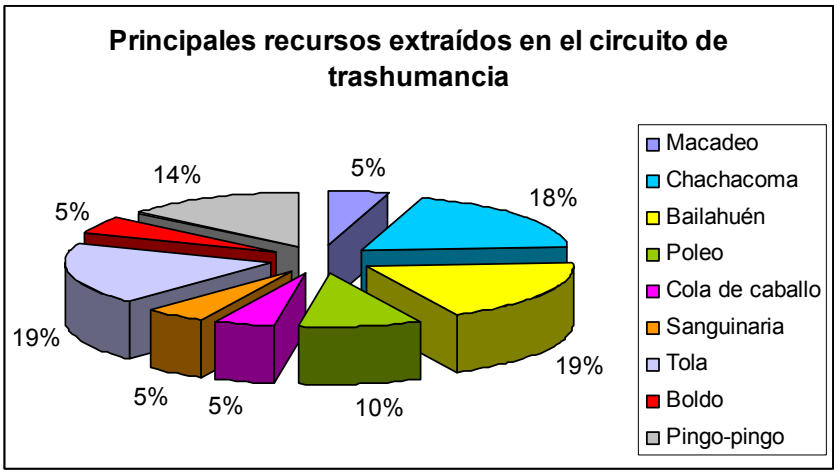


Fuente: Elaboración propia.

Folio018843

Así mismo, se logró determinar las principales extracciones de recursos territoriales, lo cual se observa en el gráfico N º 6.

GRÁFICO N º 6



Fuente: Elaboración propia, 2005

Cabe hacer mención que los crianceros han mencionado la extracción de “boldo” en un 5%, sin embargo no se registran individuos de *Peumus boldus* para la zona, de manera que debiera ser una denominación local (nombre vernáculo), y no existió la posibilidad de identificar en terreno la especie en mención.

Entre las más colectadas, con una participación del 19 y 18% respectivamente, están la Tola (*Baccharis tola Phil), l*a cual es utilizada en la prevención de la gripe y el resfrío, el Bailahuén (*Haplopappus baylahuen),* utilizado para *el frío*, y malestares estomacales y la Chachacoma (*Senecio sp.*), muy conocida por sus propiedades curativas del *mal de altura (puna)*, así mismo, esta última se comercializa en pequeños montos de extracción, ya que también colabora en la regulación de la presión sanguínea.

Considerando que la comunidad local utiliza el espacio en circuitos de trashumancia, y, que los recursos utilizados en ello son renovables, estos tienen la posibilidad de

Folio018844

regenerarse entre un período de uso y otro, y por lo tanto, se puede deducir que el uso que realiza la comunidad local del espacio es sustentable, pues no presenta un sobreuso o agotamiento de los recursos territoriales locales.

Por otra parte, cabe recordar que los objetivos de la conservación ambiental al decir de KANOWSKI *et al*.(2001) son:

- Mantener los procesos ecológicos y la dinámica de los ecosistemas naturales a un nivel de paisaje.
- Mantener ejemplos viables de éstos ecosistemas a lo largo de su rango de distribución natural.
- Mantener poblaciones viables de especies nativas a lo largo de su rango de distribución natural y
- Mantener la diversidad genética de las especies

Con ello se comprueba la hipótesis de investigación N º 3, acerca de la compatibilidad del uso con los objetivos de conservación ambiental definidos en los instrumentos normativos, pues la comunidad estaría realizando un manejo del espacio con la temporalidad y extensión de espacio definida entre los crianceros y ello permite mantener las características nombradas por Kanowski en su identificación de objetivos de conservación.

Por otra parte, si se considera el espacio ocupado en trashumancia por cada subcuenca y el promedio de cabezas de ganado que se desplazan en ellas, se obtiene la categorización de la actividad funcional, la actividad ganadera extensiva, por parte de la comunidad local, lo cual se observa en la siguiente tabla:

Folio018845

TABLA N º 81: VALOR DE USO DE RECURSOS TERRITORIALES, GANADERÍA EXTENSIVA POR PARTE DE LA COMUNIDAD LOCAL.

SUBCUENCA	CANTIDAD DE GANADO PROMEDIO	SUPERFICIE UTILIZADA EN CRIANCERÍA (hás)	DENSIDAD DE USO	% DE SUPERFICIE	VALOR DE USO
1: Laguna Grande	3182	23212	0,14	35.2	2
3: Conay	468	8548	0,06	50.3	2
4: Chollay	774	3070	0,25	8.8	1
5: Chanchoquín	992	30448	0,03	62.2	2
6: Río Tránsito Superior	858	28936	0,03	55.3	2
7: Río Tránsito Inferior	1853	690	2,69	5.4	1

Por lo tanto, aproximadamente un 20,4% del espacio de la Comunidad es utilizado en criancería extensiva (98.583 hás aprox.), Así, la comunidad utiliza el espacio en valores bajo y medio, sin provocar mayor impacto en él.

TABLA N º 82: VALORIZACIÓN DEL COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO

COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	3	4	5	6	7
Vestigios arqueológicos -históricos	2	2	1	2	2	1
Uso de recursos por parte de la Comunidad local	2	2	1	2	2	1
Sumatoria de valores	4	4	2	4	4	2
Normalización	0.67	0.67	0.33	0.67	0.67	0.33
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO	**2**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**
IMPORTANCIA	**M**	**M**	**B**	**M**	**M**	**B**

Folio018846

4.4.5 Principales inversiones empresariales en la Comuna de Alto del Carmen.

a) Minería

De acuerdo a la información recopilada, los proyectos que se encuentran en la comuna y que están en operación actual son:

TABLA N º 83: PRINCIPALES INVERSIONES EMPRESARIALES MINERAS EN LA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN

NOMBRE EMPRESA	NOMBRE DE FAENA	OPERACIÓN O PROCESO	PASTA PRINCIPAL
Héctor Lagues	Mina Engreída	Subterránea	Cobre
Pierluigi Indri Giordani	Mina Gabriela	Rajo abierto	Mármol
Salazar Hermanos Limitada	Mina Santa Carmen	Subterránea	Cobre
CM Barrick Chile	Arroyo Blanco	Proyecto	Oro
CM Nevada S.A.	Proyecto El Encierro	Proyecto	Oro
CM Nevada S.A	Proyecto Pascua	Mina	Oro

Fuente: SERNAGEOMIN: Atlas de Faenas Mineras de las Regiones III y IV (2000). Actualizado Mapa Minero en: http://www.minmineria.cl.

En el territorio no regularizado legalmente de la Comunidad Agrícola los Huascoaltinos, se localizan los proyectos mineros Arroyo Blanco, Proyecto el Encierro y Pascua de la Compañía Minera Barrick Chile y Nevada S.A., todas filiales de Barrick Gold Corporation. El proyecto Pascua Lama involucra una inversión entre 1.400 y 1.500 millones de dólares americanos (TEPU, 2005). También se localiza en esta propiedad el Proyecto Minero El Morro de la Compañía Minera Noranda.

A continuación se realiza un breve análisis de los potenciales impactos de los proyectos más controversiales con la Comunidad local: Pascua Lama y El Morro.

<u>Pascua-Lama</u>

El titular de este proyecto es la Compañía Minera Nevada S.A., empresa subsidiaria de Barrick Gold Corporation, cuya casa matriz se ubica en Toronto, Canadá. El objetivo de

Folio018847

este proyecto es la producción y comercialización de minerales de oro, plata y cobre, en la forma de metal doré (oro y plata) y concentrado de cobre. De acuerdo a lo señalado en los informes de la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto, éste se localiza en la Cordillera de los Andes, en la zona limítrofe entre Chile y Argentina, en las coordenadas geográficas 29º 19´ de latitud sur y 70º 02´ de longitud oeste. Se ubica entre los 4.400 y 5.500 m.s.n.m., en la cabecera de dos subcuencas tributarias del Río Huasco: la subcuenca del Río Estrecho por el norte (tributario del Río Chollay), y la subcuenca del Río El Toro por el sur (tributario del Río El Carmen). Durante el año 2004 la empresa presentó un nuevo Estudio de Impacto Ambiental, donde se señalan un conjunto de modificaciones, las que incluyen básicamente: la explotación de un nuevo yacimiento denominado Penélope, ubicado unos 2,5 km al sureste del yacimiento principal, en territorio argentino; aumento del ritmo de extracción de mineral de 37.000 toneladas por día a 48.800 toneladas por día; aumento de la tasa de procesamiento a partir del cuarto año, de 33.000 toneladas por día a 44.000 toneladas por día; modificación del punto de captación de agua en el río del Estrecho; reubicación del sistema de manejo y tratamiento de drenajes del depósito de estéril para asegurar un flujo gravitacional; y ampliación del campamento ubicado en Chile. Se mantiene sin modificación el caudal de captación de agua, el flujo vehicular desde Chile, y la cantidad y calidad de drenaje a ser manejado y tratado. La inversión se estima entre 1.400 y 1.500 millones de dólares. El requerimiento total de mano de obra incluyendo ambos países alcanzará un máximo estimado de 6.000 personas en la etapa de construcción, y será de 1.660 personas en la etapa de operación. El campamento en Chile tendrá capacidad para 750 personas en la etapa de construcción y 500 a 600 personas en la etapa de operación.

Según CONAMA, este proyecto presenta efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire y por ello aún se encuentra en proceso de evaluación por parte de los organismos competentes en la materia.

Folio018848

Potenciales Impactos:

1.- Aguas:

- Aguas de riego:

Un aspecto de gran riesgo es la generación de aguas ácidas, más conocido como el drenaje ácido de minas, lo cual pone en riesgo la calidad de agua que riega el valle. La empresa se compromete a limpiar el agua hasta calidad de riego. Actualmente hay comunidades que se abastecen de las aguas para el consumo humano.(OLCA, 2005).

Barrick está consciente de que existen temores en la comunidad sobre la conservación y calidad del agua una vez que el proyecto empiece su etapa de construcción, durante su fase de producción y una vez que finalice. Como parte de los emprendimientos, la conservación y calidad del agua en las comunidades del valle del Huasco es una prioridad. Por ello, desde 1993 Barrick realiza un extenso monitoreo de las aguas superficiales y subterráneas de la zona cordillerana cercanas a dónde se ubicará el proyecto Pascua-Lama, con el fin de observar su calidad y comportamiento a través del tiempo. A partir de 2000, las mediciones de caudal se realizan hora a hora y esta información es compartida con la autoridad mediante informes que son entregados a la CONAMA periódicamente. Para evitar una posible alteración de las aguas se construirá un canal que desviará los deshielos, evitando que éstos lleguen al depósito de estériles y a la zona de roca removida para la explotación del mineral. De esta manera, esta agua conservarán sus características naturales. El agua que pudiera llegar a tocar los estériles por nevadas o lluvia será captada y canalizada hacia una planta de tratamiento, para posteriormente devolverla a los ríos en condiciones similares a las naturales, tal como lo establece la ley. Este tratamiento de aguas se mantendrá después de finalizadas las operaciones de la mina por el tiempo que sea necesario. Las aguas servidas que genere el proyecto Pascua-Lama serán tratadas en una planta especialmente habilitada en el campamento. (BARRICK, 2005)

En la región de Coquimbo, cerca del valle del Elqui, se encuentra el yacimiento El Indio, una de las dos minas que Barrick tiene en Chile. En 1993, filtraciones de relaves de su planta contaminaron con arsénico las aguas usadas para riego

Folio018849

y consumo humano, perjudicando a las ciudades de Vicuña, La Serena y Coquimbo. En 1997 volvió a ocurrir. (OLCA, 2005).

- Impacto en cuerpos glaciarios:

Barrick quiere remover 20 hectáreas de tres glaciares (unos 850.000 metros cúbicos de glaciar). No existe en el mundo ejemplo probado de la intervención de glaciares sin que haya significado su severa disminución o desaparición. Una investigación realizada por OLCA demostró que Barrick a través de su subsidiaria Cameco destruyó un glaciar a fines de los 90 y pone en riesgo otros dos en su operación en la mina Kumtor en Kyrgistán. (OLCA, 2005).

La protección de los glaciares es de vital importancia para Barrick. Es por esto que el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Pascua-Lama presentado por la compañía y aprobado en 2001, compromete un plan de manejo de glaciares que será entregado a las autoridades durante el primer semestre de 2005. (BARRICK, 2005)

Desde un inicio en los procesos de diseño y permisos para el proyecto Pascua-Lama se incorporó la minimización de los efectos potenciales sobre los glaciares, tomando en cuenta que éstos están en constante evolución. Para ello, se están realizando programas de monitoreo y evaluación de los glaciares y de las condiciones hidrológicas. Estos seguimientos están siendo presentados a la Conama e incluyen reconocimientos anuales de los glaciares aledaños al proyecto, monitoreos de caudal y calidad del agua en los ríos y quebradas bajo el área. Los hielos intervenidos no se destruirán, sino que parte de ellos serán trasladados a un área estudiada científicamente de similar elevación y características de superficie para su conservación, ubicada en la misma cuenca. El traslado se realizará bajo la supervisión de un equipo de expertos de la empresa en el área. El traslado de estos hielos no tendrá un impacto en el suministro de agua de los usuarios del valle. La superficie que se intervendrá representa menos del 1% del volumen total de hielos de la cuenca de Potrerillos. Barrick realizará un seguimiento de los hielos trasladados durante los años posteriores a su emplazamiento.(BARRICK, 2005).

Folio018850

En los últimos 20 años, entre el 50 y el 70 por ciento de la superficie de los glaciares Toro I, Toro II y Esperanza ha sido destruida por las exploraciones mineras en busca de oro. Aunque es probable que existan otros factores de por medio, como el calentamiento global, "*la zona destruida coincide con la ocupada por la Barrick mientras los lugares lejanos a la mina siguen intactos*", concluye César Padilla, del Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales (OLCA) (El Periodista, 2005).

Por lo tanto, ya que no existen pruebas contundentes de los efectos de la extracción de masas de hielos permanentes o cuerpos glaciarios, se concluye que el potencial impacto de la remoción de estos cuerpos por parte de la empresa Barrick es negativo para el sistema local.

2. Suelos:

Depósitos de Estériles

Las fuertes pendientes y las condiciones climáticas extremas condicionan una baja pedogénesis y consecuentemente la casi inexistencia de suelos con aptitudes agrícolas en el área del proyecto. Los “suelos” se restringen a rellenos aluviales en el piso de pequeños valles intermontanos, en depósitos morrénicos pequeños y en depósitos aluvio-coluviales de pendientes moderadas donde se ha logrado formar material fino y asentarse alguna vegetación menor. De acuerdo a las características físicas de los suelos, el uso productivo es marginal. La única actividad reconocida es la ganadería, localizada en algunos sectores de la cuenca del Río El Toro y a lo largo de la cuenca del Río El Estrecho.

Más de 2.000 millones de toneladas de roca se depositarían en la naciente del río Estrecho. EL arsénico y los metales pesados que contienen los estériles contaminarían tarde o temprano el agua del río y todo el valle. (OLCA, 2005)

Según el inventario anual de derrames de tóxicos de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), las compañías mineras multinacionales, en especial las que explotan oro, producen seis veces más basura tóxica que los 260

Folio018851

millones de habitantes de ese país. Por esta razón, este método de extracción de minerales es rechazado en casi todo el mundo. (OLCA, 2005)

3.- Flora y Fauna:

Pascua Lama tendrá impacto en la biodiversidad del sector, en particular, en animales que dependen de las fuentes de agua que hayan sido contaminadas por la minería. Estos pueden ser daño al cerebro, hígado, corazón y pulmones.

Al mismo tiempo y al incidir sobre los cuerpos hídricos del sector, se generan efectos adversos en las vegas y bofedales de altura, sitios de anidamiento y hábitat de especies migratorias y alteraciones en los ciclos biológicos de especies con problemas de conservación que transitan por la zona, tales como *Lama guanicoe.*

4.- Vestigios arqueológicos:

El emplazamiento del proyecto se localiza en sectores donde no se han identificado sitios o vestigios arqueológicos, sin embargo, y de acuerdo a la normativa vigente, cualquier hallazgo se deberá denunciar ante la Gobernación Provincial de manera inmediata.(BARRICK, 2004)

5.- Salud humana: La minería del oro emite un 96% de arsénico y expele gran cantidad de mercurio. Por la diaria y permanente exposición, los trabajadores acumulan el mercurio en sus ropas contaminando también sus casas. El mercurio produce enfermedades respiratorias y alergias, además de erupciones en la piel. El consumo de mercurio en el agua puede producir ceguera e inconciencia, hasta la muerte. La contaminación de arsénico en el agua provoca en las personas intoxicaciones y hasta cáncer. (OLCA, 2005)

Folio018852

6.- Otros potenciales impactos:

Derrame de sustancias tóxicas y aumento del material particulado en los sinuosos caminos del valle, debido al tránsito de:

• 12O Camiones al mes de Concentrado de cobre
• 70 Camiones al mes de Reactivos Químicos
• 17 Camiones al mes de Cianuro de Sodio
• 200 Camiones de Explosivos
• 180 Camiones al mes de Petróleo
• 1 Camión de Bencina
• 2 Camiones al año de Mercurio (OLCA, 2005)

Impacto socioeconómico en la población local: Julio comenzó con anuncios importantes: Barrick informó de la firma de un protocolo de acuerdo con la directiva de la Junta de Vigilancia del río Huasco y sus afluentes. Los temas principales son el traspaso de US$ 60 millones a la Junta para obras de infraestructura a modo de compensación por los efectos ambientales del proyecto. A cambio, la Junta se hará cargo de responder sus propias observaciones al Estudio de Impacto Ambiental, contratará monitoreo de aguas, construirá un embalse de cabecera para asegurar el flujo de aguas y no se opondrá a la aprobación ambiental del proyecto. Para la administración de los US$ 60 millones se propone un comité compuesto por agricultores, por miembros de la empresa minera y de la Intendencia regional, como una forma de incorporar al gobierno en este mecanismo de mercado que pretende resolver las falencias ambientales del proyecto. Esta estrategia de Barrick obedece a la utilización de mecanismos de cooptación de las comunidades afectadas para lograr apoyo al proyecto. (OLCA, 2005)

Frente a la promesa de nuevos puestos de trabajo, los habitantes de Huasco son escépticos. Durante los tres años que durará la construcción de la mina, habría empleo para 5 mil 500 personas, entre chilenos y argentinos, pero una vez que se inicien las operaciones sólo quedarán mil 600. (El Periodista, 2005).

Folio018853

"*A nuestro juicio había aspectos insuficientemente tratados en el informe*", dice a El Periodista el director regional de CONAMA, Plácido Avila. Según la entidad, el estudio de Barrick "*no considera el impacto que generarán las 48 mil toneladas diarias de material que serán removidas para la construcción de la mina; tampoco el impacto de un campamento con 750 trabajadores temporales que se instalará en la zona, ni la contaminación con material particulado que generará el tránsito permanente de camiones. Tampoco se hacen cargo del impacto en el medio ambiente humano. Hay que considerar el cambio social y cultural que significa para la gente del lugar*".(El Periodista, 2005)

Según lo analizado, el Proyecto Minero Pascua Lama, generaría impactos negativos en los sistemas hídricos (donde el río El Estrecho es tributario del río Chollay), por lo cual, en los sistemas bióticos inmediatos, en los suelos locales y en la salud humana; siendo lo más emblemático el potencial impacto en las aguas de riego y en los cuerpos glaciarios que se encuentran localizados en la parte alta de la cuenca El Estrecho y El Toro.

Yacimiento Minero El Morro

El titular de este proyecto es Noranda Chile Ltda. El objetivo de este proyecto es la producción y comercialización de minerales de oro, plata y cobre. Se localiza en la Cordillera de los Andes, en las comunas de Alto del Carmen y Tierra Amarilla. El sitio del proyecto se localiza a una altura aproximada de 4.000 m.s.n.m. El monto estimado de la inversión es de 10 millones de dólares.

El acceso al área del proyecto se realizará desde la ciudad de Vallenar, por la Ruta C-5 hasta la localidad de Alto del Carmen. Posteriormente se continúa por la Ruta C-495 hasta Chanchoquin. En este punto se debe continuar por un camino de tierra en regular estado que conduce hasta el Portezuelo El Gaucho. Luego se debe seguir por la misma ruta hacia el Este, 20 kms, hasta el sitio en que estará el campamento.

La Resolución de COREMA, del día 28 de diciembre del año 2001, expresa lo siguiente: Con relación a los efectos, características y circunstancias señalados en la

Folio018854

letra a) del artículo 11 de la Ley 19.300 (riesgo para la salud de la población) debe indicarse que el proyecto se ubica a 44 Kms (en línea recta) de la localidad de Chachoquin, siendo este el lugar poblado más cercano. El proyecto no genera efluentes que pudieran representar un riesgo para la salud de la población. Los residuos sólidos generados por el proyecto serán manejados adecuadamente, según se ha señalado en puntos anteriores, y las emisiones se consideran temporales y de bajo impacto. Asimismo, dicha Resolución garantiza que no existirán efluentes líquidos, residuos sólidos ni emisiones a la atmósfera que pudieran causar efectos adversos sobre los recursos naturales renovables. Con relación a los efectos, características y circunstancias señalados en la letra c) del artículo 11 de la Ley 19.300 (reasentamiento de comunidades indígenas), es posible señalar que el proyecto no generará dichas características, en atención a la naturaleza propia del tipo de actividad sujeta a evaluación, esto es, actividades de exploraciones mineras, sin embargo, el titular dará las facilidades para que la comunidad agrícola de los Huascoaltinos continúen accediendo a los sitios donde se realicen actividades culturales y otras. (COREMA, 2001).

Vistas estas consideraciones, la Prospección Minera El Morro obtuvo su aprobación de evaluación ambiental en la fecha antes señalada, sin embargo, el megaproyecto minero que ejecuta la empresa Noranda S.A., denominado “El Morro”, hoy se presenta como uno de lo más controversiales con la comunidad, puesto que a pesar de existir una escritura por Servidumbre de Tránsito otorgada por la propia Comunidad Huascoaltinos el año 2003, los comuneros sienten vulnerados sus recursos naturales y paisajísticos con la eventual explotación de la zona, sobre todo porque el área de emplazamiento de este proyecto coincide con los sectores de veranada de muchos crianceros locales, quienes ven en este proyecto, una amenaza a sus actividades cotidianas y un atentado contra los recursos naturales del sector. Por otra parte, cabe considerar la extensión de la pertenencia minera de esta compañía minera en la zona, la cual abarca un espacio significativo que incluye a la Laguna Grande, uno de los principales sitios de veranada de los crianceros locales y un *hot spot* de biodiversidad local, sin embargo la zona prospectada fue menor a la envergadura de la pertenencia completa.

Folio018855

b) Agricultura de exportación

El Valle del Río El Tránsito ha sido definido en el Plan Regional de Desarrollo Urbano y Territorial (MINVU, 2004) como zona de vocación agrícola, con especial énfasis en los parronales de exportación.

En la actualidad existen cuatro empresas que producen uva para mercados de exportación, utilizando para ello 5.394 hás.

El principal impacto de esta actividad dice relación con el uso de herbicidas y plaguicidas, sin embargo no fue posible determinar el efecto de su uso en la zona. De todas maneras es sabido que el uso de estos agrotóxicos genera modificación de las cadenas tróficas naturales y la eliminación de otras especies no contempladas en la planificación de erradicación de especies nocivas para los cultivos (caso de especies de flora nativa que circundan los cultivos). Sin embargo, y tal como se analizó en el desarrollo del subcapítulo 4.2, existe aún una baja tasa de reproducción de las especies alóctonas y una alta tasa de reproducción de especies autóctonas en la zona, lo cual augura cierto control en el uso de estos agrotóxicos.

c) Exploraciones de aguas subterráneas

Hasta el mes de julio del presente año, 10 personas naturales y jurídicas han solicitado permisos para exploración de aguas subterráneas en la zona de Huasco Alto. Los potenciales impactos de uso de las aguas subterráneas tienen relación con la disminución de la calidad de las aguas, con el detrimento de alimentación hídrica para la flora y por ende, un detrimento en el alimento de la fauna asociada a estos ecosistemas.

A continuación se describen los seis potenciales impactos que pueden generar por subcuenca las inversiones empresariales y otras inversiones descritas para la zona.

Folio018856

TABLA N º 84: POTENCIALES IMPACTOS DE LAS INVERSIONES EMPRESARIALES Y OTRAS INVERSIONES POR SUBCUENCA.

SUBCUENCA	PROYECTOS MINEROS		AGRICULTURA DE EXPORTACIÓN	EXPLORACIÓN AGUAS SUBTERRÁNEAS	CANTIDAD DE POSIBLES IMPACTOS
	Pascua Lama	El Morro			
Laguna Grande	--	Aguas, flora y fauna, suelos, vestigios arqueológicos	--	Aguas, flora y fauna	5
Conay	--	--	Flora y fauna, vestigios arqueológicos, salud humana, suelos	Aguas, flora y fauna	6
Chollay	Aguas, suelos, salud humana, flora y fauna	--	Flora y fauna, vestigios arqueológicos, salud humana, suelos	Aguas, flora y fauna	6
Chanchoquín	--	Vestigios arqueológicos, salud humana, flora, fauna, suelos	Flora y fauna, vestigios arqueológicos, salud humana, suelos	Aguas, flora y fauna	6
Río El Tránsito superior	Aguas, salud humana	--	Flora y fauna, vestigios arqueológicos, salud humana, suelos	Aguas, flora y fauna	6
Río El Tránsito inferior	Aguas, salud humana	Aguas, salud humana	Flora y fauna, vestigios arqueológicos, salud humana, suelos	Aguas, flora y fauna	6

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo señalado en el diagnóstico ambiental de la Región de Atacama (CONAMA, 2004), los principales problemas ambientales de la cuenca alta del Río Huasco (Ríos El Tránsito y El Carmen) son:

Folio018857

Contaminación hídrica
Tiene su origen en la disposición sin tratamiento de residuos líquidos, domiciliarios e industriales.

Amenazas a los ecosistemas naturales
Producto de la carencia de medidas adecuadas de protección, de conductas ciudadanas y prácticas productivas de empresas, se constata una seria amenaza para los diversos ecosistemas presentes en los sectores altoandinos (cuerpos lagunares, humedales, valles altoandinos).

Deterioro y degradación de los recursos paisajísticos
Se señala que como consecuencia de prácticas de esparcimiento y modalidades productivas, de la ausencia de ordenanzas municipales claras para el desarrollo de ciertas actividades; y producto de la carencia de normativas específicas para el resguardo del patrimonio paisajístico y turístico local, la comuna está experimentando un creciente deterioro y degradación de la calidad de sus recursos escénicos.

Escasez de recursos hídricos
Si bien el valle cuenta con afluentes permanentes, en los predios agrícolas existe escasez de agua para riego en razón de una falta de iniciativas que promuevan el uso de riego tecnificado y la incorporación de cultivos adaptados a suelos áridos.

Por lo tanto, se puede concluir que el área posee potenciales impactos bastante nocivos, tanto para los recursos presentes en ella como para la salud humana, por ello es menester promover la fiscalización estatal de las actividades realizadas por las inversiones empresariales, de manera de evitar que estos potenciales impactos se concreticen, y con ello, sea la población local la que asuma los costos negativos de la explotación a gran escala.

Finalmente, el valor de las inversiones empresariales en el área, es posible de observar en la Tabla N º 85.

Folio018858

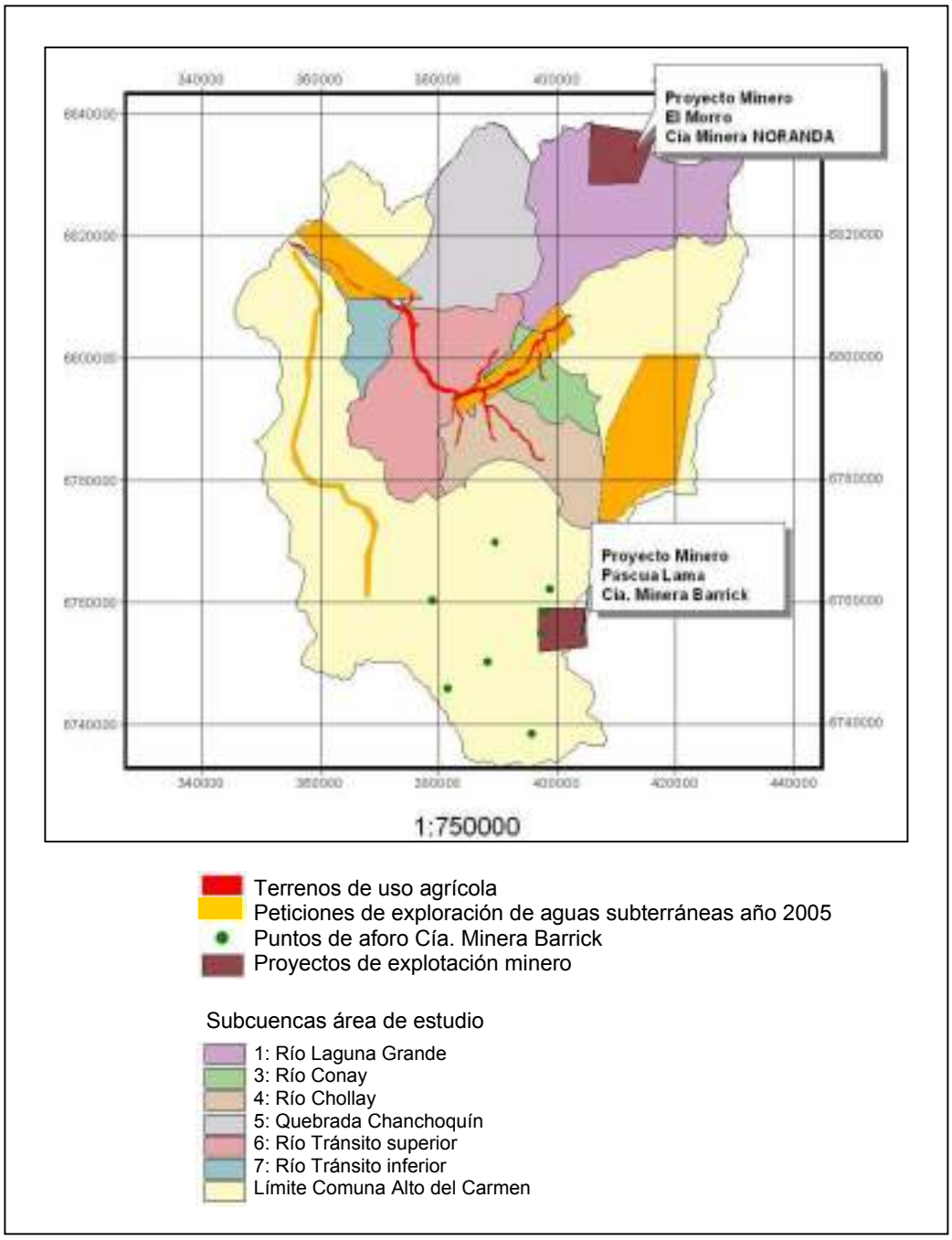
TABLA N º 85: VALORIZACIÓN DE LAS INVERSIONES EMPRESARIALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

SUBCUENCA	CANTIDAD DE INVERSIONES EMPRESARIALES	SUPERFICIE UTILIZADA EN LA INVERSIÓN (hás)	% DE SUPERFICIE
1: Laguna Grande	2	6.874	10.4
3: Conay	3	4.649	27.4
4: Chollay	3	2.542	7.3
5: Chanchoquín	2	641	1.3
6: Río Tránsito Superior	3	3.631	6.9
7: Río Tránsito Inferior	2	1.333	10.4

Un 8.19% (19.670 hás aprox.) del espacio de la Comunidad es utilizado por las inversiones empresariales. En la figura 15 se localizan las principales inversiones empresariales en el área de estudio y en la comuna de Alto del Carmen.

Folio018859

FIGURA 15 INVERSIONES EMPRESARIALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y EN LA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN.



Fuente: Elaboración propia, agosto 2005

Folio018860

La valorización del componente uso de recursos territoriales, según la Tabla n º 6 de la metodología, entrega los siguientes resultados:

TABLA N º 86: VALORIZACIÓN DEL COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES

COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Cantidad de inversiones empresariales	2	1	1	2	1	2
Valor de porcentaje de uso de la subcuenca en inversión empresarial	2	3	2	1	2	2
Cantidad de potenciales impactos	1	1	1	1	1	1
Sumatoria de valores	5	5	4	4	4	5
Normalización	0.56	0.56	0.44	0.44	0.44	0.56
VALORIZACIÓN COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**
IMPORTANCIA	**M**	**M**	**M**	**M**	**M**	**M**

Folio018861

4.5 PROPUESTA DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL COMO APOYO A LA GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL ÁREA.

Para promover la conservación ambiental del área de estudio, se diseñó un sistema de valorizaciones de los componentes que inciden en el espacio, siendo éstos los componentes biótico y humano. A ello, se agrega la valorización del tercer componente requerido en la planificación para la conservación, a saber, el componente físico.

4.5.1 Componente físico

El componente físico, se compone de la Red de drenaje, la presencia de lagunas y glaciares, los accesos y la altitud que posee cada subcuenca en estudio. Los resultados de la valorización de estos atributos, es posible observar en la Tabla N º 87.

TABLA N º 87: VALORIZACIÓN COMPONENTE FÍSICO

COMPONENTE FÍSICO	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Valor red de drenaje	3	2	3	2	2	1
Valor presencia de cuerpos de agua	3	0	2	0	0	0
Valor presencia de cuerpos de nieves y glaciares	3	1	3	1	1	1
Valor de accesos	1	1	1	1	1	3
Valor de altitud	1	2	2	2	3	3
Sumatoria de valores	11	6	11	6	7	8
Normalización	0.73	0.40	0.73	0.40	0.47	0.53
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÍSICO	**3**	**2**	**3**	**2**	**2**	**2**
IMPORTANCIA	**A**	**M**	**A**	**M**	**M**	**M**

Folio018862

4.5.2 Bases de datos alfanuméricas y cartográficas que apoyan la gestión del área.

Considerando los resultados obtenidos en la valorización de los componentes biótico, socio cultural e histórico y físico, como factores relevantes del uso actual del territorio, se obtiene la siguiente tabla:

TABLA N º 88: VALORIZACIÓN FINAL COMPONENTES

COMPONENTES	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	3	4	5	6	7
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO	3	3	3	2	3	2
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO	2	2	1	2	2	1
VALORIZACIÓN COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES	2	2	2	2	2	2
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÏSICO	3	2	3	2	2	2

La valorización final del área de estudio como espacio de conservación tiene 2 aristas:

3) El valor de conservación visto desde los componentes biótico, socio cultural e histórico y físico: El valor de conservación ambiental medido desde estos aspectos, entrega valores de conservación de importancia *Alta* para la subcuenca Laguna Grande, *Media* para las subcuencas Conay, Chollay, Chanchoquin y Río Tránsito Superior; y, *Baja* para la subcuenca Río Tránsito inferior. En efecto, la Tabla N º 89 entrega los resultados numéricos de esta aseveración.

Folio018863

TABLA N º 89: VALOR DE LA UNIDAD COMO OBJETO DE CONSERVACIÓN EN BASE A COMPONENTES BIÓTICO, SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO Y FÍSICO

COMPONENTES	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	3	4	5	6	7
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO	3	3	2	2	3	2
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO	2	2	1	2	2	1
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÏSICO	3	2	3	2	2	2
Sumatoria de valores	**8**	**7**	**6**	**6**	**7**	**5**
Valor de la Unidad como objeto de conservación	**A**	**M**	**M**	**M**	**M**	**B**

2) El valor de conservación incorporando al análisis los potenciales impactos que producirían las inversiones empresariales de extracción de recursos naturales en el lugar, o en sus inmediaciones, por ello, si se comparan los resultados obtenidos de la tabla anterior con los resultados de valorización de los potenciales impactos de las inversiones empresariales, se obtiene:

TABLA N º 90: VALOR DE LA UNIDAD COMO OBJETO DE CONSERVACIÓN EN BASE A COMPONENTES BIÓTICO, SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO, DE INVERSIONES EMPRESARIALES Y FÍSICO

COMPONENTES	UNIDAD (subcuencas presentes en el área de estudio)					
	1	3	4	5	6	7
VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO	3	3	2	2	3	2
VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO	2	2	1	2	2	1
VALORIZACIÓN COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES	2	2	2	2	2	2
VALORIZACIÓN COMPONENTE FÏSICO	3	2	3	2	2	2
Sumatoria de valores	**10**	**9**	**8**	**8**	**9**	**7**
Valor de la Unidad como objeto de conservación	**M**	**M**	**M**	**M**	**M**	**B**

Analizando ambos resultados se observa que el área alberga en un 91.2 % de su superficie valores atractivos para la conservación ambiental (Alto y Medio), sin

Folio018864

considerar los potenciales impactos de las inversiones empresariales. Al considerarlas, el área factible de conservar no disminuye en cantidad, pero si en la calidad de la conservación. Así, se podría determinar por ejemplo que la subcuenca Laguna Grande sin la consideración de potencial impacto de la compañía minera Noranda, podría ser postulada a afectación como Parque Natural Privado, segregando de ella las áreas de trashumancia, destinándolas en un futuro plan de manejo a áreas de uso público intensivo. Sin embargo, de ejecutarse la explotación del Yacimiento Minero el Morro, esta categoría necesariamente debería bajar a homologarse al resto de la Unidad, es decir, a la categoría de manejo denominada Reserva Natural Privada, donde de todas maneras se requiere elaborar un concienzudo Plan de Manejo local.

Las figuras 16, 17, 18, 19, 20 y 21 muestran los resultados alfanuméricos del análisis realizado en la investigación, llevados a lenguaje cartográfico.

FIGURA 16: VALORIZACIÓN COMPONENTE BIÓTICO

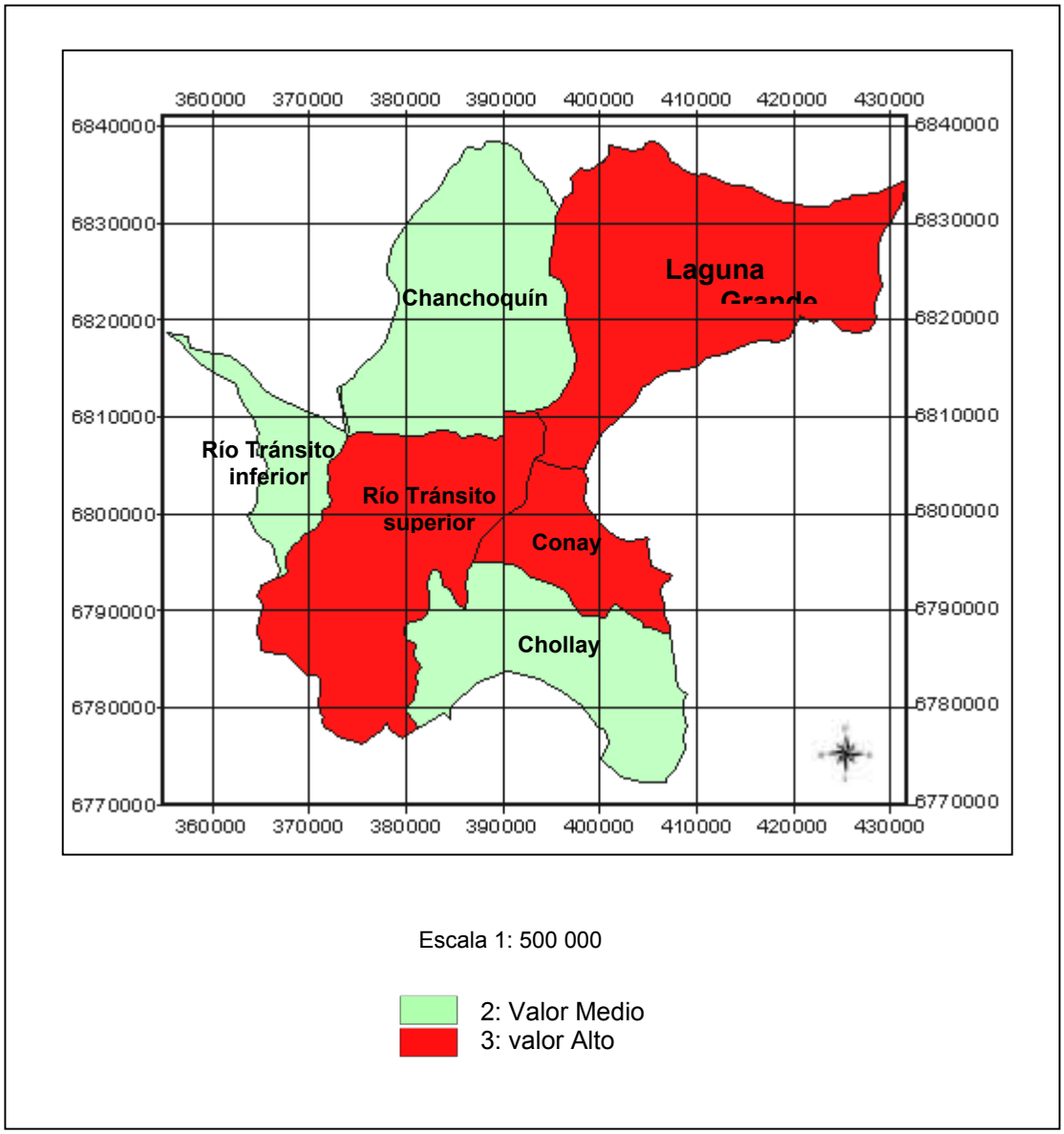


FIGURA 17: VALORIZACIÓN COMPONENTE SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO.

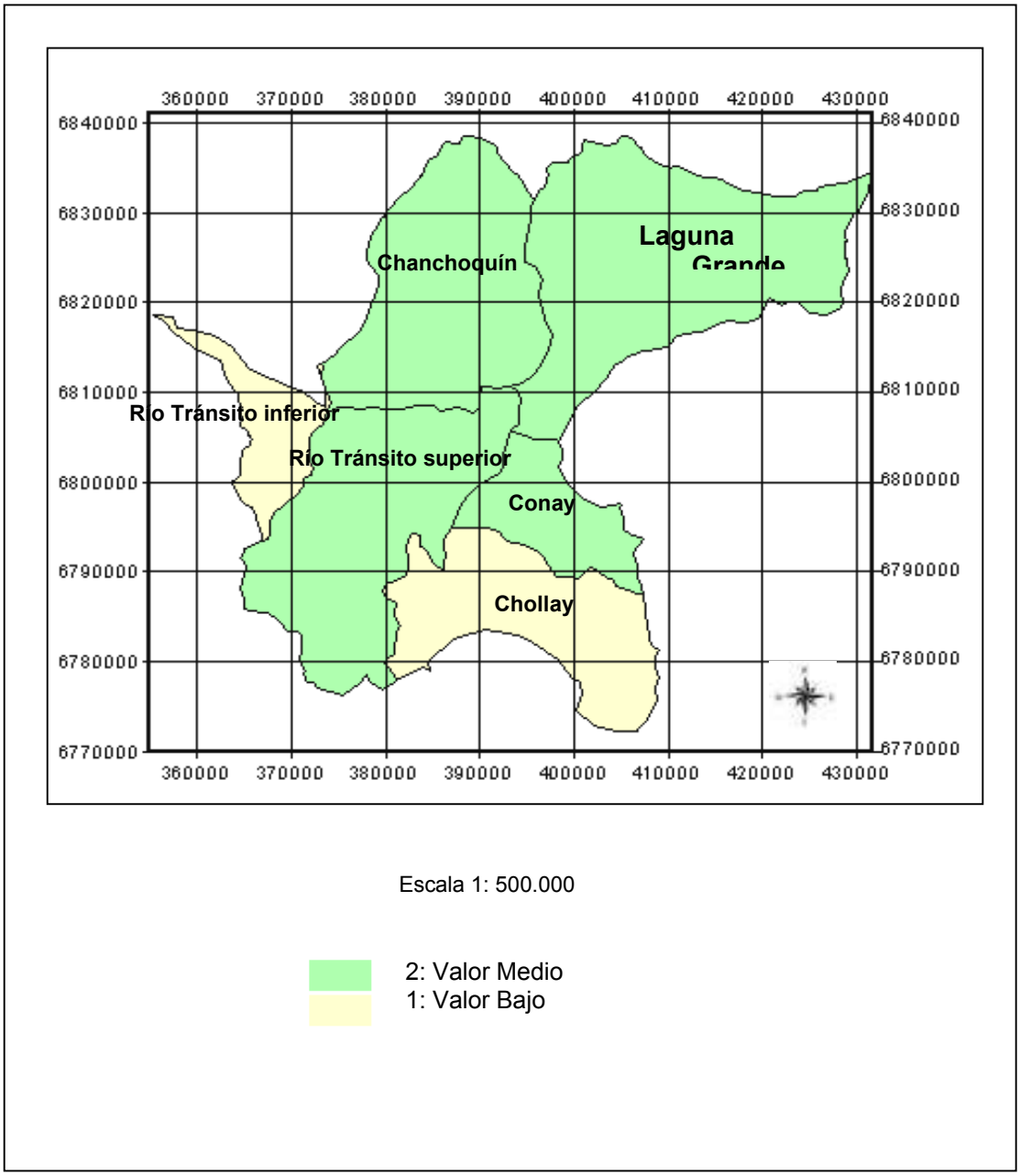


FIGURA 18: VALORIZACIÓN COMPONENTE INVERSIONES EMPRESARIALES

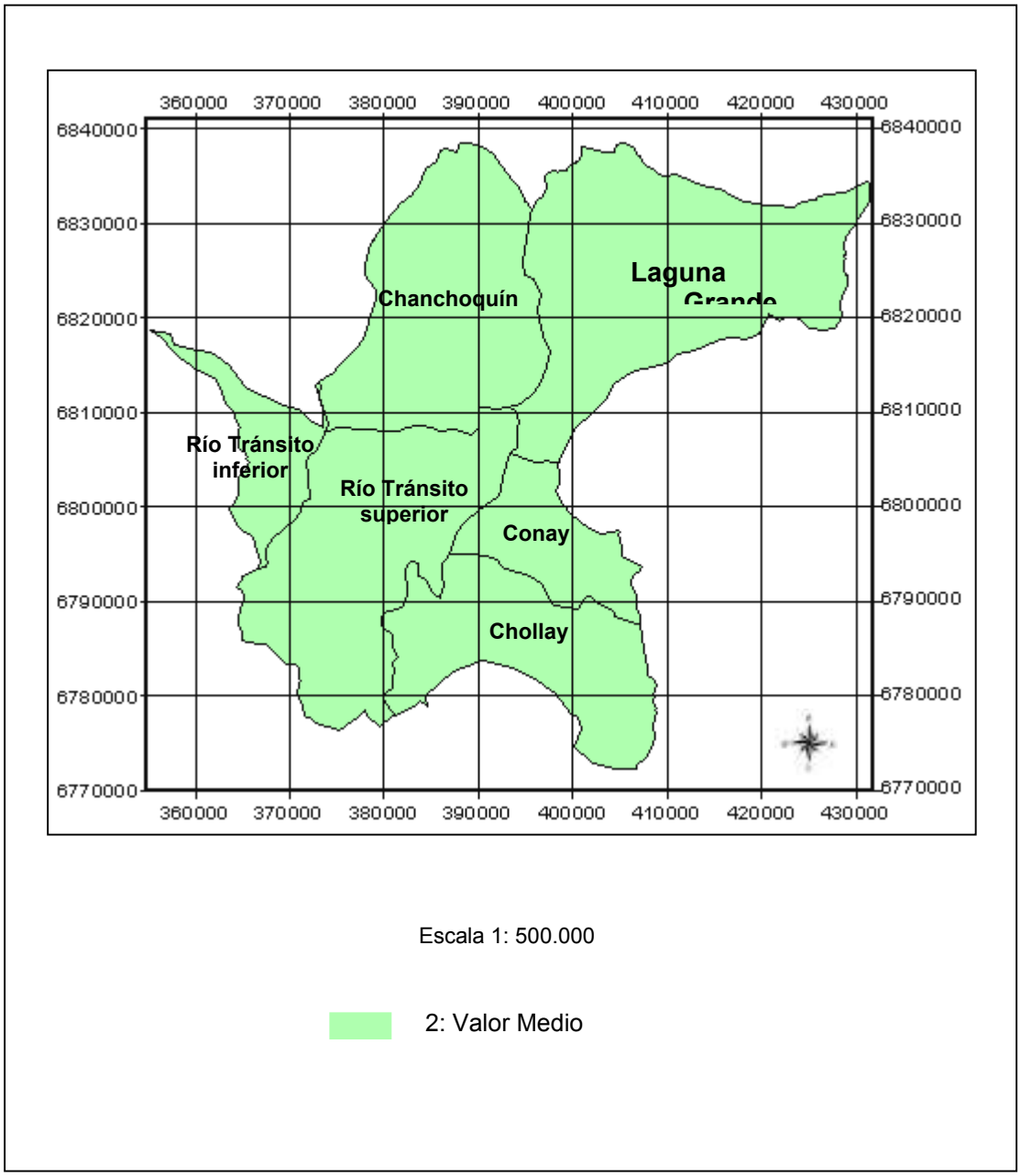
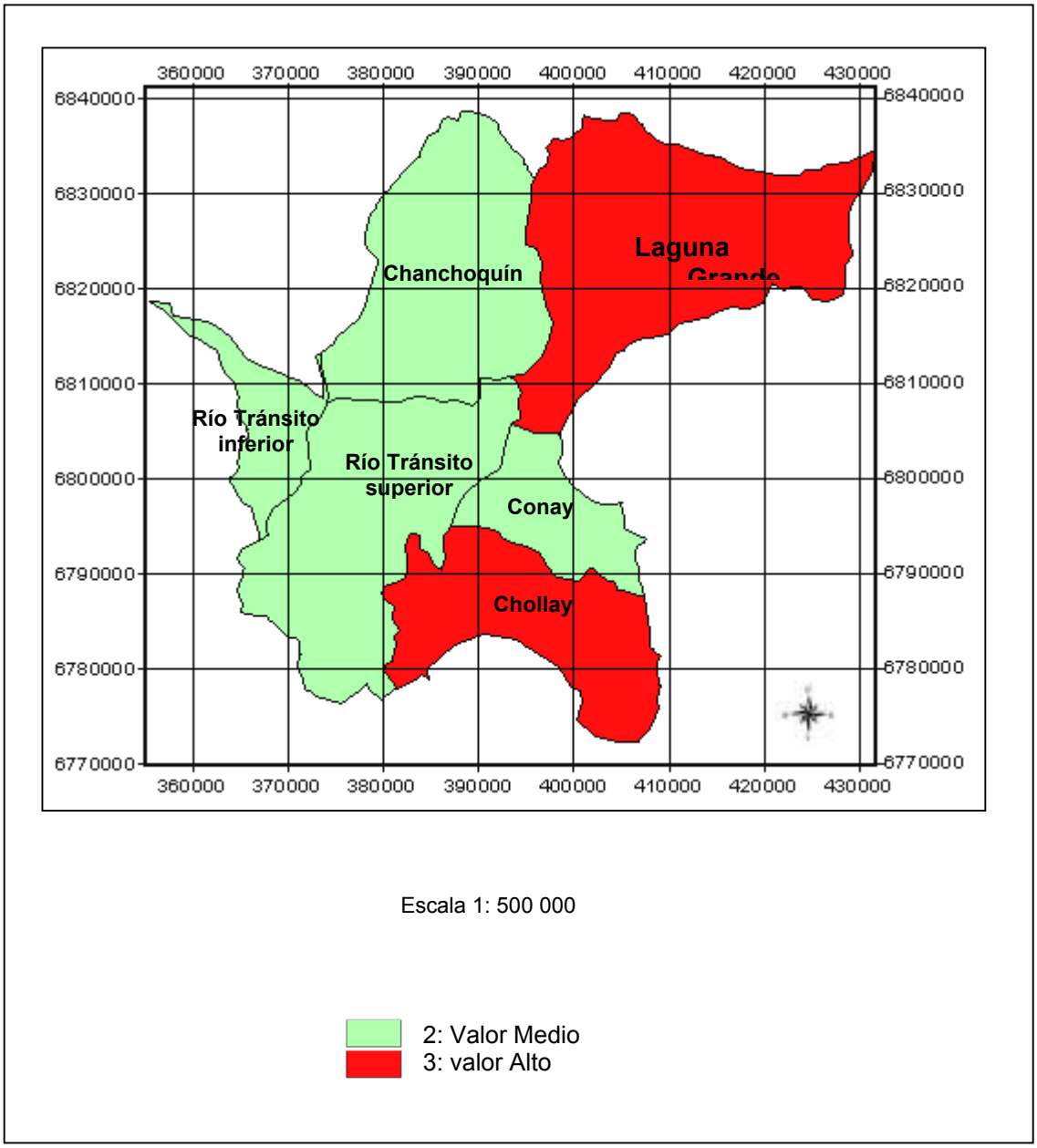
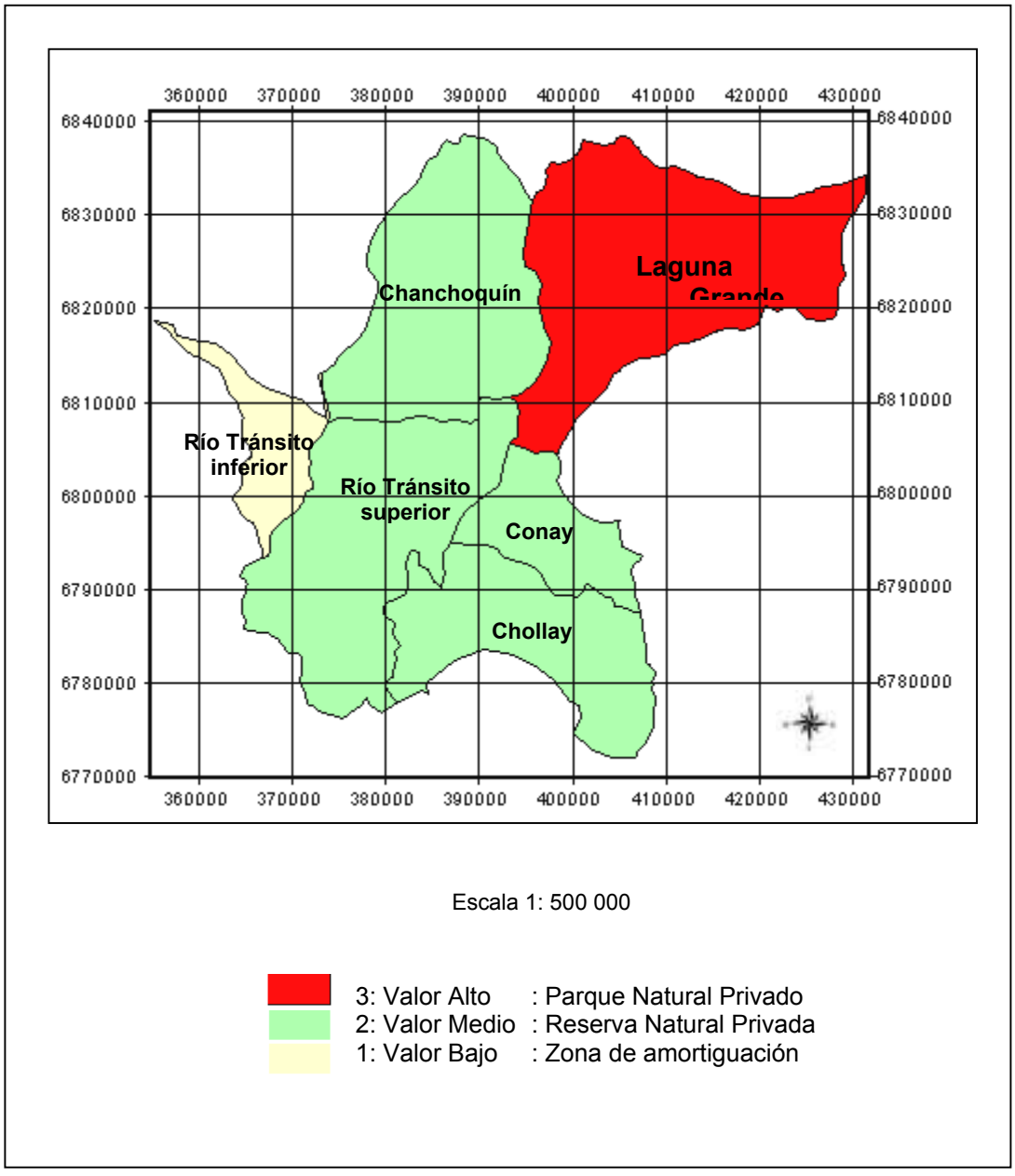


FIGURA 19: VALORIZACIÓN COMPONENTE FÍSICO



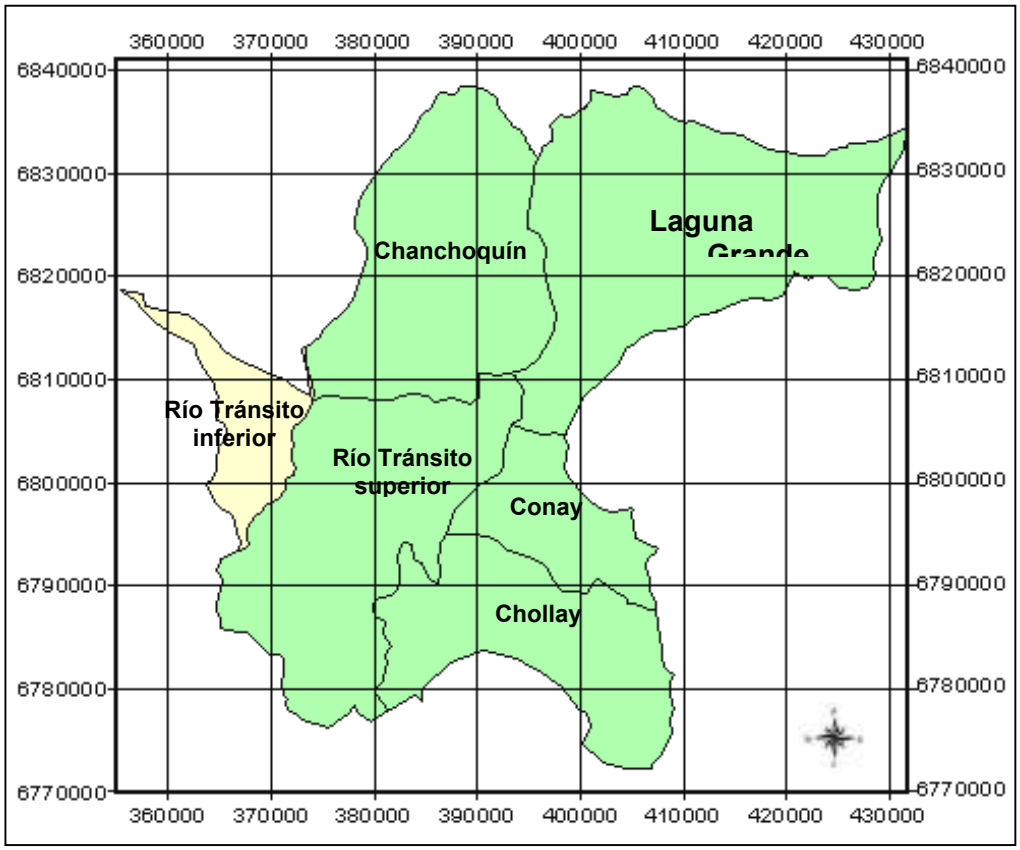
Folio018869

FIGURA 20: VALOR DEL ÁREA DE ESTUDIO COMO OBJETO DE CONSERVACIÓN EN BASE A COMPONENTES BIÓTICO, SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO Y FÍSICO. PROPUESTA DE CATEGORÍA DE MANEJO.



Folio018870

FIGURA 22: VALOR DEL ÁREA DE ESTUDIO COMO OBJETO DE CONSERVACIÓN EN BASE A COMPONENTES BIÓTICO, SOCIO CULTURAL E HISTÓRICO, INVERSIONES EMPRESARIALES Y FÍSICO. PROPUESTA DE CATEGORÍA DE MANEJO PARA EL ÁREA DE ESTUDIO CONSIDERANDO POTENCIALES IMPACTOS DE LAS INVERSIONES EMPRESARIALES EN EL ÁREA.



Escala 1: 500.000

2: Valor Medio : Reserva Natural Privada
1: Valor Bajo : Zona de amortiguación

Folio018871

V CONCLUSIONES

De acuerdo a los 24 Tratados Internacionales de materia medioambiental suscritos por Chile, los 13 cuerpos normativos nacionales que se pronuncian sobre la protección de la naturaleza, las 4 Políticas y Planes Nacionales Sectoriales de medio ambiente y las 4 Estrategias y Políticas que inciden en las decisiones sobre medio ambiente en la región de Atacama, se observa que existe un alto grado de incumplimiento de los compromisos adquiridos como país, principalmente por la falta de recursos de que disponen las instituciones públicas para operar en el área, las cuales deben competir con las prioridades presupuestarias asignadas por los gobiernos de turno, aunque también existe la percepción general del incumplimiento de las labores de fiscalización y control, lo cual fue ratificado en el informe emitido por la misión OCDE.

De esta forma, Chile cuenta con cuestionamientos internacionales en materia medioambiental, y sobre todo en lo que se refiere al cumplimiento del Convenio de Diversidad Biológica, ratificado por nuestro país el año 1994, puesto que no existe protección oficial para todas las muestras ecosistémicas que alberga nuestro territorio nacional. La protección oficial está encausada sólo a aquellas muestras representativas de ecosistemas que se encuentran localizadas en propiedad fiscal, y, por lo tanto, las que se encuentran en terrenos de propiedad privada quedan a merced del valor de conservación que le otorgue el propietario.

En un esfuerzo por superar el nivel de conservación ambiental del país, se formuló un Proyecto de Reglamento para áreas silvestres protegidas de propiedad privada, el que, sin embargo, éste no cuenta con reconocimiento oficial a la fecha.

Atendiendo al análisis de los cuerpos normativos que rigen a la conservación de diversidad biológica, al SNASPE y al proyecto de reglamento de áreas silvestres protegidas privadas, se pueden efectuar análisis de las condiciones naturales de ciertas áreas de propiedad privada como para someterlas a dicha afectación en el futuro.

Folio018872

Así, luego de efectuar una descripción de los ecosistemas, y del uso de recursos territoriales y de las inversiones empresariales en el espacio de la Comunidad Agrícola Huascoaltinos, se concluye que ésta área cumple con las exigencias de representatividad, escasez y organización espacial de los ecosistemas naturales y los usos humanos y culturales del espacio que le permiten ser declarada Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada según los instrumentos normativos de conservación ambiental vigentes en el país. Con ello, la hipótesis de investigación N º 1 queda comprobada.

Sin embargo, para asegurar la sostenibilidad de la conservación y la preservación ambiental, no basta con que las áreas cumplan con los requisitos o condiciones de afectación, sino que también es necesario que cuenten con planes de manejo pertinentes, participativos y legibles por la población que ocupa el espacio, pues ellos son el motor principal de resguardo de estas áreas. Se observó que más del 40% de las áreas protegidas estatales y más del 90% de las áreas protegidas privadas destinadas a la conservación ambiental en Chile, aún no disponen de un plan de manejo que oriente su desarrollo futuro.

Por otra parte, es importante destacar que no existe hasta la fecha una compatibilización entre las áreas identificadas por CONAMA en la Estrategia Nacional de Biodiversidad y las áreas identificadas por CONAF en el Libro Rojo de Sitios Prioritarios para la conservación. Tampoco existe dicha compatibilización entre las iniciativas privadas para la conservación y las identificaciones de estas áreas prioritarias.

El área analizada, desde el punto de vista florístico, cumple con la condición de representatividad y organización espacial de los ecosistemas, en tanto alberga tres muestras de formaciones vegetacionales no representadas en el SNASPE, las cuales corresponden a las formaciones del **Desierto Florido de las Serranías** (46.763,59 hás del área estudio), **Desierto Florido de los Llanos** (768,21 hás del área estudio) y **Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana** (191.384, 77 hás del área estudio).

Folio018873

Sin embargo, las unidades con mayor valoración pertenecen a las formaciones vegetacionales del Desierto Florido de las Serranías y Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana, en tanto ambas cumplen con el requisito de área dinámica mínima para el desenvolvimiento de las especies que alberga, y, por lo tanto, aseguran la sostenibilidad de sus ciclos biológicos.

También alberga trece especies de flora con problemas de conservación, de las cuales cinco se encuentran en categoría Vulnerable a nivel nacional, a saber *Prosopis chilensis y flexuosa, Laretia acaulis, Krameria cistoidea* y *Equisetum giganteum;* tres especies Vulnerable a nivel regional, *Balsamocarpon brevifolium, Opuntia glomerata y Eriosyce aurata;* cuatro en categoría Rara a nivel nacional, a saber, *Alstroemeria andina ssp venustula*, *Alstroemeria polyphylla*, *Pintoa chilensis* y *Neoporteria vallenarensis* y una especie en categoría Rara a nivel regional, la *Bulnesia chilensis*.

En cuanto a la fauna, el área de estudio contiene 158 especies, con 30 de ellas presentes en alguna categoría de problemas de conservación.

Desde el punto de vista de la conservación de la fauna, esta área destaca por albergar una especie de reptil endémica regional (*Liolaemus atacamensis*) que además se encuentra en categoría Rara a nivel nacional, además de 7 especies en categoría En Peligro de extinción, 15 en categoría Vulnerable, 4 en categoría Rara (además de la nombrada) y 3 Insuficientemente Conocidas.

La subcuenca Río Laguna Grande debe ser considerada como un *hot spot*, debido a que es la unidad estudiada donde confluye flora altiplánica y andina mediterránea, acogiendo 279 especies de flora (265 autóctonas y 14 alóctonas) y 115 de fauna (65 detectadas y 50 potenciales). Al mismo tiempo, esta subcuenca es la que alberga la mayor cantidad de especies con problemas de conservación, a saber, 3 especies de flora y 21 especies de fauna.

Por lo tanto, desde el punto de vista biótico y sobre la base de la Alta valoración que alcanzan cuatro de las seis subcuencas en estudio, el área seleccionada cumple con

Folio018874

las condiciones y requisitos a los que se refiere el manual de procedimientos para afectación de Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada, dependiente del Proyecto de Reglamento respectivo.

Sin embargo, los espacios albergan usos culturales e inversiones empresariales que muchas veces se contraponen a los objetivos de conservación ambiental. He ahí la importancia de profundizar en cuáles son los circuitos de trashumancia y de pastoreo que realiza la comunidad local y en los potenciales impactos generados por esta actividad, además de las inversiones empresariales de corte agrícola y minera que se desarrollan en la zona de Huasco Alto. Se concluye que mientras los usos culturales y humanos de la población local no generan impactos negativos a la biota del sector y por lo tanto son compatibles con los objetivos de conservación, de la naturaleza las inversiones empresariales y sus potenciales impactos si constituyen una amenaza a la instalación de un área silvestre protegida en la zona. Con ello se comprueban la segunda y tercera hipótesis de investigación.

En efecto, los ciclos de trashumancia de la comunidad local, permiten al ecosistema alto andino completar su ciclo biológico y regenerarse entre el período de uso (veranada) y no uso (invernada), y al ecosistema andino mediterráneo completar su ciclo biológico y regenerarse entre el período de uso (invernada) y no uso (veranada).

En tanto, los potenciales impactos de las inversiones empresariales de la compañía Minera Noranda, del proyecto minero Pascua Lama, de las empresas agro exportadoras y de las exploraciones subterráneas de aguas, son actividades que afectan severamente la calidad y cantidad de los recursos hídricos. La minería, por otra parte, extrae además recursos naturales no renovables, y la agricultura genera prácticas de uso intensivo de los espacios. Por lo anterior, se puede concluir en que las inversiones empresariales neutralizan los efectos positivos de la actividad tradicional de esta zona, reduciendo el valor del componente socio económico y cultural para la conservación ambiental.

Folio018875

Es por esto que los resultados de la valoración ambiental indican que de las seis subcuencas estudiadas, cuatro de ellas se encuentran en la categoría de conservación Baja, mientras que las subcuencas Laguna Grande y Chollay (y en realidad una parte de la subcuenca Chollay) se ubican en la categoría Media.

El valor de conservación ambiental en términos bióticos es considerable para el área de estudio (valores Alto y Medio), lo cual es altamente atractivo para la conservación de sitios y paisajes funcionales. En términos físicos, posee valores Alto y Bajo y en términos socio económicos y culturales Bajo y Medio, categorías éstas que determinan el bajo grado de cumplimiento de las actividades humanas para la sostenibilidad de la conservación ambiental de la zona.

Así, se concluye que es la subcuenca Laguna Grande la que albergan el mayor valor territorial como espacio de conservación, tanto por su componente biótico, físico y socio económico y cultural.

Por lo tanto, considerando el análisis de confluencia de argumentos de carácter físico, económico y social que inciden en un territorio como para someterlo a conservación ambiental, sólo cumple el 91.2 % de la superficie del área de estudio cumple con los objetivos de conservación ambiental que dictaminan las normativas vigentes en el país sumado a los usos de recursos territoriales por parte de la comunidad local y de las inversiones empresariales, en una categoría de conservación Media.

Al considerar las inversiones empresariales, el área factible de conservar no disminuye en cantidad, pero si en la calidad de la conservación. Si para la subcuenca Laguna Grande, no se considerara el potencial impacto de la inminente explotación del proyecto Minero El Morro de la compañía minera Noranda, podría ser postulada a afectación como Parque Natural Privado, segregando de ella las áreas de trashumancia, destinándolas en un futuro plan de manejo a áreas de uso público intensivo. Sin embargo, de ejecutarse la explotación del Yacimiento Minero el Morro, esta categoría necesariamente debería bajar de valor al homologarse al resto de la unidad territorial, es decir, a la categoría de manejo denominada Reserva Natural

Folio018876

Privada, donde de todas maneras se requiere elaborar un riguroso Plan de Manejo local.

Por lo tanto, la categoría de manejo que más se adecua a la realidad del es la de Reserva Natural Privada.

Como la categoría Reserva Natural Privada permite efectuar manejo del espacio, y, por lo tanto, somete a conservación y no preservación estricta, la hipótesis N º 4 no se cumple, es decir, la actividad funcional de la comunidad, esto es la ganadería extensiva en ciclos de trashumancia, no se ve restringida con la categoría de manejo propuesta para la instalación de un Área Silvestre Protegida en la zona.

Folio018877

VI RECOMENDACIONES

- Con la concreción de un ASPP en Huasco Alto, se contribuirá a asegurar la representatividad de la Biodiversidad de al menos dos muestras de Ecosistemas actualmente no incluidos en el SNASPE, colaborando a la vez, con ello al cumplimiento de mandatos legales, políticos y técnicos en que se ha empeñado el Estado en estos últimos años. También se contribuirá significativamente a mantener el alto valor ambiental que ha ido adquiriendo el derecho a la autogestión de las Comunidades Locales, de importancia relevante en nuestra sociedad actual. Además, se contribuirá significativamente con los procesos de Ordenamiento Territorial de la Región de Atacama, ya que se demuestra la aptitud de determinados territorios para la conservación.

- Sin embargo, para que las iniciativas privadas destinadas a crear áreas protegidas representen un aporte real a la conservación de la naturaleza, es necesario que se integren mejor con las iniciativas del gobierno. El gobierno debe desarrollar una visión estratégica general en la cual el SNASPE podría operar como un sistema de áreas centrales con un alto nivel de protección, rodeadas y vinculadas por áreas privadas que sirvan como zonas de amortiguamiento y corredores ecológicos. El artículo 35 de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente se orienta a la promoción de las áreas protegidas por el sector privado, pero aún se encuentra en la etapa de anteproyecto el reglamento que pondrá en práctica este propósito. Estas áreas requieren alguna forma de reconocimiento jurídico, y las iniciativas privadas deben orientarse hacia áreas específicas identificadas como prioritarias por su diversidad biológica.

- De esta forma, y con el afán de contribuir a la gestión y administración del área, se propone el siguiente Diseño de Plan de Gestión:

    1) Generación de medidas tendientes a:

Folio018878

• Conservación de la flora, fauna, y por ende, de la biodiversidad del área potencial (con énfasis en el área Laguna Grande).

• Consideración del valor social, cultural, histórico, económico/productivo y ambiental del área y su entorno en el proceso de creación del ASPP.

• Determinación de los mejores medios para resolver conflictos entre las partes involucradas respecto a los objetivos del ASPP, considerando usos productivos actuales y potenciales, usos ambientales, funciones y servicios de los ecosistemas, entre otras.

• Aumento de la participación de la Comunidad Huascoaltinos y del sector privado en el proceso de toma de decisiones y financiamiento.

Estas medidas, se debieran materializar en los siguientes componentes y actividades:

Componente 1 : Afectación y operativización del ASPP

Actividades:

Presentación formal de Informe Técnico Justificatorio de afectación ante el organismo supervisor del SNASPE, esto es, CONAF.

Elaboración del Plan de Manejo para la Reserva Natural Privada Huascoaltinos.

Estudio de la capacidad de carga de las áreas de uso público.

Elaboración de modelos de monitoreo y control biológico local.

Desarrollo de un modelo de gestión y administración territorial para la Reserva Natural Privada Huascoaltinos.

Componente 2: Plan de desarrollo turístico sustentable para el destino Comuna de Alto del Carmen - Reserva Natural Privada Huascoaltinos.

Folio018879

Actividades: Identificar la demanda turística actual y potencial del territorio en términos cuantitativos y cualitativos.
Determinar la oferta turística con orientación hacia la demanda.
Generación de capacidades humanas para el turismo de intereses especiales.
Inducción y orientación a la creación de microempresas de turismo de intereses especiales.
Promoción de la oferta turística del área.

- Asimismo, se propone que en el sitio Laguna Grande, definido como *hot spot*, se profundicen los estudios de biota acuática para ser postulado a afectación como Sitio Ramsar, y así reforzar su protección.

- Por otra parte, también se debiera materializar la protección de las prácticas de turismo sustentable a través de las Zonas de Interés Turístico (ZOIT), promulgados por SERNATUR, pues la oportunidad que presenta este instrumento como apoyo a la conservación es primordial, ya que además de proteger un espacio, promueve las prácticas de turismo sustentable en el sector, con énfasis en el desarrollo de las comunidades locales. Frente a ello, se propone que la subcuenca Laguna Grande pudiera ser protegida bajo este instrumento, principalmente por la presión de uso que alberga con la inminente explotación de la Compañía Minera Noranda y su proyecto minero El Morro.

Folio018880

VII BIBLIOGRAFÍA

ARAYA, B., BERNAL M., SCHLATTER R., SALLABERRY M. 1995. Lista patrón de las aves chilenas. Tercera edición, Edición de los autores, Santiago, 35pp.

ARAYA, B., MILLIE G. 1996. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, 389 pp.

BAERISWYL F. 2001. Introducción al Ordenamiento Territorial Rural en Chile.

BAEZA, M., E. BARRERA, J. FLORES, C. RAMÍREZ & R. RODRÍGUEZ. 1998. Categorías de conservación de Pteridophytas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 23- 46.

BARRICK GOLD CORPORATION. 2005. Informativo Proyecto Pascua Lama. Abril 2005. Edición N º 1. pp

BEIER Y NOSS. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? *ConservationBiology* 12: 1241-1252

BENOIT IVAN. 1989. CONAF: Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Santiago. Impresora Creces Ltda. 157 pp.

BERTRAND. 1972. Le paysage entre la nature et la societé. Revista L´Espace Géographique 3: 161-163.

BIOTA. 2003. Factibilidad Legal de Creación de un Área Silvestre Protegida de Propiedad de Pequeños Crianceros de la Cuenca Alta del Valle del Huasco.

BISSONETTE J. A. 2002. Landscape ecology and resource management: linking theory with practice . Island Press. 322 pp.

BURROUGH, 1998. Principles of Geographical Information Systems and Land Resources Assessment . Clarendon Press, Oxford.

CABEZA Y MOILANEN. 2001. Design of reserve networks and the persistence of biodiversity. Revista Trends in Ecology & Evolution 16: 242-248.

CABRERA, A. y WILLINK ,A. 1973. Biogeografía de América Latina. Monografía N°13, Serie Biología, O.E.A. 120 p.

CASTILLO. 2000. Ecological Information Systems: analyzing the communication and utilization of scientific information in Mexico. Environmental Management 25(4): 383-392

Folio018881

CDB. CONVENIO SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA. 1992. Decreto Supremo N° 1963 Ministerio de Relaciones Exteriores de 1994.

CEI, J.M. 1962. Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, 128 pp.

CODEFF. COMITÉ NACIONAL PRO DEFENSA DE FAUNA Y FLORA. 1999. Las Áreas Silvestres Protegidas Privadas en Chile, una herramienta para la conservación. Santiago. Chile. 96 pp.

CONAF & CONAMA. **1997.** Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Primera a Cuarta Región. Proyecto CONAFCONAMA- BIRF, U. Austral de Chile, P. U. Católica de Chile, U. C. de Temuco. 234 p.

CONAF & CONAMA. **2004.** Manual de Procedimientos de Afectación de ASPP.

CONAF. CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (). 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile. M. Muñoz, H. Nuñez, J. Yáñez (eds.). Santiago, Chile. 203 pp.

CONAF. CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. 1988. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. Santiago, Chile. Glade A .Eds. 65 pp.

CONAF. CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. 2003. Estrategia CONAF para el Desarrollo Regional. Región de Atacama. Copiapó.17 pp.

CONAF. CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. 2004. Programa Desarrollo Territorial Forestal en la Provincia del Huasco. 75 pp.

CONAF. CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. 2003. Guía para la preparación de solicitudes de afectación de Áreas Silvestres Protegidas de propiedad Privada. E. Núñez, A. Illanes (Eds.). // GEOP

CONAF CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. 2003. Pautas Técnicas para la evaluación de solicitudes de afectación de Áreas Silvestres Protegidas de propiedad Privada. E. Núñez, A. Illanes (Eds.). // GEOP

CONAMA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2001. Agenda Ambiental País, por un desarrollo limpio y sustentable 2002-2006. 15 pp.

CONAMA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 1998. Una Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable. Chile.

CONAMA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2003. Estrategia Nacional de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad. Santiago. Chile. 21 pp.

CONAMA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2004. Diagnóstico ambiental de la Región de Atacama.

CONAMA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2004. Política Ambiental para la Región de Atacama. 16 pp.

CONAMA. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2004. Estrategia y plan de acción para la conservación y protección de la biodiversidad en Atacama. 22 pp.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE CHILE. 1980. Promulgado por DTO 1.150 del Ministerio del Interior con fecha 21.10.1980.

CRESSIE. 1991. Statistics for Spatial Data. New York: John Wiley & Sons.

D.L. 1939 (1977) sobre Adquisición, Administración y Disposición de Bienes del Estado

D.L. 3557 (1980) de Protección Agrícola.

D.L. 701. 1974. Establece normas sobre Fomento Forestal y su reglamento **D.S. 5/98** del Ministerio de Agricultura

D.S. 133 DE 1992. REGLAMENTO DE LA LEY DE CAZA. Establece las disposiciones aplicables a la caza de animales, con excepción de los recursos hidrobiógicos, los que se rigen por la Ley 18.892.

DE LIMA Y GASCON. 1999. The conservation value of linear forest remnants in central Amazonia. Biological Conservation.

DÍAZ, N. 1984. Sapos y ranas, las 35 especies chilenas. Naturaleza, 3:8-13.

DINERSTEIN, E., D.M. OLSEN, D.J. GRAHAM, A.L. WEBSTER, S.A. PRIMM, M.P. BOOKBINDER & G. LEDEC. 1995. A Conservaton Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean. WWF – The World Bank. Washington D.C.

DIRZO, R. [s.a.] Biodiversidad: concepto, magnitud y reseña de una crisis ambiental. s/pag. en: G. Halffter (ed.) Conservación de la biodiversidad: un reto del fin de siglo. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz, México.

DONOSO-BARROS, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.

ESCOBAR, J. 1996. Políticas, estrategias y acciones para la conservación de la diversidad biológica en los sistemas costeros – marinos de áreas protegidas. Documento de Trabajo N° 22. Proyecto FAO/ PNUMA FP/0312-94-14. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 103pp.

FAITH Y WALKER. 1996. How do indicator groups provide information about the relative biodiversity of different sets of areas? On hotspots, complementarity and pattern based approaches. Revista Biodiversity Nº 3, pp 18-25.

FAVILA Y HALFFTER. 1997. La utilización de grupos parámetro para medir la biodiversidad en relación a la estructura y función de los ecosistemas. Acta Zoológica Mexicana N º 70, pp 1- 12.

FORMAN R. T. T Y M. GODRON. 1986. Landscape ecology . John Wiley & Sons, New York, USA.

FUENZALIDA, H. 1967. Clima. En Geografía Económica de Chile. Texto Refundido. CORFO. Santiago, Chile. 152 p.

GAJARDO R. 1983. Sistema básico de clasificación de la vegetación nativa chilena. Corporación Nacional Forestal/Universidad de Chile, Fac. Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Santiago, Chile. 297 p.

GAJARDO, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Edit. Universitaria, Santiago. 166 p.

GASTON, K. J. 2000. Global patterns in biodiversity. Revista Nature Nº 405, pp 220-227.

GILBERT F., A. GONZALEZ AND I. L EVANS-FREKE. 1998. Corridors maintain species richness in the fragmented landscapes of a microecosystem. 265 pp.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON, R.A. PHILIPPI-B. 1946. Las aves de Chile. Tomo I. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires, 358 pp.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON, R.A. PHILIPPI-B. 1951. Las aves de Chile. Tomo II. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires, 445 pp.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON, R.A. PHILIPPI-B. 1957. Suplemento de las Aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires, pp.349-425.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON, R.A. PHILIPPI-B. 1964. 2º Suplemento de las aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires, pp.443-521.

GUTZWILLER K. J. 2002. Applying landscape ecology in biological conservation. Springer- Verlag, Telos

HADDAD N. 1999. Corridor Use Predicted from Behaviors at Habitat Boundaries. The American Naturalist. *The American Naturalist* 153: 215-227

HELLMAYR, CH. E. 1932. The birds of Chile. Field Museum of Natural History, Zoological Series 19:1-472.

Folio018884

HEYWOOD, V. 1994. The measurement of biodiversity and the politics of implementation. Pp. 15- 22 en: P. Forey, C. Humphries y R. Vane-Wright (eds.) Systematics and conservation evaluation. Clarendon Press, Oxford. Systematics Association Special, Vol. 50.

HILTON-TAYLOR, 2000. Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

INE. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. 1997. Censo Agropecuario

INE. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. 2002. Censo Nacional de Población y Vivienda.

JAKSIC, F.M. 1996. Ecología de los vertebrados de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 262 pp

JOHNSON, A.W. 1965. The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Vol. I. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, 398 pp.

JOHNSON, A.W. 1967. The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Vol. II. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, 447 pp.

JOHNSON, A.W. 1972. Supplement to the birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, 116 pp.

KACZENSKY *et al*. 2003. The impact of high speed, high volume traffic axes on brown bears in Slovenia. Revista Biological Conservation Nº 111.

KING A. Y WITH K. 2002. Dispersal success on spatially structured landscapes: when do spatial pattern and dispersal behavior really matter? Revista Ecological Modelling Nº 147, pp 23–39.

KRAWCHUK M. Y TAYLOR P. 2003. Changing importance of habitat structure across multiple spatial scales for three species of insects. Revista Oikos Nº 103, pp 153–161.

LARA *et al*., 2002. Componentes científicos clave para una política nacional sobre usos, servicios y conservación de los bosques nativos chilenos.

LATCHAM, RICARDO. 1923. Los Indios Antiguos de Copiapó y Coquimbo. Revista Universitaria. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

LAURANCE S. Y LAURANCE W. 1999. Tropical wildlife corridors: use of linear rainforest remnants by arboreal mammals. Revista Biological Conservation N º 91, pp 231-239.

LAZO, I. Y E. SILVA. 1993. Diagnóstico de la ornitología en Chile y recopilación de la literatura científica publicada desde 1970 a 1992. Revista Chilena de Historia Natural 66:103-118.

Folio018885

LEE *et al*., 2002. Appraising Adaptive Management. Revista Conservation Ecology N º *3*.

LEY 17.288 SOBRE MONUMENTOS NACIONALES. 1970. Diario Oficial el 4/02/1970. Ministerio de Educación. República de Chile.

LEY 18.362 CREA EL SISTEMA NACIONAL DE AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DEL ESTADO. 1984. Ministerio de Agricultura.

LEY DE BASES DEL MEDIO AMBIENTE N º 19.300. 1994. Comisión Nacional del Medio Ambiente. República de Chile.

LEY DE BOSQUES. 1931. D.F.L. 265 DE 1931. Texto refundido por D.S. 4.363/31. Tierras y Colonización.

LEY DE CAZA Nº 19.473 DE 1998. Ministerio de Agricultura**.** Sustituye texto de Ley 4.601 sobre caza y artículo 60 del código civil. La Ley de Caza y su reglamento (D.S. 5/98, Agricultura)

LEY DE PESCA Nº 18.892 DE 1991. Ley General de Pesca y Acuicultura y DS 430/1991 Ministerio de Economía.

LEY INDÍGENA Nº 19.253. **1993.** Diario Oficial 5/10/1993 "Establece normas sobre Protección, Fomento y Desarrollo Indígena". Ministerio de Planificación y Cooperación. Corporación Nacional de Desarrollo Indígena. República de Chile.

LOBO, J.M. Y HORTAL, J. 2003. Modelos predictivos, un atajo para describir la distribución de la diversidad biológica. Revista Ecosistemas Nº 1, pp 1 -8.

MACNEELY, J. A., K. R. MILLER, W. V. REID, R. A. MITTERMEIER Y T. B. 1996. Conservation- the social science? *World Conservation* Vol.27(2): 2 UICN. Gland, Suiza.

MANN, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. Gayana, Zoología 40:1-342.

MARGULES, C.R **Y PRESSEY,** R.L.**. 2000.** , Systematic conservation planning. Revista Nature N º 405: 243-253.

MEFFE Y CARROLL. 1994. The desing of Conservation Reserves. En: Meffe GK y CR Carroll (eds) Principles of Conservation Biology, Sinauer, Sunderland. Pag 284-290.

MIDEPLAN. MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN Y COOPERACIÓN. 1998. Resultados Encuesta Caracterización socioeconómica (CASEN 1998).

MILLER, S. Y J. ROTTMANN. 1976. Guía para el reconocimiento de Mamíferos chilenos. Serie Expedición a Chile, Editorial G. Mistral, Santiago, 200 pp.

Folio018886

MINVU. MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. 2004. Diagnóstico analítico Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU). Informe Diagnóstico Intercomunal Provincia de Huasco. Copiapó. 46 pp.

MÖNKKÖNEN Y MUTANEN. 2003. Occurrence of Moths in Boreal Forest Corridors Revista Conservation Biology Nº 17, pp. 468–475

MONTANE, J. 1969. "En torno a la cronología del Norte chico". Actas de V Congreso Nacional de Arqueología. La Serena. 169 pp.

MONTENEGRO, SERGIO; HERVÉ, DOMINIQUE Y DURÁN, VALENTINA. 2001. Los Tratados Ambientales: Principio y Aplicación en Chile. CONAMA, Centro de Derecho Ambiental. Santiago. 403 p.

NORSE, E. A., K. L. ROSENBAUM, D. WILCOVE, B. A. WILCOX, W. ROMME, D. JOHNSTON Y M. L. STOUT. 1986. Conserving Biological diversity in our national forests. The Wilderness Society. Washington, USA.

JOHNSTON Y M. L. STOUT. 1986. Conserving Biological diversity in our national forests. The Wilderness.

NOSS Y CSUTI. 1994. Saving nature's legacy: protecting and restoring biodiversity. Washington (DC): Island Press.

NÚÑEZ, H. Y F. JAKSIC. 1992. Lista comentada de los reptiles terrestres de Chile continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 43:63-91.

OCDE-CEPAL. 2005. Evaluaciones de desempeño ambiental Chile. 246 pp.

OLCA. OBSERVATORIO LATINOAMERICANO DE CONFLICTO AMBIENTAL 2005. Edición especial Pascua Lama. 8 pp.

OSGOOD,W. H. 1943. The mammals of Chile. Field Museum Natural History, Zoological Series 30:1-268.

PINE, R. H., S. D. MILLER Y M. L. SCHAMBERGER. 1979. Contributions to the mammalogy of Chile. Mammalia, 43:339-376.

PONCE, C. 1996a. Políticas, estrategias y acciones para la conservación de la diversidad biológica en los sistemas andinos de áreas protegidas. Documento Técnico N° 20. Proyecto FAO/PNUMA FP/0312-94-14. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 83pp.

PONCE, C. 1996b. Políticas, estrategias y acciones para la conservación de la diversidad biológica en los sistemas amazónicos de áreas protegidas. Documento Técnico N° 21. Proyecto FAO/PNUMA FP/0312- 94-14. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 105pp.

Folio018887

PRESSEY Y TAFFS, 2001. Scheduling conservation action in production landscapes: priority areas in western New South Wales defined by irreplaceability and vulnerability to vegetation loss. Revista Biological Conservation Nº **100:**355–376.

PURVIS A. Y A. HECTOR. 2000. Getting the measure of biodiversity. Nature 405: 212-219.

QUINTANILLA V. 1983. Biogeografía, en Geografía de Chile, Tomo III, Instituto Geográfico Militar. Santiago.

REISE, D. Y W. VENEGAS. 1987. Catálogo de registros, localidades y biotopos del trabajo de investigación acerca de los pequeños mamíferos de Chile y Argentina. Gayana, Zoología 51:103-130.

RICKETTS *et al.* 1999. Aligning conservation goals: are patterns of species richness and endemism concordant at regional scales? Revista Animal Biodiversity and Conservation Nº 24: 91-99.

ROMERO PATRICIO. 2003. Determinación de zonas prioritarias para conservación biológica en la VII Región usando un Sistema de Información Geográfico (SIG) U. Austral de Chile. Profesor Patrocinante: Sr. Antonio Lara A. Trabajo de Titulación presentado como parte de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Forestal. Valdivia Chile

ROSLIN T. 2000. Dung beetle movements at two spatial scales. Revista Oikos Nº 91, pp 323–335.

SALVAT. 1984. Enciclopedia Visual. Tomo III El Mundo Viviente. Salvat Editores. España. 252 p.

SCHLUTER Y RICKLEFS. 1993. Species diversity, an introduction to the problem. Pp. 1-12 en: R. Ricklefs y D. Schluter (eds.) Species diversity in ecological communities, historical and geographical perspectives. The University of Chicago Press. Chicago, USA.

SCHTICKZELLE Y BAGUETTE. 2003. Behavioural responses to habitat patch boundaries restrict dispersal and generate emigration–patch area relationships in fragmented landscapes. Revista Journal of Animal Ecology Nº 72, pp 533–545.

SEMARNAP. 1997. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México.

SEPÚLVEDA, CLAUDIA. 2002. Áreas privadas protegidas y territorio: la conectividad que falta. Ambiente y Desarrollo, Vol XVIII, N°2-3-4. CIPMA. Valdivia.

Folio018888

SERNAGEOMIN. 2000. Atlas de Faenas Mineras de las Regiones III y IV.

SERPLAC ATACAMA. SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL DE PLANIFICACIÓN Y COOPERACIÓN. 2001. Estrategia Regional de Desarrollo Atacama 2001-2006. 112 pp.

SERPLAC ATACAMA. SECRETARÍA REGIONAL MINISTERIAL DE PLANIFICACIÓN REGIÓN DE ATACAMA. 2001. Carpeta de información comunal Alto del Carmen. 14 pp.

SOLBRIG, O.T. 1991. From genes to ecosystems: a research agenda for biodiversity. International Union of Biological Sciences. Cambridge, Mass., USA.

SOSA ESCALANTE JAVIER. [s.a.]. Valoración y seguimiento de la biodiversidad: Implicaciones en conservación y manejo. Departamento de Zoología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Apartado postal 116-4 Itzimná, Mérida, Yucatán, México. 24 pp.

SPACKMAN Y HUGHES. 1995. Assessment of minimun stream corridor width for biological conservation: species richness and distribution along mid-order streams in Vermont, USA *Biological Conservation* 71: 325-332

TAMAYO M. Y D. FRASSINETTI. 1980. Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. Boletín Museo Nacional Historia Natural, Chile, 37:323-399.

TAMAYO, M., H. NÚÑEZ Y J. YÁÑEZ. 1987. Lista sistemática actualizada de los mamíferos vivientes en Chile y sus nombres comunes. Noticiario Mensual Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 312:1-13.

TEPU. TERRITORIOS Y PUELOS INDÍGENAS. 2005. Informe preliminar estudio etno-histórico y etno-territorial en Huasco Alto. 159 pp.

THE NATURE CONSERVANCY. TNC. 2000. Diseño de una geografía de la esperanza. Manual para la planificación de la conservación ecorregional. 215 pp.

THE NATURE CONSERVANCY. TNC. [s.a.]. Paisajes funcionales y la conservación de la biodiversidad. Documentos de trabajo para la ciencia de la conservación N º 1. Poiani & Richter eds. 12 pp.

TISCHENDORF Y FAHRIG. 2000. On the usage and measurement of landscape Connectivity. Revista Oikos N º 90, pp 7–19.

TOLEDO *et al*., 1993. Zoología evolutiva de los vertebrados. Síntesis. Madrid, España.

TORRES-MURA, J. C. 1994. Fauna terrestre de Chile. En “Perfil ambiental de Chile”. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, 596pp.

TURPIE K.J; E.L. BECKLEY; M.S. KATUA. 2000. Biogeography and the selection of priority areas for conservation of South African coastal fishes. Biological Conservation 92 (1): 59-72

UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 33 pp.

VALENCIA, J. Y A. VELOSO. 1981. Zoogeografía de los saurios de Chile, proposiciones para un esquema ecológico de distribución. Medio Ambiente 5:5-14.

VAN DER ZEE Y ZONNEVELD. 2001.

VAN DER ZEE, D. AND ZONNEVELD, I.S. (EDS.). 2001. Landscape ecology applied in land evaluation, development and conservation : some worldwide selected examples. Enschede : ITC. 412 p. (ITC Publication ; 81) (IALE Publication : International Association for Landscape Ecology ; MM-1)

VELÁZQUEZ, A., G. BOCCO Y A. TORRES. 2001. Turning scientific approaches into practical conservation actions: The case of comunidad indigena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mexico. *Environmental Management* 27(5): 655-665.

VELOSO, A. Y J. NAVARRO. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino 6:481-539.

WALTER. 1979. Vegetation of the Earth, and ecological systems of the geobiosphere. Springer-Verlag, New York, New York.

WERNER. 1990. Conserving the world's biological diversity. IUCN, WRI, WWF, WB. Washington, USA.

WILLIAMS *et al*., 1996. Los bordes de selvas y bosques. Revista Ciencia y desarrollo, N º 17: 65-71.

WILSON, E. O. 1988. Biodiversity. National Academy Press. Washington, USA.

WILSON E. O.. 2002. The Future of Life. Alfred A. Knopf (ed.), New York.

WITH K. 1994. Using fractal analysis to assess how species perceive landscape structure. Revista Landscape Ecology Nº 9, pp 25-36.

WITH K. Y CRIST T. 1995. Critical thresholds in species responses to landscape structure. Revista Ecology Nº 76, pp 2446-2459.

WITH Y KING. 1999. Dispersal success on fractal landscapes: a consequence of lacunarity thresholds. Revista *Landscape Ecology* Nº 14, pp 73-82.

Folio018890

ZONNEVELD . 1988. The land unit a fundamental concept in landscape ecology, and its application. Landscape Ecology 3:67 86.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

<http://www.conaf.cl> Visitado entre Julio 2004 y Agosto 2005.

<http://www.conama.cl> Visitado entre Julio 2004 y Agosto 2005.

<http://www.elbosquechileno.cl> Extraído el 15 de Julio de 2005.

<http://www.fao.org> Visitado entre Julio 2004 y Agosto 2005.

<http://www.ine.gob.mx> Extraído el 30 de marzo de 2005.

<http://www.inbio.ac.cr> Extraído el 27 de enero de 2005.

<http://usuarios.lycos.es/nnl/ecologia/biodiver.htm> Extraído el 19 de noviembre de 2003.

<http://araneus.humboldt.org.co/conservacion/cons_ex_situ.htm> Extraído el 18 de abril de 2005.

<http://usuarios.lycos.es/nnl/ecologia/biodiver.htm> Extraído el 19 de noviembre de 2003.

<http://www.conam.gob.pe/modulos/CHM/chm_exsitu.asp> Consejo Nacional del Ambiente. Perú. Extraído el 25 de mayo de 2005.

Folio018891

ANEXO Nº 1: ENCUESTA DE CARACTERIZACIÓN DE USO DE RECURSOS TERRITORIALES EN LA COMUNIDAD HUASCOALTINOS

Nº Encuesta	
Localidad	
Encuestador	
Fecha	

I IDENTIFICACIÓN:

¿Cuál es su nombre?.....

¿Don (ña).....cuántos años tiene?.....

¿Cuántas personas componen su hogar? .....

(Son miembros del **Hogar** las personas con o sin vínculo de parentesco que habitan en la misma vivienda y tienen presupuesto de alimentación común.)

4. ***¿Don (ña)..... me podría decir el nombre de las personas que componen su hogar, la edad y el parentesco con usted (o sea, si son sus hermanos, su papá, su señora (o marido), sus hijos, etc.)?***

	Parentesco de los miembros del Hogar con el Jefe de Hogar. Son miembros del Hogar las personas con o sin vínculo de parentesco que habitan en la misma vivienda y tienen presupuesto de alimentación común: Jefe de Hogar Cónyuge, pareja Hijo(a) Padre, madre Suegro(a) Yerno, nuera Nieto(a) Hermano(a) Cuñado(a) Otro familiar Otro no familiar		
	NOMBRE	**PARENTESCO**	**EDAD (años cumplidos)**
1			
2			
3			
4			
5			

II ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL GRUPO FAMILIAR

5. ¿En qué trabaja usted?	***6. ¿Cuánto tiempo trabaja en cada una de estas actividades?***			
	A. Todo el año	**B.** Algunos meses (Indicar cuántos)	**C.** Algunas semanas (indicar cuántas semanas)	**D.** Algunos días (Indicar cuántos días)
A. Ganadería				
B. Parronales pisqueros				
C. Agricultura (de verduras u otros frutales)				
D. Minería o Pirquinería				
E. Venta de productos ganaderos o agrícolas				
F. Construcción				
G. Artesanías				
H. Pesca				
I. Empleo público				
J. Recolección (plantas medicinales, flores, semillas y posterior venta, etc)				
K. Otros (especificar)				

7. ¿ La familia percibió algunos de los siguientes ingresos los últimos meses?

Tipo de ingreso	Monto ($)
A. Sueldos por Trabajo Ganadero	
B. Sueldos por Trabajo Agrícola	
C. Sueldos por otros trabajos	
D. Asignaciones familiares	
E. Pensiones	
F. Jubilaciones	
G. Subsidios	
H. Otros ingresos monetarios	

8. Ventas de:	**9. Cantidad de unidades vendidas**	**10. Valor Unitario ($)** Cuánto le Pagaron por cada unidad que vendió (kg, saco, unidad, etc.)	**11. Monto ($)** Cantidad total de dinero que recibió.
Carne			
Leche			
Queso			
Lana			
Guano			
Hortalizas			
Cereales			
Frutas			
Fardos de pasto			
Carbón			
Leña			
Cortezas			
Semillas			
Vacas			
Caballos, mulas y burros			
Ovejas			
Cabras			
Chanchos			
Conejos, liebres			
Pavos, gansos, patos, gallinas			
Miel, jalea real, cera de abejas			
Mantas, morrales			
Riendas, lazos			
Pingo – pingo			
Chachacoma			
Bailahuén			
Llareta			
Caspiche			
Zonas de Camping			
Cabalgatas			
Arriendo de caballos			
Guía			
Otros ingresos (especificar)			

Folio018894

III DOTACIÓN DE ANIMALES EN EL SISTEMA

12. ¿Qué animales tiene?	13. ¿Cuántos tiene de cada uno?	14. ¿Cuántos consumieron el año pasado (incluyendo regalados y cambiados)?	15. ¿Cuántos murieron el año pasado?	16.¿Cuál es el alimento principal de ellos?
Caballos, mulas y burros				
Ovejas				
Cabras				
Llamas, alpacas, vicuñas, guanacos				
Vacas				
Chanchos				
Otros (especificar)				

IV UBICACIÓN Y USO DE ZONAS DE CRIANCERÍA

¿Podría nombrar los sitios de veranada e invernada según el siguiente cuadro?

17. Nombre los sitios ocupados o de tránsito en la VERANADA	19. ¿Cuántas hectáreas ocupa en la criancería en cada sitio?	20. ¿Comparte el lugar con otro criancero? (SI/NO)	21. ¿cuántos meses se usa en el año?)
18. Nombre los sitios ocupados o de tránsito en la INVERNADA?			

V DISPONIBILIDAD DE AGUA Y MANEJO EN EL SECTOR DE CRIANCERÍA

¿De dónde saca agua?

	22. Para tomar o cocinar	**23. Para que tomen los animales**	**24. Para regar**
A. Pozo			
B. Aguada			
C. Acequia			
D. Río			
E. Vertiente			
F. Otro			

25. ¿Cuánta superficie riega?

26. ¿Cómo es el sistema de riego?

VI EXTRACCIÓN DE RECURSOS NATURALES EN EL LUGAR DE PASTOREO:

27. Recursos que usted saca del lugar de pastoreo	28. Cuánto camina para sacar estos recursos desde la majada	29. Cuántos días se demora en recoger estos recursos	30. ¿Para qué usa este recurso?	31. ¿Cuánto saca en promedio al mes?	32. ¿Cuáles son los principales sitios para sacar estos recursos?	33. ¿Cuánto se consume de este recurso en la familia?
1. Varillas						
2. Llaretas						
3. Semillas algarrobo						
4. Semillas y frutos de Chañares						
5. Semillas de churque						
6. Ramas de churque						
7. Otras Plantas medicinales						
8. Animales cazados						
9. Cachiyuyos						
10. Bailahuén						
11. Chachacoma						
12. Otras Plantas Medicinales						
13. Otros (especificar)						

Folio018897

ANEXO Nº 2: TRATADOS AMBIENTALES SUSCRITOS POR EL ESTADO CHILENO.

	CONVENIO, ACUERDO O TRATADO	LUGAR Y FECHA DE LA FIRMA	DECRETO QUE LO PROMULGA Y ORDENA SU CUMPLIMIENTO COMO LEY DE LA REPUBLICA	OBJETIVO GENERAL	COORDINACION EN CHILE Y PUNTO FOCAL
1	**Convención para la Protección de la flora, la fauna y las bellezas escénicas naturales de América**	12/10/1940Washington, EEUU	D.S. Nº531 de 1967 de RR.EE., (D.O. 4/10/67)	Preservar todas las especies y géneros de la flora y fauna de América de la extinción y preservar áreas de extraordinaria belleza, con énfasis en formaciones geológicas o con valor estético, histórico o científico	Ministerio de Relaciones Exteriores y Corporación Nacional Forestal
2	Convenio Internacional para la regulación de la caza de la ballena	2/12/1946 Washington, EEUU	D.S. Nº489 de 1979 de RR.EE. (D.O. 21/9/79)	Proteger a todas las especies de ballenas de la sobre- explotación y salvaguardar para las futuras generaciones este gran recurso natural y establecer un sistema de regulación internacional para la pesca de la ballena para asegurar su preservación y el desarrollo de su stock.	Ministerio de Relaciones Exteriores
3	Tratado Antártico	1/12/1959, Washington, EEUU	D.S. Nº361 de 1961 de RR.EE. (D.O. 14/07/61) Se considera texto oficial el publicado en el D.O. de 2/12/1961	Asegurar que el continente Antártico sea utilizado para fines pacíficos, fomentando la cooperación internacional en la investigación científica y previendo que el área no se convierta en escenario u objeto de disputas internacionales.	Ministerio de Relaciones Exteriores Consejo de Política Antártica Instituto Antártico Chileno (INACH)
4	**Convenio sobre zonas húmedas de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (RAMSAR)**	2/2/1971, Ramsar, Irán	D.S. Nº771 de 1981 de RR.EE. (D.O 11/11/81)	Detener la progresiva ocupación y desaparición de los humedales, en la actualidad y en el futuro, reconociendo sus fundamentales funciones ecológicas y su valor económico, cultural, científico y recreacional	Ministerio de Relaciones Exteriores Corporación Nacional Forestal
5	Convención sobre Conservación de Focas Antárticas	1/6/1972 Reino Unido	D.S. Nº191 de 1980 de RR.EE. (D.O. 24/4/80)	Promover y alcanzar la protección, el estudio científico y el uso racional de las focas antárticas y mantener un balance satisfactorio en el sistema ecológico antártico	Ministerio de Relaciones Exteriores SERNAP
6	**Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)**	3/3/1973, Washington, EEUU	D.S. Nº141 de 1975 de RR.EE. (D.O. 25/3/75)	Proteger ciertas especies en peligro de la sobre-explotación producida por el sistema de comercio internacional (importación - exportación).	Ministerio de Relaciones Exteriores Autoridades administrativas: Servicio Agrícola y Ganadero,

Folio018898

					Corporación Nacional Forestal y Servicio Nacional de Pesca Autoridad Científica: CONICYT
7	**Convenio sobre la conservación de especies migratorias de la fauna salvaje**	23/6/1979 Bonn, Alemania	D.S. Nº 868 de 1981 de RR.EE. (D.O. 12/12/81	Proteger a aquellas especies de animales salvajes que migran a través de los límites nacionales	Ministerio de Relaciones Exteriores Servicio Agrícola y Ganadero, Corporación Nacional Forestal y Subsecretaría de Pesca
8	Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos	11/9/1980 Canberra, Australia	D.S. Nº662 de 1981 de RR.EE. (D.O. 12/12/81)	Salvaguardar el medio ambiente y proteger la integridad del ecosistema de los mares que rodean a la Antártica y conservar sus recursos marinos vivos	Ministerio de Relaciones Exteriores
9	Convenio para la protección del medio ambiente y la zona costera del Pacífico Sudeste	12/11/1981 Lima, Perú	D.S. Nº 296 de 1986 de RR.EE. (D.O. 14/6/86)	Proteger el medio ambiente marino y de las zonas costeras del Pacífico Sudeste en las 200 millas marinas de soberanía bajo jurisdicción de las Partes y más allá de esa área, la alta mar hasta la distancia en que su contaminación pueda afectar las 200 millas marinas.	Ministerio de Relaciones Exteriores
10	Acuerdo sobre la cooperación regional para el combate contra la contaminación del Pacífico Sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas en caso de emergencia	12/11/1981 Lima, Perú	D.S. 425 de 1986 de RR.EE. (D.O. 11/8/86)	Proteger a los Estados costeros y el ecosistema marino de la contaminación del Pacífico Sudeste por hidrocarburos y otras sustancias peligrosas, en casos de emergencia	Ministerio de Relaciones Exteriores
11	Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar	10/12/1982 Montego Bay, Jamaica	D.S. Nº1.393 de 1997 de RR.EE. (D.O. 18.11.97)	Establecer un nuevo régimen jurídico para los mares y océanos que facilite las comunicaciones y promueva el uso con fines pacíficos de los mares y océanos y la utilización equitativa y eficiente de sus recursos	Ministerio de Relaciones Exteriores
12	Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono	22/3/1985 Viena, Austria	D.S. Nº719 de 1989 de RR.EE. (D.O. 8/3/90)	Proteger la salud humana y al medio ambiente de los efectos negativos producidos por las modificaciones en la capa de ozono.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
13	Protocolo de Montreal relativo a	16/9/1987, Montreal,	D.S. Nº238 de 1990 de RR.EE.	Proteger la capa de ozono tomando medidas precautorias	Ministerio de Relaciones

	las sustancias agotadoras de la capa de ozono	Canadá	(D.O. 28/4/90)	para controlar las emisiones globales de las sustancias que provocan su disminución	Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
14	Convenio de Basilea para el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación	22/3/1989, Basilea, Suiza	D.S. Nº685 de 1992 de RR.EE. (D.O. 13/10/92)	Reducir el movimiento transfronterizo de los desechos peligrosos definidos por el Convenio, en una forma que sea consistente con un manejo eficiente y ambientalmente adecuado de dichos desechos.	Ministerio de Relaciones Exteriores Ministerio de Salud
15	**Tratado entre la República de Chile y la República de Argentina sobre Medio Ambiente**	2/8/1991 Buenos Aires, Argentina	D.S. Nº 67 de 1992 de RR.EE. (14/4/93)	Emprender acciones coordinadas o conjuntas en materia de protección, preservación, conservación y saneamiento del medio ambiente e impulsarán la utilización racional y equilibrada de los recursos naturales, teniendo en cuenta el vínculo existente entre medio ambiente y desarrollo.	Ministerio de Relaciones Exteriores
16	Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente	4/10/1991, Madrid, España	D.S. Nº396 de 1995 de RR.EE. (18/2/98)	Reafirmar el status de la Antártica como un área especial de conservación y realzar el marco de protección del ambiente antártico y sus ecosistemas dependientes y asociados.	Ministerio de Relaciones Exteriores e Instituto Antártico Chileno (INACH)
17	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático	9/5/1992, New York, EEUU	D.S. Nº 123 de 1995 de RR.EE. (D.O. 13/4/95)	Estabilizar las concentraciones de los Gases de Efecto Invernadero en la atmósfera, a un nivel tal que ya no existan interferencias antropógenas significativas en el sistema climático.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
18	**Convenio sobre la Diversidad Biológica**	5/6/1992, Río de Janeiro, Brasil	D.S. Nº 1.963 de 1994 de RR.EE. (D.O. 6/5/95)	Promover el uso sustentable de los componentes de la biodiversidad y fomentar una distribución equitativa de los beneficios generados por la utilización de los recursos genéticos.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
19	Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África	17/6/1994, París, Francia	D.S. Nº 2.065 de 1997 de RR.EE. (D.O. 13/2/98)	Combatir la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados, especialmente en África	Ministerio de Relaciones Exteriores Corporación Nacional Forestal

Folio018900

20	Acuerdo de Cooperación Ambiental Chile – Canadá	6/2/1997 Ottawa, Canadá	D.S. Nº1.020 de 1997 de RR.EE. (D.O). 5/7/97	Fortalecer la cooperación ambiental entre las Partes y asegurar la ejecución eficaz de las leyes y regulaciones ambientales de cada una de ellas, favoreciendo, además, que se alcancen las metas y los objetivos ambientales del Tratado de Libre Comercio Chile – Canadá.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente
21	Protocolo de Kioto	11/12/1997 Kioto	Chile suscribió el convenio el día 17/06/98 y lo ratificó el 28/08/02	Establece compromisos vinculantes que fijan objetivos cuantificados y calendarizados de reducción de emisiones de gases efecto invernadero.	
22	Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo aplicable a ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos objeto de comercio internacional	10/9/1998, Rotterdam, Países Bajos	Chile suscribió el convenio el día 11/9/1998	Promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos en la esfera del comercio internacional de ciertos compuestos químicos peligroso y plaguicidas, a fin de proteger la vida humana y el medio ambiente.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente SAG Ministerio De Salud
23	Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología	29/1/2000 Montreal, Canadá	Chile suscribió el convenio el día 24/5/2000	Contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambient
24	Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes	Estocolmo,Suecia 23/5/2001	Chile suscribió el convenio el día 23/5/2001	Teniendo presente el principio de precaución, consagrado en el principio 15 de la Declaración de Río, el objetivo del Convenio de Estocolmo es proteger a la salud humana y el medio ambiente frente a los contaminantes orgánicos persistentes.	Ministerio de Relaciones Exteriores Comisión Nacional del Medio Ambiente

Fuente: <http://www.conama.cl>

ANEXO N º 3: INSTRUMENTOS LEGALES DE PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD NACIONAL

NORMATIVA JURÍDICA	AREA DE PROTECCIÓN	INSTITUCIÓN COMPETENTE
DS. Nº4363 / 31. "Ley de Bosques"	Reservas de Bosques Parques Nacionales Turismo	CONAF
DS. Nº531 / 67 (Convención de Washington) Ley Nº 18.362 / 84	Parques Nacionales Reservas Nacionales Monumentos Naturales Reservas de Región Virgen	Min. Agricultura (CONAF)
Ley Nº17.288 / 70	Santuarios de la Naturaleza terrestres o marinos	Consejo Monumentos Nacionales DIRECTEMAR CONAF
DL. Nº1939 / 77	Reservas Forestales Parques Nacionales	Min. Bienes Nacionales Min. Agricultura (CONAF)
DS. N°771 / 81, Min. Relac. Ext. (Convención de RAMSAR)	Humedales de Importancia Internacional	Ministerio de Relaciones Exteriores, CONAF
Ley Nº18.378 / 84	Áreas de Conservación de Riqueza Turística	Min. Agricultura SERNATUR
Ley Nº18.378 / 84	Distritos de Conservación de suelos, bosques, aguas	Min. Agricultura
Ley Nº19.473 / 94	Lugares de prohibición de caza	Min. Agricultura SAG – CONAF SERNAPESCA
Ley Nº19.300 / 94, Ley de Bases Generales del Medio Ambiente	Áreas Silvestres protegidas de Propiedad Privada	

Folio018902

NORMATIVA JURÍDICA	AREA DE PROTECCIÓN	INSTITUCIÓN COMPETENTE
DS. Nº1.963 / 94, Min. Relac.Ext. DS. 95 / 2002 Min. Segpres, art.2º, a)	Áreas Protegidas	Organismo supervisor del SNASPE (CONAF)
DS. Nº95 / 2002, Min. Segpres, art.2º, f)	Zonas con Valor Paisajístico	SERNATUR
Código de Minería y Reglamento	Lugares de Interés Histórico o Científico	Presidente de la República Min. De Minería Min. Agricultura
Ley Gral. De Urbanismo MINVU y Construcciones y su Ordenanza General	Áreas especiales en planificación territorial	Municipios

Fuente: BIOTA. 2003, completado por E. Núñez y C. Peña. Abril 2004.

Folio018903

ANEXO N º 4: FORMACIONES VEGETALES (GAJARDO, 1994) Y SU PRESENCIA EN EL SNASPE (CONAF, 1997) **

REGIONES, SUB-REGIONES, FORMACIONES	*TOTAL PRESENCIA SNASPE (ha)*	*%*
1 . Región del Desierto		
A. Sub-Región del Desierto Absoluto		
1.1. Desierto Interior	*63.951*	*1,0*
1.2. Desierto del Tamarugal	*37.142*	*60,6*
1.3. Desierto de los Salares y de las Pampas	***SP***	-
1.4. Matorral Ripario de las Quebradas y los Oasis	***SP***	-
1.5. Desierto Interior de Tal –Tal	***SP***	-
1.6. Desierto Estepario de las Sierras Costeras.	*9.127*	*0,8*
B. Sub-Región del Desierto Andino		
1.7. Matorral Desértico con Suculentas Columnares	*11.354*	*3,9*
1.8. Desierto de los Aluviones	***SP***	-
1.9. Desierto de la Cuenca Superior del Río Loa	*1.250*	*0,3*
1.10. Desierto Montano de la Cordillera de Domeyko	*	-
1.11. Desierto Estepario de El Salvador	***SP***	-
1.12. Desierto del Salar de Atacama	*19.381*	*2,9*
C. Sub-Región del Desierto Costero		
1.13. Desierto Costero de Tocopilla	*2.142*	*0,5*
1.14. Desierto Costero de Tal –Tal	*34.127*	*5,2*
1.15. Desierto Costero del Huasco	*46.046*	*7,3*
D. Sub-Región del Desierto Florido		
1.16. Desierto Florido de los Llanos	***SP***	-
1.17. Desierto Florido de las Serranías	***SP***	-
2. Región de la Estepa Alto – Andina		
A. Sub-Región del Altiplano y de la Puna		
2.1. Estepa Alto-Andina Altiplánica	*396.510*	*39,6*
2.2. Estepa Alto-Andina Sub-Desértica	*36.445*	*4,4*
2.3. Estepa Arbustiva Pre-Altiplánica	*25.205*	*7,5*
2.4. Estepa Arbustiva Pre-Puneña	*	-
2.5. Estepa Sub-Desértica de la Puna de Atacama	*50.355*	*3,2*
2.6. Estepa Desértica de los Salares Andinos	*	-
2.7. Desierto Alto-Andino del Ojos del Salado	***SP***	-
B. Sub-Región de los Andes Mediterráneos		
2.8. Estepa Alto-Andina de la Cordillera de Doña Ana	***SP***	-
2.9. Estepa Pre-Andina de la Cordillera de Coquimbo	***SP***	-
2.10. Matorral Esclerófilo Andino	*23.927*	*3,0*
2.11. Estepa Alto-Andina de la Cordillera de Santiago	*32.390*	*3,2*
2.12. Estepa Alto-Andina de los Andes Maulinos	*	-
3. Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo		
A. Sub-Región del Matorral Estepario		
3.1. Matorral Estepario Costero	*9.959*	*2,1*
3.2. Matorral estepario Interior	*4.357*	*0,6*
3.3. Matorral Estepario Boscoso	*300*	*13,1*

REGIONES, SUB-REGIONES, FORMACIONES	TOTAL PRESENCIA SNASPE (ha)	%
3.4. Matorral Estepario Arborescente	***SP***	-
B. Sub-Región del Matorral y del Bosque Espinoso		
3.5. Matorral Espinoso de las Serranías	***SP***	-
3.6. Bosque Espinoso Abierto	***SP***	-
3.7. Matorral Espinoso de la Cordillera de la Costa	***SP***	-
3.8. Matorral Espinoso del Secano Costero	***SP***	-
3.9. Matorral Espinoso del Secano Interior	***SP***	-
C. Sub-Región del Bosque Esclerófilo		
3.10. Bosque Esclerófilo Costero	*7.928*	*1,1*
3.11. Bosque Esclerófilo de la Pre-Cordillera Andina	*5.601*	*3,1*
3.12. Bosque Esclerófilo Montano	*	-
3.13. Bosque esclerófilo Maulino	***SP***	-
3.14. Bosque Esclerófilo de los Arenales	***SP***	-
4. Región del Bosque Caducifolio		
A. Sub-Región del Bosque Caducifolio Montano		
4.1. Bosque Caducifolio de Santiago	*5.146*	*4,9*
4.2. Bosque Caducifolio de La Montaña	*	-
4.3. Bosque Caducifolio Maulino	*192*	*0,1*
4.4. Bosque Caducifolio de la Pre-Cordillera	*	-
B. Sub-Región del Bosque Caducifolio del Llano		
4.5. Bosque Caducifolio de Concepción	*6.131*	*0,5*
4.6. Bosque Caducifolio de La Frontera	***SP***	-
4.7. Bosque Caducifolio Interior	*156*	*0,1*
4.8. Bosque Caducifolio del Sur	*97*	*0,0*
C. Sub-Región del Bosque Caducifolio Andino		
4.9. Bosque Caducifolio Andino del Bío-Bío	*8.406*	*2,7*
4.10. Bosque Caducifolio Mixto de la Cordillera de los Andes	*17.846*	*3,5*
5. Región del Bosque Laurifolio		
A. Sub-Región del Bosque Laurifolio de Valdivia		
5.1. Bosque Laurifolio Valdiviano	*8.594*	*1,5*
5.2. Bosque Laurifolio de los Lagos	*48.281*	*7,3*
5.3. Bosque Laurifolio de Chiloé	*59.687*	*5,2*
5.4. Bosque Laurifolio Andino	*126.250*	*55,9*
B. Sub-Región del Bosque Laurifolio del Archipiélago de Juan Fernández		
5.5. Bosque y Matorral Laurifolio de Más a Tierra	*98*	-
5.6. Bosque y Matorral Laurifolio de Más afuera	*100*	-
6. Región del Bosque Andino-Patagónico		
A. Sub-Región de las Cordilleras de la Araucanía		
6.1. Estepa Alto-Andina Sub-Húmeda	*46.779*	*15,1*
6.2. Bosque Caducifolio Alto-Andino de Chillán	*41.250*	*41,9*
6.3. Bosque Caducifolio Alto-Andino con Araucaria	*251.537*	*35,1*
6.4. Bosque Alto-Montano de Nahuelbuta	*2.996*	*2,0*
6.5. Matorral Patagónico con Araucaria	*12.823*	*9,0*
B. Sub-Región de las Cordilleras Patagónicas		
6.6. Bosque Caducifolio Alto-Andino Húmedo	*158.906*	*30,4*
6.7. Bosque Patagónico con Coníferas	***SP***	-

Folio018905

REGIONES, SUB-REGIONES, FORMACIONES	*TOTAL PRESENCIA SNASPE (ha)*	*%*
6.8. Matorral Caducifolio Alto-Montanos	*88.409*	*18,2*
6.9. Bosque Caducifolio de Aisén	*183.251*	*10,4*
6.10. Bosque Caducifolio de Magallanes	*166.264*	*8,5*
7. Región del Bosque Siempreverde y de las Turberas		
A. Sub-Región del Bosque Siempreverde con Coníferas		
7.1. Bosque Siempreverde de la Cordillera Pelada	*3.438*	*2,2*
7.2. Bosque Siempreverde de la Cordillera de los Andes	*72.032*	*22,4*
7.3. Bosque Siempreverde con Turberas de la Isla de Chiloé	*12.500*	*4,9*
7.4. Bosque Siempreverde con Turberas de los Chonos	*467.998*	*56,8*
7.5. Bosque Siempreverde de Puyuhuapi	*276.645*	*17,4*
B. Sub-Región del Bosque Siempreverde Micrófilo		
7.6. Bosque Siempreverde Montano	*43.006*	*6,6*
7.7. Bosque Siempreverde Mixto del Baker	*41.559*	*13,2*
7.8. Bosque Siempreverde de Magallanes	*146.250*	*14,5*
7.9. Bosque Siempreverde y Matorral Turboso de la Isla Navarino	*230.000*	*22,9*
C. Sub-Región de las Turberas, del Matorral y de la Estepa Pantanosa		
7.10. Matorrales Siempreverdes Oceánicos	*325.765*	*98,6*
7.11. Matorrales Peri-Glaciares	*557.523*	*99,0*
7.12. Turberas y Matorral Siempreverde Pantanoso del Canal de Messier	*3.789.251*	*96,1*
7.13. Turberas y Estepa Pantanosa de los Archipiélagos Magallánicos	*2.138.950*	*47,6*
7.14. Turberas y Desierto Frío del Cabo de Hornos	*390.593*	*52,4*
8. Región de la Estepa Patagónica		
A. Sub-Región del Matorral y de la Estepa Patagónica de Aisén		
8.1. Estepa Patagónica de Aisén	*10.251*	*2,3*
B. Sub-Región de la Estepa Patagónica de Magallanes		
8.2. Estepa Patagónica de Magallanes	*5.152*	*0,3*

* = Áreas creadas recientemente a las que no se ha calculado la cobertura

** = Los antecedentes presentados corresponden a la información disponible de CONAF la cual data de 1997. Desde esta fecha a la actual (año 2005) han existido algunos cambios los cuales también influyen en la representatividad ecosistémica del SNASPE. Sin embargo, estos cambios se han realizado en la zona sur-austral de Chile por lo que no afectarían la cuantificación de las formaciones vegetacionales de la zona de estudio.

SP = Sin presencia

ANEXO Nº 5: LISTADO FLORÍSTICO, COMUNA ALTO DEL CARMEN.

División		
Clase		
Familia		

Especie	Origen	Est. Conserv.
Polypodiopsida		
Adiantaceae		
Adiantum chilense Kaulf. var. chilense	Autóctona	FP©
Cheilanthes hypoleuca (Kunze) Mett.	Autóctona	SP
Cheilanthes mollis (Kunze) K. Presl.	Autóctona	SI
Sphenopsida		
Equisetaceae		
Equisetum giganteum L.	Autóctona	V©
Pinophyt		
Gnetopsida		
Ephedraceae		
Ephedra breana Phil.	Autóctona	SP
Ephedra chilensis C. Presl	Autóctona	SP
Magnoliophyta		
Magnoliopsida		
Amaranthaceae		
Amaranthus hybridus L.	Alóctona	NC
Anacardiaceae		
Schinus molle L. var. areira (L.) DC.	Autóctona	SP
Schinus polygamus (Cav.) Cabr.	Autóctona	SP
Apiaceae		
Apium andinum Phil.	Autóctona	SI
Apium leptophyllum (Pers.) F. Muell. ex Benth.	Autóctona	SI
Apium sp.	Autóctona	SI
Asteriscium chilense Cham. et Schlecht.	Autóctona	SI
Azorella cryptantha (Clos) Reiche	Autóctona	SP
Azorella madreporica Clos	Autóctona	SP
Azorella trifoliolata Clos	Autóctona	SI
Foeniculum vulgare Mill.	Alóctona	NC
Gymnophyton flexuosum Clos	Autóctona	SP
Gymnophyton robustum Clos	Autóctona	SP
Gymnophyton sp.	Autóctona	SP
Gymnophyton spinosissimum Phil.	Autóctona	SP
Homalocarpus dichotomus (Poepp. ex DC.) Math. et Const.	Autóctona	SI
Hydrocotyle ranunculoides L. f.	Autóctona	SI
Laretia acaulis (Cav.) Gill. et Hook.	Autóctona	V
Lilaeopsis macloviana (Gand.) A.W. Hill	Autóctona	SI
Mulinum cfr. pauciflorum Reiche	Autóctona	SP
Mulinum spinosum (Cav.) Pers.	Autóctona	SP

Folio018907

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Aristolochiaceae		
Aristolochia bridgesii (Klotzsch) Duchart.	Autóctona	SI
Asclepiadaceae		
Cynanchum viride (Phil.) Reiche	Autóctona	SI
Asteraceae		
Anthemis cotula L.	Alóctona	NC
Aphyllocladus denticulatus (Remy) Cabr. var. denticulatus	Autóctona	SP
Arctium minus (J. Hill) Bernh.	Alóctona	NC
Aster squamatus (Spreng.) Hieron.	Autóctona	SI
Baccharis incarum Wedd.	Autóctona	SP
Baccharis linearis (R. et P.) Pers.	Autóctona	SP
Baccharis pingraea DC.	Autóctona	SI
Baccharis sagittalis (Less.) DC.	Autóctona	SP
Baccharis salicifolia (R. et P.) Pers.	Autóctona	SP
Baccharis spartioides (H. et A.) Remy	Autóctona	SP
Baccharis tola Phil.	Autóctona	SP
Baccharis volckmannii Phil.	Autóctona	SP
Bahia ambrosioides Lag.	Autóctona	SP
Bidens pilosa L.	Alóctona	NC
Centaurea cachinalensis Phil.	Autóctona	SP
Centaurea floccosa H. et A.	Autóctona	SI
Centaurea melitensis L.	Alóctona	NC
Chaetanthera acerosa (Remy) B. et H. ex Griseb.	Autóctona	SI
Chaetanthera glabrata (DC.) Meigen	Autóctona	SI
Chaetanthera gnaphalioides (Remy) Johnst.	Autóctona	SI
Chaetanthera lanata (Phil.) Johnst.	Autóctona	SI
Chaetanthera leptocephala Cabr.	Autóctona	SI
Chaetanthera limbata (D. Don) Less.	Autóctona	SI
Chaetanthera linearis Poepp. ex Less.	Autóctona	SI
Chaetanthera minuta (Phil.) Cabr.	Autóctona	SI
Chaetanthera pulvinata (Phil.) Haum.	Autóctona	SI
Chaetanthera sp.	Autóctona	SI
Chaetanthera sphaeroidalis (Reiche) Hicken	Autóctona	SI
Chuquiraga acicularis D. Don	Autóctona	SP
Cichorium intybus L.	Alóctona	NC
Conyza bonariensis (L.) Cronq.	Autóctona	SI
Conyza sp.	Autóctona	SI

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Cotula coronopifolia L.	Alóctona	NC
Doniophyton anomalum (D. Don) Kurtz	Autóctona	SI
Doniophyton weddellii Katinas et Stuessy	Autóctona	SI
Encelia canescens Lam.	Autóctona	SP
Erigeron leptopetalus Phil.	Autóctona	SI
Flaveria bidentis (L.) O.K.	Alóctona	NC
Gamochaeta sp.	Autóctona	SI
Gamochaeta stachydifolia (Lam.) Cabr.	Autóctona	SI
Gnapalium cf. coquimbense Phil.	Autóctona	SI
Gnaphalium coquimbense Phil.	Autóctona	SI
Gnaphalium sp. 1	Autóctona	SI
Gnaphalium sp. 2	Autóctona	SI
Gutierrezia neaeana (DC.) Blake	Autóctona	SP
Haplopappus angustifolius (DC.) Reiche	Autóctona	SP
Haplopappus baylahuen Remy	Autóctona	SP
Haplopappus baylahuen x linifolius	Autóctona	SP
Haplopappus linifolius (Phil.) Reiche	Autóctona	SP
Haplopappus parvifolius (DC.) A. Gray	Autóctona	SP
Haplopappus rigidus Phil.	Autóctona	SP
Haplopappus sp.1	Autóctona	SP
Haplopappus sp. 2	Autóctona	SP
Haplopappus sp. 3	Autóctona	SP
Haplopappus sp.4	Autóctona	SP
Helenium atacamense Cabr.	Autóctona	SI
Hinterhubera scoparia (Phil.) Cabr.	Autóctona	SP
Lactuca serriola L.	Alóctona	NC
Leucheria polyclados (Remy) Reiche	Autóctona	SI
Leucheria runcinata D. Don	Autóctona	SI
Leucheria salina (Remy) Hieron	Autóctona	SI
Madia chilensis (Nutt.) Reiche	Autóctona	SI
Madia sativa Mol.	Autóctona	SI
Mutisia cana Poepp. ex P. et E.	Autóctona	SI
Mutisia sinuata Cav.	Autóctona	SP
Ophryosporus paradoxus (H. et A.) Benth. ex B.L. Rob.	Autóctona	SP
Pachylaena atriplicifolia D. Don ex H. et A.	Autóctona	SI
Pachylaena sp.	Autóctona	SI
Perezia atacamensis (Phil.) Reiche	Autóctona	SI
Perezia purpurata Wedd.	Autóctona	SI

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Perityle emoryi Torr.	Autóctona	SI
Pluchea absinthioides (H. et A.)H. Rob. ex Cuatr.	Autóctona	SI
Polyachyrus carduoides Phil.	Autóctona	SP
Polyachyrus fuscus Meyen et Walp.	Autóctona	SP
Polyachyrus sphaerocephalus D. Don	Autóctona	SI
Proustia ilicifolia H. et A.	Autóctona	SP
Proustia sp.	Autóctona	SP
Schkuhria pinnata (Lam.) O.K.	Autóctona	SI
Senecio benaventianus Remy	Autóctona	SP
Senecio brachylobus Phil.	Autóctona	SP
Senecio breviscapus DC.	Autóctona	SI
Senecio crepidiodes Phil.	Autóctona	SP
Senecio haenkei DC.	Autóctona	SP
Senecio johnstonianus Cabr.	Autóctona	SP
Senecio jorquerae Phil.	Autóctona	SP
Senecio luridus Phil.	Autóctona	SP
Senecio micropifolius DC.	Autóctona	SP
Senecio microtis Phil.	Autóctona	SP
Senecio minutifolius Phil.	Autóctona	SP
Senecio murinus Phil.	Autóctona	SI
Senecio oreinus Cabr.	Autóctona	SI
Senecio oreophyton Remy	Autóctona	SP
Senecio proteus Remy	Autóctona	SP
Senecio santelicis Phil.	Autóctona	SI
Senecio segethii Phil.	Autóctona	SP
Senecio sp. 1	Autóctona	SP
Senecio sp. 2	Autóctona	SP
Senecio sp. 3	Autóctona	SP
Senecio tinctolobus Johnst.	Autóctona	SP
Senecio troncosii Phil.	Autóctona	SI
Senecio volckmannii Phil.	Autóctona	SP
Sonchus asper (L.) J. Hill.	Alóctona	NC
Sonchus oleraceus L.	Alóctona	NC
Tagetes minuta L.	Alóctona	NC
Tagetes multiflora H.B.K.	Autóctona	SI
Tanacetum parthenium (L.) Sch. Bip.	Alóctona	NC
Tanacetum vulgare L.	Alóctona	NC
Taraxacum officinale Weber	Alóctona	NC

Folio018910

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Tessaria absinthioides (H. et A.) DC.	Autóctona	SI
Viguiera adenotricha Blake	Autóctona	SP
Viguiera gayana (Phil.) Cabr. ex Esp.	Autóctona	SP
Viguiera sp.	Autóctona	SP
Werneria pinnatifida Remy	Autóctona	SI
Werneria pygmaea Gill. ex H. et A.	Autóctona	SI
Xanthium spinosum L.	Alóctona	NC
Bignoniaceae		
Argylia checoensis (Meyen) Johnst.	Autóctona	SI
Argylia geranioides DC.	Autóctona	SI
Argylia potentillifolia DC.	Autóctona	SI
Boraginaceae		
Cordia decandra H. et A.	Autóctona	V
Cryptantha calycina (Phil.) Reiche	Autóctona	SI
Cryptantha diffusa (Phil.) Johnst.	Autóctona	SI
Cryptantha gnaphalioides (A. DC.) Reiche	Autóctona	SP
Cryptantha involucrata (Phil.) Reiche	Autóctona	SI
Cryptantha kingii (Phil.) Reiche	Autóctona	SI
Cryptantha sp. 1	Autóctona	SI
Cryptantha sp. 2	Autóctona	SI
Cryptantha sp. 3	Autóctona	SI
Cryptantha sp. 4	Autóctona	SI
Heliotropium chenopodiaceum (A. DC.) Clos var. ericoideum	Autóctona	SP
Heliotropium chenopodiaceum (A.DC.) Clos	Autóctona	SP
Heliotropium sinuatum (Miers) Johnst.	Autóctona	SP
Pectocarya dimorpha (Johnst.) Johnst.	Autóctona	SI
Pectocarya gracilis (R et P) Johnst.	Autóctona	SI
Brassicaceae		
Brassica nigra Koch	Alóctona	NC
Brassica rapa L.	Alóctona	NC
Cardamine glacialis (G. Forster) DC.	Autóctona	SI
Descurainia erodiifolia (Phil.) Reiche	Autóctona	SI
Descurainia pimpinellifolia (Barn.) O.E. Schultz	Autóctona	SI
Descurainia sp. 1	Autóctona	SI
Descurainia sp. 2	Autóctona	SI
Descurainia stricta (Phil.) Prantl ex Reiche	Autóctona	SI
Hirschfeldia incana (L.) Lagrése - Fossat	Alóctona	NC

Folio018911

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Hymenolobus procumbens (L.) Nutt. ex Torr.	Autóctona	SI
Lepidium bonariense L.	Alóctona	NC
Lepidium brevicaule Barn.	Autóctona	SI
Lepidium sp. 1	Autóctona	SI
Lepidium sp. 2	Autóctona	SI
Lepidium strictum (S. Wats.) Rattan	Autóctona	SI
Mathewsia sp.	Autóctona	SI
Menonvillea alata Rollins	Autóctona	SI
Menonvillea cuneata (Gill. et Hook.) Rollins	Autóctona	SI
Menonvillea macrocarpa (Johnst.) Rollins	Autóctona	SI
Menonvillea orbiculata Phil.	Autóctona	SI
Menonvillea sp.	Autóctona	SP
Nasturtium officinale R. Br.	Alóctona	NC
Rapistrum rugosum (L.) All.	Alóctona	NC
Schizopetalon rupestre (Barn.) Reiche	Autóctona	SI
Schizopetalon sp.	Autóctona	SI
Sisymbrium officinale (L.) Scop.	Alóctona	NC
Sisymbrium sp. 1	Autóctona	SI
Sisymbrium sp. 2	Autóctona	SI
Sisymbrium sp. 3	Autóctona	SI
Weberbauera lagunae (O. E. Schulz) Al-Shehbaz	Autóctona	SI
Werdermannia pinnata (Barn.) O.E. Schultz	Autóctona	SI
Buddlejaceae		
Buddleja suaveolens Kunth et Bouché	Autóctona	SP
Cactaceae		
Eriosyce aurata (Pfeiff.) Backeb.	Autóctona	SP
Eriosyce lapampaensis F. Ritter	Autóctona	SP
Eulychnia acida Phil. var. procumbens Ritt.	Autóctona	SP
Maihueniopsis archiconoidea F.Ritter	Autóctona	SP
Neoporteria vallenarensis (Ritt.) A. Hoffman J.	Autóctona	R©
Opuntia berteri (Colla) A. Hoffmann	Autóctona	FP©
Opuntia glomerata Britton & Rose	Autóctona	SP
Pyrrhocactus eriosyzoides (F. Ritter) F. Ritter	Autóctona	SP
Trichocereus chilensis (Colla) Britton et Rose	Autóctona	SP
Calyceraceae		
Nastanthus caespitosus (Phil.) Reiche	Autóctona	SI
Nastanthus sp.	Autóctona	SI
Campanulaceae		

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Cyphocarpus rigescens Miers	Autóctona	SI
Hypsela reniformis (H.B.K.) K. Presl	Autóctona	SI
Hypsela sp.	Autóctona	NA
Pratia repens Gaud.	Autóctona	SI
Caryophyllaceae		
Arenaria rivularis Phil.	Autóctona	SI
Arenaria serpens H.B.K.	Autóctona	SI
Colobanthus quitensis (H.B.K.) Bartl.	Autóctona	SI
Spergularia pissisii (Phil.) Johnst.	Autóctona	SI
Spergularia sp.	Autóctona	SI
Stellaria stenopetala Phil.	Autóctona	SI
Celastraceae		
Maytenus boaria Mol.	Autóctona	SP
Chenopodiaceae		
Atriplex atacamensis Phil.	Autóctona	SP
Atriplex clivicola Johnst.	Autóctona	SP
Atriplex deserticola Phil.	Autóctona	SP
Atriplex imbricata (Moq.) Dietr.	Autóctona	SP
Atriplex madariagae Phil.	Autóctona	SP
Atriplex oreophila Phil.	Autóctona	SI
Atriplex suberecta Verd.	Alóctona	NC
Chenopodium album L.	Alóctona	NC
Chenopodium ambrosioides L.	Autóctona	SP
Chenopodium frigidum Phil.	Autóctona	SI
Chenopodium murale L.	Autóctona	SI
Chenopodium sp.	Autóctona	SI
Convolvulaceae		
Convolvulus arvensis L.	Alóctona	NC
Convolvulus bonariensis Cav.	Autóctona	SI
Convolvulus chilensis Pers.	Autóctona	SI
Cuscutaceae		
Cuscuta suaveolens Ser.	Autóctona	SI
Euphorbiaceae		
Euphorbia engelmannii Boiss.	Alóctona	NC
Euphorbia peplus L.	Alóctona	NC
Euphorbia sp.1	Autóctona	SI
Ricinus communis L.	Alóctona	NC
Fabaceae		

Folio018913

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Acacia caven (Mol.) Mol.	Autóctona	SP
Adesmia aegiceras Phil.	Autóctona	SP
Adesmia aphylla Clos	Autóctona	SP
Adesmia argyrophylla Phil.	Autóctona	SP
Adesmia atacamensis Phil.	Autóctona	SP
Adesmia capitellata (Clos) Haum.	Autóctona	SI
Adesmia coquimbensis Burk.	Autóctona	NA
Adesmia echinus K. Presl	Autóctona	SP
Adesmia eremophila Phil.	Autóctona	SI
Adesmia filifolia Clos	Autóctona	SI
Adesmia glutinosa H. et A.	Autóctona	SP
Adesmia hystrix Phil.	Autóctona	SP
Adesmia kingii Phil.	Autóctona	SP
Adesmia obscura Clos	Autóctona	SP
Adesmia parviflora Clos	Autóctona	SI
Adesmia pedicellata H. et A.	Autóctona	SP
Adesmia sessiliflora Phil.	Autóctona	SP
Adesmia sp. 1	Autóctona	SP
Adesmia sp. 2	Autóctona	SP
Adesmia sp. 3	Autóctona	SP
Adesmia sp. 4	Autóctona	SP
Adesmia sp. 5	Autóctona	SP
Adesmia sp. 6	Autóctona	SP
Adesmia sp. 7	Autóctona	SP
Adesmia sp. 8	Autóctona	SP
Adesmia sp. 9	Autóctona	SP
Adesmia spuma Werd. Ex Burk.	Autóctona	SI
Adesmia subterranea Clos	Autóctona	SP
Astragalus bustillosii Clos	Autóctona	SI
Astragalus cruckshanksii (H. et A.) Griseb	Autóctona	SI
Astragalus sp. 1	Autóctona	SI
Astragalus sp. 2	Autóctona	SI
Astragalus vagus (Clos) Reiche	Autóctona	SI
Astragalus valerianensis Johnst.	Autóctona	SI
Balsamocarpon brevifolium Clos	Autóctona	V®
Geoffroea decorticans (Gill. ex H. et A.) Burk.	Autóctona	SP
Hoffmanseggia glauca (Ort.) Eifert	Autóctona	SI
Lupinus microcarpus Sims	Alóctona	NC

Folio018914

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Medicago lupulina L.	Alóctona	NC
Medicago sativa L.	Alóctona	NC
Melilotus alba Desr.	Alóctona	NC
Melilotus indica (L.) All.	Alóctona	NC
Prosopis chilensis (Mol.) Stuntz	Autóctona	V
Senna acuta (Meyen) Zollner et San Martín.	Autóctona	SP
Senna urmenetae (Phil.) Irw. et Barneby	Autóctona	SP
Trifolium polymorphum Poir.	Alóctona	NC
Gentianaceae		
Gentiana prostrata Haenke var. prostata	Autóctona	SI
Gentianella gilliesii (Gilg) Martic. et Arroyo	Autóctona	SI
Geraniaceae		
Erodium cicutarium (L.) L'Hérit. ex Aiton	Alóctona	NC
Erodium moschatum (L.) L'Hérit. ex Aiton	Alóctona	NC
Geranium core-core Steud.	Autóctona	SI
Geranium pusillum L.	Alóctona	NC
Haloragaceae		
Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verde	Autóctona	SI
Hydrophyllaceae		
Phacelia cumingii (Benth.) A. Gray	Autóctona	SI
Phacelia nana Wedd.	Autóctona	SI
Phacelia pinnatifida Griseb. ex Wedd.	Autóctona	SI
Krameriaceae		
Krameria cistoidea H. et A.	Autóctona	V
Labiatae		
Kurzamra pulchella (Clos.) O.K.	Autóctona	SI
Lamiaceae		
Kurzamra pulchella (Clos.) O.K.	Autóctona	SI
Marrubium vulgare L.	Alóctona	NC
Mentha citrata Ehrh.	Alóctona	NC
Mentha piperita L.	Alóctona	NC
Mentha pulegium L.	Alóctona	NC
Mentha sp.	Alóctona	NC
Teucrium nudicaule Hook.	Autóctona	SP
Loasaceae		
Cajophora coronata (Gill. ex Arn.) H. et A.	Autóctona	SI
Loasa chilensis (Gay) Urban et Gilg	Autóctona	SP
Loasa longiseta Phil	Autóctona	SI

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Loasa malesherbioides Phil.	Autóctona	SI
Loasa sp.	Autóctona	SP
Mentzelia albescens (Gill. ex Arn.) Griseb.	Autóctona	SI
Loranthaceae		
Tristerix verticillatus (R. et P.) Barlow et Wiens	Autóctona	SP
Lythraceae		
Lythrum hyssopifolia L.	Alóctona	NC
Pleurophora pungens D. Don	Autóctona	SP
Pleurophora pusilla H. et A.	Autóctona	SI
Malesherbiaceae		
Malesherbia auristipulata Ricardi	Autóctona	R
Malesherbia humilis Poepp. var. humilis	Autóctona	SI
Malesherbia lactea Phil	Autóctona	SI
Malesherbia lirana Gay	Autóctona	SI
Malesherbia multiflora Ricardi	Autóctona	SI
Malesherbia paniculata D. Don	Autóctona	SI
Malesherbia rugosa Gay	Autóctona	SI
Malesherbia sp.	Autóctona	SI
Malpighiaceae		
Dinemagonum gayanum A.H.L. Juss. var. gayanum	Autóctona	SP
Dinemagonum maculigerum Phil.	Autóctona	SI
Malvaceae		
Cristaria andicola Gay	Autóctona	SI
Cristaria cordato-rotundifolia Gay	Autóctona	SI
Cristaria cyanea Phil. ex E. Baker	Autóctona	SI
Cristaria dissecta H. et A.	Autóctona	SI
Cristaria eriantha H. et A.	Autóctona	SI
Cristaria inconspicua F. Phil. ex Phil.	Autóctona	SI
Cristaria patens Phil.	Autóctona	SI
Cristaria sp.	Autóctona	SI
Cristaria univittata Hochr.	Autóctona	SI
Malva nicaensis All.	Alóctona	NC
Modiola caroliniana (L.) G. Don	Alóctona	NC
Nototriche holoserica A. W. Hill	Autóctona	SI
Nolanaceae		
Alona rostrata Lindl.	Autóctona	SP
Nolana crassulifolia ssp. crassulifolia	Autóctona	SP
Nolana pterocarpa Phil. ex Wettst.	Autóctona	SI

Folio018916

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Nolana rostrata (Lindl) Miers var. rostrata	Autóctona	SP
Nolana werdermannii Johnst.	Autóctona	SI
Nyctaginaceae		
Boerhavia diffusa L.	Alóctona	NC
Boerhavia discolor H.B.K.	Alóctona	NC
Boerhavia sp.	Alóctona	NC
Oxybaphus elegans Choisy	Autóctona	SI
Oxybaphus ovatus (R. et P.) Vahl var. ovatus	Autóctona	SI
Onagraceae		
Camissonia dentata (Cav.) Reiche	Autóctona	SI
Epilobium barbeyanum Lév.	Autóctona	SI
Epilobium ciliatum Rafin.	Autóctona	SI
Epilobium sp. 1	Autóctona	SI
Epilobium sp. 2	Autóctona	SI
Gayophytum micranthum H. et A.	Autóctona	SI
Oenothera acaulis Cav.	Autóctona	SI
Oenothera affinis Cambess.	Autóctona	SI
Oenothera coquimbensis Gay	Autóctona	SI
Oenothera mollissima	Autóctona	SI
Oenothera sp. 1	Autóctona	SI
Oenothera sp. 2	Autóctona	SI
Oxalidaceae		
Oxalis aff. glutinosa Phil.	Autóctona	SI
Oxalis cfr. puberula Phil.	Autóctona	SI
Oxalis compacta Gill. ex H. et A.	Autóctona	SI
Oxalis hypsophila Phil.	Autóctona	SI
Oxalis puberula Phil.	Autóctona	SI
Oxalis sp.	Autóctona	NA
Oxalis uspallatensis Knuth	Autóctona	SI
Papaveraceae		
Argemone crassifolia Ownbey	Autóctona	SI
Argemone subfusiformis Ownbey ssp. subfusiformis	Autóctona	SI
Plantaginaceae		
Plantago barbata G. Forster	Autóctona	SI
Plantago barbata G. Forster var. pauciflora (Hook.) Pilger	Autóctona	SI
Plantago hispidula R. et P.	Autóctona	SI
Plantago lanceolata L.	Alóctona	NC
Plantago major L.	Alóctona	NC

Folio018917

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Plantago pachyneura Steud.	Autóctona	SI
Plantago sp.	Autóctona	SI
Polemoniaceae		
Gilia crassifolia Benth.	Autóctona	SP
Gilia sp.	Autóctona	SI
Polygonaceae		
Chorizanthe commisuralis Remy	Autóctona	SI
Chorizanthe umbellata Phil.	Autóctona	SI
Muehlenbeckia hastulata (J.E. Sm.) Johnst.	Autóctona	SP
Oxyteca sp.	Autóctona	SI
Oxytheca dendroidea Nutt. ssp. chilensis (Remy) Ertter	Autóctona	SI
Oxytheca sp.	Autóctona	SI
Polygonum aviculare L.	Alóctona	NC
Polygonum sp.	Autóctona	SI
Polypogon monspeliensis (L.) Desf.	Alóctona	NC
Rumex conglomeratus Murr.	Autóctona	SI
Portulacaceae		
Calandrinia bandurriae Phil.	Autóctona	SI
Calandrinia caespitosa Gill. ex Arn. var. caespitosa	Autóctona	SI
Calandrinia cf. longiscapa Barn.	Autóctona	SI
Calandrinia compacta Barn.	Autóctona	SI
Calandrinia copiapina Phil.	Autóctona	SI
Calandrinia discolor Schrad.	Autóctona	SI
Calandrinia fasciculata Phil.	Autóctona	SI
Calandrinia floribunda Phil.	Autóctona	SI
Calandrinia grandiflora Lindl.	Autóctona	SI
Calandrinia leucocephala Phil.	Autóctona	SI
Calandrinia longiscapa Barn.	Autóctona	SI
Calandrinia modesta Phil.	Autóctona	SI
Calandrinia occulta Phil.	Autóctona	SI
Calandrinia picta Gill. ex Arn.	Autóctona	SI
Calandrinia salsoloides Barn.	Autóctona	SI
Calandrinia sp. 1	Autóctona	SI
Calandrinia sp. 2	Autóctona	SI
Calandrinia spicata Phil.	Autóctona	SI
Lenzia chamaepitys Phil.	Autóctona	SI
Philippiamra celosioides (Phil.) O.K.	Autóctona	SI
Philippiamra fastigiata (Phil.) Pax	Autóctona	SI

Folio018918

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Portulaca oleracea L.	Alóctona	NC
Primulaceae		
Anagallis alternifolia Cav.	Autóctona	SI
Anagallis alternifolia Cav. var. repens (D´Urv.) Knuth	Autóctona	SI
Anagallis arvensis L.	Autóctona	SI
Rafflesiaceae		
Pilostyles berteroi Guill.	Autóctona	SI
Ranunculaceae		
Ranunculus chilensis DC.	Autóctona	SI
Ranunculus cymbalaria Pursh	Autóctona	SI
Ranunculus uniflorus Phil. ex Reiche fma. uniflorus	Autóctona	SI
Rhamnaceae		
Discaria trinervis (Gill. ex H. et A.) Reiche	Autóctona	SP
Rosaceae		
Acaena magellanica (Lam.) Vahl	Autóctona	SI
Tetraglochin alatum (Gill. ex H. et A.) O.K.	Autóctona	SP
Rubiaceae		
Cruckshanksia hymenodon H. et A.	Autóctona	SI
Cruckshanksia macrantha Phil.	Autóctona	SI
Cruckshanksia pumila Clos	Autóctona	SI
Oreopolus macranthus (Phil.) Ricardi	Autóctona	NA
Salicaceae		
Populus nigra L.	Alóctona	NC
Salix babylonica L.	Autóctona	SP
Salix humboldtiana Willd.	Autóctona	SP
Saxifragaceae		
Escallonia angustifolia K. Presl.	Autóctona	SP
Escallonia sp.	Autóctona	SP
Scrophulariaceae		
Agalinis linarioides (Cham. et Schlecht.) D'Arcy	Autóctona	SI
Agalinis sp.	Autóctona	SI
Calceolaria arachnoidea Graham	Autóctona	SI
Calceolaria biflora Lam.	Autóctona	SI
Calceolaria cf. kingii Phil.	Autóctona	SI
Calceolaria filicaulis Clos	Autóctona	SI
Calceolaria lepida Phil.	Autóctona	SP
Calceolaria pinifolia Cav.	Autóctona	SP
Calceolaria sp. 1	Autóctona	SI

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Calceolaria sp. 2	Autóctona	SI
Calceolaria sp. 3	Autóctona	SP
Mimulus depressus Phil. var. depressus	Autóctona	SI
Mimulus glabratus H.B.K. var. parviflorus (Lindl.) A. Grant	Autóctona	SI
Mimulus luteus L.	Autóctona	SI
Mimulus sp. 1	Autóctona	SI
Mimulus sp. 2	Autóctona	SI
Stemodia durantifolia (L.) Sw.	Alóctona	NC
Veronica anagallis-aquatica L.	Alóctona	NC
Solanaceae		
Cestrum parqui L'Hérit.	Autóctona	SP
Datura ferox L.	Alóctona	NC
Datura stramonium L.	Alóctona	NC
Fabiana cordifolia	Autóctona	SP
Fabiana imbricata R. et P.	Autóctona	SP
Fabiana viscosa H. et A.	Autóctona	SP
Jaborosa caulescens Gill. et Hook. var. caulescens	Autóctona	SI
Lycium deserti Phil.	Autóctona	SP
Lycium humile Phil.	Autóctona	SI
Lycium minutifolium Remy	Autóctona	SP
Lycium rachidocladum Dunal	Autóctona	SP
Lycium sp1.	Autóctona	SP
Lycium vergarae Phil.	Autóctona	SI
Lycopersicon esculentum Mill.	Alóctona	NC
Nicotiana acuminata (Graham) Hook.	Autóctona	SI
Nicotiana corymbosa Remy	Autóctona	SI
Nicotiana glauca Graham	Alóctona	NC
Nicotiana miersii Remy var miersii	Autóctona	SI
Nicotiana pauciflora Remy	Autóctona	SI
Nicotiana sp.	Autóctona	SI
Phrodus microphyllus (Miers) Miers	Autóctona	SP
Physalis pubescens L.	Autóctona	SI
Physalis sp.	Autóctona	SI
Reyesia chilensis Gay	Autóctona	SI
Reyesia parviflora (Phil.) Hunz.	Autóctona	SI
Reyesia sp.	Autóctona	SI
Schizanthus integrifolius Phil.	Autóctona	SI
Solanum elaeagnifolium Cav. var. leprosum (Ort.) Dunal	Autóctona	SI

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Solanum elaeagnifolium Cav. var. obtusifolium (Dunal)	Autóctona	SI
Solanum eleagnifolium Cav.	Autóctona	SI
Solanum phyllanthum Cav.	Autóctona	SI
Solanum sp.	Autóctona	SI
Urticaceae		
Urtica dioica L. var. mollis (Steud.) Wedd.	Autóctona	SI
Urtica pseudo-dioica Steud.	Autóctona	SI
Valerianaceae		
Valeriana atacamensis Phil.	Autóctona	SP
Valeriana sp. 1	Autóctona	SP
Valeriana sp. 2	Autóctona	SP
Valeriana stricta Clos	Autóctona	SI
Valeriana vaga Clos	Autóctona	SI
Verbenaceae		
Aloysia salviifolia (H. et A.) Mold.	Autóctona	SP
Glandularia origenes (Phil.) Schnack et Covas	Autóctona	SI
Junellia aff. asparagoides (Gill. et Hook.) Mold.	Autóctona	SP
Junellia asparagoides (Gill. Et Hook.) Mold.	Autóctona	SP
Junellia caespitosa (Gill.) Mold.	Autóctona	SP
Junellia erinacea (Gill.) Mold.	Autóctona	SP
Junellia sp.	Autóctona	SP
Junellia uniflora (Phil.) Mold.	Autóctona	SP
Phyla nodiflora (L.) Greene	Alóctona	NC
Pitraea cuneato-ovata (Cav.) Caro	Alóctona	NC
Verbena bonariensis L.	Alóctona	NC
Verbena litoralis H.B.K.	Autóctona	SI
Verbena origenes Phil.	Autóctona	SI
Violaceae		
Viola chrysantha Phil.	Autóctona	SI
Viola frigida Phil.	Autóctona	SI
Viola montagnei Gay	Autóctona	SI
Viola sp. 1	Autóctona	SI
Viola sp. 2	Autóctona	SI
Vivianiaceae		
Viviania marifolia Cav.	Autóctona	SP
Zygophyllaceae		
Bulnesia chilensis Gay	Autóctona	R®
Fagonia chilensis H. et A.	Autóctona	SP

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Larrea divaricata Cav.	Autóctona	SP
Larrea nitida Cav.	Autóctona	SP
Pintoa chilensis Gay	Autóctona	R
Liliopsida		
Amaryllidaceae		
Alstroemeria andina Phil. ssp. andina	Autóctona	SP
Alstroemeria andina Phil. ssp. venustula	Autóctona	R©
Alstroemeria crispata Phil.	Autóctona	SP
Alstroemeria polyphylla Phil.	Autóctona	R©
Cyperaceae		
Carex atropicta Steud.	Autóctona	SI
Carex barrosii Nelmes	Autóctona	SI
Carex gayana Desv.	Autóctona	SI
Carex malmei Kalela	Autóctona	SI
Carex maritima Gunn. var. misera (Phil.) Fern.	Autóctona	SI
Carex microglochin Wahlenb. ssp. fuegina Kuek.	Autóctona	SI
Carex pseudocyperus L.	Autóctona	SI
Carex riparia Curtis var. chilensis (Brongn.) Kuek.	Autóctona	SI
Carex sp. 1	Autóctona	SI
Carex sp. 2	Autóctona	SI
Carex vallis-pulchrae Phil.	Autóctona	SI
Cyperus eragrostis Lam.	Alóctona	NC
Cyperus rotundus L.	Alóctona	NC
Cyperus sp.	Autóctona	SI
Eleocharis albibracteata Nees et Meyen ex Kunth	Autóctona	SI
Eleocharis dombeyana Kunth	Autóctona	SI
Eleocharis melanostachys (D´Urv) C.B. Clarke	Autóctona	SI
Eleocharis sp. 1	Autóctona	SI
Eleocharis sp. 2	Autóctona	SI
Scirpus acaulis Phil.	Autóctona	SI
Scirpus americanus Pers. ssp. monophyllus (J. et K. Presl) Koyama	Autóctona	SI
Scirpus asper J. Et K. Presl	Autóctona	SI
Scirpus atacamensis (Phil.) Boeck.	Autóctona	SI
Scirpus californicus (C.A. Mey.) Steud.	Autóctona	SI
Scirpus cernuus Vahl	Autóctona	SI
Scirpus deserticola Phil.	Autóctona	SI
Scirpus maritimus L.	Autóctona	SI

Folio018922

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Scirpus sp. 1	Autóctona	SI
Scirpus sp. 2	Autóctona	SI
Iridaceae		
Sisyrinchium arenarium Poepp.	Autóctona	SP
Sisyrinchium iridifolium H.B.K.	Autóctona	SI
Juncaceae		
Juncus balticus Willd.	Autóctona	SI
Juncus bufonius L. var. condensatus Cout.	Autóctona	SI
Juncus chilensis Gay	Autóctona	SI
Juncus depauperatus Phil.	Autóctona	SI
Juncus dombeyanus J. Gay ex Lah.	Autóctona	SI
Juncus scheuchzerioides Gaud.	Autóctona	SI
Juncus sp.	Autóctona	SI
Juncus stipulatus Nees et Meyen	Autóctona	SI
Oxychloe andina Phil.	Autóctona	SI
Patosia clandestina (Phil.) Buch.	Autóctona	SI
Viguiera sp.	Autóctona	SP
Juncaginaceae		
Triglochin palustris L.	Autóctona	SI
Triglochin striata R. et P.	Autóctona	SI
Liliaceae		
Leucocoryne incrassata Phil.	Autóctona	SP
Orchidaceae		
Habenaria paucifolia Lindl.	Autóctona	SI
Poaceae		
Agrostis kuntzei Mez	Autóctona	SI
Agrostis semiverticillata (Forsk.) C. Christ	Alóctona	NC
Aristida adscensionis L.	Alóctona	NC
Arundo donax L.	Alóctona	NC
Avena barbata Pott ex Link	Alóctona	NC
Bromus berteroanus Colla	Autóctona	SI
Bromus catharticus Vahl	Autóctona	SI
Bromus setifolius J. Presl	Autóctona	SI
Bromus setifolius J. Presl var. brevifolius Ness	Autóctona	SI
Bromus sp.	Autóctona	SI
Bromus unioloides H.B.K.	Autóctona	SI
Catabrosa werdermannii (Pilger) Nic. et Rúg.	Autóctona	SI
Cortaderia atacamensis (Phil.) Pilger	Autóctona	SI

Folio018923

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Cortaderia speciosa (Ness) Stapf	Autóctona	SI
Critesion comosum (J. Presl) Löve	Autóctona	SI
Critesion santacrucense (Parodi et Nicora) Löve	Autóctona	SI
Cynodon dactylon (L.) Pers.	Alóctona	NC
Deschapmsia caespitosa (L.) P. Beauv.	Autóctona	SI
Deyeuxia eminens J. Presl.	Autóctona	SI
Deyeuxia sp.	Autóctona	SI
Deyeuxia velutina Nees et Meyen	Autóctona	SI
Distichlis sp.	Autóctona	SI
Distichlis spicata (L.) Greene	Autóctona	SI
Eleocharis albibracteata Nees et Meyen ex Kunth	Autóctona	SI
Eragrostis virescens J. Presl.	Autóctona	SI
Festuca deserticola Phil.	Autóctona	SI
Festuca hypsophila Phil.	Autóctona	SI
Festuca sp.	Autóctona	SI
Festuca werdermannii St.-Yves	Autóctona	SI
Hordeum comosum J. Presl.	Autóctona	SI
Hordeum halophilum var. halophilum	Autóctona	SI
Hordeum santacrucense Parodi	Autóctona	SI
Hordeum sp.	Autóctona	SI
Imperata condensata Steud.	Autóctona	SI
Imperata cylindrica (L.) Raeuschel	Autóctona	SI
Lolium multiflorum Lam.	Alóctona	NC
Lolium perenne L.	Alóctona	NC
Muhlenbergia asperifolia (Nees et Meyen ex Trin.) Parodi	Autóctona	SI
Paspalum sp.	Autóctona	SI
Pennisetum chilense (Desv.) Jacks. ex R.E. Fries	Autóctona	SI
Pennisetum clandestinum Hochst. ex Chiok	Alóctona	NC
Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.	Autóctona	SI
Poa annua L.	Alóctona	NC
Poa brevis Hitchc	Autóctona	SI
Poa pratensis L.	Alóctona	NC
Poa sp. 1	Autóctona	SI
Poa sp. 2	Autóctona	SI
Polypogon australis Brongn.	Autóctona	SI
Polypogon linearis Trin.	Autóctona	SI
Polypogon semiverticillatus (Forsk.) Hyl.	Alóctona	NC
Puccinellia oresigena (Phil.)	Autóctona	SI

Folio018924

División *Clase* Familia Especie	Origen	Est. Conserv.
Schismus sp.	Autóctona	SI
Setaria verticillata (L.) P. Beauv.	Alóctona	NC
Sorghum halepense (L.) Pers.	Alóctona	NC
Stipa atacamensis Parodi	Autóctona	SI
Stipa chrysophylla Desv.	Autóctona	SI
Stipa duriuscula Phil.	Autóctona	SI
Stipa frigida Phil.	Autóctona	SI
Stipa pogonathera Desv.	Autóctona	SI
Stipa speciosa Trin. et Rupr.	Autóctona	SI
Stipa tortuosa Desv.	Autóctona	SI
Trisetum preslei (Kunth) Desv.	Autóctona	SI
Potamogetonaceae		
Potamogeton strictus Phil.	Autóctona	SI
Typhaceae		
Typha angustifolia L.	Autóctona	SI

****Cabe considerar que no existen especies en la categoría "En Peligro de Extinción" descritas para la región de Atacama**

Códigos Estados de Conservación de flora:

V Vulnerable a nivel nacional (Benoit, 1989)
R Rara a nivel nacional (Benoit, 1989)
V® Vulnerable a nivel regional (Benoit, 1989)
R® Rara a nivel regional (Benoit, 1989)
V© Vulnerable a nivel nacional (Bol Mus. Nac. Hist. Nat. 47:(1998))
R© Rara a nivel nacional (Bol Mus. Nac. Hist. Nat. 47:(1998))
FP© Fuera de Peligro (Bol Mus. Nac. Hist. Nat. 47:(1998)
SP Sin Problemas a nivel nacional (Benoit, 1989)
SI Sin Información a nivel nacional (Benoit, 1989)
NC No Clasifica (especie alóctona)(Benoit, 1989)
NA No Atributada

Folio018925

ANEXO N º 6: LISTADO FAUNÍSTICO, COMUNA ALTO DEL CARMEN.

CLASE *ORDEN* FAMILIA Especie (nombre común)	Est. Conserv.	Estado Comunal
ANFIBIOS		
ANURA		
BUFONIDAE		
Bufo spinolosus (Sapo espinoso)	V	D
LEPTODACTYLIDAE		
Pleurodema thaul (Sapito cuatro ojos)	P	D
REPTILES		
SQUAMATA		
COLUBRIDAE		
Philodryas chamissonis (Culebra de cola larga)	R	D
TEIIDAE		
Callopistes palluma (Iguana)	V	D
TROPIDURIDAE		
Liolaemus alticolor	NA	P
Liolaemus atacamensis (Lagartija de Atacama)	R	D
*Liolaemus cf platei (*Lagartija)	NA	D
Liolaemus cf. vallecurensis	R	D
Liolaemus lorenzmuelleri	V	D
Liolaemus multiformis	NA	P
Liolaemus nitidus (Lagarto nítido)	V	D
*Liolaemus platei (*Lagartija de Plate)	R	D
Liolaemus sp. (Lagarto)	NA	D
Phymaturus flagelifer	P	P
AVES		
ANSERIFORMES		
ANATIDAE		
Anas flavorostris (Pato jergón chico)	CP	P
Chloephaga melanoptera (Piuquén)	V	D
Lophonetta specularioides (Pato juarjual)	CP	D
Merganetta armata (Pato cortacorrientes)	NA	D
APODIFORMES		
TROCHILIDAE		
Oreotrochilus leucopleurus (Picaflor cordilleranao)	NA	D
Patagona gigas (Picaflor gigante)	NA	D
Rhodopis vesper (Picaflor del norte)	NA	D
Sephanoides galeritus (Picaflor chico)	NA	P

Folio018926

CLASE *ORDEN* FAMILIA Especie (nombre común)	Est. Conserv.	Estado Comunal
Sephanoides sephanoides (Picaflor chico)	NA	D
CAPRIMULGIFORMES		
CAPRIMULGIDAE		
Caprimulgus longirostris (Gallina ciega)	NA	D
CHARADRIFORMES		
CHARADRIIDAE		
Oreopholus ruficollis (Chorlo del campo)	NA	P
Phegornis mitchellii (Chorlo cordillerano)	NA	P
Vanellus chilensis (Queltehue)	NA	D
CICONIFORMES		
ARDEIDAE		
Bubulcus ibis (Garza boyera)	NA	P
Casmerodius albus (Garza grande)	NA	D
Egretta thula (Garza chica)	NA	P
Nycticorax nicticorax (Huairavo)	NA	D
PHOENICOPTERIDAE		
Phoenicoparrus andinus (Parina grande o Flamenco Andino)	V	D
Phoenicoparrus jamesi (Parina o Flamenco de James)	V	D
THRESKIORNITHIDAE		
Theristicus caudatus (Bandurria)	P	P
CICONIIFORMES		
LARIDAE		
Larus serranus (Gaviota andina)	R	P
COLUMBIFORMES		
COLUMBIDAE		
Columba livia (Paloma)	CP	D
Columbina picui (Tortolita cuyana)	NA	D
Metriopelia aymara (Tortolita de la puna)	NA	D
Metriopelia melanoptera (Tortolita cordillerana)	CP	D
Zenaida auriculata (Tórtola)	CP	D
Zenaida meloda	CP	P
FALCONIFORMES		
ACCIPITRIDAE		
Buteo polyosoma (Aguilucho)	NA	D
Elanus leucurus (Bailarín)	NA	D
Geranoaetus melanoleucus (Aguila)	NA	D
Parabuteo unicinctus (Peuco)	NA	P
CATHARTIDAE		

Folio018927

CLASE *ORDEN* FAMILIA Especie (nombre común)	Est. Conserv.	Estado Comunal
Cathartes aura (Gallinazo)	NA	P
Coragyps atratus (Jote cabeza negra)	NA	D
Vultur gryphus (Cóndor)	V	P
FALCONIDAE		
Falco femoralis (Halcón perdiguero)	NA	P
Falco peregrinus (Halcón peregrino)	V	P
Falco sparverius (Cernícalo)	NA	D
Milvago chimango (Tiuque)	NA	D
Phalcoboenus megalopterus (Carancho cordillerano)	NA	D
Polyborus plancus (Traro)	NA	D
GALLIFORMES		
PHASIANIDAE		
Callipepla californica (Codorniz)	CP	D
GRUIFORMES		
RALLIDAE		
Fulica cornuta (Tagua cornuda)	V	D
Pardirallus sanguinolentus (Pidén)	NA	P
PASSERIFORMES		
EMBERIZIDAE		
Agelaius thilius (Trile)	NA	P
Curaeus curaeus (Tordo)	CP	D
Molothrus bonariensis (Mirlo)	NA	D
Sicalis aurantus	NA	P
Sicalis auriventris (Chirihue dorado)	CP	D
Sicalis luteoventris (Chirihue)	NA	D
Sicalis olivascens (Chirihue verdoso)	NA	D
Sicalis uropygialis (Chirihue cordillerano)	NA	P
Sturnella loica (Loica)	NA	D
Zonotrichia capensis (Chincol)	NA	D
FRINGILLIDAE		
Carduelis barbatus (Jilguero)	NA	P
Carduelis uropygialis (Jilguero cordillerano)	NA	D
Diuca diuca (Diuca)	NA	D
Phrygilus alaudinus (Platero)	NA	D
Phrygilus atriceps (Cometocino del norte)	NA	D
Phrygilus fruticeti (Yal)	CP	D
Phrygilus gayi (Cometocino de gay)	NA	D
Phrygilus unicolor (Pájaro plomo)	NA	D

Folio018928

CLASE *ORDEN* FAMILIA Especie (nombre común)	Est. Conserv.	Estado Comunal
FURNARIIDAE		
Asthenes humicola (Canastero)	NA	D
Asthenes modesta (Canastero chico)	NA	D
Chilia melanura (Chiricoca)	NA	P
Cinclodes atacamensis (Churrete de alas blancas)	NA	D
Cinclodes fuscus (Churrete acanelado)	NA	D
Cinclodes oustaleti (Churrete chico)	NA	D
Cinclodes patagonicus (Churrete)	NA	P
Geositta cunicularia (Minero)	NA	P
Geositta isabellina (Minero grande)	NA	D
Geositta punensis (Minero de la puna)	NA	D
Geositta rufipennis (Minero cordillerano)	NA	D
Leptasthenura aegithaloides (Tijeral)	NA	D
Tripophaga modesta	NA	P
Upucerthia dumetaria (Bandurrilla)	NA	P
Upucerthia ruficauda (Bandurrilla de pico recto)	NA	P
HURUNDINIDAE		
Hirundo rustica (Golondrina bermeja)	NA	D
Pygochelidon cyanoleuca (Golongrina de dorso negro)	NA	D
Tachycineta leucopyga (Golondrina chilena)	NA	D
Tachycineta meyeni (Golondrina chilena)	NA	D
MIMIDAE		
Mimus thenca (Tenca)	NA	D
MOTACILLIDAE		
Anthus correndera (Bailarín chico)	NA	D
MUSCICAPIDAE		
Turdus falcklandii (Zorzal)	CP	D
PASSERIDAE		
Passer domesticus (Gorrión)	CP	D
RHYNOCRYPTIDAE		P
Pteroptochos megapodius (Turca)	NA	D
TROGLODYTIDAE		
Troglodytes aedon (Chercán)	NA	D
TYRANNIDAE		
Agriornis montana (Mero gaucho)	NA	D
Anairetes parulus (Cachudito)	NA	D
Elaenia albiceps (Fío fío)	NA	D
Lessonia oreas (Colegial andino)	NA	P

	Est. Conserv.	Estado Comunal
CLASE		
ORDEN		
FAMILIA		
Especie (nombre común)		
Lessonia rufa (Colegial)	NA	D
Muscisaxicola flavinucha (Dormilona traile)	NA	D
Muscisaxicola frontalis (Dormilona de frente negra)	NA	D
Muscisaxicola juninensis (Dormilona de la puna)	NA	P
Muscisaxicola macloviana (Dormilona tontita)	NA	D
Muscisaxicola rufivertex (Dormilona de nuca rojiza)	NA	D
Pyrope pyrope (Diucón)	NA	D
RHEIFORMES		
RHEIDAE		
Pterocnemia pennata (Suri)	NA	P
SCOLOPACIDAE		
SCOLOPACINAE		
Calidris bairdii (Playero de baird)	NA	P
Gallinago paraguaiae (Becasina)	NA	P
THINOCORIDAE		
Attagis gayi (Perdicita cordillerana)	R	D
Thinocorus orbignyanus (Perdicita cojón)	NA	P
Thinocorus rimicivorus (Perdicita)	NA	D
STRIGIFORMES		
STRIGIDAE		
Athene cunicularia (Pequén)	NA	D
Bubo magellanicus (Tucúquere)	NA	P
Bubo virginianus (Tucúquere)	NA	D
Glaucidium nanum (Chuncho)	NA	D
TYTONIDAE		
Tyto alba (Lechuza)	NA	D
TINAMIFORMES		
TINAMIDAE		
Nothoprocta perdicaria (Perdiz chilena)	NA	D
Tinamotis pentlandii	V	P
MAMÍFEROS		
ARTIODACTYLA		
CAMELIDAE		
Lama guanicoe (Guanaco)	P	D
Vicugna vicugna (Vicuña)	P	P
CARNIVORA		
CANIDAE		
Pseudalopex culpaeus (Zorro culpeo)	I	D

CLASE *ORDEN* FAMILIA Especie (nombre común)	Est. Conserv.	Estado Comunal
Pseudalopex griseus (Zorro chilla)	I	D
FELIDAE		
Felis colocola (Gato colocolo)	P	P
Felis concolor (Puma)	V	P
Felis jacobita (Gato montés andino)	R	P
MUSTELIDAE		
Galictis cuja (Quique)	V	P
CHIROPTERA		
MOLOSSIDAE		
Histiotus macrotus (Murciélago orejón)	NA	P
Histiotus montanus (Murciélago orejudo)	NA	P
Myotis atacamensis (Murciélago de Atacama)	NA	P
Tadarida brasiliensis (Murciélago común)	NA	P
DIDELPHIMORPHIA		
DIDELPHIDAE		
Thylamys elegans (Marmosa de la Puna)	R	P
Thylamys pallidior (Marmosa de la Puna)	NA	D
LAGOMORPHOS		
LEPORIDAE		
Lepus capensis (Liebre)	NA	D
Oryctolagus cuniculus (Conejo)	NA	D
RODENTIA		
ABROCOMIDAE		
Abracoma spp.	I o AI	P
Abrocoma bennetti (Ratón chinchilla común)	NA	D
CHINCHILLIDAE		
Chinchilla brevicaudata	P	P
Lagidium viscacia (Vizcacha)	P	D
CRICETIDAE		
Phyllotis x. vaccarum	NA	D
Phyllotis xanthopygus (Lauchón orejudo andino)	NA	P
MURIDAE		
Abrothrix andinus (Ratoncito andino)	CP	P
Abrothrix longipilis	I	P
Abrothrix olivaceus	CP	P
Abrothrix olivaceus (Ratón oliváceo)	NA	D
Phillotis darwini (Ratón orejudo de Darwin)	NA	D
Rattus norvergicus (Guarén)	CP	D

	Est. Conserv.	Estado Comunal
CLASE		
ORDEN		
FAMILIA		
Especie (nombre común)		
OCTODONTIDAE		
Ctenomys fulvus	V	P
Spalacopus cyanus (Cururo)	NA	P
PECES		
ATHERINIFORMES		
ATHERINIDAE		
Cauque brevianalis	V	P
CHARACIFORMES		
CHARACIDAE		
Cheirodon pisciculus	V	P
SILURIFORMES		
TRICHOMYCTERIDAE		
Trichomycterus areolatus	V	P

Estado de conservación: en la zona norte (I a III regiones) de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (SAG, 1998) que utiliza las categoría:

P En Peligro
V Vulnerable
R Rara
IC Inadecuadamente conocida
CP Especies con Caza Permitida
NA No Citadas en el Reglamento.
Estado Comunal: indica el estado de información de fauna
P Especie potencial
D Especie detectada en el área.

Folio018932

ANEXO N º 7: VERANADAS: VEGAS DE PASTOREO DE FAMILIAS DIAGUITAS

VEGAS DEL RIO CAZADERO	**VEGAS DEL RIO CHOLLAY**	**VEGAS QUEBRADA COLPE**	V. Vizcachas
V Los Pozos	V. Chañarcillo	V. La Cortadera	V. El Pintado
V. Peña Blanca	V. El Pantano	V. Ojos de Agua	V. Del Medio
V. Las Papas	Junta de Río Blanco	V. El Chivato	V. Casa de Piedra
V. Las Pichanas	**VEGAS RIO BLANCO**	V. Los Troncos	V. El Chape
V. El Chape	V. La Ternera	V. La Cruz	V. del Mediecito
V. Ojos de Agua	V. Del Indio	V. Colpe	V. Qda. Del medio
V. Amarra del Negro	V. Ojos de Agua[17]	V. Las Papas.[18]	Vs. De Chililo 1,2,y3
V. León Muerto	V. El Durazno	**VEGAS QUEBRADA LA TOTORA**	**VEGAS QUEBRADA LAS PIRCAS**
V. El Cobre	V. El Espinal[19]	V. La Totora	
V. Junta del Pescado	**VEGAS RIO DEL ESTRECHO**	V. La Cortadera	
V. Barros Negros	V. La Guitarra	V. El Morado	
V. Tranca de Juanillo	V. del Tapado[20]	**VEGAS QUEBRADA DE COLINAY**	**VEGAS DE LA QUEBRADA DE PINTE**
V. de Hornos	V. Borde de río	V. Colinay[21]	V. El Pasto
Vegas en Qdas. Afluentes del Cazadero	V. del Estrecho V. Aguas de la Falda	**VEGAS DE LA QUEBRADA SECA**	V. La Cortadera
Vegas Los Barriales[22]	**VEGAS DEL RIO TORO**	V. La Tola	V. La Pichana
V. El Espinal	V. Barrancas Negras	V. Los Barros	V. Burro Muerto
V. Los Helados[23]	V. Las Vacas	V. Quebrada Seca	V. Berraquito
V. Lagunillas	**VEGAS RIO PACHUY**	**VEGAS DE LA QUEBRADA AGUA GRANDE**	V. Descolgadero
V. Los Amarillos	V. El Chape	V. EL Agua Grande	V. La Jarilla[24]
V. León Muerto[25]	V. Las Carachas	V. El Agua grande Interior	V. El Ají
V. Piedra Parada	V. La Tola	V. El Pingo	V. del Medio[26]
V. Del Mario[27]	V. Pozos Negros	**VEGAS DE LA QUEBRADA PITONES y**	Vs. Paculito

[17] La vega de Ojos de Agua es el último lugar donde se realiza el pastoreo de veranada. Allí se encuentra la última majada ocupada por familias de Chollay.
[18] Las Vegas de Colpe y Las Papas, son largas extensiones de pastos que se encuentran en las nacientes de la quebrada, hasta la junta de la quebrada de Colpe y Las Papas.
[19] Las Vegas el Durazno y del Espinal, son vegas que se ocupaban para la caza de guanacos.
[20] En esta vega termina el pastoreo de veranda, allí se encuentra la última majada.
[21] Las vegas de Colinay se extienden a los largo de toda la quebrada, siendo las de mayor expresión las ubicadas al interior de la quebrada
[22] En Quebrada Barriales, las vegas a largo de toda la quebrada.
[23] Las vegas Los Helados y El Espinal se encuentran en la Quebrada El Espinal. Los helados es una Quebrada tributaria de la Quebrada Espinal.
[24] La Vega de Jarilla se ubica en la quebrada del mismo nombre, tributaria de la quebrada Pinte.
[25] Las vegas Lagunillas y Los Amarillos se encuentran en la quebrada Lagunillas, y la vega León Muerto, en una quebrada del mismo nombre tributaria de quebrada Lagunillas.
[26] Las vegas del Ají se encuentran en la quebrada del mismo nombre tributaria de la quebrada de Pinte, y las del Medio, corresponden a la quebrada del mismo nombre tributaria de la quebrada El Ají. Son vegas largas.

Folio018933

		Qdas. Afluentes	
	V. Tinajillas[28]	V. Rodeo	V. Redonda
	V. El Sombrío	V. Junta Las Cruces	
	V. Los Amarillos	V. Las Pampitas	
	V. Los Heladitos	V. Colinaicito o Las Cruces	
	V. El Repecho		
	V. Pastalito		
	Vs. Los Rincones		

Fuente: TEPU, 2005.

[27] Las vegas Piedra Parada y Del Mario se encuentran en la quebrada tributaria denominada Pastos Redondos.
[28] La quebrada Tinajillas tiene extensas vegas desde la confluencia en el Pachuy hasta sus nacientes.

Folio018934

ANEXO N º 8: LISTADO DE CRIANCEROS DE HUASCO ALTO.

N°	Nombre	Invernada	Veranada	caprino	caballos	burros	ovinos	Total
1	Sergio Carmona	J. De Valeriano	El Pozo	130	3			133
2	Andrés Araya	J. De Valeriano	Alto del Burro	160	1	2	1	164
3	Angela Rojas	J. De Valeriano	Los Corrales	115	6	19	11	151
4	Briselda Alcayaga	J. De Valeriano	Laguna Grande	300				300
5	Fermin Alcayaga	J. De Valeriano	Laguna Grande	30	3			33
6	Ibar Rojas	J. De Valeriano	El Chacay	40	10			50
7	Ibar Villegas	J. De Valeriano	Rio Cazadero	350	28	3		381
8	Manuela Villegas Peralta	J. De Valeriano	J. De Valeriano	70	6	6		82
9	Pascual Villegas	J. De Valeriano	Laguna Grande	160	7	5	6	178
10	Sinforosa Rojas	J. De Valeriano	El Corral	180	8	6		194
11	Vicente Bordones Cayo	J. De Valeriano	Las Guias	210	9	12		231
12	Guillermo Rojas	J. De Valeriano	J. De Valeriano	80				80
13	Teodosio Carmona	J. De Valeriano	El Pozo	200	3	7		210
14	Florencio Rojas	J. De Valeriano	Los Corrales	500	20	50	4	574
15	Rosalindo Rojas Villegas	J. De Valeriano	Laguna Grande	400	15	6		421
16	Juan Frits C.	Chollay	Chañarcillo	180	4	5	40	229
17	Rosa Santander	Chollay	Pachuy -El Encierro	500	8	7	30	545
18	Maria Villegas	Quebrada Pinte	Vega Redonda	200	9	12		221
19	Rosendo Mena Villegas	Pinte	Vega Redonda	250	3			253
20	Seferino Cayo Rojas	Pinte	Quebrada Pinte	214	2	2		218
21	Pedro Sepulveda	Pinte	El Berraco-Vega redonda	198	2	9		209
22	Sinforosa Santibañez	Pinte	Quebrada Pinte	160	6		12	178
23	José Campillay	Malaguin	Candilla	180		9	2	191
24	Dominga Campillay C.	La Totora	Quebrada Colpe	50		2		52
25	Carlos Villegas	La Totora	Los Bronces-Cazaderos	800	10	10	120	940
26	Edencio Araya	El Corral	Laguna Grande	120	1	7		128
27	Segundo Macaya	El Corral	La Tola-El Encierro	200	6	3	17	226
28	Abraham Cortez	Qda La Plata	Estero La Plata	250	8	12	50	320
29	Enrique Santander Alquinta	Qda La Paradita	El Encierro	343	38	2	40	423
30	Lidema Carmona Bordones	Qda La Plata	Qda Los Morados	100	5	1		106
31	Rafael Arostica	Qda Colpe	Laguna Grande	120	5	2	23	150
32	Melira Villegas Rodriguez	Los Perales	La Cuesta-La Totora	237	4	8	38	287
33	José Campillay Campillay	Los Perales	La Tamberia	135	1	4		140
34	Sara Villegas	Los Perales	La Tola Alta	112	3	11		126
35	Belisario González Villegas	Los Perales	Qda Las Pircas	200	12	20		232
36	Domingo Barrera Gonzalez	Los Perales	El Pintado-Qda Larga	200	6	2	2	210
37	Ruperto Rojas Pallauta	El Tránsito	Rio Cazadero	155	3			158
38	Orlando Bordones Farías	Los Tambos	La Laguna	267	10			277
	TOTAL			8096	265	244	396	9001

Fuente: Programa Sanidad Animal. Servicio Agrícola y Ganadero. Provincia del Huasco , III Región de Atacama, en TEPU 2005.

Folio018935

AELA ENERGÍA

CA85-19-IN-V00

Preparado por ATM SpA

01-10-2020

Informe preparado para:

LÍNEA DE BASE FAUNA
SITIO PRIORITARIO SARCO
CAMPAÑA INVIERNO 2020

Luis Thayer Ojeda #0115, Of. 1101 Providencia - Santiago, Chile 56 229 458 900 atmspa.cl

CONTENIDO

1. RESUMEN 1
2. INTRODUCCIÓN 2
3. OBJETIVOS 4
3.1 Objetivo general 4
3.2 Objetivos específicos 4
4. MATERIALES Y MÉTODOS 5
4.1 Área de estudio 5
4.2 Revisión de antecedentes bibliográficos 5
4.3 Campaña de terreno 6
4.4 Permiso de captura de fauna 6
4.5 Diseño de muestreo 6
4.5.1 Fotointerpretación preliminar 6
4.5.2 Identificación de ambientes 6
4.5.3 Estaciones de muestreo 7
4.5.4 Metodología de muestreo por taxa 7
4.5.4.1 Anfibios 7
4.5.4.2 Reptiles 7
4.5.4.3 Aves terrestres no rapaces 8
4.5.4.4 Aves rapaces y catártidos 8
4.5.4.5 Mamíferos mayores 8
4.5.4.6 Micromamíferos 9
4.5.4.7 Mamíferos quirópteros 9
4.5.5 Análisis de datos 9
4.5.5.1 Riqueza de especies 9
4.5.5.2 Abundancia de especies 10

4.5.5.3 Especies en Categoría de conservación 10

4.5.5.4 Singularidad 10

5. RESULTADOS 12

5.1 Área de estudio 12

5.2 Revisión de antecedentes bibliográficos 14

5.3 Campaña invierno 2020 19

5.3.1 Riqueza total para el área de estudio 19

5.3.2 Anfibios 23

5.3.3 Reptiles 25

5.3.4 Mamíferos 26

5.3.4.2 Quirópteros 28

5.3.5 Aves 28

5.3.6 Especies en categoría de conservación 32

6. DISCUSIONES 34

7. CONCLUSIONES 37

8. REFERENCIAS 39

9. ANEXOS 43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1 Singularidades ambientales definidos por el SEA (2015) 10

Tabla 5-1 Estaciones de muestreo (EM) Sitio Prioritario Sarco. 12

Tabla 5-2 Número de estaciones de muestreo por ambiente prospectado 13

Tabla 5-3 Tipo de metodologías aplicadas por cada ambiente 14

Tabla 5-4 Listado especies potenciales de anfibios 14

Tabla 5-5 Listado especies potenciales de reptiles 14

Tabla 5-6 Listado especies potenciales de mamíferos 15

Tabla 5-7 Listado especies potenciales de aves 16

Tabla 5-8 Especies y singularidad registrada por ambiente en el área de estudio 21

Tabla 5-9 Abundancia de anfibios por ambiente. Invierno 2020 24

Tabla 5-10 Estaciones de muestreo (EM) con registros de anfibios en categoría de amenaza (S 10) 24

Tabla 5-11 Abundancia de reptiles por ambiente. Invierno 2020 25

Tabla 5-12 Estaciones de muestreo (EM) con registros de reptiles en categoría de amenaza (S 10) 26

Tabla 5-13 Abundancia de mamíferos por ambiente. Invierno 2020 27

Tabla 5-14 Estaciones de muestreo (EM) con registros de mamíferos en categoría de amenaza (S 10) 28

Tabla 5-15 Abundancia de aves por ambiente. Invierno 2020 29

Tabla 5-16 Estaciones de muestreo (EM) con registros de aves en categoría de amenaza (S 10) 32

Tabla 5-17 Especies en categoría de conservación 32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1 Ubicación Sitio Prioritario Sarco..... 5

Figura 5-1 Estaciones de muestreo prospectadas campaña invierno 2020. 13

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 5-1 Riqueza por clase. Campaña monitoreo invierno 2020..... 20

Gráfico 5-2 Riqueza y abundancia de anfibios por ambiente. 23

Gráfico 5-3 Riqueza y abundancia de reptiles por ambiente. 25

Gráfico 5-4 Riqueza y abundancia de mamíferos por ambiente..... 27

Gráfico 5-5 Riqueza y abundancia de aves por ambiente. 29

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Permiso de captura xliv

ANEXO 2 Registro fotográfico..... xlv

1. RESUMEN

El presente informe corresponde a la primera campaña de terreno realizada para elaborar la línea de base de fauna del Sitio Prioritario Sarco en etapa de operación del proyecto, dando cumpliento a los compromisos señalados la RCA Nº07/15 (Considerando 7.2.1. a.3.1 y adenda N°2).

La superficie total del Sitio Prioritario Sarco es de 5.481 ha, de las cuales sólo 5,97 ha del proyecto se encuentran formando parte de este Sitio Prioritario. Para su monitoreo se establecieron 10 estaciones de muestreo (EM) en el área del Sitio Prioritario Sarco, las cuales se dispusieron en tres ambientes definidos para fauna: Matorral (6), Herbazal (3) y Matorral arborescente (1). En cada una de las EM se aplicaron metodologías asociadas a cada taxa a evaluar.

Este informe corresponde a la primera campaña de línea de base del Sitio Prioritario Sarco desarrollada entre los días 1 y 4 de septiembre de 2020, estación de invierno 2020. Dadas las precipaciones ocurridas en junio 2020, el levantamiento de terreno se realizó bajo la condición de Desierto Florido.

En la revisión bibliográfica del Sitio Prioritario se identificaron 135 especies nativas que potencialmente habitan en el sector, entre las que se encuentran 2 anfibios, 12 reptiles, 20 mamíferos y 101 aves.

Durante la campaña de terreno se identificaron 48 especies, correspondientes a 2 anfibios, 4 reptiles, 7 mamíferos y 35 aves. En el ambiente Matorral se observó la mayor riqueza y abundancia, seguido por el de Herbazal.

De las 48 especies observadas 12 especies están categoría de conservación, de las cuales 8 están en categoría de amenaza (casi amenazada y vulnerable). A su vez, 8 especies fueron endémicas, donde destacan los reptiles, ya que las 4 especies observadas fueron endémicas, una de ellas de distribución restringida, *Liolaemus silvai (*Lagartija de Silva). En relación con las especies migratorias se registraron 3 aves y una catalogada como Monumento Natural.

Cabe mencionar que se encontraron huevos, larvas y ejemplares adultos de las dos especies de anfibios que habitan en el área, lo que muestra la importancia que tiene para la reproducción y mantención de poblaciones de estas especies, la preservación del Sitio Prioritario Sarco.

2. INTRODUCCIÓN

El proyecto "Línea de transmisión eléctrica 2 x 220 kv, tramo Sarco-Maitencillo, comunas de Freirina y Vallenar, provincia de Huasco, Región de Atacama" (en adelante, el proyecto) fue calificado favorable ambientalmente por el Servicio de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama mediante la Resolución Exenta Nº07 del 21 de enero de 2015 (en adelante RCA Nº07/15).

El proyecto consiste en la construcción, instalación y operación de una línea de transmisión eléctrica de doble circuito de 220 kv. El trazado comienza desde el Parque Eólico Sarco, ubicado cerca de Quebrada Honda 5 km al este de la Bahía de Sarco hasta la Subestación Maitencillo a 17 km al oeste de la comuna de Vallenar, para luego ser integrada al Sistema Interconectado Central (SIC).

Dentro de las medidas de mitigación, reparación y/o compensación comprometidas en la RCA N°07/15, se establece en el Considerando 7.2.1. a.3.1 la "Elaboración de Línea de Base de Flora, Vegetación y Fauna del Sitio Prioritario Sarco". La cual se deberá desallorrar durante la etapa de operación del proyecto (Considerando 8.1.1). Dentro de las indicaciones señaladas en la adenda N° 2, "se solicita al proponente realizar el levantamiento de información cuando ocurran precipitaciones intensas (20 mm, aprox.) las que provocan el evento de Desierto Florido".

Para la caracterización del Sitio Prioritario Sarco se contempla la realización de campañas de terreno durante la etapa de operación del proyecto. Además, de caracterizar bibliográficamente el sector.

Los sitios prioritarios para la conservación de especies amenazadas complementan las unidades existentes dentro del Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas por el Estado. En la región de Atacama, la superficie de área protegida alcanza al 13%. El Sitio Prioritario Sarco forma parte de esta superficie, que protege al 96% de las especies con problemas de conservación que habitan en la región.

La superficie total del Sitio Prioritario Sarco es de 5.481 ha. Cabe señalar que sólo 5,97 ha del proyecto se encuentran formando parte de este Sitio Prioritario.

En el presente informe se entregan los resultados de la revisión bibliográfica y de la primera campaña de línea de base del Sitio Prioritario Sarco realizada en etapa de operación del proyecto. El monitoreo se realizó entre los días 1 y 4 de septiembre de 2020, estación de

invierno 2020. El equipo de trabajo que participó de estas actividades fue una una especialista en fauna silvestre y un ayudante de terreno.

Cabe mencionar que en Freirina el registro de agua lluvia caída durante el mes de junio del presente año fue de 26,2 mm, lo cual permitió apreciar el fenómeno de Desierto Florido al momento de desarrollar la campaña de terreno.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Realizar la línea de base de fauna en el Sitio Prioritario Sarco.

3.2 Objetivos específicos

- Elaborar un listado de la comunidad potencial de verterbrados terrestres que habitan en el sitio Priotitario Sarco.
- Identificar la riqueza, la diversidad, la abundancia y la distribución de las especies.
- Identificar a las especies en categoría de amenaza y endémicas.
- Identificar singularidades para el componente fauna.

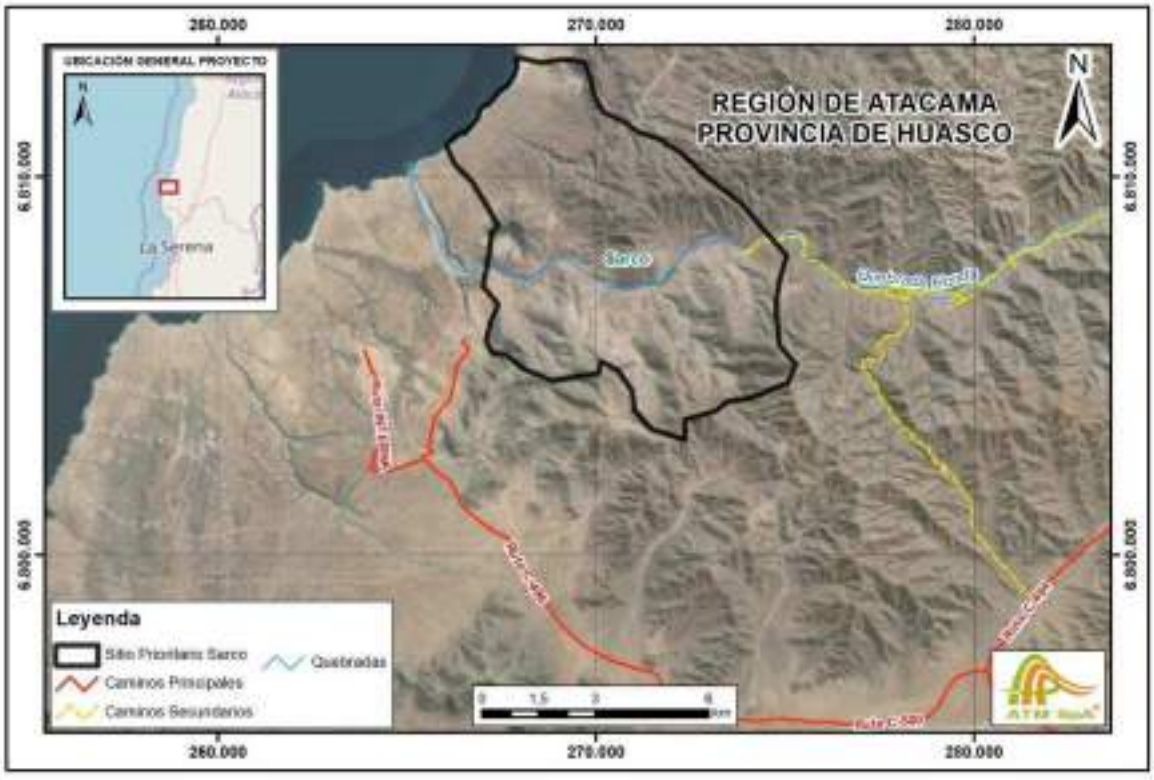
4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

El Sitio Prioritario Sarco se ubica en la costa de la comuna de Freirina, 3 km al norte de la Caleta Sarco. Se accede desde la Carretera Panamericana a la altura de Domeyko por la ruta C-500 y luego por la rura C-496. Lo atraviesa la Quebrada Honda que desemboca en la Bahía Sarco Ver Figura 4-1.

Parte del trazado del proyecto, 26 torres de la línea de transmisión eléctrica, en una superficie de 5,97 ha, se encuentra en el Sitio Prioritario Sarco, cuya superficie total es de 5.481 ha.

Figura 4-1 Ubicación Sitio Prioritario Sarco



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

4.2 Revisión de antecedentes bibliográficos

Se elaboró un listado de especies de fauna vertebrada terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) potenciales para el área de estudio en base a una revisión de la bibliografía

disponible. Se consultó también el EIA y adendas del Proyecto, junto con planes de manejo de áreas protegidas y estudios de impacto ambiental de proyectos aledaños.

Las fuentes bibliográficas utilizadas fueron las siguientes:

- Anfibios: Lobos, 2013; Correa et al., 2016; Amphibian Species of the World (2020).
- Reptiles: Ruiz de Gamboa, 2016; Mella, 2017; The Reptile Database (2020).
- Aves: Jaramillo, 2005, Couve et al., 2016; Aves de Chile (2020); eBird (2020); South American Classification Committee (2020).
- Mamíferos: Muñoz-Pedreros & Yáñez, 2000; Galaz & Yáñez, 2006; Iriarte, 2008. Iriarte & Jaksic (2017).

4.3 Campaña de terreno

Para el levantamiento de información se realizó una campaña de terreno entre los días 1 y 4 de septiembre de 2020, correpondiendo a la temporada de invierno 2020. Dadas las precipaciones ocurridan en junio 2020 se realizó bajo condición de Desierto Florido. El equipo de trabajo que participó de estas actividades fue una especialista en fauna silvestre y un ayudante de terreno.

4.4 Permiso de captura de fauna

En el Anexo 1 se presenta la resolución N°208/2020 correspondiente al permiso de captura de reptiles, micromamíferos y anfibios con fines de investigación para proyecto "Línea de transmisión eléctrica 2 x 220 kv, tramo Sarco-Maitencillo, comunas de Freirina y Vallenar, provincia de Huasco, Región de Atacama" RCA Nº07/15.

4.5 Diseño de muestreo

4.5.1 Fotointerpretación preliminar

De manera preliminar se realizó una fotointerpretación de la vegetación del área de estudio a partir de imágenes Google Earth.

4.5.2 Identificación de ambientes

Se identificaron los ambientes utilizando las formaciones vegetacionales. Se identificaron y delimitaron unidades homogéneas de vegetación (UHV), a partir de lo cual se dispusieron las estaciones de muestreo (EM), considerando los requerimientos de hábitat de los taxa a estudiar.

La vegetación corresponde a la variable que otorga las características estructurales del hábitat en los ambientes terrestres para gran parte de la fauna silvestre (Rotenberry y Wiens, 1980), fisonomía de la vegetación ha sido reconocida como un factor de gran importancia a escala de paisaje en la determinación de la distribución de muchas especies, ya que por una parte influye en la selección de hábitat y por otra, en la disponibilidad de recursos críticos tales como alimento, sitios de reproducción, nidificación o refugio de depredadores (Hildén, 1965; Wiens, 1992).

4.5.3 Estaciones de muestreo

En gabinete se definieron las estaciones de muestreo (EM) en los ambientes presentes en el área de estudio, el muestreo fue de tipo estratificado sistemático y el número fue proporcional a la superficie que ocupa cada ambiente en el área de estudio. Las EM fueron modificadas *in situ* dependiendo de las características y accesos.

En cada estación se realizaron los transectos y/o puntos de muestreo para las distintas clases taxonómicas.

4.5.4 Metodología de muestreo por taxa

El muestreo se realizó mediante metodologías específicas para cada grupo, las cuales se describen a continuación y consideran las especificaciones técnicas señaladas en la Guía para la descripción del Área de Influencia – Descripción de los componentes Suelo, Flora y Fauna de los Ecosistemas Terrestres en el SEIA (SEA, 2015) y Guía de Evaluación Ambiental Componente Fauna Silvestre (SAG, 2016).

4.5.4.1 *Anfibios*

Se realizó un inventario completo de especies (búsqueda libre y sin restricciones). Para lo cual se recorrieron transectos de 100 m de longitud y 2 m de ancho dirigidos a ambientes que presenten características para el desarrollo de anfibios. Cada transecto fue revisado minuciosamente en busca de ejemplares. Se realizaron caminatas durante el día y la noche, en busca de anfibios. Se cuantificó el esfuerzo de recolecta como el número de individuos avistados, en términos de área o tiempo.

4.5.4.2 *Reptiles*

Inventario completo de especies (búsqueda libre y sin restricciones). El objetivo de utilizar esta técnica fue registrar el mayor número de especies posible. Se realizó la búsqueda levantando piedras, y removiendo ramas y vegetación. Los recorridos se realizaron a pie en

horas en que la temperatura ambiente permitió el avistamiento de estas especies, lo cual dependió de las condiciones climáticas. Se cuantificó el esfuerzo de recolecta como el número de individuos avistados, en términos de área o tiempo. Para el empleo de esta técnica se dispusieron de transectas rectas de 200 m de longitud y 5 m de ancho en cada tipo de hábitat.

En cada transecto se buscaron además huellas, fecas, guaridas, mudas, entre otros rastros, (SEA 2015).

4.5.4.3 *Aves terrestres no rapaces*

Se realizaron transectos en faja, que consiste en el recorrido de un transecto de largo y ancho definidos, registrando todas las aves avistadas (abundancia y riqueza) y escuchadas (riqueza). Se dispusieron transectas de 200 m de longitud y 50 m de ancho.

4.5.4.4 *Aves rapaces y catártidos*

Para las aves de presa de hábitos diurnos se dispusieron transectas en faja de 200 m de longitud y 50 m de ancho.

Para la observación y registro de las aves se utilizaron binoculares Bushnell 10x42 y cámara digital Canon PowerShot zoom 50x.

4.5.4.5 *Mamíferos mayores*

a) Transectos

Para el registro en general de este grupo, se utilizó el método de transecto en faja, se recorre una vez por día y en una dirección. Las dimensiones fueron de 200 m largo por 2 de ancho. Son parte de estos registros, huellas, fecas, guaridas, pelo o cualquier otro rastro dejado por especies de este grupo.

b) Cámaras trampa

Se utilizaron trampas cámaras para detectar especies de difícil observación, ya sea por su baja frecuencia o abundancia o por sus hábitos (especies nocturnas, crepusculares, etc.). se instalaron 7 trampas cámara en 7 estaciones de muestreo. Como cebo se utilizó jurel y atrayente olfativo. Las trampas etuvieron activas durante cuatro días y tres noches.

4.5.4.6 *Micromamíferos*

a) Trampas tipo Sherman

Fueron instaladas 10 trampas de captura viva en siete de las EM. Fueron dispuestas separadas 10 m una de otra, distancia recomendada para el muestreo de pequeños mamíferos. Fueron instaladas en el ocaso y revisadas a la mañana siguiente. Como cebo se utilizó avena y esencia de vainilla. Para proteger a los individuos de bajas temperaturas se colocó algodón en la trampa. El esfuerzo de captura total para los micromamíferos fue de 70 trampas, durante 4 días y 3 noches.

4.5.4.7 *Mamíferos quirópteros*

a) Búsqueda de guaridas

Durante el día, se realizó la búsqueda de guaridas o refugios de quirópteros en el área de estudio, tomando en consideración la biología de las especies que potencialmente podrían habitar en el sector.

b) Detección de ecolocalización

Una vez encontrados los sitios de potenciales de guaridas o sectores donde podrían transitar los murciélagos se procedió a su registro durante una noche en horario crepuscular-nocturno, entre las 19:00-23:00 hrs. Para la detección se utilizó un equipo detector de ultrasonido (*batdetector*), el cual detecta las llamadas de ecolocalización de estas especies. El radio de detección del equipo tiene un alcance de 20-30 metros aproximadamente (Ossa, 2010). Se utilizan las claves de identificación de murciélagos publicadas por Galaz & Yáñez (2006).

4.5.5 Análisis de datos

4.5.5.1 *Riqueza de especies*

Se elaboró un listado de todas las especies identificadas en la campaña de terreno. En este apartado, se incluyeron aquellas especies que fueron observadas fuera del área muestreada o avistadas en el desplazamiento entre puntos, siempre y cuando se encuentren dentro del Sitio Prioritario.

4.5.5.2 *Abundancia de especies*

Para aquellas especies que son registradas de manera directa, se entrega la abundancia (número de individuos) de cada especie, considerando los diferentes puntos de muestreo y el total para el área de estudio.

4.5.5.3 *Especies en Categoría de conservación*

En este informe se presenta el listado de las especies en categoría de conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) y sus procesos de clasificación, primero a décimo cuarto (Decreto supremo N°: 151/2007, 50/2008, 51/2008 y 23/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; 41/2011, 42/2011, 19/2012, 33/2012, 13/2013, 52/2014, 38/2015, 16/2016, 6/2017, 79/2018 y 23/2019 del Ministerio del Medio Ambiente). Si la especie no estuviera clasificada según el RCE, se utiliza la categoría señalada en el Reglamento de la Ley de Caza y sus actualizaciones (D.S. N° 5/98 modificado por el D.S. Nº 53/04, ambos del MINAGRI).

4.5.5.4 *Singularidad*

Se analizaron además las singularidades definidas por la "Guía para la descripción de los componentes Suelo, Flora y Fauna Silvestre" (SEA, 2015) asociadas a cada especie potencial en el área de estudio. Se identificaron las singularidades detalladas en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1 Singularidades ambientales definidos por el SEA (2015)

Código singularidad	Singularidad
S-10	Presencia de especies clasificadas según su estado de conservación como amenazadas, incluyendo la categoría "casi amenazadas".
S-11	Presencia de especies endémicas
S-12	Presencia de especies de distribución restringida o cuya población es reducida o baja en número
S-13	Actividad del proyecto que se localiza en o cercana al límite de distribución geográfica de una o más especies nativas (latitudinal o altitudinal).
S-23	Otras singularidades.

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Singularidad S-10: Como especies en estado de amenaza se definen a aquellas clasificadas como "En peligro crítico, En peligro, Vulnerable y Casi amenazada" (Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación" RCE (D.S. 29 Ministerio del Medio Ambiente, 2012); y en las categorías "En peligro crítico, En peligro, Vulnerable y

Rara" según el Reglamento de la Ley de Caza y sus modificaciones (D.S. 05/98, 1998; Ministerio de Agricultura, 2015). Se utilizará primero y de forma excluyente la clasificación de RCE por sobre la del reglamento de la Ley de Caza.

Singularidad S-11: Se considera a las especies como endémicas a aquellas cuyo rango de distribución incluye exclusivamente el territorio nacional.

Singularidad S-12: Se consideraron especies con distribución geográfica restringida a aquellas que sólo se encuentran presentes en la Región de Atacama. Se considera que una especie posee poblaciones reducidas cuando la información bibliográfica da cuenta de ello.

Singularidad S-13: Se considera a aquellas especies cuyo límite de distribución norte o sur corresponde a la Región de Atacama (límite latitudinal), mientras que se considera que se encuentra en su límite altitudinal si los registros de los que se disponen en la literatura para esa especie permiten concluir que el área de estudio se encuentra en la mínima o máxima altitud registrada para la especie, con una tolerancia de 100 m.

Singularidad S-23: Otras singularidades. Se considera la presencia de especies consideradas monumento natural (D.S. 02/2006, 2006) y/o de aves migratorias (boreales y australes).

5. RESULTADOS

5.1 Área de estudio

Para desarrollar las actividades de terreno en el Sitio Prioritario Sarco se establecieron 10 estaciones de muestreo (EM), en las que se prospectaron aves, mamíferos, anfibios y reptiles, abarcando los distintos ambientes definidos en el área de manera proporcional.

En el Sitio Prioritario Sarco se indentificaron tres tipos de ambientes para la fauna basado en el tipo de uso del suelo: Herbazal, Matorral y Matorral arborescente. El ambiente de Matorral es el que ocupa la mayor superficie en el área de estudio por lo cual se definieron un mayor número de Estaciones de monitoreo. Por otra parte, aunque la superficie definida como matorral arborescente es muy baja, de todas formas, se definió una EM para realizar una prospección por la diferencia observada en el tipo de vegetación que se pudo apreciar en terreno. Además, cabe señalar que el ambiente Herbazal se ubica cercano a la costa, por lo que los registros incorporaron también aves marinas y acuáticas.

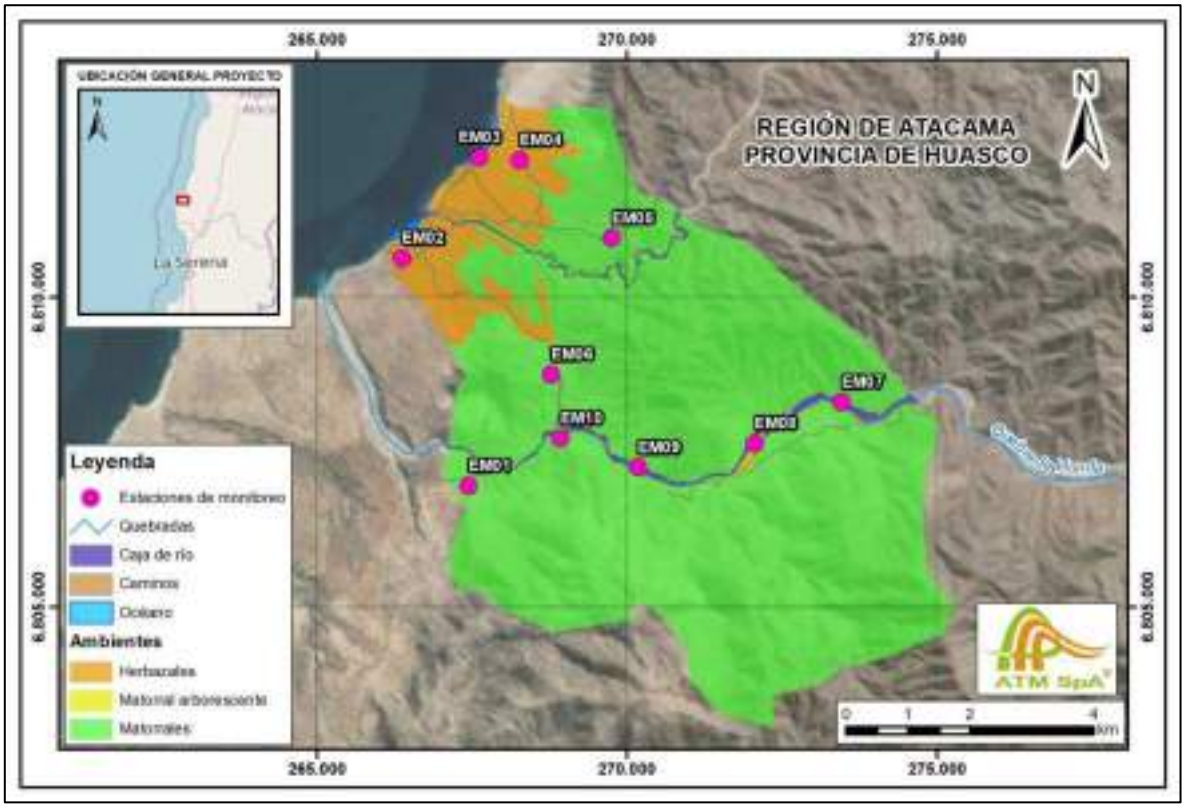
En la Tabla 5-1 y Figura 5-1 se presenta el detalle de las estaciones de muestreo prospectadas para la campaña de monitoreo de invierno 2020. Se incluyen las georreferencias, altitud y el ambiente para la fauna.

Tabla 5-1 Estaciones de muestreo (EM) Sitio Prioritario Sarco.

EM	Ambiente	Coordenadas UTM WG-S84, HUSO 19S		Altitud (m s.n.m.)
		Este	Norte	
EM01	Matorral	267447	6806955	222,30
EM02	Herbazal	266369	6810635	25,70
EM03	Herbazal	267624	6812257	8,50
EM04	Herbazal	268268	6812211	36,40
EM05	Matorral	269756	6810957	226,70
EM06	Matorral	268775	6808752	254,70
EM07	Matorral	273466	6808308	285,20
EM08	Marorral arborescente	272064	6807641	244,50
EM09	Matorral	270176	6807255	194,40
EM10	Matorral	268927	6807725	183,80

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Figura 5-1 Estaciones de muestreo prospectadas campaña invierno 2020.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la Tabla 5-2 se presenta el número de estaciones de muestreo prospectadas por cada ambiente para la fauna.

Cabe señalar que 113,87 ha corresponden a sectores identificados como caminos, caja de río y oceáno pacífico.

Tabla 5-2 Número de estaciones de muestreo por ambiente prospectado.

Ambiente	Superficie (ha)	Nº de EM
Herbazal	530,96	3
Matorral	4.821,77	6
Matorral arborescente	14,40	1

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Complementariamente en la Tabla 5-3 se presenta el tipo de metodologías aplicadas por cada ambiente para la fauna.

Tabla 5-3 Tipo de metodologías aplicadas por cada ambiente

Ambiente	Transectas				Trampa cámara	Trampa sherman	Quirópteros
	Anfibios	Reptiles	Mamíferos	Aves			
Herbazal	3	3	3	3	2	2	0
Matorral	6	6	6	6	4	4	2
Matorral arborescente	1	1	1	1	1	1	0

Fuente: Elaboración propia, 2020.

5.2 Revisión de antecedentes bibliográficos

A continuación se presentan las especies potenciales por clase taxonómica que habitarían en el Sitio Prioritario Sarco segun los criterios de busqueda definidos en apartado 4.2 de este informe. En cada caso se indica su estado de conservación, criterio de protección y origen.

a) Anfibios, se identificaron 2 especies potenciales (Tabla 5-4).

Tabla 5-4 Listado especies potenciales de anfibios

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	EC	Decreto	CP	O
Anura	Leptodactylidae	*Pleurodema thaul*	Sapito de cuatro ojos	NT	DS 41/2011 MMA	E	N
Anura	Bufonidae	*Rhinella atacamensis*	Sapo de Atacama	VU	DS 41/2011 MMA	S-E	E

Fuente: Elaboración propia, 2020. O: Origen: E: Endémica; N: Nativa. EC: Estados de Conservación: PE: Peligro de extinción, I: Insuficientemente conocida; FP: Fuera de peligro; VU: Vulnerable; R: rara. NT: Casi Amenazada; LC: Preocupación Menor. CP: Criterio de Protección: B: beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria, E: benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas, S: con densidades poblacionales reducidas.

b) Reptiles, se identificaron 12 especies potenciales para el área de estudio, pertenecientes a cuatro familias: Dipsadidae, Phyllodactylidae, Teiidae y Liolaemidae. (Tabla 5-5).

Tabla 5-5 Listado especies potenciales de reptiles

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	EC	Decreto	CP	O
Squamata	Dipsadidae	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	LC	DS 16/2016 MMA	B-E	E
Squamata	Dipsadidae	*Tachymenis chilensis*	Culebra de cola corta	LC	DS 16/2016 MMA	B-E	N

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	EC	Decreto	CP	O
Squamata	Phyllodactylidae	*Garthia gaudichaudii*	Geko del norte chico	LC	DS 52/2014 MMA	S-E	E
Squamata	Teiidae	*Callopistes maculatus*	Iguana chilena	NT	DS 16/2016 MMA	S-E	E
Squamata	Liolaemidae	*Liolaemus atacamensis*	Lagartija de Atacama	LC	DS 16/2016 MMA	S-E	E
Squamata	Liolaemidae	*Liolaemus fuscus*	Lagartija oscura	LC	DS 19/2012 MMA	B-E	E
Squamata	Liolaemidae	*Liolaemus nigromaculatus*	Lagartija de mancha negra	NT	DS 16/2016 MMA	S-E	E
Squamata	Liolaemidae	*Liolaemus nitidus*	Lagarto nítido	NT	DS 19/2012 MMA	S-E	E
Squamata	Liolaemidae	*Liolaemus platei*	Lagartija de Plate	LC	DS 16/2016 MMA	E	E
Squamata	Liolaemidae	*Liolaemus silvai*	Lagartija de Silva	NT	DS 23/2019 MMA	S-E	E
Squamata	Liolaemidae	*Liolaemus zapallarensis*	Lagarto de Zapallar	LC	DS 16/2016 MMA	S-E	E
Squamata	Tropiduridae	*Microlophus atacamensis*	Corredor de Atacama	LC	DS 23/2019 MMA	S-E	EL

Fuente: Elaboración propia, 2020. O: Origen: E: Endémica; N: Nativa. EC: Estados de Conservación: PE: Peligro de extinción, I: Insuficientemente conocida; FP: Fuera de peligro; VU: Vulnerable; R: rara. NT: Casi Amenazada; LC: Preocupación Menor. CP: Criterio de Protección: B: beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria, E: benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas, S: con densidades poblacionales reducidas.

c) Mamíferos, se identificaron 20 especies potenciales, pertenecientes a cinco órdenes, Rodentia, Carnivora, Artiodactyla, Chiroptera y Didelphimorphia (Tabla 5-6).

Tabla 5-6 Listado especies potenciales de mamíferos

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	EC	Decreto	CP	O
Rodentia	Abrocomidae	*Abrocoma bennetti*	Ratón chinchilla común	LC	DS 16/2016 MMA	-	E
Rodentia	Cricetidae	*Abrothrix olivaceus*	Ratón oliváceo			E	N
Rodentia	Cricetidae	*Oligoryzomys longicaudatus*	Ratón de cola larga			E	N
Rodentia	Cricetidae	*Phyllotis darwini*	Ratón orejudo de Darwin			E	N
Rodentia	Cricetidae	*Phyllotis xanthopygus*	Ratón orejudo amarillo			S	N
Rodentia	Octodontidae	*Octodon degus*	Degú común			E	E
Rodentia	Octodontidae	*Spalacopus cyanus*	Cururo	LC	DS 16/2016 MMA	-	E
Carnivora	Felidae	*Puma concolor*	Puma	NT	DS 42/2011 MMA	E	N
Carnivora	Felidae	*Leopardus colocolo*	Colo-Colo	NT	DS 42/2011 MMA	B-S-E	N
Carnivora	Canidae	*Lycalopex culpaeus*	Zorro rojo o Culpeo	LC	DS 151/2007 MINSEGPRES DS 33/2012 MMA	E	N
Carnivora	Canidae	Lycalopex griseus	Zorro chilla o gris	LC	DS 33/2011 MMA	E	N
Carnivora	Mustelidae	*Galictis cuja*	Quique	LC	DS 16/2016 MMA	B-E	N
Artiodactyla	Camelidae	*Lama guanicoe*	Guanaco	VU	DS 33/2011 MMA	S	N

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	EC	Decreto	CP	O
Chiroptera	Molossidae	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago común	LC	DS 06/2017 MMA	B	N
Chiroptera	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Vampiro o Piuchén	LC	DS 06/2017 MMA	S	N
Chiroptera	Vespertilionidae	*Histiotus macrotus*	Murciélago orejón	LC	DS XX/2018 MMA	B	N
Chiroptera	Vespertilionidae	*Histiotus montanus*	Murciélago orejudo	LC	DS 06/2017 MMA	B	N
Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus cinereus*	Murciélago ceniciento o gris	DD	DS 16/2016 MMA	B	N
Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis atacamensis*	Murciélago de Atacama	NT	DS 16/2016 MMA	B-S	N
Didelphimorphia	Didelphidae	*Thylamys elegans*	Llaca	LC	DS 16/2016 MMA	B-E	E

Fuente: Elaboración propia, 2020. O: Origen: E: Endémica; N: Nativa. EC: Estados de Conservación: PE: Peligro de extinción, I: Insuficientemente conocida; FP: Fuera de peligro; VU: Vulnerable; R: rara. NT: Casi Amenazada; LC: Preocupación Menor. CP: Criterio de Protección: B: beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria, E: benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas, S: con densidades poblacionales reducidas.

d) Aves, se identificaron 101 especies potenciales. El listado completo se entrega en la Tabla 5-7.

Tabla 5-7 Listado especies potenciales de aves.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	EC	Decreto	CP	O
Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus melanoleucus*	Águila	-	-	B-E	N
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo polyosoma*	Aguilucho	-	-	B-E	N
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Bailarín	-	-	B-E	N
Accipitriformes	Accipitridae	*Parabuteo unicinctus*	Peuco	-	-	B-E	N
Accipitriformes	Accipitridae	*Circus cinereus*	Vari	-	-	B-E	N
Accipitriformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada	-	-	B	N
Accipitriformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Jote de cabeza negra	-	-	B	N
Apodiformes	Trochilidae	*Sephanoides sephaniodes*	Picaflor chico	-	-	B-E	N
Apodiformes	Trochilidae	*Oreotrochilus leucopleurus*	Picaflor cordillerano	-	-	B-E	N
Apodiformes	Trochilidae	*Rhodopis vesper*	Picaflor del norte	-	-	B-S-E	N
Apodiformes	Trochilidae	*Patagona gigas*	Picaflor gigante	-	-	B-E	N
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Systellura longirostris*	Gallina ciega	-	-	B-E	N
Cathartiformes	Cathartidae	*Vultur gryphus*	Cóndor	NT	DS 23/2019 MMA	B-E	N
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius modestus*	Chorlo chileno	-	-	B-S	N
Charadriiformes	Charadriidae	*Oreopholus ruficollis*	Chorlo de campo	NT	DS 23/2019 MMA	B-E	N
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius nivosus*	Chorlo nevado	-	-	B-S	N
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Queltehue	-	-	-	N

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	EC	Decreto	CP	O
Charadriiformes	Laridae	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana	-	-	E	N
Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus modestus*	Gaviota garuma	VU(XV-III)	DS 5/1998 MINAGRI	S	N
Charadriiformes	Scolopacidae	*Gallinago paraguaiae*	Becacina	LC	DS 16/2016 MMA	B	N
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	-	-	B	N
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	-	-	B	V
Charadriiformes	Scolopacidae	*Aphriza virgata*	Playero de las rompientes	-	-	B-S	N
Charadriiformes	Scolopacidae	*Numenius phaeopus*	Zarapito	-	-	B	N
Charadriiformes	Thinocoridae	*Thinocorus rumicivorus*	Perdicita	-	-	S	N
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida meloda*	Paloma de alas blancas	-	-	-	N
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas araucana*	Torcaza	LC	DS 16/2016 MMA	-	N
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida auriculata*	Tórtola	-	-	-	N
Columbiformes	Columbidae	*Metriopelia melanoptera*	Tórtola cordillerana	-	-	-	N
Columbiformes	Columbidae	*Columbina picui*	Tortolita cuyana	-	-	E	N
Columbiformes	Columbidae	*Columbina cruziana*	Tortolita quiguagua	-	-	S	N
Falconiformes	FALCONIDAE	*Falco sparverius*	Cernícalo	-	-	B-E	N
Falconiformes	Falconidae	*Falco femoralis*	Halcón perdiguero	-	-	B-E	N
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	LC	DS 06/2017 MMA	B-S-E	N
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimango*	Tiuque	-	-	B-E	N
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Traro	-	-	-	N
Galliformes	Odontophoridae	*Callipepla californica*	Codorniz	-	-	-	I
Gruiformes	Rallidae	*Pardirallus sanguinolentus*	Pidén	-	-	B	N
Passeriformes	Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol	-	-	B	N
Passeriformes	Fringillidae	*Carduelis barbata*	Jilguero	-	-	-	N
Passeriformes	Furnariidae	*Upucerthia dumetaria*	Bandurrilla	-	-	B-S	N
Passeriformes	Furnariidae	*Pseudasthenes humicola*	Canastero	-	-	B	E
Passeriformes	Furnariidae	*Asthenes modesta*	Canastero chico	-	-	B	N
Passeriformes	Furnariidae	*Ochetorhynchus melanurus*	Chiricoca	-	-	B	E
Passeriformes	Furnariidae	*Cinclodes fuscus*	Churrete acanelado	-	-	B	N
Passeriformes	Furnariidae	*Cinclodes oustaleti*	Churrete chico	-	-	B	N
Passeriformes	Furnariidae	*Geositta cunicularia*	Minero	-	-	B	N
Passeriformes	Furnariidae	*Geositta marítima*	Minero chico	-	-	B	N
Passeriformes	Furnariidae	*Geositta rufipennis*	Minero cordillerano	-	-	B	N
Passeriformes	Furnariidae	*Geositta isabellina*	Minero grande	-	-	B-S	N

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	EC	Decreto	CP	O
Passeriformes	Furnariidae	*Aphrastura spinicauda*	Rayadito	-	-	B	N
Passeriformes	Furnariidae	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral	-	-	B	N
Passeriformes	Furnariidae	*Phleocryptes melanops*	Trabajador	-	-	B	N
Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina bermeja	-	-	B-S-E	N
Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta leucopyga*	Golondrina chilena	-	-	B-E	N
Passeriformes	Hirundinidae	*Pygochelydon cyanoleuca*	Golondrina de dorso negro	-	-	B-E	N
Passeriformes	Icteridae	*Sturnella loyca*	Loica	-	-	E	N
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus bonariensis*	Mirlo	-	-	-	N
Passeriformes	Icteridae	*Curaeus curaeus*	Tordo	-	-	-	N
Passeriformes	Icteridae	*Agelasticus thilius*	Trile	-	-	B	N
Passeriformes	Mimidae	*Mimus thenca*	Tenca	-	-	B	N
Passeriformes	Motacillidae	*Anthus correndera*	Bailarín chico	-	-	B-E	N
Passeriformes	Rhinocryptidae	*Scelorchilus albicollis*	Tapaculo	-	-	B	E
Passeriformes	Rhynocryptidae	*Pteroptochos megapodius*	Turca	-	-	B	E
Passeriformes	Thraupidae	*Sicalis luteola*	Chirihue	-	-	-	N
Passeriformes	Thraupidae	*Sicalis auriventris*	Chirihue dorado	-	-	-	N
Passeriformes	Thraupidae	*Sicalis olivascens*	Chirihue verdoso	-	-	S	N
Passeriformes	Thraupidae	*Phrygilus gayi*	Cometocino de gay	-	-	E	N
Passeriformes	Thraupidae	*Diuca diuca*	Diuca	-	-	-	N
Passeriformes	Thraupidae	*Phrygilus unicolor*	Pájaro plomo	-	-	S	N
Passeriformes	Thraupidae	*Porphyrospiza alaudina*	Platero	-	-	S	N
Passeriformes	Thraupidae	*Phrygilus fruticeti*	Yal	-	-	-	N
Passeriformes	Thraupidae	*Melanodera xanthogramma*	Yal cordillerano	-	-	S	N
Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán	-	-	B-E	N
Passeriformes	Troglodytidae	*Cistothorus platensis*	Chercán de las vegas	-	-	B-S-E	N
Passeriformes	Turdidae	*Turdus falcklandii*	Zorzal	-	-	-	N
Passeriformes	Tyrannidae	*Anairetes parulus*	Cachudito	-	-	B-E	N
Passeriformes	Tyrannidae	*Lessonia rufa*	Colegial	-	-	B-E	N
Passeriformes	Tyrannidae	*Muscisaxicola maculirostris*	Dormilona chica	-	-	B-E	N
Passeriformes	Tyrannidae	*Muscisaxicola rufivertex*	Dormilona nuca rojiza	-	-	B-E	N
Passeriformes	Tyrannidae	*Muscisaxicola macloviana*	Dormilona tontita	-	-	B-E	N
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia albiceps*	Fío fío	-	-	B-E	N
Passeriformes	Tyrannidae	*Agriornis livida*	Mero	-	-	B-E	N

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	EC	Decreto	CP	O
Passeriformes	Tyrannidae	*Agriornis montanus*	Mero gaucho	-	-	B-E	N
Passeriformes	Tyrannidae	*Tachuris rubrigastra*	Siete colores	-	-	-	N
Passeriformes	Tyrannidae	*Colorhamphus parvirostris*	Viudita	-	-	B-E	N
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza boyera	-	-	B	N
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza chica	-	-	B	N
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea cocoi*	Garza cuca	LC	DS 16/2016 MMA	B-S	N
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza grande	-	-	B	N
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ixobrychus involucris*	Huairavillo	LC	DS 16/2016 MMA	B-S	N
Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo	-	-	E	N
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Theristicus melanopis*	Bandurria	LC	DS 06/2017 MMA	B	N
Piciformes	Picidae	*Colaptes pitius*	Pitío	-	-	B	N
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium nana*	Chuncho	-	-	B-E	N
Strigiformes	Strigidae	*Asio flammeus*	Nuco	LC	DS 16/2016 MMA	B-E	N
Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Pequén	-	-	B-E	N
Strigiformes	Strigidae	*Bubo magellanicus*	Tucúquere	-	-	B-E	N
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza	-	-	B-E	N
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	-	-	-	N
Tinamiformes	Tinamidae	*Nothoprocta perdicaria*	Perdiz chilena	-	-	-	E

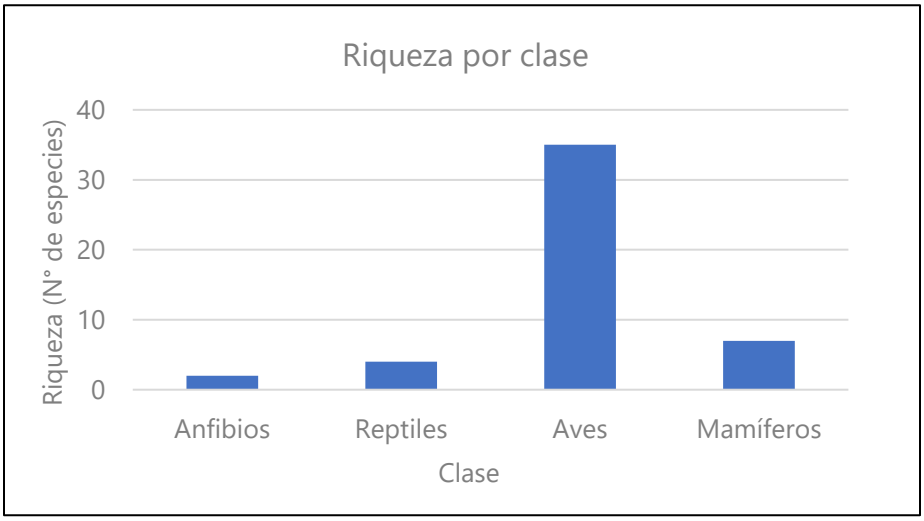
Fuente: Elaboración propia, 2020. O: Origen: E: Endémica; N: Nativa. EC: Estados de Conservación: PE: Peligro de extinción, I: Insuficientemente conocida; FP: Fuera de peligro; VU: Vulnerable; R: rara. NT: Casi Amenazada; LC: Preocupación Menor. CP: Criterio de Protección: B: beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria, E: benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas, S: con densidades poblacionales reducidas.

5.3 Campaña invierno 2020

5.3.1 Riqueza total para el área de estudio

Durante la campaña de monitoreo de invierno 2020, se registraron en toda el área de estudio un total de 48 especies. 2 anfibios, 4 reptiles, 7 mamíferos y 35 aves. (Gráfico 5-1).

Gráfico 5-1 Riqueza por clase. Campaña monitoreo invierno 2020.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la Tabla 5-8 se presentan el listado de especies observadas en el área de estudio, indicando el ambiente donde fueron registradas. Se detalla además por cada especie las singularidades definidas por la "Guía para la descripción de los componentes Suelo, Flora y Fauna Silvestre" (SEA, 2015).

Tabla 5-8 Especies y singularidad registrada por ambiente en el área de estudio

Nombre común	Nombre científico	Singularidad						Ambiente		
		S10	S11	S12	S13	S23 MON	S23 MIGR	HB	MAR	MT
Amphibia										
Anura										
Sapito de cuatro ojos	*Pleurodema thaul*	**SI**	-	-	-	-	-			X
Sapo de Atacama	*Rhinella atacamensis*	**SI**	**SI**	-	-	-	-			X
Aves										
Accipitriformes										
Aguilucho	*Geranoaetus polyosoma*	-	-	-	-	-	-	**X**		X
Apodiformes										
Picaflor gigante	*Patagona gigas*	-	-	-	-	-	**SI**	**X**	X	X
Caprimulgiformes										
Gallina ciega	*Systellura longirostris*	-	-	-	-	-	-			X
Cathartiformes										
Cóndor	*Vultur gryphus*	**SI**	-	-	-	**SI**	-		X	
Jote de cabeza negra	*Coragyps atratus*	-	-	-	-	-	-			X
Jote de cabeza roja	*Cathartes aura*	-	-	-	-	-	-	**X**		
Charadriiformes										
Chorlo de campo	*Oreopholus ruficollis*	**SI**	-	-	-	-	-			X
Chorlo nevado	*Charadrius nivosus*	-	-	-	-	-	-	**X**		
Gaviota dominicana	*Larus dominicanus*	-	-	-	-	-	-	**X**		
Gaviota garuma	*Leucophaeus modestus*	**SI**	-	-	-	-	-	**X**		
Perdicita	*Thinocorus rumicivorus*	-	-	-	-	-	-	**X**		
Pilpipén negro	*Haematopus ater*	-	-	-	-	-	-	**X**		
Playero blanco	*Calidris alba*	-	-	-	-	-	**SI**	**X**		
Queltehue	*Vanellus chilensis*	-	-	-	-	-	-	**X**		
Zarapito	*Numenius phaeopus*	-	-	-	-	-	**SI**	**X**		
Columbiformes										
Tórtola	*Zenaida auriculata*	-	-	-	-	-	-	**X**	X	X
Falconiformes										
Cernícalo	*Falco sparverius*	-	-	-	-	-	-	**X**		X
Halcón perdiguero	*Falco femoralis*	-	-	-	-	-	-			X
Traro	*Caracara plancus*	-	-	-	-	-	-	**X**		

Nombre común	Nombre científico	Singularidad						Ambiente		
		S10	S11	S12	S13	S23 MON	S23 MIGR	HB	MAR	MT
Passeriformes										
Cachudito	*Anairetes parulus*	-	-	-	-	-	-		X	X
Chincol	*Zonotrichia capensis*	-	-	-	-	-	-	**X**		X
Chiricoca	*Ochetorhynchus melanurus*	-	**SI**	-	-	-	-			X
Churrete acanelado	*Cinclodes fuscus*	-	-	-	-	-	-			X
Diuca	*Diuca diuca*	-	-	-	-	-	-		X	X
Loica	*Sturnella loyca*	-	-	-	-	-	-			X
Mero gaucho	*Agriornis montanus*	-	-	-	-	-	-			X
Minero	*Geositta cunicularia*	-	-	-	-	-	-	**X**		
Tenca	*Mimus thenca*	-	-	-	-	-	-		X	1
Tijeral	*Leptasthenura aegithaloides*	-	-	-	-	-	-			X
Viudita	*Colorhamphus parvirostris*	-	-	-	-	-	-		X	
Yal	*Phrygilus fruticeti*	-	-	-	-	-	-	**X**	X	X
Pelecaniformes										
Bandurria	*Theristicus melanopis*	-	-	-	-	-	-			X
Strigiformes										
Pequén	*Athene cunicularia*	-	-	-	-	-	-	**X**		
Suliformes										
Yeco	*Phalacrocorax brasilianus*	-	-	-	-	-	-	**X**		
Tinamiformes										
Perdiz chilena	*Nothoprocta perdicaria*	-	**SI**	-	-	-	-		X	X
Mammalia										
Artiodactyla										
Guanaco	*Lama guanicoe*	**SI**	-	-	-	-	-			X
Carnivora										
Zorro chilla	*Lycalopex griseus*	-	-	-	-	-	-	**X**		X
Rodentia										
Degú	*Octodon degus*	-	**SI**	-	**SI**	-	-		X	
Ratón de cola larga	*Oligoryzomys longicaudatus*	-	-	-	-	-	-		X	
Perissodactyla										
Burro	*Equus asinus*	-	-	-	-	-	-	**X**		X
Caballo	*Equus caballus*	-	-	-	-	-	-			X

Nombre común	Nombre científico	Singularidad						Ambiente		
		S10	S11	S12	S13	S23 MON	S23 MIGR	HB	MAR	MT
Lagomorpha										
Liebre	*Lepus europaeus*	-	-	-	-	-	-			X
Reptilia										
Squamata										
Lagartija de Plate	*Liolaemus platei*	-	**SI**	-	-	-	-		X	X
Lagartija de Silva	*Liolaemus silvae*	**SI**	**SI**	**SI**	**SI**	-	-	**X**		X
Lagartija oscura	*Liolaemus fuscus*	-	**SI**	-	**SI**	-	-			X
Lagarto nítido	*Liolaemus nitidus*	**SI**	**SI**	-	**SI**	-	-			X

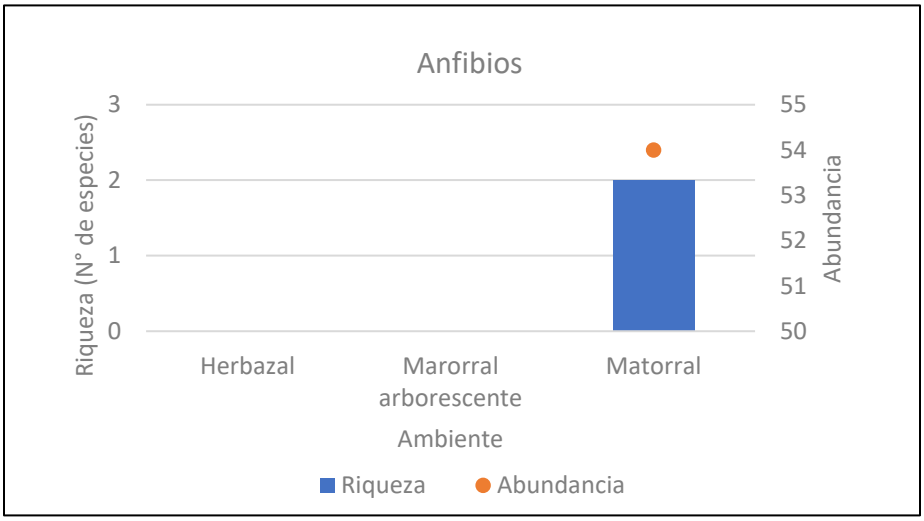
Fuente: Elaboración propia, 2020. Ambiente HB: herbazal, MAR: Matorral arborescente, MT: Matorral.

5.3.2 Anfibios

a) Riqueza

En el área de estudio se registraron 2 especies: *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos) y *Rhinella atacamensis* (sapo de Atacama), ambas en el ambiente matorral. En los restantes ambientes no se detectaron anfibios (Gráfico 5-2).

Gráfico 5-2 Riqueza y abundancia de anfibios por ambiente.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

b) Abundancia

En el ambiente Matorral se observó la mayor abundancia de cada una de las especies observadas. En la Tabla 5-9 se entregan las abundancias obtenidas en cada ambiente. *Rhinella atacamensis* (sapo de Atacama), con 50 individuos, fue la más abundante. De *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos) se observaron sólo 4 individuos. Cabe señalar que de ambas especies fue posible observar posturas de huevos, larvas en diferente estado de desarrollo, además de los individuos adultos; lo que muestra la importancia de estos ambientes para la reproducción de especies que se encuentran en categoría de amenaza (ver fotografías desde 9-15 a 9-18 Anexo 2).

Tabla 5-9 Abundancia de anfibios por ambiente. Invierno 2020

Nombre común	Nombre científico	Herbazal	Marorral arborescente	Matorral	Total
Anura					
Sapito de cuatro ojos	*Pleurodema thaul*	0	0	4	4
Sapo de Atacama	*Rhinella atacamensis*	0	0	50	50
Abundancia total		**0**	**0**	**54**	**54**

Fuente: Elaboración propia, 2020.

c) Singularidades

Para la clase Amphibia, las 2 especies registradas se encuentran en categoría de amenaza (S10) y 1 especie es endémica (S11) *Rhinella atacamensis* (sapo de Atacama). En la Tabla 5-10 se detallan las estaciones de muestreo en las que se registraron los individuos en categoría de amenaza (S-10) según los criterios de conservación nacional.

Tabla 5-10 Estaciones de muestreo (EM) con registros de anfibios en categoría de amenaza (S 10)

EM	Nombre común	Nombre científico	EC	Decreto
EM10	Sapito de cuatro ojos	*Pleurodema thaul*	NT	DS 41/2011 MMA
EM10	Sapo de Atacama	*Rhinella atacamensis*	VU	DS 41/2011 MMA

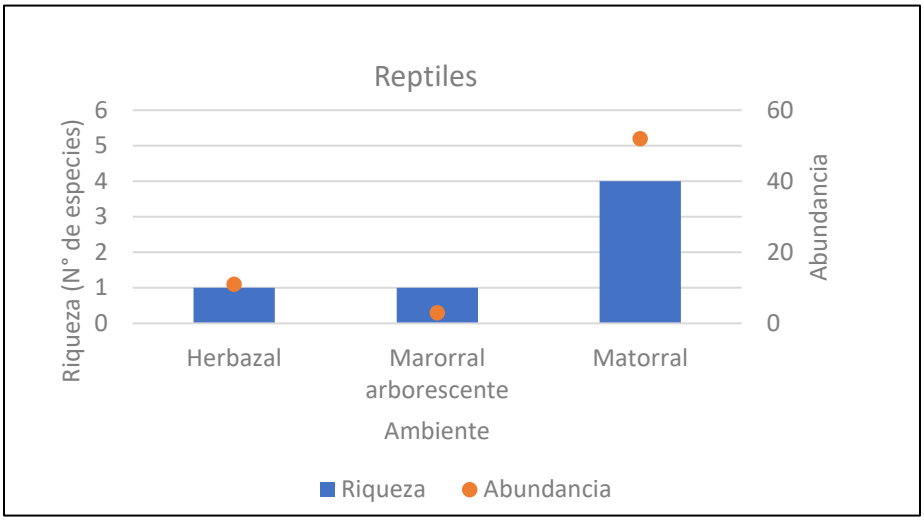
Fuente: Elaboración propia, 2020. EC: Estado de conservación. NT: Casi amenazado, VU: vulnerable.

5.3.3 Reptiles

a) Riqueza

En el área de estudio se registraron 4 especies: *Liolaemus platei* (Lagartija de Plate), *L. silvae* (Lagartija de Silva) y *L. fuscus* (Lagartija oscura) y *L. nitidus* (Lagarto nítido), la mayor riqueza se presento principalmente en ambiente matorral (Gráfico 5-3).

Gráfico 5-3 Riqueza y abundancia de reptiles por ambiente.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

b) Abundancia

En el ambiente Matorral se observó la mayor abundancia de cada una de las especies observadas. Siendo *Liolaemus silvae* (Lagartija de Silva), con 52 individuos, la especie más abundante. En Tabla 5-11 se entregan las abundancias obtenidas en cada ambiente.

Tabla 5-11 Abundancia de reptiles por ambiente. Invierno 2020

Nombre común	Nombre científico	Herbazal	Marorral arborescente	Matorral	Total
Squamata					
Lagartija de Plate	*Liolaemus platei*	0	3	3	6
Lagartija de Silva	*Liolaemus silvae*	11	0	41	52
Lagartija oscura	*Liolaemus fuscus*	0	0	7	7
Lagarto nítido	*Liolaemus nitidus*	0	0	1	1
Abundancia total		**11**	**3**	**52**	**66**

Fuente: Elaboración propia, 2020.

c) Singularidades

Para la clase Reptilia, 2 de las especies registradas se encuentran en categoría de amenaza (S10), *Liolaemus silvae* (lagartija de Silva) y *L. nitidus* (lagarto nítido). Todas las especies son endémicas (S11) y 3 están en el límite norte de su distribución (S13): *Liolaemus fuscus* (lagartija oscura), *L. nitidus* (lagarto nítido) y *L silvai* (lagartija de Silva). Por su parte *L. silvai* presenta una distribución restringida (S12).

En la Tabla 5-12 se detallan las estaciones de muestreo en las que se registraron los individuos en categoría de amenaza (S-10) según los criterios de conservación nacional.

Tabla 5-12 Estaciones de muestreo (EM) con registros de reptiles en categoría de amenaza (S 10)

EM	Nombre común	Nombre científico	EC	Decreto
EM01	Lagartija de Silva	*Liolaemus silvae*	NT	DS 23/2019 MMA
EM02	Lagartija de Silva	*Liolaemus silvae*	NT	DS 23/2019 MMA
EM03	Lagartija de Silva	*Liolaemus silvae*	NT	DS 23/2019 MMA
EM04	Lagartija de Silva	*Liolaemus silvae*	NT	DS 23/2019 MMA
EM05	Lagartija de Silva	*Liolaemus silvae*	NT	DS 23/2019 MMA
EM05	Lagarto nítido	*Liolaemus nitidus*	NT	DS 19/2012 MMA
EM06	Lagartija de Silva	*Liolaemus silvae*	NT	DS 23/2019 MMA

Fuente: Elaboración propia, 2020.

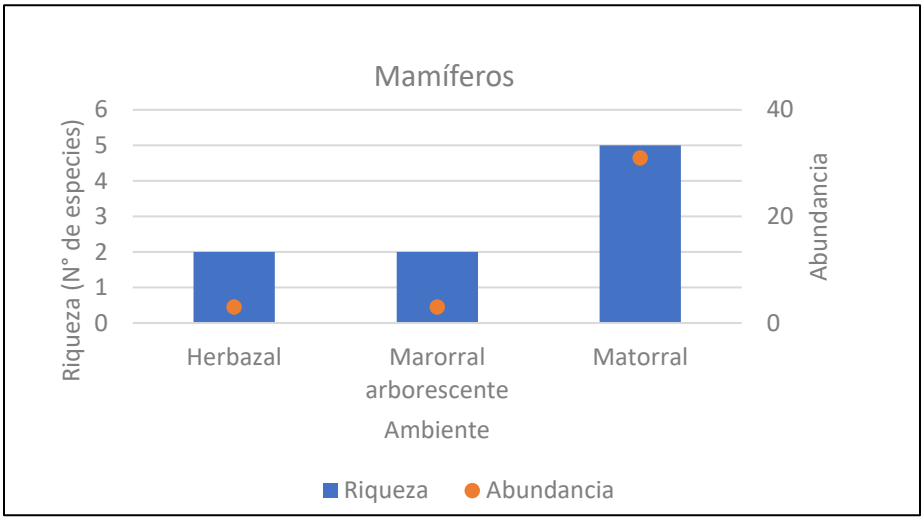
5.3.4 Mamíferos

a) Riqueza

En el área de estudio se registraron 7 especies, los nativos *Lama guanicoe* (guanaco), *Lycalopex griseus* (zorro chilla), *Octodon degus* (degú) y *Oligoryzomys longicaudatus* (ratón de cola larga). Se registraron también animales domésticos e introducidos: *Equus asinus* (burro), *E. caballus* (caballo) y *Lepus europaeus* (liebre).

El ambiente donde se registró la mayor abundancia y riqueza fue el de tipo Matorral (Gráfico 5-4).

Gráfico 5-4 Riqueza y abundancia de mamíferos por ambiente.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

b) Abundancia

En el ambiente Matorral se observó la mayor abundancia de cada una de las especies observadas, exceptuando las especies del orden Rodentia, que fueron capturadas sólo en el ambiente de Matorral arborescente. La especie más abundante fue *Lama guanicoe* (guanaco), con 21 individuos en ambiente matorral. En Tabla 5-13 se entregan las abundancias obtenidas en cada ambiente.

Tabla 5-13 Abundancia de mamíferos por ambiente. Invierno 2020

Nombre común	Nombre científico	Herbazal	Marorral arborescente	Matorral	Total
Artiodactyla					
Guanaco	*Lama guanicoe*	0	0	21	21
Carnivora					
Zorro chilla	*Lycalopex griseus*	1	0	4	5
Rodentia					
Degú	*Octodon degus*	0	1	0	1
Ratón de cola larga	*Oligoryzomys longicaudatus*	0	2	0	2
Perissodactyla					
Burro	*Equus asinus*	2	0	4	6

Nombre común	Nombre científico	Herbazal	Marorral arborescente	Matorral	Total
Caballo	*Equus caballus*	0	0	1	1
Lagomorpha					
Liebre	*Lepus europaeus*	0	0	1	1
Abundancia total		**3**	**3**	**31**	**37**

Fuente: Elaboración propia, 2020.

c) Singularidades

Para la clase Mammalia, se registró 1 especie en categoría de amenaza (S10), *Lama guanicoe* (guanaco). Respecto al endemismo (S11) se registró 1 especie, *Octodon degus* (degú), que también está en el límite norte de su distribución (S13).

En la Tabla 5-14 se detallan las coordenadas de las estaciones de muestreo en las que se registraron los individuos en categoría de amenaza (S-10) según los criterios de conservación nacional.

Tabla 5-14 Estaciones de muestreo (EM) con registros de mamíferos en categoría de amenaza (S 10)

EM	Nombre común	Nombre científico	EC	Decreto
EM06	**Guanaco**	*Lama guanicoe*	**VU**	DS 33/2011 MMA
EM07	**Guanaco**	*Lama guanicoe*	**VU**	DS 33/2011 MMA
EM09	**Guanaco**	*Lama guanicoe*	**VU**	DS 33/2011 MMA

Fuente: Elaboración propia, 2020. EC: Estado de conservación. VU: vulnerable.

5.3.4.2 *Quirópteros*

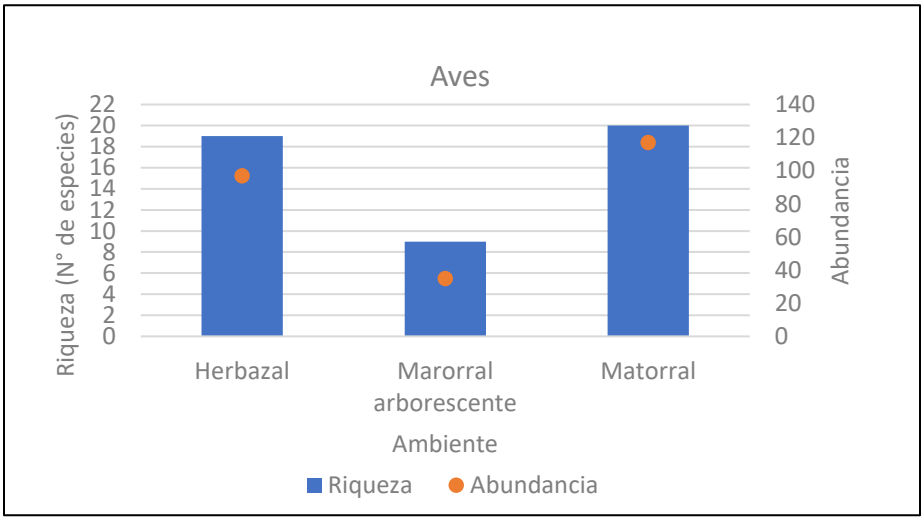
No se detectaron ejemplares de este grupo durante la campaña de invierno 2020.

5.3.5 Aves

a) Riqueza

En el área de estudio se registraron 35 especies. El grupo de mayor riqueza fueron los Passeriformes y Charadriiformes. En el ambiente de tipo Matorral se registró la mayor abundancia (117 individuos) y mayor riqueza (20 especies), seguido por el de herbazal (19 especies y 97 individuos) (Gráfico 5-5).

Gráfico 5-5 Riqueza y abundancia de aves por ambiente.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

b) Abundancia

En los ambientes Matorral y Herbazal se registró la mayor cantidad de ejemplares. Dentro del grupo de las paseriformes, la especie más abundante fue *Phrygilus fruticeti* (yal) con 90 individuos, la segunda especie mayormente abundante fue *Zonotrichia capensis* (chincol), con 33 individuos. En Tabla 5-15 se entregan las abundancias obtenidas en cada ambiente.

Tabla 5-15 Abundancia de aves por ambiente. Invierno 2020.

Nombre común	Nombre científico	Herbazal	Marorral arborescente	Matorral	Total
Accipitriformes					
Aguilucho	*Geranoaetus polyosoma*	2	0	4	6
Apodiformes					
Picaflor gigante	*Patagona gigas*	1	1	2	4
Caprimulgiformes					
Gallina ciega	*Systellura longirostris*	0	0	1	1
Cathartiformes					
Cóndor	*Vultur gryphus*	0	5	0	5
Jote de cabeza negra	*Coragyps atratus*	0	0	1	1

Nombre común	Nombre científico	Herbazal	Marorral arborescente	Matorral	Total
Jote de cabeza roja	*Cathartes aura*	10	0	0	10
Charadriiformes					
Chorlo de campo	*Oreopholus ruficollis*	0	0	6	6
Chorlo nevado	*Charadrius nivosus*	4	0	0	4
Gaviota dominicana	*Larus dominicanus*	15	0	0	15
Gaviota garuma	*Leucophaeus modestus*	1	0	0	1
Perdicita	*Thinocorus rumicivorus*	4	0	0	4
Pilpipén negro	*Haematopus ater*	2	0	0	2
Playero blanco	*Calidris alba*	6	0	0	6
Queltehue	*Vanellus chilensis*	2	0	0	2
Zarapito	*Numenius phaeopus*	1	0	0	1
Columbiformes					
Tórtola	*Zenaida auriculata*	2	8	2	12
Falconiformes					
Cernícalo	*Falco sparverius*	1	0	1	2
Halcón perdiguero	*Falco femoralis*	0	0	1	1
Traro	*Caracara plancus*	1	0	0	1
Passeriformes					
Cachudito	*Anairetes parulus*	0	2	1	3
Chincol	*Zonotrichia capensis*	10	0	23	33
Chiricoca	*Ochetorhynchus melanurus*	0	0	1	1
Churrete acanelado	*Cinclodes fuscus*	0	0	2	2
Diuca	*Diuca diuca*	0	3	3	6
Loica	*Sturnella loyca*	0	0	1	1
Mero gaucho	*Agriornis montanus*	0	0	1	1
Minero	*Geositta cunicularia*	4	0	0	4

Nombre común	Nombre científico	Herbazal	Marorral arborescente	Matorral	Total
Tenca	*Mimus thenca*	0	5	1	6
Tijeral	*Leptasthenura aegithaloides*	0	0	1	1
Viudita	*Colorhamphus parvirostris*	0	1	0	1
Yal	*Phrygilus fruticeti*	22	8	60	90
Pelecaniformes					
Bandurria	*Theristicus melanopis*	0	0	4	4
Strigiformes					
Pequén	*Athene cunicularia*	4	0	0	4
Suliformes					
Yeco	*Phalacrocorax brasilianus*	5	0	0	5
Tinamiformes					
Perdiz chilena	*Nothoprocta perdicaria*	0	2	1	3
Abundancia total		**97**	**35**	**117**	**249**

Fuente: Elaboración propia, 2020.

c) Singularidades

Para la clase Aves, 3 especies se encuentran en categoría de amenaza (S-10), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Oreopholus ruficollis* (chorlo de campo) y *Vultur gryphus* (cóndor). 2 especies son endémicas (S11), la chiricoca (*Ochetorhynchus melanurus*) y la Perdiz chilena (*Nothoprocta perdicaria*). Respecto de las especies migratorias (S23) se registraron 3, *Calidris alba* (Playero blanco), *Numenius phaeopus* (zarapito) y *Patagona gigas* (picaflor gigante). Además, *Vultur gryphus* (cóndor andino) es considerado Monumento Natural (S23). En la Tabla 5-16 se detallan las coordenadas de las estaciones de muestreo en las que se registraron los individuos en categoría de amenaza (S-10) según los criterios de conservación nacional.

Tabla 5-16 Estaciones de muestreo (EM) con registros de aves en categoría de amenaza (S 10)

EM	Nombre común	Nombre científico	EC	Decreto
EM03	Gaviota garuma	*Leucophaeus modestus*	VU(XV-III)	DS 5/1998 MINAGRI
EM05	Chorlo de campo	*Oreopholus ruficollis*	NT	DS 23/2019 MMA
EM08	Cóndor	*Vultur gryphus*	NT	DS 23/2019 MMA

Fuente: Elaboración propia, 2020.

5.3.6 Especies en categoría de conservación

En Sitio Prioritario Sarco se registraron 12 especies en categoría de conservación.

En categoría casi amenazada se encuentran los reptiles *Liolaemus nitidus* (lagarto nítido), *L. silvae* (lagartija de Silva), el anfibio *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos), las aves *Oreopholus ruficollis* (chorlo de campo) y *Vultur gryphus* (cóndor).

En categoría de vulnerable se encuentran el anfibio *Rhinella atacamensis* (sapo de Atacama), el mamífero *Lama guanicoe* (guanaco) y el ave *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma).

En la categoría de preocupación menor están los reptiles *Liolaemus platei* (lagartija de Plate), *Liolaemus fuscus* (lagartija oscura), el mamífero *Lycalopex griseus* (zorro chilla) y el ave *Theristicus melanopis* (bandurria) (Tabla 5-17).

Tabla 5-17 Especies en categoría de conservación

Nombre común	Nombre científico	EC	Decreto	Origen	CP
Amphibia					
Sapito de cuatro ojos	*Pleurodema thaul*	NT	DS 41/2011 MMA	N	E
Sapo de Atacama	*Rhinella atacamensis*	VU	DS 41/2011 MMA	E	S-E
Aves					
Bandurria	*Theristicus melanopis*	LC	DS 6/2017 MMA	N	B
Chorlo de campo	*Oreopholus ruficollis*	NT	DS 23/2019 MMA	N	B-E
Cóndor	*Vultur gryphus*	NT	DS 23/2019 MMA	N	B-E
Gaviota garuma	*Leucophaeus modestus*	VU(XV-III)	DS 5/1998 MINAGRI	N	S
Mammalia					
Guanaco	*Lama guanicoe*	VU(XV-X)	DS 33/2011 MMA	N	S
Zorro chilla	*Lycalopex griseus*	LC	DS 33/2011 MMA	N	E
Reptilia					
Lagartija de Plate	*Liolaemus platei*	LC	DS 16/2016 MMA	E	E

Nombre común	Nombre científico	EC	Decreto	Origen	CP
Lagartija de Silva	*Liolaemus silvae*	NT	DS 23/2019 MMA	E	S-E
Lagartija oscura	*Liolaemus fuscus*	LC	DS 19/2012 MMA	E	B-E
Lagarto nítido	*Liolaemus nitidus*	NT	DS 19/2012 MMA	E	S-E

Fuente: Elaboración propia, 2020. O: Origen: E: Endémica; N: Nativa. EC: Estados de Conservación: PE: Peligro de extinción, I: Insuficientemente conocida; FP: Fuera de peligro; VU: Vulnerable; R: rara. NT: Casi Amenazada; LC: Preocupación Menor. CP: Criterio de Protección: B: beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria, E: benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas, S: con densidades poblacionales reducidas.

6. DISCUSIONES

El Sitio Prioritario Sarco, tiene una superficie de 5.840 ha aproximadamente. En el se definieron tres ambientes principales para fauna: Herbazal, Matorral y Matorral arborescente; siendo el ambiente matorral el que abarca la mayor superficie.

La actual campaña de monitoreo se realizó bajo el fenómeno del Desierto Florido, debido a las precipitacions ocurridas durante el mes de junio que alcanzaron más de 20 mm de agua caída.

Las especies nativas que potencialmente habitan en el Sitio Prioritario serían 135, entre las que se encuentran 2 anfibios, 12 reptiles, 20 mamíferos y 101 aves. Durante la campaña de monitoreo en el área completa se registraron 48 especies, un 35,5% de las especies potenciales. Respecto a la diferencia entre el número de especies potenciales y las observadas, se puede deber a que, por ejemplo, una especie puede ampliar o reducir su distribución en función de cambios en el ambiente. Además, determinadas especies pueden variar su fenología en función de las condiciones de un año determinado, pudiendo llegar a no ser detectables todos los años (Jiménez-Valverde A. & Hortal J. 2003). De este modo el tamaño y la composición de un inventario de especies en un lugar determinado varía en el tiempo debido diferentes factores. Normalmente la mayor riqueza de especies se observa durante las estaciones de primavera y otoño.

De las 48 especies 2 fueron anfibios, 4 reptiles, 7 mamíferos y 35 fueron aves. El ambiente que presentó la mayor riqueza y abundancia fue el de Matorral, ambiente de mayor superficie en el área de estudio.

En relación con la clase Amphibia, se pudo observar que el evento de lluvias favoreció la conducta reproductiva de las 2 especies encontradas. Al respecto, se encontraron huevos, larvas y ejemplares adultos en gran cantidad de *Rhinella atacamensis* (sapo de Atacama) y de *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos) en uno de los sitios ubicados en Quebrada Honda; lo que muestra la importancia que tiene para la reproducción y mantención de poblaciones de estas especies, la preservación del Sitio Prioritario Sarco.

En relación con los reptiles, se detectaron 4 especies, *Liolaemus platei* (Lagartija de Plate), *L. silvae* (Lagartija de Silva), *L. fuscus* (Lagartija oscura) y *L. nitidus* (Lagarto nítido), todas endémicas. La más abundante fue *L. silvai*. Esta especie es localmente abundante, sin embargo, su distribución es restringida, ya que se distribuye entre Huasco-Vallenar (en la región de Atacama) y Punta de Choros (Region de Coquimbo), alcanzando los 450 msnm (Mella, 2017).

Con respecto a los mamíferos, en el área se regitraron 7 especies. De las cuales sólo 4 son nativas, *Lama guanicoe* (guanaco), *Lycalopex griseus* (zorro chilla), *Octodon degus* (degú) y *Oligoryzomys longicaudatus* (ratón de cola larga). Estos últimos fueron capturados con trampas Sherman, en el ambiente de matorral arborescente, que aparentemente es más favorable para estos pequeños roedores. Cabe señalar que el éxito de captura fue bajo, lo que podría deberse a la fuerte sequía que sufre el centro-norte de Chile, fenómeno que influye directamente en la oferta de alimento y refugio para estas especies. Por otra parte, la especie más abundante fue *L. guanicoe* (guanaco), que es el mamífero terrestre de mayor tamaño que habita en Chile. Esta especie tiene una amplia distribución, sin embargo, en la parte norte de Chile no es continua. Observándose poblaciones costeras sólo en el sur de la región de Antofagasta y en Atacama, donde se ubica el Sitio prioritario Sarco.

Por otra parte, es importante mencionar que es muy probable que la especie *Puma concolor* (puma) se encuentre presente en el área, ya que fue detectado recientemente aproximadamente a 18 km al este del Sitio prioritario Sarco (sector de aguada 4).

Respecto a las aves, se registraron 35 especies. El grupo más abundante fue el de los paseriformes, siendo *Phrygilus fruticeti* (yal), la especie mayormente observada y distribuida por todo el sector. Cabe mencionar la presencia de aves migradoras como *Patagona gigas* (picaflor gigante), la cual se comienza a ver en el mes de septiembre y ya durante el verano en Atacama, durante el invierno desaparece. Además de los migradores boreales *Calidris alba* (playero blanco) y *Numenius phaeopus* (zarapito) que llegan a Chile en primavera-verano (Tala, 2006). También se observaron ejemplares de *Vultur gryphus* (cóndor) especie catalogada como Monumento Natural (D.S. 02/2006, 2006) y en categoría de amenaza (Casi amenazada DS 23/2019).

Finalmente, se observaron también animales domésticos. *Equus asinus* (burro), *E. caballus* (caballo) y *Lepus europaeus* (liebre). Es necesario considerar que estas especies podrían afectar directa o indirectamente a la fauna silvestre, mediante competencia, y/o transmisión de enfermedades.

Con relación a las especies en categoría de conservación se registraron 12 especies. Las consideradas en la categoría casi amenaza son los reptiles *Liolaemus nitidus* (lagarto nítido), *L. silvae* (lagartija de Silva), el anfibio *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos), las aves *Oreopholus ruficollis* (chorlo de campo) y *Vultur gryphus* (cóndor). En categoría de vulnerable, el anfibio *Rhinella atacamensis* (sapo de Atacama), el mamífero *Lama guanicoe* (guanaco) y el ave *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma). Finalmente, en categoría de

preocupación menor están los reptiles *Liolaemus platei* (lagartija de Plate), *Liolaemus fuscus* (lagartija oscura), el mamífero *Lycalopex griseus* (zorro chilla) y el ave *Theristicus melanopis* (bandurria).

7. CONCLUSIONES

Las especies nativas que potencialmente habitan en el Sitio Prioritario serían 135, entre las que se encuentran 2 anfibios, 12 reptiles, 20 mamíferos y 101 aves. En la presente campaña se registró un total de 48 especies, 2 anfibios, 4 reptiles, 7 mamíferos y 35 aves. Dando cuenta de una muestra de cómo se conforma el ensamble de vertebrados terrestres en el área.

El ambiente de mayor riqueza y abundancia fue el de tipo Matorral, que cubre gran parte de la superficie del Sitio Prioritario. Cabe señalar que se encontraron huevos, larvas y ejemplares adultos en gran cantidad de *Rhinella atacamensis* (sapo de Atacama) y de *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos) en uno de los sitios ubicados en Quebrada Honda; lo que muestra la importancia que tiene para la reproducción y mantención de poblaciones de estas especies, la preservación del Sitio Prioritario Sarco.

En relación con los mamíferos de mayor tamaño, se registraron varias especies domésticas e introducidas. Sólo dos nativas, *Lama guanicoe* (guanaco) y *Lycalopex griseus* (zorro chilla). Respecto de los micromamíferos, la tasa de captura fue baja, lo que se asocia a la megasequia que afecta a gran parte del país, que afecta especialmente la abundancia de los roedores. Los individuos capturados estaban en el ambiente matorral arborecente.

Del total de aves 3 fueron migratorias; *Calidris alba* (Playero blanco), *Numenius phaeopus* (zarapito) y *Patagona gigas* (picaflor gigante), que visitan Atacama a partir de la primavera. Además de una especie catalogada como Monumento Natural (*Vultur gryphus*, cóndor). La más abundante y mayormente distribuida en el sector fue *Phrygilus fruticeti* (yal).

De las 48 especies observadas 12 especies están categoría de conservación. De las cuales 8 esta en categoría de amenaza (casi amenazada y vulnerables).

Las especies consideradas en la categoría casi amenaza fueron los reptiles *Liolaemus nitidus* (lagarto nítido), *L. silvae* (lagartija de Silva), el anfibio *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos), las aves *Oreopholus ruficollis* (chorlo de campo) y *Vultur gryphus* (cóndor). En categoría de vulnerable, el anfibio *Rhinella atacamensis* (sapo de Atacama), el mamífero *Lama guanicoe* (guanaco) y el ave *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma). Finalmente, en categoría de preocupación menor están los reptiles *Liolaemus platei* (lagartija de Plate), *Liolaemus fuscus* (lagartija oscura), el mamífero *Lycalopex griseus* (zorro chilla) y el ave *Theristicus melanopis* (bandurria).

Además, 8 especies fueron endémicas, donde destacan los reptiles, ya que las 4 especies observadas fueron endémicas. Entre las que se destaca *Liolaemus silvai (*Lagartija de Silva), de distribución restringida. Las restantes especies endémicas fueron *Rhinella atacamensis* (sapo de Atacama), de las aves, *Ochetorhynchus melanurus* (chiricoca) y *Nothoprocta perdicaria* (perdiz chilena) y el mamífero *Octodon degus* (degú).

8. REFERENCIAS

American Ornithologist's Union, Areta, C. D. C., Claramunt, Á. J., Pacheco, J., Robbins, S., & Zimmer. (2020). SACC South American Classification Committee. A classification of the bird species of South America. http://www.museum.lsu.edu/ Remsen/SACCBaseline.htm.

Amphibian Species of the World. (2020). http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/index.php

Aves de Chile. (2020). https://www.avesdechile.cl/.

Correa, C., Donoso, J. P., & Ortiz, J. C. (2016). Estado de conocimiento y conservación de los anfibios de Chile: Una síntesis de los últimos 10 años de investigación. Gayana (Concepción), 80(1), 103–124.

Correa, C., Méndez, M., Araya, S., Lobos, G., & Palma, R. (2013). A hybrid zone of two toad sister species, Rhinella atacamensis and R. arunco (Anura: Bufonidae), defined by a consistent altitudinal segregation in watersheds. Revista Chilena de Historia Natural, 86, 115–125. https://doi.org/10.4067/S0716-078X2013000200001

Decreto Supremo N° 2/2006. MINAGRI. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Declara monumento natural a las especies de fauna silvestre huemul, chinchilla costina, chinchilla cordillerana, cóndor, picaflor de Arica y picaflor de Juan Fernández.

Decreto Supremo N° 5/1998. Chile. Aprueba reglamento de la Ley de Caza. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. Diario oficial, 7 de diciembre de 1998.

Decreto Supremo Nº 75/2005. Chile. Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres, Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario oficial, 11 de mayo de 2005.

Decreto Supremo Nº 19/2012. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el octavo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Santiago, Chile. Diario oficial, 11 de febrero de 2013.

Decreto Supremo Nº 33/2012. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el quinto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). Santiago, Chile. Diario oficial, 27 de febrero de 2012.

Decreto Supremo Nº 41/2012. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el sexto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). Santiago, Chile. Diario oficial, 11 de abril de 2012.

Decreto Supremo N° 16/2016. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el duodécimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Santiago, Chile. Diario oficial, 30 de septiembre de 2016.

Decreto Supremo N° 06/2017. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el duodécimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Santiago, Chile. Diario oficial, 2 de junio de 2017.

Decreto Supremo N° 79/2018. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el décimo tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Santiago, Chile. Diario oficial, 19 de diciembre de 2018.

Decreto Supremo N° 23/2019. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el décimo quinto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Santiago, Chile. Diario oficial, 10 de Julio de 2020.

EBird. (2020). https://ebird.org/ebird/explore

Egli, G. (2006). Voces de Aves Chilenas. Aves Chile (Unión de Ornitólogos de Chile).

EIA "proyecto Línea de transmisión eléctrica 2 x 220 kv, tramo Sarco-Maitencillo, comunas de Freirina y Vallenar, provincia de Huasco, Región de Atacama" de AELA Energía, Resolución da Calificación Ambiental (RCA) Nº07, fecha 21 de enero de 2015, del Servicio de Evaluación Ambiental, IV Región de Atacama).

Galaz, J. L., & Yáñez, J. (2006). Los murciélagos de Chile: Guía para su reconocimiento. Centro de Ecología aplicada.

Iriarte, A., & Jaksic, A. & F. (2017). Los carnívoros de Chile. (Flora y Fauna de Chile y Centro UC CAPES).

Iriarte, J. A. (2008). Mamíferos de Chile. Lynx.

Jaramillo, Á. (2005). Aves de Chile (2a ed.). Lynx Edicions.

Jiménez-Valverde A. & Hortal J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología. Vol. 8, 31-XII-2003 Sección: Artículos y Notas. Pp: 151-161.

Lobos, G. (2013). Anfibios de Chile, un desafío para la conservación.

MELLA J 2017. Guía de Campo de Reptiles de Chile. Tomo 1: Zona Centro. Peñaloza APG (ed.) Santiago, Chile. 308 pp.

Ministerio de Agricultura. (2015). D.S.65 Aprueba modificación al Reglamento de la Ley de Caza, aprobado por Decreto No 5, DE 1998. https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1074394

Muñoz-Pedreros, A., & Yáñez, J. (Eds.). (2000). Mamíferos de Chile (1st ed.). CEA Ediciones.

SEA. (2015). Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Servicio de Evaluación Ambiental, Gobierno de Chile.

Tala, C. (2006). Qué hacen aquí esas gaviotas... Qué hacen aquí, tan lejos de su lugar natal. Boletín Veterinario Oficial. Servicio Agrícola y Ganadero, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile, 5.

The Reptile Database. (2020). http://www.reptile-database.org/

REGISTRO DE CONTROL

Rev.	Fecha	Cambios realizados	Elaborador	Revisador	Aprobador
0	01/10/2020	Entrega Cliente	CGG / EF	AAA / AP	RLA / GP

Este informe ha sido preparado por **AT-EME Consultores SpA**, para el uso exclusivo de AELA ENERGÍA

La información contenida en este documento es confidencial y sólo puede ser usada por usuarios autorizados. El uso no autorizado puede ser sancionado de conformidad con el Código Penal Chileno. Cualquier distribución a terceros o reproducción será realizada/o bajo autorización específica.

9. ANEXOS

ANEXO 1 Permiso de captura

ANEXO 2 Registro fotográfico



Fotografía 9-1: *Lama guanicoe.*



Fotografía 9-2: *Octodon degus.*



Fotografía 9-3: *Oligoryzomys longicaudatus.*



Fotografía 9-4: *Lycalopex griseus* con trampa cámara.



Fotografía 9-5: *Eqqus asinus.*



Fotografía 9-6: *Theristicus melanopis*.



Fotografía 9-7: *Falco femoralis*.



Fotografía 9-8: *Athene cunicularia.*



Fotografía 9-9: *Thinocorus rumicivorus adulto*



Fotografía 9-10: *Thinocorus rumicivorus* polluelo.



Fotografía 9-11: *Liolaemis silvai.*



Fotografía 9-12: *Liolaemus platei.*



Fotografía 9-13: *Pleurodema thaul* adultos y huevos.



Fotografía 9-14: *Rhinella atacamensis*.



Fotografía 9-15: *Rhinella atacamensis* hembra.



Fotografía 9-16: *Rhinella atacamensis* macho.

Folio018990

Hernández J., Jiménez I.,
Montenegro J., Gacitúa S.



CATÁLOGO FLORÍSTICO

Sitio Prioritario Sarco, Región de Atacama

INSTITUTO FORESTAL 2021

Aela energía

INFOR

Folio018991

Folio018992

CATÁLOGO FLORÍSTICO:
Sitio Prioritario Sarco, Región de Atacama

Hernández J., Jiménez I., Montenegro J., Gacitúa S.
Asesor externo: Ibáñez S.

INSTITUTO FORESTAL 2021

Folio018993

Folio018994



Instituto Forestal
Sucre 2397 Ñuñoa,
Santiago Chile.
F.512362601
www.infor.cl

ISBN N° 978-956-318-219-4
Registro Propiedad Intelectual N° 2022-A-1029
Se autoriza la reproducción total o parcialmente, y de cualquier forma, solo para propósitos educacionales y no comerciales, mencionando la cita correspondiente: **Hernández, J.; Jiménez I.; Montenegro, J. y Gacitúa S., 2021.** Catálogo Florístico, Sitio Prioritario Sarco, Región de Atacama. Instituto Forestal, Chile. 330 pág.

Diseño: www.**elministerio**.cl



Folio018996

Agradecimientos:

Los autores agradecen a la empresa Aela Energía por su aporte al desarrollo del Catálogo Florístico, bajo el cual se logró generar conocimiento técnico-científico para la conservación y preservación de la flora y vegetación nativa del sitio prioritario Sarco en la Región de Atacama.

Folio018997

Presentación

Aela Energía es una compañía de generación de energía renovable no convencional, con un portafolio de centrales eólicas distribuidas a lo largo de Chile que dan cuenta de una capacidad instalada de 332 MW.

Lo que nos motiva como compañía es generar energía limpia y transformar nuestra matriz energética. Así mismo, estamos convencidos que nuestras operaciones deben estar sustentadas en un férreo compromiso con el respeto y el cuidado, tanto de nuestros colaboradores y contratistas, como del territorio donde operamos y donde nos integramos de manera armónica.

Bajo esta premisa, hemos desarrollado y construido nuestro Parque Eólico Sarco, proyecto con una potencia instalada de 170 MW, provisto de 50 aerogeneradores, ubicado en el borde costero de la comuna de Freirina y que cuenta con una rica vegetación de diversas especies, que impronta un sello distintivo a la localidad.

En este marco, en conjunto con el Instituto Forestal, hemos desarrollado el presente Catálogo Florístico, documento que no solo da cumplimiento a nuestros compromisos ambientales, sino que también profundiza el conocimiento y la preservación de la flora y vegetación nativa del sitio prioritario Sarco.

Nicolás Espinoza
Gerente ESG & Comunicaciones
Aela Energía

Folio018998

Prólogo

La riqueza de especies vegetales del Norte de Chile ha sido y es de especial interés para botánicos y conservacionistas, por el alto grado de endemismo de su flora reconocido a nivel mundial, es así como en la Región de Atacama existen 980 especies de plantas vasculares nativas.

Actualmente se ha evidenciado una perdida acelerada de biodiversidad de especies vegetales lo que impacta directamente sobre la estabilidad de los ecosistemas de zonas áridas y desérticas, pudiendo desestabilizar o incluso llevar al colapso a ecosistemas completos, a través de factores como la destrucción de hábitat, desertificación, erosión, y acentuando por cambio climático y calentamiento global.

El tipo forestal xerofítico presente en la zona norte de Chile corresponde a la parte más amenazada afectando a las poblaciones de especies vegetales singulares, endémicas y de distribución restringida. Asimismo, solo un 4,2% de la superficie total de la zona norte de Chile (desde la región de Coquimbo hasta la de Arica y Parinacota) está incluida dentro del Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, por lo que los esfuerzos de conservación in-situ para este tipo de formación vegetal son mínimos.

Los esfuerzos dirigidos a la conservación de esta diversidad, constituyen una necesidad de relevancia y prioritaria. En este contexto, el Instituto Forestal (INFOR) con el apoyo de Aela Energía logró desarrollar un Catálogo Florísticos del Sitio Prioritario Sarco, con el propósito de generar una guía práctica de gestión local con conocimiento técnico-científico de las especies vegetales presentes para su identificación, descripción y futuros planes de conservación.

Fernando Raga Castellano
Director Ejecutivo
Instituto Forestal

Folio018999

Resumen

En la región de Atacama, existen 28 sitios prioritarios para la conservación de la flora amenazada, los que complementan las actuales áreas protegidas, y representan los territorios necesarios para proteger las especies de plantas nativas en alguna categoría de conservación, siendo uno de ellos el sitio prioritario "Sarco", ubicado en la costa de la comuna de Freirina, a 3 km. al norte de la Caleta Sarco y posee una superficie de 54,8 km².

Dada la relevancia de los sitios prioritarios en cuanto a su diversidad florística, el cual constituye un parámetro que cuantifica el valor natural de un ecosistema, donde se analiza la importancia del conocimiento preciso de la flora en un sistema forestal en relación a la delimitación de objetivos de uso y gestión del mismo y a la protección y conservación de sus valores naturales, El INFOR desarrolló un catálogo florístico para el sitio prioritario Sarco.

El presente catalogó florístico, tuvo como objetivo generar y sistematizar el conocimiento de la biodiversidad vegetal del sitio prioritario Sarco, apoyado de material fotográfico y descriptivo de cada una de las especies vegetales que actualmente se encuentra en el lugar de estudio.

Los principales resultados fue el registro de un total de 180 especies correspondiente a la Flora vascular del l Sitio Prioritario Sarco, de las cuales 160 fueron identificadas a nivel específico y 20 a nivel de género. Del total, 2 correspondieron a la Clase Gnetopsida, 2 a la Clase Polypodiopsida, 19 a la Clase Liliopsida y 157 a la Clase Magnoliopsida. Todo esto representa el 8% de la flora a nivel nacional.

Lo anterior constituyéndose en una herramienta de gestión local para la conservación de las especies amenazada, así como para apoyar estrategias de reintroducción y/o reforzamiento de especies vegetales y en la elaboración de inventarios ambientales incluidos en estudios de impacto ambiental.

Folio019000

Índice
Catálogo Florístico

Nombre científico	*Pag.*
Asteriscium vidali Phil.	*18*
Daucus montanus Humb. & Bonpl. ex Spreng.	*20*
Conanthera urceolata Ravenna.	*22*
Olsynium junceum (E. Mey. ex C. Presl) Goldblatt subsp. *junceum*	*24*
Oziroe biflora (Ruiz & Pav.) Speta.	*26*
Zephyra elegans D. Don.	*28*
Zephyranthes advena (Ker Gawl.) Nic. García.	*30*
Zephyranthes phycelloides (Herb.) Nic. García.	*32*
Aldama revoluta (Meyen) E. Schill. & Panero.	*34*
Baccharis linearis (Ruiz & Pav.) Pers. subsp. *linearis*.	*36*
Baccharis paniculata DC.	*38*
Baccharis pingraea DC.	*40*
Bahia ambrosioides Lag.	*42*
Chaetanthera albiflora (Phil.) A.M.R. Davies.	*44*
Chaetanthera limbata (D. Don) Less.	*46*
Chuquiraga ulicina Hook. & Arn.	*48*
Encelia canescens Lam.	*50*
Gamochaeta oligantha (Phil.) L.E. Navas.	*52*
Haplopappus mucronatus Hook. & Arn. Ex B.D.Jacks.	*54*
Haplopappus rengifoanus J. Remy.	*56*
Helenium atacamense Cabrera.	*58*
Hypochaeris scorzonerae (DC.) F. Muell.	*60*
Leucheria cerberoana J. Remy.	*62*
Lobelia polyphylla (Hook. & Arn.).	*64*

Folio019001

Ophryosporus triangularis Meyen. 66
Plectocephalus bridgesii (S. Moore) Penneck. & Chaura. 68
Plectocephalus floccosus (Hook. & Arn.) N.Garcia & Susanna. 70
Pleocarphus revolutus D. Don. 72
Polyachyrus poeppigii Kuntze ex Less. subsp. *multifidus* (D. Don) Ricardi & Weldt. 74
Prustia cuneifolia D. Don Ssp. *cuneifolia.* 76
Pseudognaphalium gayanum (J. Remy) Anderb. 78
Senecio alcicornis aff. Brunonianu. 80
Senecio bahioides Hook. & Arn. 82
Senecio hakeaefolius Colla Bertero ex DC. 84
Spinoliva ilicifolia (Hook. & Arn.) G.Sancho subsp. *baccharoides* (D.Don ex Hook. & Arn.) G.Sancho. 86
Tessaria absinthioides (Hook. & Arn.) DC. 88
Cordia decandra Hook. & Arn. 90
Heliotropium sinuatum (Miers) I.M. Johnst. 92
Heliotropium stenophyllum Hook. & Arn. 94
Descurainia nuttallii (Colla) O.E. Schulz. 96
Lepidium angustissimum Phil. 98
Menonvillea flexuosa Phil. 100
Anisomeria littoralis (Poepp. & Endl.) Moq. 102
Cardionema ramosissima (Weinm.) A. Nelson & J.F. Macbr. 104
Chenopodium petiolare Kunth. 106
Chorizanthe frankenioides J. Remy. 108
Cistanthe cephalophora (I.M. Johnst.) Carolin ex Hershkovitz. 110
Cistanthe calycina (Phil.) Carolin ex Hershkovitz. 112
Cistanthe coquimbensis (Barnéoud) Carolin ex Hershkovitz. 114
Cistanthe grandiflora (Lindl.) Schltdl. 116
Cistanthe thyrsoidea (Reiche) Peralta & D.I. Ford. 118
Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants. 120

Folio019002

Frankenia chilensis K. Presl. *122*
Messembryanthemum crystallinum L. *124*
Mirabilis elegans (Choisy) Heimerl. *126*
Montiopsis trifida (Hook. & Arn.) D.I. Ford. *128*
Muehlenbeckia hastulata (Sm.) I.M. Johnst. var. *hastulata.* *130*
Plumbago caerulea Kunth. *132*
Spergularia floribunda (Gay) Rohrb. *134*
Tetragonia espinosae Muñoz. *136*
Tetragonia macrocarpa Phil. *138*
Tetragonia pedunculata Phil. *140*
Loasa elongata Hook. & Arn. *142*
Loasa illapelina Phil. *144*
Sicyos baderoa Hook. & Arn. *146*
Valeriana stricta Clos. *148*
Adesmia filifolia Clos. *150*
Adesmia laxa Clos. *152*
Adesmia leptobothrys Burkat. *154*
Adesmia parviflora Clos. *156*
Adesmia pungens Clos. *158*
Astragalus amatus Clos. *160*
Balsamocarpon brevifolium Clos. *162*
Caesalpinia angulata Clos. *164*
Calliandra chilensis Benth. *166*
Lupinus microcarpus Sims. *168*
Senna cumingii Hook. & Arn.) H.S. Irwin & Barneby var. *cumingii.* *170*
Cruckshanksia montiana Clos. *172*
Cruckshanksia pumila Clos. *174*
Diplolepis viridis (Phil.) Hechem & C. Ezcurra. *176*
Tweedia birostrata (Hook. & Arn.) Hook. & Arn. (Phil.) *178*
Balbisia peduncularis (Lindl.) D. Don. *180*

Folio019003

Erodium cicutarium (L.) L'Hér. ex Aiton. 182
Ephedra chilensis C. Presl. 184
Ephedra gracilis Phil. ex Stapf. 186
Aloysia salviifolia (Hook. & Arn.) Moldenke. 188
Argylia radiata (L.) D. Don. 190
Lippia fragrans Turcz. 192
Plantago litorea Phil. 194
Stachys eremicola Epling. Phil. 196
Teucrium nudicaule Hook. 298
Veronica anagallis-aquatica L. 200
Alstroemeria diluta Ehr. Bayer subsp. *chrysantha* Ehr. Bayer. 202
Alstroemeria philippii Baker var. philippii. 204
Chiropetalum canescens Phil. 206
Colliguaja odorifera Molina. 208
Dinemagonum gayanum A. Jusss. 210
Euphorbia thinophila Phil. 212
Viola polypoda Poepp. 214
Cristaria cyanea Phil. ex Baker f. 216
Cristaria gracilis Gay. 218
Malva nicaensis All. 220
Sphaeralcea obtusiloba (Hook.) G. Don. 222
Pleurophora pungens D. Don. 224
Oxalis virgosa Barnéoud. 226
Avena barbata Pott ex Link. 228
Bromus berteroanus Colla. 230
Cyperus laevigatus L. 232
Eragrostis pycnantha (Phil.) Nicora. 234
Isolepis cernua (Vahl) Roem. & Schult. 236
Jarava plumosula (Nees ex Steud.) F. Rojas. 238
Jarava tortuosa (E. Desv.) Peñail. 240

Polypogon australis Brongn. 242
Puya alpestris (Poepp.) Gay subsp. *alpestris*. 244
Schismus barbatus (L.) Thell. 246
Tillandsia landbeckii Phil. 248
Adiantum chilense Kaulf. var. hirsutum Hook. & Grev. 250
Argemone hunnemannii Otto & A. Dietr. 252
Tristerix aphyllus (DC.) Barlow & Wiens. 254
Bridgesia incisifolia Bertero ex Cambess. 256
Schinus polygamus (Cav.) Cabrera. 258
Cuscuta odorata Ruiz & Pav. 260
Lycium stenophyllum J. Remy. 262
Nolana baccata (Lindl.) Dunal. 264
Nolana coelestis (Lindl.) Miers ex Dunal. 266
Nolana divaricata (Lindl.) I.M. Johnst. 268
Nolana albescens. (Phil.) I.M. Johnst. 270
Nolana parviflora (Phil.) Phil. 272
Nolana sedifolia Poepp. 274
Nolana werdermannii I.M. Johnst. 276
Reyesia chilensis Gay. 278
Schizanthus porrigens. 280
Schizanthus integrifolius.Phil. 282
Solanum paposanum 284
Solanum remyanum Phil. 286
Krameria cistoidea Hook. & Arn. 288
Copiapoa coquimbana (Karw. ex Rümpler). 290
Copiapoa echinoides (Lem. ex Salm-Dyck) Britton & Rose. 292
Copiapoa griseoviolacea. Ingrid Schaub & Ricardo Keim. 294
Cumulopuntia sphaerica (C.F. Först.) E.F. Anderson. 296
Cylindropuntia tunicata (Lehm.) F.M. Knuth. 298
Echinopsis coquimbana (Molina) Friedrich & G.D.Rowley. 300

Folio019005

Eriosyce atroviridis F.Ritter [Basionym]. *302*
Eriosyce heinrichiana (Backeb.) Katt. *304*
Eriosyce napina (R. Philippi) F. Kattermann. *306*
Eriosyce villosa (Monville) Kattermann. *308*
Eulychnia acida Phil. *310*
Eulychnia breviflora Phil. *312*
Eulychnia chorosensis P.Klaassen. *214*
Maihueniopsis domeykoensis F. Ritter. *316*
Miqueliopuntia miquelii (Monv.) F Ritter. *318*

Especies sin registro fotográfico

Adesmia sessiliflora Phil. *320*
Alstroemeria magnifica Herb. var. *magnifica*.. *320*
Cheilanthes mollis (Kunze) C. Presl. *321*
Solanum pinnatum Herb. var. *magnifica*. *322*
Bacopa monnieri (L.) Pennell. *322*
Chorizanthe mieresii Teillier & Macaya. *323*
Viola pusilla Poepp. *323*
Bulnesia chilensis Gay *324*

Glosario:

NE: No Evaluado
S/i: Sin información disponible
DI: datos insuficientes
IC: Insuficientemente conocida

Especies

Folio019007

Anisillo.

Asteriscium vidali Phil.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Apiaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se encentra en la región de Atacama, desde el PN Pan de Azúcar por el norte, hasta Carrizal Bajo por el sur, incluyendo la isla de Chañaral. Se desarrolla a nivel de costa y los 400 msnm. Especie inserta en el Desierto costero de Taltal y en el Desierto Costero del Huasco, desde el litoral hasta los 400 m de altitud, con vegetación que tiene mayor grado de continuidad y permanencia, bajo la influencia de precipitaciones
Estado de conservación: Preocupación menor (LC).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se reproduce por semillas. Floración desde septiembre a febrero.
Condiciones de propagación: S/i
Germinación (%) /prendimiento: 80-90%.
Hábitat: Se asocia a ecosistemas costeros, crece en suelos poco desarrollados arenosos o gravillosos y escasa influencia de neblina, lo que le da a los sitios condiciones de mayor sequía.
Pertenece al decreto N°68*: No.

** Decreto N°68: Establece, Aprueba y Oficializa Nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país.*



Folio019009

Pahueldum.

Daucus montanus Humb. & Bonpl. ex Spreng.

Clase: Magnoliopsida
Familia: Apiaceae
Origen Fitogeográfico: Introducido
Tipo Biológico: Hierba anual
Distribución en Chile: Antofagasta (ANT), Coquimbo (COQ), Valparaíso (VAL), Maule (MAU), Los Lagos (LLA), Aysén (AIS), Magallanes (MAG) , Juan Fernández (JFE).
Estado de conservación: NE
Grado de endemismo: NE
Método de propagación: NE
Condiciones de propagación: NE
Germinación (%) /prendimiento: NE
Hábitat: Se desarrolla en laderas boscosas, herbáceas y hábitats perturbados
Rango de distribución: Argentina, Bolivia y Perú
Pertenece al decreto N°68: No



Folio019011

Conanthera urceolata.
Ravenna.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Liliopsida
Familia: Tecophilaeaceae
Origen Fitogeográfico: Endémica
Tipo Biológico: Hierba perenne
Distribución en Chile: Región de Atacama. Sitios costeros desde 0 a 500 msnm.
Estado de conservación: En peligro (EN)
Grado de endemismo: sin información
Método de propagación: Semillas y bulbo
Condiciones de propagación: Planta no resiste heladas y poca resistencia al frío
Germinación (%) /prendimiento: NE
Hábitat: Sitios con humedad costera/camanchaca, obtenido agua principalmente desde el aire por condensación. Áreas extremadamente áridas, con lluvias muy raras. La temporada seca dura 8 - 12 meses y es posible que en algunos años no hay precipitaciones. Precipitaciones menores a 100 mm/ año. Planta expuesta, pero con protección contra la luz directa por la niebla costera (camanchaca).
Pertenece al decreto N°68: No



Folio019013

Huilmo.

Olsynium junceum (E. Mey. ex C. Presl) Goldblatt subsp. *junceum*

Clase: Liliopsida
Familia: Iridaceae
Origen Fitogeográfico: Nativo
Tipo Biológico: Hierba perenne
Distribución en Chile: Se ubica en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía, Los Lagos y Magallanes. desde los 200 a 3000 msnm.
Estado de conservación: No evaluado (NE)
Grado de endemismo: NE
Método de propagación: semillas
Condiciones de propagación: NE
Germinación (%) /prendimiento: NE
Hábitat: Sitios arenosos, tanto en la estepa como en la zona altoandina. Andes del sur de Chile y de la Argentina
Rango de distribución: desde los 200 a 3000 msnm
Pertenece al decreto N°68: No



Folio019015

Lágrima de la virgen.

Oziroe biflora (Ruiz & Pav.) Speta

Clase: Liliopsida
Familia: Hyacinthaceae
Origen Fitogeográfico: Nativa
Tipo Biológico: Hierba perenne
Distribución en Chile: Se desarrolla entre las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins. Se ubica desde el nivel costero hasta los 900 msnm.
Estado de conservación: Preocupación menor (LC)
Grado de endemismo: NE
Método de propagación: semilla y bulbo
Condiciones de propagación: Planta no resiste heladas y poca resistencia al frío
Germinación (%) /prendimiento: sin información
Hábitat: Prosperan en los suelos de humedad relativa y de buen drenaje, cuyo PH ácido, neutro o alcalino es el ideal. No se requieren suelos muy fértiles para este tipo de planta y resisten cortos períodos de sequía sin problemas, lo que no toleran es el encharcamiento.
Pertenece al decreto N°68: No



Folio019017

Punar, Flor De La Viuda, Celestina.

Zephyra elegans D. Don

Clase: Liliopsida.
Familia: Tecophilaeaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo. Sitios costeros desde 0 hasta los 500 msnm.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semilla y bulbo.
Condiciones de propagación: Planta no resiste heladas y poca resistencia al frío.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Prefiere lugares arenosos, generalmente forma grandes poblaciones. Brota solo los años lluviosos.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019019

Añañuca.

Zephyranthes advena (Ker Gawl.) Nic. García

Clase: Liliopsida.
Familia: Amaryllidaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Regiones de Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana.
Estado de conservación: En peligro (EN).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas y vegetativo.
Condiciones de propagación: Florece durante fines de primavera y comienzos del verano. Las cápsulas maduran a fines del verano. Florecen entre el tercer y cuarto año, cuando el bulbo ha alcanzado un tamaño adecuado. Las semillas embebidas por tres días en agua destilada siembra directa en sustrato liviano a 15-20°C.
Germinación (%) /prendimiento: 70-80%.
Hábitat: Crece a pleno sol en suelos con muy buen drenaje.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019021

Añañuca.

Zephyranthes phycelloides (Herb.) Nic. García.

Clase: Liliopsida.
Familia: Amaryllidaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Regiones de Atacama y Coquimbo. Esta especie se desarrolla desde el nivel de costa hasta los 500 msnm.
Estado de conservación: Datos insuficientes (DD).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas y vegetativo.
Condiciones de propagación: Las semillas embebidas por tres días en agua destilada siembra directa en sustrato liviano a 15-20°C. Germinación (%) / prendimiento: 70-80%.
Hábitat: Vive en las zonas costeras de las regiones de Atacama y Coquimbo , en donde es posible verla crecer en un suelo de textura franco-arenosa, de pH neutro y con un bajo contenido de materia orgánica.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019023

Botón de oro del monte, china del campo, maravilla.

Aldama revoluta (Meyen) E. Schill. & Panero.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Hierba o sub-arbusto perenne.
Distribución en Chile: Se distribuye desde Arica y Parinacota, Tarapacá, Atacama, Coquimbo, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble y Biobío.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: Planta resiste temperaturas bajas (-8°C), puede tolerar una nevazón ocasional y cobertura por nieve durante un par de semanas al año.
Germinación (%) /prendimiento: 80%.
Hábitat: Elevación baja, valles del interior. Condiciones de humedad secano, donde el período sin precipitaciones dura 3 - 5 meses. Las precipitaciones alcanzan 400 - 800 mm. anuales, concentrándose en invierno. Áreas con constantes precipitaciones. períodos secos cortos son posibles, pero no duran más de 1 mes. Condiciones de luz Expuesto. Pleno sol sin ninguna protección. Partes planas o laderas de exposición norte. Algo de sombra. Algo de protección contra el sol por vegetación poco espesa, rocas, etc., que filtran aprox. 20 - 40 % de la luz.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019024



Folio019025

Romerillo, romero, romero de la tierra.

Baccharis linearis (Ruiz & Pav.) Pers. subsp. *linearis*.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía y Los Lagos.
Estado de conservación: Fuera de peligro.
Grado de endemismo: NE
Método de propagación: Se propaga por semilla y estacas con enraizante.
Condiciones de propagación: Requiere de mucho sol para su crecimiento y tiene bajos requerimientos de agua. Especie de rápido crecimiento, coloniza velozmente terrenos degradados y erosionados.
Germinación (%) /prendimiento: 85-95% por semilla, 5% estaca con enraizante.
Hábitat: Habita en terrenos áridos y degradados, tanto en la Cordillera de la Costa como en los Andes Elevación baja, valles del interior. Cordillera de la costa, 500 - 2000 msnm. Las precipitaciones se concentran en invierno y áreas de secano, donde el período seco sin precipitaciones dura 6 - 10 meses. Las precipitaciones alcanzan 100 - 300 mm. anuales. Condiciones de luz, expuesto a pleno sol sin ninguna protección. Partes planas o laderas de exposición norte.
Pertenece al decreto N°68: Si.

Folio019026



Folio019027

Chilca o culpio.

Baccharis paniculata DC.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se ubica en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble y Biobío.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semilla o vegetativamente.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: 96% por semilla.
Hábitat: S/I
Pertenece al decreto N°68: NO



Folio019029

Chilquilla, radin.

Baccharis pingraea DC.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Sub arbusto perenne.
Distribución en Chile: Se encuentra entre las regiones de Antofagasta y Valdivia.
Estado de conservación: Fuera de Peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Por vía asexual, mediante sus sistemas de raíces gemíferas y rizomas, y por vía sexual mediante sus aquenios con dispersión anemócora.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: No evaluado.
Hábitat: Común entre los pastos de la orilla húmedas, muy frecuente como maleza de cultivos, especialmente en praderas degradadas y campos naturales. Prefiere suelos bajos y húmedos, pero también se la encuentra en suelos calcáreos. Crece formando manchones.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019031

Chamicilla, chamiza blanca.

Bahia ambrosioides Lag.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Sub arbusto perenne.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío y Juan Fernández.
Estado de conservación: Fuera de Peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: No evaluado.
Hábitat: Se desarrolla a baja altitud, en valles interiores en suelos arenosos y bien drenados, en zonas algo secas donde la sequía puede durar de 3 a 5 meses, con precipitaciones de 400 a 800 mm. y que se concentran en invierno. En zonas áridas y secas, con largos periodos de sequía de 6 a 10 meses con precipitaciones de 100 mm - 300 mm. y se concentran en invierno. Tolera condiciones de luz totalmente expuesto al sol. Áreas niveladas o pendientes orientadas al norte con alguna sombra.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019032



Folio019033

Chinita.

Chaetanthera albiflora (Phil.) A.M.R. Davies.

Clase: Magnoliopsida
Familia: Asteraceae
Origen Fitogeográfico: Endémico
Tipo Biológico: Hierba anual
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso
Estado de conservación: No Evaluado (NE)
Grado de endemismo: NE
Método de propagación: Se propaga por semillas. Su fruto es un aquenio tomentoso, café, turbinado.
Condiciones de propagación: Sin información
Germinación (%) /prendimiento: No evaluado
Condiciones de propagación: NE
Germinación (%) /prendimiento: NE
Hábitat: Crece cerca de la costa, y encentra condiciones ambientales de desarrollo en las serranías interiores, en suelos arenosos y con buen drenaje.
Rango de distribución: s/i
Pertenece al decreto N°68: No



Folio019035

Chinita.

Chaetanthera limbata (D. Don) Less.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Hierba anual.
Tipo Biológico: Endémico.
Distribución en Chile: Se distribuye entre las regiones Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins.
Estado de conservación: No Evaluado (NE).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: Sin información.
Germinación (%) /prendimiento: No evaluado.
Hábitat: Crece en dunas, suelos pedregosos y quebradas secas. En la parte norte cerca de la costa, de la cordillera.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019037

Hierba blanca, hierba de la yesca, araña de la ballena.

Chuquiraga ulicina Hook. & Arn.

Clase: Magnoliopsida
Familia: Asteraceae
Origen Fitogeográfico: Endémico
Tipo Biológico: Arbusto
Distribución en Chile: se desarrolla en las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo
Estado de conservación: No Evaluado (NE)
Grado de endemismo: NE
Método de propagación: Semilla. Se recomienda sustrato de 3 partes de arena por 1 de tierra del sitio. Riego inicial de inundación y posterior aspersión cada 3 días. Después de 4 semanas 1 vez al mes. La germinación ocurre en su mayoría al quinto día de la siembra. Se recomienda contenedor 10x20 o mayor. Crecimiento inicial medio.
Condiciones de propagación: NE
Germinación (%) /prendimiento: 12%
Hábitat: Considerando la clasificación de Luebert y Pliscoff (2006), se desarrolla en la zona de costa donde se encuentra el Matorral Desértico Mediterráneo Costero de Oxalis gigantea y Eulychnia breviflora, el cual corresponde a un matorral abierto dominado por estas especies, a las que se les asocian los arbustos como Atriplex clivicola entre otros y algunas especies geófitas consideradas como emblemáticas del desierto florido
Rango de distribución: s/i
Pertenece al decreto N°68: No



Folio019039

Coronilla del fraile, incienso.

Encelia canescens Lam.

Clase: Magnoliopsida
Familia: Asteraceae
Origen Fitogeográfico: Endémico
Tipo Biológico: Sub arbusto
Distribución en Chile: Se ubica en las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP)
Grado de endemismo: NE
Método de propagación: Semillas
Condiciones de propagación: La especie responde con facilidad a la propagación por semillas, hidratándolas por 120 horas. Sin embargo, como es común en las asteráceas, la viabilidad es baja por lo que debió trabajarse con un número grande de semillas para seleccionarlas. La germinación toma alrededor de una semana. Las plantas crecen muy rápido y alcanzan una altura de hasta 60 cm en menos de un año. En cuanto al método de trasplante, la forma a raíz desnuda es efectiva consiguiéndose una buena sobrevivencia.
Germinación (%) /prendimiento: 40%
Hábitat: *Según la elevación:* Elevación baja, valles del interior. Cordillera de la costa, 500 - 2000 m. Costa, 0 - 500 m.
Condiciones de agua: áreas de secano, donde el período seco sin precipitaciones dura 6 - 10 meses. Las precipitaciones alcanzan 100 - 300 mm anuales, concentrándose en invierno. Áreas extremadamente áridas, con lluvias muy raras. La temporada seca dura 8 - 12 meses y es posible que en algunos años no hay precipitaciones. Precipitaciones <100 mm/ año.
Humedad costera/camanchaca: las plantas reciben agua principalmente desde el aire por condensación
Rango de distribución: Elevación baja, valles del interior. Cordillera de la costa, 500 - 2000 m. Costa, 0 - 500 m
Pertenece al decreto N°68: No



Folio019041

Hierba de la perdiz.

Gamochaeta oligantha (Phil.) L.E. Navas.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y Maule.
Estado de conservación: No Evaluado (NE).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: No evaluado.
Hábitat: S/I
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019043

Haplopappus mucronatus.
Hook. & Arn. Ex B.D.Jacks.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones de Atacama, Coquimbo y Valparaíso.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semillas en primavera en almacigo normal o estratificado en otoño. Los frutos deben colectarse en bolsas de papel
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I
Pertenece al decreto N°68: NO



Folio019045

Cuerno.

Haplopappus rengifoanus J. Remy.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo. Se encuentra en el rango de nivel de costa hasta los 800 msnm.
Estado de conservación: Vulnerable (VU).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semillas en primavera en almacigo normal o estratificado en otoño. Los frutos deben colectarse en bolsas de papel.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: 60-85%.
Hábitat: Crece en la cordillera de la costa de Taltal y en laderas rocosas de los alrededores de la cuesta Buenos Aires
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019047

Poquil, Manzanilla cimarrona.

Helenium atacamense Cabrera.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Nombre científico: Helenium atacamense Cabrera.
Nombre común: Poquil, Manzanilla cimarrona.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Hierba anual o bienal.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Datos insuficientes (DD).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: 80-85%.
Hábitat: Se desarrolla en sitios con cielos generalmente cubiertos, alta humedad relativa, escasas a nulas precipitaciones y densas neblinas matinales o camanchaca que se introducen por quebradas, laderas y portezuelos de la Cordillera de la Costa hacia el interior.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019049

Escorzonera, cerrajilla, renca.

Hypochaeris scorzonerae (DC.) F. Muell.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins. Se desarrolla desde el nivel de costa hasta los 2500 msnm.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semilla.
Condiciones de propagación: La renca se encuentra preferentemente en suelos arenosos y húmedos con alta radiación solar.
Germinación (%) /prendimiento: 80-85%.
Hábitat: Esta especie se desarrolla mejor en suelos con pH ácido, neutro o alcalino, preferentemente en suelos arenosos y húmedos. Su parte subterránea crecerá con vigor en soportes con textura arenosa, franca o arcillosa;stos se pueden mantener generalmente secos o húmedos. En cuanto a sus necesidades lumínicas es muy exigente, sólo puede situarse en un lugar con exposición directa al sol para no repercutir negativamente en su crecimiento de forma normal.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019051

Blanquillo.

Leucheria cerberoana J. Remy.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana.
Estado de conservación: No Evaluado (NE).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en suelo arenoso, en zona litoral, hábitat amenazado por caminos de vehículos.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019053

Tabaco del diablo, tupa.

Lobelia polyphylla (Hook. & Arn.).

Clase: Magnoliopsida
Familia: Campanulaceae
Origen Fitogeográfico: Nativa
Tipo Biológico: Arbusto
Distribución en Chile: Se encuentra desde la Región Coquimbo hasta Metropolitana.
Estado de conservación: NE
Grado de endemismo: NE
Método de propagación: La propagación se obtiene por semillas y por estacas. En vivero, las semillas germinan entre los 10 a 75 días y deben ser sembradas superficialmente sobre sustrato húmedo de tierra de hoja, las estacas desarrollan raíces entre la 1 a 3 semanas con la adición de enraizante, deben tener una longitud de 6 a 8 cm de largo, de madera blanda y establecerlas sobre cama caliente a 18°C.
Condiciones de propagación: NE
Germinación (%) /prendimiento: 80-90%
Hábitat: En Chile esta especie crece en áreas de secano, donde el período seco sin precipitaciones dura 6 - 10 meses. Partes planas o laderas de exposición norte. Algo de sombra. Algo de protección contra el sol por vegetación poco espesa, rocas, etc., que filtran aprox. 20 - 40 % de la luz.
Rango de distribución: Lobelia es un género de distribución cosmopolita que incluye alrededor de 400 especies. En Chile habitan seis especies, dos (L. oligophylla y L. anceps) son endémicas de Chile y Argentina, y las cuatro restantes (L. tupa, L. polyphylla, L. excelsa y L. bridgesii) son endémicas de nuestro país.
Pertenece al decreto N°68: Si



Folio019055

Cola de zorro, rabo de zorro.

Ophryosporus triangularis Meyen.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de Peligro.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semilla. Se recomienda sustrato de 3 partes de arena por 1 de tierra del sitio. Riego inicial de inundación y posterior aspersión cada 3 días. La germinación ocurre en su mayoría entre el tercer y quinto día de la siembra. Se recomienda contenedor 20x20 o mayor. Crecimiento inicial medio.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: 76%.
Hábitat: Se desarrolla en áreas de secano desde el borde costero a los 3400m. de altitud. Es frecuente observarla en áreas áridas con lluvias muy raras tanto en planicies como en laderas.
Paises limitrofes: Ophryosporus comprende un género neotropical con 41 especies, que se distribuyen a lo largo de la cordillera de Los Andes, desde Ecuador hasta la Argentina y Chile, donde se encuentra el límite sur de la distribución.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019057

Plectocephalus bridgesii.
(S. Moore) Penneck. & Chaura.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Subarbusto.
Distribución en Chile: S/I
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: Sin información.
Germinación (%) /prendimiento: No evaluado.
(%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I
Pertenece al decreto N°68: No



Folio019059

Plectocephalus floccosus.
(Hook. & Arn.) N.Garcia & Susanna.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endemico
Tipo Biológico: Subarbusto
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones Atacama, Coquimbo y Valparaíso.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No

Folio019060



Folio019061

Cola de ratón.

Pleocarphus revolutus D. Don.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones Atacama, Coquimbo y Valparaíso.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semilla.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Áreas con precipitaciones son escasas, ecosistema de estepa desértica, prácticamente desprovista de vegetación.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019063

Borlón de alforja.

Polyachyrus poeppigii
Kuntze ex Less. subsp. multifidus (D. Don)
Ricardi & Weldt.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Sub arbusto.
Distribución en Chile: Se la encuentra desde la región de Antofagasta hasta la de Atacama.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semilla.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Elevación media hasta el límite del bosque, la elevación absoluta depende de la latitud, valles del interior. Condiciones de agua: Secano, donde el período sin precipitaciones dura 3 - 5 meses. Las precipitaciones alcanzan 400 - 800 mm. anuales, concentrándose en invierno. Áreas de secano, donde el período seco sin precipitaciones dura 6 - 10 meses. Las precipitaciones alcanzan 100 - 300 mm anuales, concentrándose en invierno. Condiciones de luz: Expuesto. Pleno sol sin ninguna protección. Partes planas o laderas de exposición norte.
Pertenece al decreto N°68: No

Folio019064



Folio019065

Pucana, tipia, palo de yegua.

Proustia cuneifolia D. Don Ssp. *Cuneifolia.*

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se encuentra entre las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y Maule.
Estado de conservación: Fuera de peligro.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semilla, estratificadas y remojadas en agua fría y agua caliente han mostrado una buena capacidad germinativa. El resultado obtenido en las semillas testigo indica que es indispensable la aplicación de un fungicida, ya que la aparición de hongos deprime significativamente la germinación de las semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: >76%.
Hábitat: Elevación media hasta el límite del bosque. La elevación absoluta depende de la latitud. Elevación baja, valles del interior. Cordillera de la Costa, 500 - 2000 m. Condiciones de secano, donde el período sin precipitaciones dura 3 - 5 meses concentrándose en invierno. Crece expuesto a pleno sol sin ninguna protección. Se ubica en lugares planos o laderas de exposición norte.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019067

Té de burro.

Pseudognaphalium gayanum (J. Remy) Anderb.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se encuentra entre las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Los Lagos, Aysén y Magallanes.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: S/I.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en sectores planos o con pendientes ligeras, lechos de ríos o quebradas con afluentes esporádicos (zona costera). En Chile, crece en las regiones de Arica y Parinacota, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins, Maule, Biobío, Los Lagos, Aysén, Magallanes y Antártica Chilena; y Metropolitana de Santiago, desde el nivel del mar a los 4500 msnm.
Paises limitrofe: Se extiende ahora su rango al centro-oeste de la Argentina en la provincia del Monte.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019068



Folio019069

Senecio alcicornis.
aff. Brunonianu.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Atacama (ATA), Coquimbo (COQ), Valparaíso (VAL).
Estado de conservación: Datos insuficientes (DD).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semilla.
Condiciones de propagación: S/I
Germinación (%) /prendimiento: S/I
Hábitat: Esta especie prefiere hábitats abiertos y soleados, alterados.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019071

Senecio bahioides.
Hook. & Arn.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Sub arbusto hasta arbusto perenne.
Distribución en Chile: Se encuentra entre las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana.
Estado de conservación: Fuera de peligro.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Tienen una alta capacidad de germinación a temperaturas que va de 7°C a 25°C, el óptimo fluctúa entre 7°C y 10° C.
Condiciones de propagación: Semillas.
Germinación (%) /prendimiento: >80% a 20° C.
Hábitat: Esta especie prefiere hábitats abiertos y soleados, alterados.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019073

Senecio hakeaefolius.
Colla Bertero ex DC.
(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Sub arbusto.
Distribución en Chile: Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de Peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No



Folio019075

Huañil, olivillo.

Spinoliva ilicifolia (Hook. & Arn.) G.Sancho subsp. *baccharoides* (D.Don ex Hook. & Arn.) G.Sancho.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se encuentra en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: S/I
Método de propagación: Semillas remojadas en agua por 48 horas, se propagan en otoño porsemilla en almácigos estratificados, en proporción de 1:1:1 de mezcla de compost, arena y tierra de hoja. Cuando las plántulas presentan al menos dos hojas verdaderas se repican a bolsas.
Condiciones de propagación: S/I
Germinación (%) /prendimiento: 90%.
Hábitat: Esta especie crece en suelos secos, pedregosos, a pleno sol.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019077

Brea, chilquilla, sorona, péril, callacozo, hierba de la zorra.

Tessaria absinthioides (Hook. & Arn.) DC.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Asteraceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se encuentra en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble y Biobío.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Propagación por semillas.
Condiciones de propagación: S/I
Germinación (%) /prendimiento: 80-90%.
Hábitat: En Chile, este arbusto crece desde suelos arenosos y áridos y hasta relativamente anegados y salobres. Se le puede encontrar también creciendo adaptado en orillas de caminos y áreas rurales.
Paises limitrofes: Norte de Argentina, sur del Perú y Bolivia, Paraguay y Uruguay, en una amplia gama de ecosistemas.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019079

Carbonillo.

Cordia decandra Hook. & Arn.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Boraginaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Árbol.
Distribución en Chile: Especie endémica de Chile, que se distribuye tanto en el litoral como en el interior hasta los 1.500 m. de altitud, desde el sur de la región de Atacama, en los alrededores de Copiapó (27° 21´S- 70° 21´W), hasta encontrarse prácticamente en toda la Región de Coquimbo llegando hasta cerca de Illapel, en Aucó, en la Reserva Nacional Las Chinchillas (31°30´S-71°06´W).
Estado de conservación: Fuera de Peligro. Cuenta con medidas legales de protección por medio del D.S. N° 366 de 1944.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Dejar el fruto en agua hasta que este comience a abrir, luego sembrar en un suelo con buen drenaje. Muy sensible al repique.
Condiciones de propagación: La propagación en vivero de esta especie no presenta dificultad, sin embargo, las plantas deben protegerse de las heladas y recibir aplicaciones preventivas de fungicida. En una temporada de vivero las plantas pueden alcanzar entre 30 cm. y 60 cm. de altura.
Germinación (%) /prendimiento: 90% de germinación.
Hábitat: Componente importante en el desierto florido de las serranías, prolongándose hacia el sur en situaciones locales de los matorrales esteparios del interior de Coquimbo. Habita en la transición entre el matorral desértico y el matorral espinoso estepario, en laderas bajas, pedregosas y en llanos ondulados de las serranías. Evita la cercanía de la influencia marina directa, requiriendo una alta insolación. Prefiere suelos desérticos de buen drenaje, laderas suaves y piedmonts, sitios con fuerte radiación solar. No existen antecedentes cuantitativos del área de ocupación ni del estado de las subpoblaciones, se desconocen los mecanismos de regeneración natural de la especie.
Pertenece al decreto 68: Si.



Folio019081

Palo negro.

Heliotropium sinuatum (Miers) I.M. Johnst.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Heliotropiaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se encuentra en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de peligro.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: No es resistente a heladas.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: se desarrolla en sectores de baja elevación, valles del interior. Cordillera de la Costa, 500 - 2000 m. Condiciones de agua áreas extremadamente áridas, con lluvias muy raras y es posible que en algunos años no hay precipitaciones. Precipitaciones <100 mm/ año. Con condiciones de luz totalmente expuesto a pleno sol sin ninguna protección. Partes planas o laderas de exposición norte.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019083

Palito negro.

Heliotropium stenophyllum Hook. & Arn.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Heliotropiaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se encuentra en las regiones de Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de peligro.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: S/I.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Su hábitat natural son los semi desiertos costeros del norte de Chile
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019085

Descurainia nuttallii.
(Colla) O.E. Schulz.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Brassicaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se encuentra en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Los Lagos y Magallanes.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece desde el nivel costero hasta los 3200 msnm. *Paises limitrofes:* Argentina.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019087

Lepidium angustissimum. Phil.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Brassicaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones de Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Vulnerable (VU).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: S/I
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Única población conocida al 20-25 km. al oeste del poblado de Totoral y su ecología es desconocida.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019089

Menonvillea flexuosa Phil.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Brassicaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: S/I
Condiciones de propagación: S/I.
Germinación (%) /prendimiento: NE
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019091

Pircún.

Anisomeria littoralis (Poepp. & Endl.) Moq.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Phytolaccaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso Metropolitana y Maule.
Estado de conservación: Vulnerable (VU).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en lugares asoleados, de preferencia con influencia de aire húmedo procedente de la costa.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019093

Cardionema ramosissima.

(Weinm.) A. Nelson & J.F. Macbr.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Caryophyllacea.
Origen Fitogeográfico: Sin clasificación.
Tipo Biológico: Sin clasificación.
Distribución en Chile: S/I.
Estado de conservación: Datos insuficientes (DI).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019095

Yuyo, kañawe, obleo, kantalo.

Chenopodium petiolare Kunth.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Chenopodiaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Valparaíso.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: >50%.
Hábitat: Según la elevación se encuentra en cordillera de la costa, 500 - 2000 m. con condiciones de humedad costera con presencia de camanchaca. Las plantas reciben agua principalmente desde el aire por condensación. Planta expuesta al sol, pero con protección contra la luz directa por la niebla costera.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019097

Sanguinaria.

Chorizanthe frankenioides J. Remy.

Clase: Magnoliopsida.
Familia Polygonaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Subarbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Vulnerable (VU) para Atacama y en peligro (EN) para Coquimbo, (Squeo et al., 2001-2008).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Arbusto psamófilo (planta adaptada a los sustratos o biotopos arenosos) con distribución acotada al litoral, donde crece en las dunas consolidadas.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019099

Sanguinaria.

Cistanthe cephalophora (I.M. Johnst.) Carolin ex Hershkovitz.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Polygonaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Subarbusto
Distribución en Chile: arapacá (TAR), Antofagasta (ANT), Atacama (ATA).
Estado de conservación: En peligro (EN).
Grado de endemismo: S/I
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en zonas litorales, entre el PN Llanos de Challe-Carrizal Bajo (Atacama) y la localidad de Choros Bajos (Coquimbo), incluyendo la isla Chañaral. Según la clasificación de Luebert & Pliscoff (2017), desde el valle del Huasco al norte, crece en el área del piso del Matorral Desértico Mediterráneo Costero de Oxalis gigantea y Eulychnia breviflora; en tanto que en el área sur de la distribución integra el piso del Matorral Desértico Mediterráneo Costero de Oxalis gigantea y Heliotropium stenophyllum.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019101

Cistanthe calycina.
(Phil.) Carolin ex Hershkovitz.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Montiaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019103

Cistanthe coquimbensis.
(Barnéoud) Carolin ex Hershkovitz.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Montiaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Datos insuficientes (DD).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019105

Doquilla, hierba del corrimiento, mármol, pata de guanaco, renilla.

Cistanthe grandiflora (Lindl.) Schltdl.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Montiaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío y Araucanía.
Estado de conservación: Datos insuficientes (DI).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece desde el nivel del mar hasta los 2800 msnm. en su amplia zona de desarrollo.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019107

Cistanthe thyrsoidea.
(Reiche) Peralta & D.I. Ford.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Montiaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019109

Paico, pichan, pichen, arka, toronjil dulce.

Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Chenopodiaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Juan Fernández e Islas Desventuradas.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semillas. Alternancia de temperatura 30°C por 8 horas de luz y 20°C por 16 horas de oscuridad en papel humedecido, con solución de KNO3 al 0,2%. (Rolando, R et al., 2004).
Condiciones de propagación: Especie no muy exigente respecto a la calidad del suelo, pero requiere humedad disponible regularmente; además de buena luminosidad.
Germinación (%) /prendimiento: 97%.
Hábitat: Crece en climas templados. En nuestro país el paico brota espontáneamente en las cercanías de huertos, bordes de jardines, potreros, orilla de caminos, terraplenes, terrenos de cultivo. no muy exigente respecto a la calidad del suelo, pero debe ser regada regularmente; además requiere de buena luminosidad.
Paises limítrofes: Argentina y Bolivia
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019111

Hierba del salitre.

Frankenia chilensis K. Presl.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Frankeniaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativo.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Metropolitana.
Estado de conservación: Fuera de Peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semillas. Éstas no tienen dormancia, por ello, no necesitan tratamiento pregerminativo y resulta bien la siembra directa en un sustrato con alta humedad. Se recomienda estratificar en frío previo a la siembra.
Condiciones de propagación: para propagar esta especie se adapta bien a temperaturas cercanas a los 20°C.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Esta especie crece tanto en suelos arenosos como pedregosos, siendo bastante abundante. Debido a su forma de crecimiento, sus tallos y hojas permiten la acumulación de agua a partir de la densa neblina de los sitios donde crece.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019113

Escarcha afroasiática, hierba escarchada, lengua de vaca.

Messembryanthemum crystallinum L.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Aizoaceae.
O**rigen Fitogeográfico:** Introducida.
Tipo Biológico: Suculenta.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Valparaíso.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se reproduce y esparce rápidamente por semillas.
Condiciones de propagación: Se propaga en sitios soleados con humedad costera.
Germinación (%) /prendimiento: >80%.
Hábitat: Se puede establecer en una amplia gama de tipos de suelos, desde arenosos bien drenados (incluyendo dunas de arena), de margas y arcillas. Puede crecer en suelos ácidos, neutros o alcalinos, pero puede tolerar nutricionalmente suelos pobres o salinos. Se presenta en una variedad de comunidades vegetales, incluyendo marisma y matorrales.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019115

Mirabilis elegans. (Choisy) Heimerl.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida
Familia: Nyctaginaceae
Origen Fitogeográfico: Nativa
Tipo Biológico: Hierba Perenne
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana
Estado de conservación: Datos insuficientes (DD)
Grado de endemismo: NE
Método de propagación: Semillas
Condiciones de propagación: NE
Germinación (%) /prendimiento: NE
Hábitat: Su presencia dura solo algunas semanas tras las lluvias. Crece en sectores planos y escarpados, a veces en sectores recientemente erosionados por las lluvias. Su presencia está fuertemente relacionada con la cantidad de precipitaciones. Se ubica desde los 2400 hasta los 3100 msnm aproximadamente.
Rango de distribución: S/I
Pertenece al decreto N°68: No



Folio019117

Montiopsis trifida.
(Hook. & Arn.) D.I. Ford.
(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Montiaceae.
Nombre científico: Montiopsis trifida (Hook. & Arn.) D.I. Ford..
Nombre común: Sin nombre común conocido.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019119

Mollaca, quilo, voqui negro.

Muehlenbeckia hastulata (Sm.) I.M. Johnst. var. *hastulata.*

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Polygonaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: S/I
Método de propagación: Se multiplican por semillas en almácigo o por separación de hijuelos de las raíces.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: >60%.
Hábitat: Crece en zonas litorales, entre el PN Llanos de Challe-Carrizal Bajo (Atacama) y la localidad de Choros Bajos (Coquimbo), incluyendo la isla Chañaral.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019121

Plumbago Chileno.

Plumbago caerulea Kunth.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Plumbaginaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativo.
Tipo Biológico: Arbusto o subarbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Datos insuficientes (DI).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: S/I.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en suelos pobres y pedregosos.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019123

Spergularia floribunda. (Gay) Rohrb.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Caryophyllaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: No Evaluado (NE).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019125

Tetragonia espinosae. Muñoz.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Aizoaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: < 20%.
Hábitat: Crece en la zona litoral e interiores, desde los 100 a los 700 m. de altitud, en zonas arenosas y rocosas cerca de la costa e interiores.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019127

Tetragonia macrocarpa. Phil.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Aizoaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: No Evaluado (NE).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semillas. Sus semillas, gruesas y de forma irregular, deben plantarse justo después de primavera para evitar heladas. Antes de plantar, deben remojarse 12 hrs. en agua fría, o 3 hrs. en agua caliente. Se plantan a 5-10 mm. de profundidad, espaciadas 20 o 30 cm. entre sí. Brotan en 10-20 días, y continúan creciendo durante todo el verano.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: < 20%.
Hábitat: Crece en terrenos arenosos cultivados, arenales del litoral. Prefiere un medio húmedo para crecer.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019128



Folio019129

Aguanosa, Lechuga.

Tetragonia pedunculata Phil.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Aizoaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Tetragonia pedunculata es endémica de la región de Atacama. Se le encuentra desde el Sur de Copiapo (27°35'S) hasta la quebrada El Morado (28°56'S).
Estado de conservación: Fuera de Peligro.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semillas.
Condiciones de propagación: Esta especie conforma poblaciones de distribución regular y su crecimiento es dependiente del fenómeno de El Niño.
Germinación (%) /prendimiento: < 20%.
Hábitat: Crece en la zona litoral e interiores, desde los 100 m. a los 700 m. de altitud, en zonas arenosas y rocosas cerca de la costa e interiores; florece y fructifica entre los meses de septiembre a noviembre si se han registrado precipitaciones invernales.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019131

Ortiga blanca.

Loasa elongata Hook. & Arn.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Loasaceae.
Nombre científico: Loasa elongata Hook. & Arn.
Nombre común: Ortiga blanca.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Vulnerable (VU).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece al sol en lugares con influencia de aire marino.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019132



Folio019133

Loasa illapelina Phil.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Loasaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019135

Calabacillo, tupac-llanco, sapac-llanco.

Sicyos baderoa Hook. & Arn.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Cucurbitaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Hierba trepadora anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y Juan Fernández.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Esta planta crece en las zonas litorales de la amplia zona regional que se desarrolla.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019137

Valeriana.

Valeriana stricta Clos.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Caprifoliaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Subarbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule.
Estado de conservación: No Evaluada (NE).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: La multiplicación se hace por semilla o por plantación de esquejes.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: >40%.
Hábitat: Crece en sitios bajos y arenosos, húmedos y sombreados, bosques, tierras cercanas a los cursos de agua, y zonas montañosas hasta los 2000 msnm.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019139

Adesmia.

Adesmia filifolia Clos.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Fabaceae.
Nombre científico: Adesmia filifolia Clos.
Nombre común: Adesmia (nombre genérico).
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019141

Arvejilla.

Adesmia laxa Clos.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Fabaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Coquimbo y Metropolitana.
Estado de conservación: Vulnerable (VU).
Grado de endemismo: S/I
Método de propagación: S/I
Condiciones de propagación: S/I
Germinación (%) /prendimiento: No evaluado.
Hábitat: Habita en zonas arenosas de la costa, desde las Regiones de Coquimbo a la Región Metropolitana.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019143

Adesmia leptobothrys. Burkat.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Fabaceae.
Origen Fitogeográfico: S/I.
Tipo Biológico: S/I.
Distribución en Chile: S/I.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019145

Adesmia.

Adesmia parviflora Clos.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Fabaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Magallanes.
Estado de conservación: Preocupación menor (LC).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en áreas de secano, donde el período seco sin precipitaciones dura 6 - 10 meses. Las precipitaciones alcanzan 100 - 300 mm anuales, concentrándose en invierno. Expuesto a pleno sol sin ninguna protección. Partes planas o laderas de exposición norte.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019147

Adesmia.

Adesmia pungens Clos.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Fabaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Preocupación menor (LC).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019149

Astragalus amatus Clos.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Fabaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío y Araucanía.
Estado de conservación: Vulnerable (VU).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: S/I.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en la zona árida.
Paises limítrofes: Bolivia y Perú.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019151

Algarrobilla.

Balsamocarpon brevifolium Clos.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Fabaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se distribuye en forma natural en la zona árida chilena, en la costa e interior de las Regiones de Atacama y Coquimbo. Posee una extraordinaria adaptación a medios áridos rigurosos, sin embargo, su regeneración natural es difícil, debido a las condiciones ambientales y a los suelos delgados donde crece. Se distribuye desde la costa hasta los 1900 msnm.
Estado de conservación: Vulnerable (VU), según UICN (2001).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Por tratarse de una leguminosa, las semillas de esta especie presentan latencia de cubiertas, por lo cual se requiere realizar tratamientos pregerminativos que permitan eliminar dicha cubierta, las que pueden ser por escarificación química o mecánica. La escarificación química puede realizarse mediante remojo en ácido sulfúrico durante 60 minutos y posterior lavado en agua corriente. Semillas tratadas por método mecánico escarificadas por abrasión con lija y posterior remojo en ácido sulfúrico de 15 minutos también tienen buenos resultados. El tratamiento con agua caliente puede ocasionar perdidas de semillas.
Condiciones de propagación: Las semillas escarificadas se pueden sembrar en un sustrato compuesto de tierra estéril y arena en proporción volumétrica de 1:1, la cual debe ser desinfectada con fungicidas apropiados para este fin. La germinación se produce en un periodo de seis días, después de la siembra.
Germinación (%) /prendimiento: 80% de germinación.
Hábitat: Crece en lugares áridos, en suelos pobres y pedregosos. Fuertemente explotada por la concentración de taninos en sus frutos.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019153

Retamo, sanalotodo.

Caesalpinia angulata Clos.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Fabaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Vulnerable (VU).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en la zona xérica.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019155

Espino rojo.

Calliandra chilensis Benth.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Fabaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Casi amenazado.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE
Hábitat: Crece en valles del interior y cordillera de la costa, 500 - 2000 m en áreas extremadamente áridas, con lluvias muy raras. La temporada seca dura 8 - 12 meses y es posible que en algunos años no hay precipitaciones. Áreas de secano, donde el período seco sin precipitaciones dura 6 - 10 meses. Las precipitaciones alcanzan 100 - 300 mm anuales, concentrándose en invierno. Expuesto a pleno sol sin ninguna protección. Partes planas o laderas de exposición norte. Algo de sombra y de protección contra el sol por vegetación poco espesa y rocas.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019157

Altramuz, hierba del traro.

Lupinus microcarpus Sims.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Fabaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía y Los Lagos
Estado de conservación: Preocupación menor (LC).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Amplia zona de crecimiento que incluye zonas de Secano, donde el período sin precipitaciones dura 3 - 5 meses. Las precipitaciones alcanzan 400 - 800 mm anuales, concentrándose en invierno. Áreas de secano, donde el período seco sin precipitaciones dura 6 - 10 meses. Las precipitaciones alcanzan 100 - 300 mm anuales, concentrándose en invierno.
Paises limítrofes: Argentina y Perú.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019158



Folio019159

Alcaparra.

Senna cumingii (Hook. & Arn.) H.S. Irwin & Barneby var. *cumingii*.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Fabaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: No evaluado (NE).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas. Tratamiento de las semillas con ácido sulfúrico al 97% por 10 minutos.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: 80-100%.
Hábitat: Crece tanto en áreas costeras como en zonas áridas interiores, en suelos arenosos y laderas rocosas, habita en el matorral semiárido.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019160



Folio019161

Rosita.

Cruckshanksia montiana Clos.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Rubiaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Vulnerable (VU).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: >70%.
Hábitat: Dunas costeras.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019163

Cruckshanksia pumila. Clos.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Rubiaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual o bienal.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: No Evaluada (NE).
Grado de endemismo: S/I
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Según la elevación: Cordillera de la Costa, 500 - 2000 mnsm. Áreas extremadamente áridas, con lluvias muy raras. La temporada seca dura 8 - 12 meses y es posible que en algunos años no hay precipitaciones. Humedad costera/camanchaca: las plantas reciben agua principalmente desde el aire por condensación. Expuesto a pleno sol sin ninguna protección. Partes planas o laderas de exposición norte.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019165

Pahueldum.

Diplolepis viridis (Phil.) Hechem & C. Ezcurra.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Apocynaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: >50%.
Hábitat: Crece en lugares áridos, entre rocas o cactáceas. Especie no muy frecuente.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019167

Voquicillo.

Tweedia birostrata (Hook. & Arn.) Hook. & Arn. (Phil.)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Apocynaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Subarbusto trepador.
Distribución en Chile: Se distribuye como especie en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble y Biobío.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: S/I.
Germinación (%) /prendimiento: S/I.
Hábitat: Se desarrolla en lugares áridos, entre rocas o cactáceas. No muy frecuente.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019169

Amancay.

Balbisia peduncularis (Lindl.) D. Don.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Francoaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativo.
Tipo Biológico: Sub arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Arica y Parinacota, Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas. Tratamiento de las semillas regadas con agua destilada a temperatura ambiente.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: 85%.
Hábitat: Crece según la elevación en la cordillera de la Costa, desde 500 - 2000 m. en el litoral desde 0 - 500 msnm. Las condiciones de agua son en áreas de secano, donde el período seco sin precipitaciones dura 6 - 10 meses y lluvias se concentran en invierno. Sectores extremadamente áridos, con lluvias muy raras. Crece expuesto a pleno sol sin ninguna protección. Áreas planas o laderas de exposición norte. *Paises limítrofes:* Perú.
Pertenece al decreto N°68: Si.



Folio019171

Alfilerillo, relojito.

Erodium cicutarium (L.) L'Hér. ex Aiton.

Nombre común: Alfilerillo, relojito.
Origen Fitogeográfico: Introducida.
Tipo Biológico: Hierba anual o bienal
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén, Magallanes y Juan Fernández.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga mediante sus mericarpios, con dispersión epizoocora y autocora.
Condiciones de propagación: Mediante sus mericarpios, con dispersión epizoocora y autocora.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Sitios perturbados, orilla de caminos, lotes baldíos y terrenos agrícolas. Prefiere suelos arenosos y secos de la amplia zona en la que se desarrolla.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019173

Pingo-pingo.

Ephedra chilensis C. Presl.

Clase: Gnetopside.
Familia: Ephedraceae.
Origen Fitogeográfico: Arbusto.
Tipo Biológico: Nativo.
Distribución en Chile: Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía. Esta especie se desarrolla entre los 100 y 3000 msnm.
Estado de conservación: Datos insuficientes (DI).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Propagación por semillas.
Condiciones de propagación: Los estróbilos son extraídos para la maceración de los frutos, luego, se remojan y se siembran en otoño. Los almácigos estratificados deben tener un suelo con muy buen drenaje.
Germinación (%) /prendimiento: 80%.
Hábitat: Según la elevación valles del interior y cordillera de la Costa, con condiciones de humedad tipo secano, donde el período sin precipitaciones dura 3 - 5 meses. Las precipitaciones alcanzan 400 - 800 mm anuales, concentrándose en invierno. Expuesto a pleno sol sin ninguna protección. Partes planas o laderas de exposición norte. Planta resiste temperaturas bajas (hasta -15° C incluso -20° C), puede estar cubierta durante meses (1 - 8 meses) por nieve.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019175

Pingo-pingo.

Ephedra gracilis Phil. ex Stapf.

Clase: Gnetopside.
Familia: Ephedraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana. Esta especie se encuentra entre 10-1200 msnm.
Estado de conservación: Datos insuficientes (DD).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Esta es especie se propaga por semillas. Condiciones de propagación: La Ephedra es una especie que se propaga muy bien por semilla. La siembra se debe realizar a finales de invierno o principios de primavera, a una profundidad de unos 10 mm. Una vez realizada la siembra la germinación se puede observar a partir de los 10 días. Esta especie admite bien el trasplante, por lo que la siembra se puede realizar directamente en bandejas de alvéolos forestales, a una densidad de 2-3 semillas/alveolo; al ser una especie arbustiva es suficiente el empleo de alvéolos de 250 o 300 cc de capacidad para plantas de una savia. Admite la insolación directa desde los primeros estadios, pudiéndose sembrar a la intemperie.
Germinación (%) /prendimiento: 95-98%.
Hábitat: Cordillera de la Costa, 500 - 2000 m. Costa, 0 - 500 m. Sectores de secano, donde el período sin precipitaciones dura 3 - 5 meses. Las precipitaciones alcanzan 400 - 800 mm anuales, concentrándose en invierno. Con condiciones de luz expuesto. Pleno sol sin ninguna protección. Partes planas o laderas de exposición norte.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019177

Salvia blanca, salvia.

Aloysia salviifolia (Hook. & Arn.) Moldenke.

Clase: Magnoliopsida
Familia: Verbenaceae
Origen Fitogeográfico: Endémico
Tipo Biológico: Arbusto
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama y Coquimbo
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP)
Grado de endemismo: NE
Método de propagación: Semillas
Condiciones de propagación: Sin información
Germinación (%) /prendimiento: No evaluado
Hábitat: Crece en zonas costeras del área de su área de desarrollo expuesto a pleno sol sin ninguna protección. Partes planas o laderas de exposición norte
Rango de distribución: S/I
Pertenece al decreto N°68: No



Folio019179

Flor del jote, cartucho, terciopelo.

Argylia radiata (L.) D. Don.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Bignoniaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana de Santiago.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en lugares asoleados desde la costa a la precordillera. Especie **abundante.**
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019181

Orégano.

Lippia fragrans Turcz.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Verbenaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: No Evaluado (NE).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en el rango altitudinal desde 0 a 1400 msnm.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019182



Folio019183

Llantén.

Plantago litorea Phil.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Plantaginaceae.
Nombre científico : Plantago litorea Phil.
Nombre común: Nombre genérico llantén.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Valparaíso.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Suelos arenosos del litoral en la zona en que se desarrolla.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019185

Hierba santa.

Stachys eremicola Epling. Phil.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Lamiaceae.
Nombre científico: Stachyseremicola Epling.
Nombre común: Hierba santa.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Vulnerable (VU).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Habita sectores costeros del área de su distribución
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019187

Teucrium nudicaule Hook.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Lamiaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019189

No me olvides.

Veronica anagallis-aquatica L.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Plantaginaceae.
Origen Fitogeográfico: Introducida.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén y Juan Fernández.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: Sin información.
Germinación (%) /prendimiento: No evaluado.
Hábitat: Crece frecuentemente en márgenes de ríos, esteros o canales, en general en zonas encharcadas y en suelos arenosos cercanos al mar.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019190



Folio019191

Lirio del campo.

Alstroemeria diluta Ehr. Bayer subsp. *chrysantha* Ehr. Bayer.

Clase: Liliales.
Familia: Alstroemeriaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Regiones de Atacama, Coquimbo y Valparaíso. Desde el nivel del mar hasta los 800 msnm.
Estado de conservación: Preocupación menor (LC).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Bulbo y semillas. Es mejor resultado la plantación del bulbo. Este se remoja por 24 hrs. lo que activa el proceso de germinación y se planta en sustrato con buen drenaje. Se planta con la parte del rizoma más delgada hacia arriba.
Condiciones de propagación: Temperaturay humedad moderadas
Germinación (%) /prendimiento: 80-90%.
Hábitat: Se encuentra en suelos duros del llano y arenosos costeros.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019193

Alstroemeria philippii.
Baker var. philippii.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Liliopsida.
Familia: Alstroemeriaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Regiones de Atacama y Coquimbo.
Desde el nivel del mar hasta los 900 msnm
Estado de conservación: Casi amenazada (NT).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Bulbo y semillas.
Condiciones de propagación: Temperatura y humedad moderadas.
Germinación (%) /prendimiento: 80-90%.
Hábitat: Se encuentra en suelos duros del llano y arenosos costeros.
Pertenece al decreto N°68.



Folio019195

Ventosilla.

Chiropetalum canescens Phil.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Euphorbiaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Sub arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: No evaluado (NE).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en lugares pedregosos y asoleados en su área de distribución.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019197

Colliguay.

Colliguaja odorifera Molina.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Euphorbiaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule y Biobío.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Integrante del matorral mediterráneo en lugares asoleados y suelos pedregosos. Especie abundante.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019198



Folio019199

Té de burro, pingo blanco.

Dinemagonum gayanum A. Juss.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Malpighiaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto o Subarbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Valparaíso.
Estado de conservación: Vulnerable (VU).
Grado de endemismo: S/I
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece según la elevación cordillera de la Costa, 500 - 2000 m. Costa, 0 - 500 m. Condiciones de humedad costera/ camanchaca: las plantas reciben agua principalmente desde el aire por condensación. Áreas extremadamente áridas, con lluvias muy raras. Con condiciones de luz expuesto a pleno sol sin ninguna protección en partes planas o laderas de exposición norte.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019201

Lechera.

Euphorbia thinophila Phil.

Clase: Magnoliopsida
Familia: Euphorbiaceae
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: No evaluado (NE- RCE) – Vulnerable (VU) para Atacama Libro Rojo.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en suelos arenosos en el rango altitudinal desde 0 a 300 msnm. en litoral de las regiones en que habita. Se desarrolla en forma natural, únicamente en la franja litoral. Forma parte de las especies que conforman el desierto florido.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019203

Violeta.

Viola pusilla Poepp.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Violaceae.
Nombre científico : Viola pusilla Poepp.
Nombre común: Violeta.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble y Biobío.
Estado de conservación: No evaluada (NE).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: Sin información sobre esta especie en particular, pero Viola sp se caracteriza por difícil germinación.
Hábitat: Crece en zonas áridas, cerca de la costa, en la cordillera de la costa y valles interiores.
P**ertenece al decreto N°68:** No.



Folio019205

Maravilla negra.

Cristaria cyanea Phil. ex Baker f.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Malvaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Tarapacá, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: No evaluado (NE) RCE – Fuera de peligro (FP) Libro Rojo.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece desde los 1000 a 4200 msnm.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019206



Folio019207

Malvilla.

Cristaria gracilis Gay.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Malvaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Hierba anual o perenne.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: No evaluado (NE) RCE – Fuera de peligro (FP) Libro Rojo.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece desde los 1000-4200 msnm.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019209

Malva, malva común.

Malva nicaeensis All.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Malvaceae.
Origen Fitogeográfico: Hierba anual.
Tipo Biológico: Introducido.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos y Archipiélago Juan Fernández.
Estado de conservación: No evaluado (NE).
Grado de endemismo: S/I
Método de propagación: Se reproduce generalmente por semillas que se recogen del fruto una vez secas, pero también por división de las macollas (yemas axilares, ubicadas en los subnudos del eje principal, que producen brotes secundarios) después de la floración.
Condiciones de propagación: Cuando se cultivan grandes extensiones es conveniente sembrar en almácigo, dado el pequeño tamaño de las semillas y después llevar a campo definitivo o bien sembrar directamente en éste. En vivero la siembra se puede realizar a fines de invierno para llevar las plántulas al campo cuando alcancen el tamaño adecuado. La siembra directa puede realizarse a principios de primavera.
Germinación (%) /prendimiento: 80-90%.
Hábitat: No es exigente en cuanto a suelos; prospera en diversidad de terrenos, siendo los mejores los de consistencia media, permeables y ricos en nitrógeno, aunque también son adecuados los suelos arenosos si están provistos de materia orgánica. Esta especie se desarrolla desde el nivel costero hasta los 700 msnm.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019211

Malvavisca, malva del cerro.

Sphaeralcea obtusiloba (Hook.) G. Don.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Malvaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Sub arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Araucanía.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Habita laderas asoleadas de cerros y quebradas, siendo sustento de insectos nativos como escarabajos, abejas y mariposas.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019213

Lengua de gallina.

Pleurophora pungens D. Don.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Lythraceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Sub arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Elevación media, hasta el límite del bosque. La elevación absoluta depende de la latitud. Elevación baja, valles del interior. Áreas de secano con escasas precipitaciones concentrándose en invierno, hasta áreas de secano donde las precipitaciones pueden variar de 100 - 300 mm anuales, presentes mayormente en invierno. Expuesto a pleno sol sin ninguna protección. Partes planas o laderas de exposición norte.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019215

Churco, churqui.

Oxalis virgosa Barnéoud.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Oxalidaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Atacama (ATA), Coquimbo (COQ), Valparaíso (VAL)
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas y esquejes.
Condiciones de propagación: La propagación por esquejes no es sencilla, por lo que se recomienda usar semillas sembradas en primavera.
Germinación (%) /prendimiento: Indeterminado.
Hábitat: Crece desde nivel del litoral hasta los 1000 msnm., en exposición de pleno sol cuando ya ha crecido un poco y en semisombra en caso de ejemplares jóvenes.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019217

Teatina.

Avena barbata Pott ex Link.

Clase: Liliopsida.
Familia: Poaceae.
Origen Fitogeográfico: Introducida.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Regiones de Antofagasta, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía, Los Lagos y Juan Fernández. Se distribuye desde el nivel de costa hasta los 1800 msnm
Estado de conservación: No Evaluado (NE).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semilla a través de siembra tradicional en sustrato con buen drenaje.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: 80-90%.
Hábitat: Se desarrolla en alta cordillera, altiplano, precordillera, valles agrícolas de precordillera y en pradera anual del secano semiárido mediterráneo.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019219

Bromus berteroanus Colla.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Liliopsida.
Familia: Poaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: se encuentra en las regiones de Arica y Parinacota, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía, Aysén y Juan Fernández. Se distribuye desde la costa hasta los 1900 msnm
Estado de conservación: No evaluado (NE).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Las semillas germinan y emergen después de la primera lluvia efectiva otoñal. Emergen plántulas y crecen lentamente durante el período frío invernal, florecen y forman semillas en primavera, terminando su ciclo a comienzos del verano permaneciendo como semillas en el suelo, durante el período seco estival
Condiciones de propagación: Dado que en poáceas el rango de temperatura óptima para crecimiento de tallos fluctúa entre 15 y 24°C y el de raíces entre 10 y 18°C, se puede deducir que en las poáceas anuales el crecimiento de las raíces puede iniciarse antes. Además, otro factor importante para el crecimiento es que la absorción de agua por las raíces depende tanto de la distribución espacial de éstas, como del nivel de necesidades de la etapa de crecimiento.
Germinación (%) /prendimiento: 80-90%.
Hábitat: Se desarrolla en alta cordillera, altiplano, precordillera, valles agrícolas de precordillera y en pradera anual del secano semiárido mediterráneo.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019221

Cyperus laevigatus L.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Liliopsida.
Familia: Cyperaceae.
Origen Fitogeográfico: Introducida.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Coquimbo y Maule
Estado de conservación: Preocupación menor (LC).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: S/I.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019223

Eragrostis pycnantha.
(Phil.) Nicora.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Liliopsida.
Familia: Poaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Región de Atacama. Crece entre Copiapó (27°21'S) y sur de Freirina (29° 04' S), desde el nivel del mar hasta 140 m de altitud.
Estado de conservación: En peligro (EN).
Grado de endemismo: s/i
Método de propagación: Se propaga por semilla.
Condiciones de propagación: S/I
Germinación (%) /prendimiento: 80%.
Hábitat: Crece entre arbustos en la costa de la región de Atacama, a 140 m de altitud.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019225

Isolepis cernua.
(Vahl) Roem. & Schult.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Liliopsida.
Familia: Cyperaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se encuentra a lo largo de todo Chile continental y Juan Fernández.
Estado de conservación: Preocupación Menor (LC).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: S/I
Hábitat: Crece en pantanos sobre sustrato fangoso, a orillas de cursos de agua pequeños o en sitios estacionalmente inundados.
Paises limítrofes: Se encuentra en también en Argentina, Bolivia y Perú.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019226



Folio019227

Jarava plumosula.
Nees ex Steud.) F. Rojas.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Liliopsida.
Familia: Poaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: s/i
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: S/I.
Germinación (%) /prendimiento: NE
Hábitat: Poco frecuente en el matorral xérico, ampliamente distribuida entre el nivel del mar y los 3600 msnm.
Paises limítrofes: Sur de Brasil (Río Grande do Sul), Chile, Uruguay (Canelones, Lavalleja, Maldonado, Montevideo, Rivera y San José) y Argentina.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019228



Folio019229

Paja.

Jarava tortuosa (E. Desv.) Peñail.

Clase: Liliopsida.
Familia: Poaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Presente en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en ambientes litorales desde costa a 900 msnm.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019231

Cola de ratón.

Polypogon australis Brongn.

Clase: Liliopsida.
Familia: Poaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativo.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén y Juan Fernández.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Se Localizada en el sector arbustivo húmedo desde región de Arica a Aysén desde nivel de costa hasta los 4000 msnm.
Paises limítrofes: Se encuentra también en Argentina.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019233

Chagual.

Puya alpestris (Poepp.) Gay subsp. *alpestris*.

Clase: Liliopsida.
Familia: Bromeliaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío y Araucanía. Sitios áridos, pedregosos y en el matorral mediterráneo, desde la orilla del mar hasta los 2000 msnm.
Estado de conservación: Preocupación menor (LC).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semilla. Siembra directa en otoño, en almacigo estratificado con sustrato liviano, mezcla de arena con compost 1:1, a baja profundidad de siembra. Presenta germinación lenta y dispareja.
Condiciones de propagación: Crece bien en sitios con heladas ligeras, no debiendo exponerse a temperaturas nocturnas inferiores a 5°C. En regiones más frías, requiere de protección y expuesta a pleno sol.
Germinación (%) /prendimiento: 90-95%.
Hábitat: Crece en estribaciones áridas de Los Andes del centro de Chile, así como también en las zonas costeras de suelo rocoso laderas de cerros de las provincias centrales de mar a cordillera de la Costa, siendo más abundante en la costa y valles transversales.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019234



Folio019235

Mediterránea, pasto.

Schismus barbatus (L.) Thell.

Clase: Liliopsida.
Familia: Poaceae.
Origen Fitogeográfico: Introducida.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se distribuye desde las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana.
Estado de conservación: No Evaluado (NE).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: De período vegetativo corto, el que está relacionado a las precipitaciones. En algunos casos la planta rebrota en verano incluso comportándose como bianual. Resistente a las heladas suaves y puede cumplir su ciclo vegetativo en diferentes épocas del año.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019237

Paja blanca, calachunca, clavel del aire.

Tillandsia landbeckii Phil.

Clase: Liliopsida.
Familia: Bromeliaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativo.
Tipo Biológico: Hierba epífita perenne.
Distribución en Chile: Se encuentra en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo. Se ubica entre los 300 y los 1.500 msnm
Estado de conservación: Vulnerable (VU).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece epífita y sobre arena, raro sobre roca. Tiene la capacidad de obtener toda su humedad de la neblina a través de hojas escamosas especializadas.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019238



Folio019239

Palito negro, culantrillo, doradilla, helecho de palo negro.

Adiantum chilense Kaulf. var. hirsutum Hook. & Grev.

Clase: Filicopsida.
Familia: Pteridaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativo.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Crece desde la provincia de Limarí en la región de Coquimbo, hasta la provincia de Magallanes en la región de Magallanes, en un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 1.700 m de altitud en la cordillera andina, también se encuentra en las islas de Juan Fernández.
Estado de conservación: Preocupación menor (LC).
Grado de endemismo: S/I
Método de propagación: Esporas y reproducción vegetativa, mediante la división del rizoma de plantas.
Condiciones de propagación: Las esporas maduras toman un color café oscuro, hay que esperar esa coloración antes de cosecharlas. Este proceso demora aproximadamente 3 días, punto en que se debe realizar la cosecha o cuando en la parte basal de la fronda, comienzan a abrirse algunos soros. Las esporas se siembran en sustrato arena y turba 1:1 y se produce germinación en cama caliente de 6 a 9 meses.
Germinación (%) /prendimiento: 80%.
Hábitat: Presencia frecuente. Es posible de encontrar en diversos lugares, ya sea al borde o interior de ambientes naturales. Lo anterior se debe en gran medida a la adecuada humedad del suelo en donde se desarrolla.
Paises limítrofes: Argentina y Perú
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019241

Cardo blanco.

Argemone hunnemannii Otto & A. Dietr.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Papaveraceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule.
Estado de conservación: Insuficientemente conocida (IC).
Grado de endemismo: S/I
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: Sin información.
Germinación (%) /prendimiento: Indeterminado.
Hábitat: Crece desde nivel del litoral hasta los 2.500 msnm.
Paises limítrofes: Argentina.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019243

Quintral del quisco.

Tristerix aphyllus (DC.) Barlow & Wiens.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Loranthaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Arbusto parásito.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: S/I
Método de propagación: Semillas, planta hemiparásita depende absolutamente de vectores como la tenca para propagarse. La semilla se adhiere a la corteza del hospedero con la ayuda del mucílago (sustancia pegajosa), y cuando germina emerge el haustorio que penetra la corteza y comienza la formación del sistema endofítico, que va invadiendo de forma masiva y sistemática el tejido conductor (xilema) del hospedero, para luego producir brotes en diferentes lugares de la corteza lejanos al punto de unión.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en un amplio rango de hábitat desde el litoral hasta los 1.800 msnm.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019245

Rumpiata, rumpaito, rumpeato.

Bridgesia incisifolia Bertero ex Cambess.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Sapindaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana.
Estado de conservación: En peligro (EP) para Atacama - Vulnerable (VU) para Coquimbo.
Grado de endemismo: S/I
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en sectores de elevación baja, valles del interior. Cordillera de la Costa, 500 - 2000 m. Costa, 0 - 500 m. Áreas de secano, donde el período sin precipitaciones dura 3 - 5 meses. concentrándose en invierno. Expuesto a pleno sol sin ninguna protección. Partes planas o laderas de exposición norte.
Pertenece al decreto N°68: Si.



Folio019247

Huingan.

Schinus polygamus (Cav.) Cabrera.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Anacardiaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativo.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Crece en la zona mediterránea de Chile, entre las regiones Atacama y Los Ríos, preferentemente sobresuelos pobres, áridos y asoleados, tanto en las partes baja como a grandes alturas en ambas cordilleras. Es una especie frecuente del matorral xerofítico y mesofítico del valle central.
Estado de conservación: NE.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: La germinación es epigea, recomendándose remojar las semillas en agua 60 °C y dejándolas enfriar por 48 hrs. antes de la siembra. Con este tratamiento la germinación comienza a manifestarse a los 14 días. Condiciones de propagación: Las semillas pretratadas se siembran en invierno en almacigueras, usando como sustrato una mezcla de tierra común, compost de eucalipto y arena en proporción de 3:2:1. La corteza compostada de pino también puede ser un sustrato adecuado para producir plantas de esta especie. El repique a contenedores individuales se realiza cuando las plántulas exhiben el primer par de hojas verdaderas.
Germinación (%) /prendimiento: Alcanza valores de hasta 26%. Semillas sin tratamiento pregerminativo, dispuestas en germinadora Jacobsen, a temperaturas entre 10 y 25°C alcanzan una capacidad germinativa de 12%.
Hábitat: Preferentemente se desarrolla sobre suelos pobres, áridos y asoleados, tanto en las partes baja como a grandes alturas en ambas cordilleras. Es una especie frecuente del matorral xerofítico y mesofítico del valle central. Muy frecuente en el matorral esclerófilo, tanto en planicies como en laderas; preferentemente sobre suelos pobres de exposición norte.
Pertenece al decreto N°68: Si.



Folio019249

Cabello de ángel.

Cuscuta purpura Phil.

Clase: Magnoliopsida
Familia: Convolvulaceae
Origen Fitogeográfico: Endémico
Tipo Biológico: Hierba parásita anual
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo y O'Higgins
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP)
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas
Condiciones de propagación: Sin información
Germinación (%) /prendimiento: NE
Hábitat: El cabello de ángel crece sobre árboles y arbustos, también ataca sembrados, sobre todo de alfalfa, trébol, lino, cáñamo y otros. En realidad, puede crecer sobre casi cualquier planta
Rango de distribución: Bolivia y Perú
Pertenece al decreto N°68: No



Folio019251

Lycium stenophyllum.
J. Remy.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Solanaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: Sin información.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Ambientes xerofíticos en la zona de desarrollo de las regiones que abarca su distribución
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019253

Suspiro.

Nolana baccata (Lindl.) Dunal.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Solanaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: S/I.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en la zona de desiertos costeros y llano central.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019255

Suspiro.

Nolana coelestis (Lindl.) Miers ex Dunal.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Solanaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Sub arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones **de propagación:** NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en las terrazas litorales.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019256



Folio019257

Nolana.

Nolana divaricata (Lindl.) I.M. Johnst.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Solanaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Subarbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas y vegetativo. Tratamiento pre germinativo con ácido sulfúrico por 20 minutos, hidratar por 72 hrs. y sembrar a baja profundidad.
Condiciones de propagación: S/I.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en lugares con influencia de aire marino.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019259

Nolana.

Nolana albescens (Phil.) I.M. Johnst.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Solanaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Antofagasta (ANT), Atacama (ATA), Coquimbo (COQ).
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en lugares con marina hasta los 800 msnm.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019260



Folio019261

Nolana.

Nolana parviflora (Phil.) Phil.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Solanaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones Antofagasta y Atacama.
Estado de conservación: Insuficientemente conocida (IC).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en lugares con marina hasta los 800 msnm.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019263

Hierba de la lombriz, sosa brava hoja chica.

Nolana sedifolia Poepp.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Solanaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Subarbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Tarapacá, Atacama, Coquimbo y Valparaíso
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: Sin información.
Germinación (%) /prendimiento: Sin información.
Hábitat: Crece entre las rocas del litoral.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019265

Nolana werdermannii.

I.M. Johnst.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Solanaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en lugares litorales hasta los 800 msnm.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019266



Folio019267

Reyesia chilensis Gay.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Solanaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en lugares precordilleranos hasta los 1.000 msnm.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019268



Folio019269

Mariposita.

Schizanthus porrigens.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Solanaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y **OHiggins**.
Estado de conservación: Insuficientemente conocida (IC).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas de difícil germinación.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en lugares asoleados desde los 20 a los 1800 msnm en diferentes sustratos. Forma parte del matorral esclerofilo.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019270

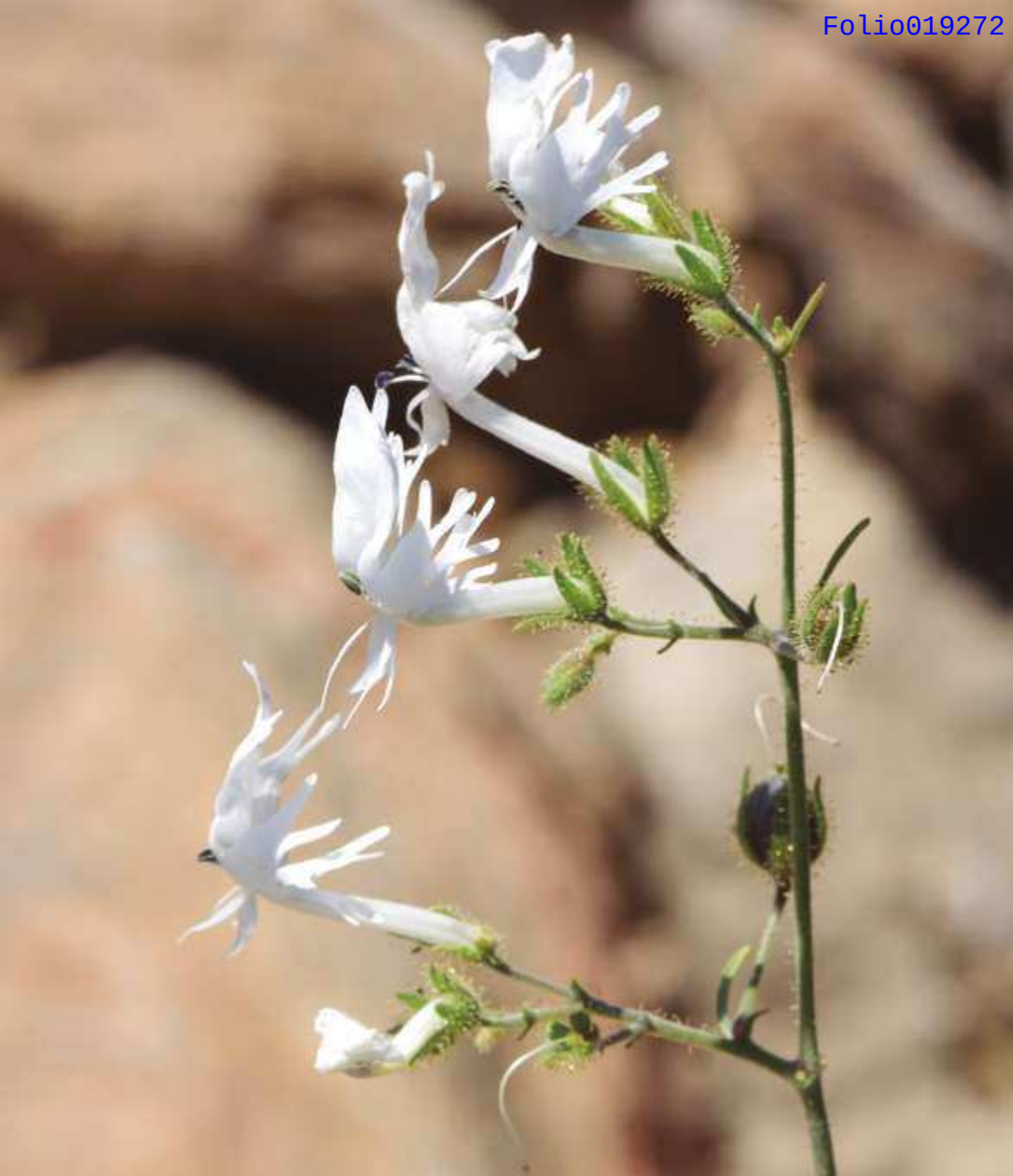


Folio019271

Mariposa blanca.

Schizanthus integrifolius.Phil.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Solanaceae.
Nombre científico : Schizanthus candidus Lindl.
Nombre común: Mariposa blanca, cacatúa.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Vulnerable (VU).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en cerros interiores, abundante en el valle interior del río Huasco.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019273

Solanum paposanum.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Solanaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba anual.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Arica y Parinacota, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Insuficientemente conocida (IC).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Crece en ambiente precordillerano hasta los 1000 msnm.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019275

Tomatillo azul.

Solanum remyanum Phil.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Solanaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Hierba perenne.
Distribución en Chile: Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Zonas litorales de las regiones en las que crece.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019276



Folio019277

Pacul, chañarcillo.

Krameria cistoidea Hook. & Arn.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Krameriaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Arbusto.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana.
Estado de conservación: Vulnerable (VU).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Habita en laderas bajas sobre coluvios pedregosos y en laderas altas rocosas, en exposiciones norte. Esta especie tiene altos requerimientos en radiación y temperatura. Es propia del desierto florido de las serranías y de los matorrales esteparios.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019278



Folio019279

Coquimbano.

Copiapoa coquimbana (Karw. ex Rümpler).

Clase: Magnoliopsida
Familia: Cactaceae
Origen Fitogeográfico: Endémico
Tipo Biológico: Arbusto suculento
Distribución en Chile: En la Región de Atacama habita desde Huasco hasta el Río Choapa, por el sur, en la Región de Coquimbo hacia el interior hasta Vallenar.
Estado de conservación: Casi Amenazada (NT)
Grado de endemismo: NE
Método de propagación: Se propaga mediante semillas, tallos o esquejes plantados. El injerto se utiliza a menudo para acelerar la tasa de crecimiento, y para crear una copia de seguridad para las plantas de la colección.
Condiciones de propagación: Es de crecimiento muy lento, necesita pleno sol, pero debe protegerse del calor excesivo y el sol en verano. Requiere humedad ligera y buen drenaje. El suelo se debe mantener caliente y seco en invierno para evitar la putrefacción. Se necesita calor suave en invierno, no soporta heladas.
Germinación (%) /prendimiento: >60%
Hábitat: especie con más amplia distribución geográfica y por consiguiente la cantidad de formas que pueden encontrarse en hábitat es inimaginable. El grupo más sureño que hemos visitado está en la Cebada, al sur de Coquimbo; se reconocen por ser las primeras Copiapoas y por su forma de crecimiento tipo cojín, inconfundible y típico de este género. También se encuentran viviendo entre las rocas en la playa de Totoralillo; en laderas costeras al norte de La Serena; en sustratos más arenosos en la Quebrada de Carrizalillo (sur de Vallenar), cercanas a la costa
Rango de distribución: S/I
Pertenece al decreto N°68: No



Folio019281

Copiapoa echinoides.
(Lem. ex Salm-Dyck) Britton & Rose.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Cactaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Subarbusto suculento.
Distribución en Chile: Atacama (ATA).
Estado de conservación: Casi Amenazada (NT), Rara (Boletín 47 Museo Nacional de Historia Natural).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Desierto costero en sectores rocosos y grietas rocosas en sistemas arenosos costeros y con influencia costera.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019282



Folio019283

Copiapoa griseoviolacea.

Ingrid Schaub & Ricardo Keim.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida
Familia: Cactaceae
Origen Fitogeográfico: Endemico.
Tipo Biológico: Sub arbusto suculento.
Distribución en Chile: Región de Atacama, sureste de Huasco.
Estado de conservación: En peligro (EN).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas.
Condiciones de propagación: S/I.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Está restringida al litoral alrededor de Huasco, aunque algunas pequeñas poblaciones crecen un poco más al interior sobre sustrato gredoso entre rocas.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019284



Folio019285

Perrito, gatito, jalajala, espina, mestizo, quisco, espina del suri.

Cumulopuntia sphaerica (C.F. Först.) E.F. Anderson.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Cactaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Subarbusto suculento.
Distribución en Chile: Corresponde a la cactácea de mayor distribución en Chile. Desde la región de Arica y Parinacota hasta el norte de la Metropolitana. En su distribución norte (Arica y Parinacota, y Tarapacá), se ubica en la precordillera andina, y desde la región de Antofagasta al sur por la costa, en llanos y cerros interiores.
Estado de conservación: Fuera de peligro (FP).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Semillas y dispersión vegetativa por medio de adherencia de sus espinas a animales principalmente.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: En su amplia área de distribución, generalmente seubica en sectores áridos con baja cubierta de otra vegetación, que muchas veces es por efecto de sobrepastoreo, lo cual favorece el establecimiento y desarrollo de esta especie. Ocupa una gran amplitud de nichos ecológicos, funcionando incluso como especie colonizadora de zonas degradadas.
Paises limítrofes: Chile y Perú.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019287

Oveja echada.

Cylindropuntia tunicata. (Lehm.) F.M. Knuth.

Clase: Magnoliopsida
Familia: Cactaceae
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Subarbusto suculento.
Distribución en Chile: Desde la precordillera de Belén en la Región de Arica y Parinacota, hasta la Provincia de Elqui en la Región de Coquimbo. Extensión de la Presencia en Chile (km2)=> 40.675. *Regiones de Chile en que se distribuye:* Arica y Parinacota, Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Preocupación menor (LC). Incluida en lista Cites Apéndice II.
Grado de endemismo: S/I
Método de propagación: Se reproduce principalmente de manera vegetativa por el desprendimiento de sus artejos, que son dispersados por mamíferos, constituyendo una estrategia de dispersión altamente efectiva, ya que éstos enraízan y se establecen exitosamente.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Asociadas a la zona de influencia de neblinas en el farallón costero de la zona norte de Chile. Además, en terrazas arenosas al norte del Río Choros y en una ladera rocosa en la precordillera de Arica y Parinacota.
Paises limítrofes: Chile, Argentina, Bolivia, México y Perú.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019289

Quisco coquimbano.

Echinopsis coquimbana (Molina) Friedrich & G.D.Rowley.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Cactaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Subarbusto suculento.
Distribución en Chile: Crece exclusivamente en la Región Coquimbo.
Estado de conservación: Casi amenazado (NT). Incluida en lista Cites Apéndice II.
Grado de endemismo: s/i
Método de propagación: Se propaga por semillas. Se siembran en almácigo estratificado, en otoño. En el fondo de un cajón se coloca una capa de arcilla, una capa de suelo que contenga una parte de arena, una de tierra de jardín, una de guano totalmente descompuesto, media de vermiculita, y media de perlita. Se coloca otra capa de arena de 1 cm y luego las semillas cubiertas por 0,5 cm de arena. Una primera vez se riega por saturación y luego de manera moderada. También es posible propagarlos vegetativamente por segmentos que se enraízan y se plantan.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: >60%.
Hábitat: Se distribuye preferentemente en zonas cercanas al litoral, alcanzando sus mayores densidades en el rango de 60-105 msnm, aunque puede llegar hasta los 1.300 msnm. Crece preferentemente en terrazas, lechos de quebradas y medias laderas, encontrándose las poblaciones con mayor densidad en pendientes <10%. El pH (acidez) del suelo varía entre 6,5 a 8, siendo independiente de la cobertura específica.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019291

Quisco de huanta.

Eriosyce atroviridis F.Ritter [Basionym].

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Cactaceae.
Origen Fitogeográfico: Nativa.
Tipo Biológico: Subarbusto suculento.
Distribución en Chile: Región de Atacama, principalmente zonas cercanas a la ciudad de Copiapó, desde unos 20 km. al norte hasta unos 50 km. al sur.
Estado de conservación: Vulnerable (VU). Listado en CITES, Apéndice II.
Grado de endemismo: S/I
Método de propagación: Se reproduce únicamente por medio de semillas, las que caen del fruto por un poro basal generado por el desprendimiento de éste de la areola, quedando generalmente las semillas dispuestas cerca de la planta madre.
Condiciones de propagación: S/I
Germinación (%) /prendimiento: >50%.
Hábitat: Región de Atacama, en roqueríos y grietas rocosas en las mayores elevaciones (400-1300 msnm) de los cordones de cerros intermedios al sur de la provincia de Copiapó. Especie restringida a menos de cinco localidades conocida.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019292



Folio019293

Quisquito del Elqui.

Eriosyce heinrichiana. (Backeb.) Katt.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Cactaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Sub arbusto suculento.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Casi Amenazada. Se encuentra listada en el Apéndice II de CITES.
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NR.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: En su distribución nortina se interna por los Valles creciendo entre los10 hasta los 1.000 msnm. En su distribución sureña crece exclusivamente en sectores cercanos a la costa. Comúnmente se le observa creciendo en las laderas de los cerros en suelo compactados. *Paises limítrofes:* Cacto de género con representantes en Chile, Argentina y Perú (Hunt et al., 2006). Específicamente, E. heinrichiana es parte del subgénero Horridocactus.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019295

Napin.

Eriosyce napina (R. Philippi) F. Kattermann.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Cactaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémica.
Tipo Biológico: Subarbusto suculento.
Distribución en Chile: Región de Atacama. Se distribuye desde el sur de Chañaral (26°15'S-70°45'O) hasta el sur de Freirina (28°36'S-71°06'O). Se deben realizar exploraciones taxonómicas que permitan definir si las subpoblaciones al norte del valle de Copiapó hasta Chañaral.
Estado de conservación: Casi amenazada (NT).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se reproduce por semillas sembradas en primavera en semillero es sencilla pero es un proceso lento.
Condiciones de propagación: Necesita una exposición de pleno sol o bien iluminada y un clima seco y cálido. En invierno no soporta bien temperaturas a menos de 4°C.
Germinación (%) /prendimiento: >70%.
Hábitat: Crece principalmente en las grandes quebradas y valles (valle del Huasco y quebrada Carrizal que llegan hasta la costa de la región de Atacama, entre 10 y 450 msnm. Crece en suelos pedregosos con buen drenaje y preferentemente con baja pendiente.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019297

Quisco peludo.

Eriosyce villosa (Monville) Kattermann.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Cactaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto suculento.
Distribución en Chile: Se distribuye en las regiones Atacama y Coquimbo. N. villosa crece principalmente en los alrededores de Huasco, desde el sur de Carrizal (28°07'S-71°07'O) hasta quebrada Choros (29°18'S-71°20'O). Endémica de la región de Atacama y de Coquimbo. Presente en no más de 10 localidades. Estimamos que su extensión de presencia es de 2.512 km2., calculado en función del polígono mínimo, excluyendo la superficie marina y en el caso de las islas se consideró la superficie isleña.
Estado de conservación: Vulnerable (VU).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Esta especie se ha encontrado en el valle de Huasco y en las costas hacia el norte y el sur de este lugar. Vive en laderas y planicies, emergiendo generalmente entre las rocas.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019298



Folio019299

Copao ácido.

Eulychnia acida Phil.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Cactaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Árbol suculento.
Distribución en Chile: Se distribuye en la región Atacama, desde Copiapó hasta la localidad de Tilama al este de Pichidangui en la región de Coquimbo, entre las latitudes 27° 30' S y los 32° 06' latitud Sur.
Estado de conservación: Casi Amenazada (NT).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se propaga por semillas y además presenta buena reproducción vegetativa al tener buena capacidad de enraizamiento de ramas caídas. Se puede sembrar en arena, cuidando de mantener una humedad constante mientras se realiza el proceso de germinación, por 15 días aproximadamente. No enterrar las semillas.
Condiciones de propagación: Dejar las semillas expuestas a la luz sobre el sustrato. Las condiciones de luz, se debe dar a través de una cercanía a ventana, sin sol directo, y a temperatura ambiente de interior.
Germinación (%) /prendimiento: 75%.
Hábitat: Se desarrolla preferentemente en las laderas de exposición norte, donde alcanza mayor cobertura. Crece en distintas situaciones topográficas desde laderas escarpadas con pendiente de hasta 70%, a terrazas relativamente planas, desde los 10 hasta los hasta los 1.500 msnm.
Pertenece al decreto N°68: Si.



Folio019301

Copao; tuna de copao.

Eulychnia breviflora Phil.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Cactaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto suculento.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Preocupación menor (LC).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: Se reproduce principalmente por medio de semillas, las que se desprenden del fruto cuando este madura y se descompone caído en el suelo. Además, ocasionalmente se puede presentar reproducción vegetativa por el desprendimiento de alguno de sus tallos (segmentos), los que pueden enraizar y establecerse como un individuo independiente.
Condiciones de propagación: s/i
Germinación (%) /prendimiento: 75%.
Hábitat: Terrazas y laderas rocosas de exposición norte y oeste, en ambientes costero y litoral en la zona norte, y ocasionalmente en ambientes arenosos.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019302



Folio019303

Eulychnia chorosensis.
P.Klaassen.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Cactaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto suculento,
Distribución en Chile: Está restringida a un pequeña área de la costa de Chile, se centra alrededor de la llanura costera "Llano de Choros" entre las regiones de Coquimbo y Atacama.
Estado de conservación: Datos insuficientes (DD).
Grado de endemismo: s/i
Método de propagación: Se reproduce principalmente por medio de semillas y ocasionalmente se puede presentar reproducción vegetativa por el desprendimiento de alguno de sus tallos (segmentos), los que pueden enraizar y establecerse como un individuo independiente
Condiciones de propagación: S/I.
Germinación (%) /prendimiento: S/I
Hábitat: Terrazas de exposición norte y oeste, en ambientes costero y litoral en la zona norte.
Pertenece al decreto N°68: No.



Folio019305

Maihueniopsis domeykoensis.

F. Ritter.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Cactaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Subarbusto suculento.
Distribución en Chile: Atacama.
Estado de conservación: Datos insuficientes (DD).
Grado de endemismo: NE.
Método de propagación: NE.
Condiciones de propagación: NE.
Germinación (%) /prendimiento: NE.
Hábitat: Subarbusto suculento
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019306



Folio019307

Tunilla, una de miguel.

Miqueliopuntia miquelii (Monv.) F Ritter.

Clase: Magnoliopsida.
Familia: Cactaceae.
Origen Fitogeográfico: Endémico.
Tipo Biológico: Arbusto suculento.
Distribución en Chile: Se desarrolla en las regiones de Atacama y Coquimbo.
Estado de conservación: Preocupación menor (LC).
Grado de endemismo: s/i
Método de propagación: Se reproduce principalmente de manera vegetativa por el desprendimiento de sus artejos ante alguna alteración del individuo, los que enraízan y se establecen. Además, se reproduce por medio de semillas.
Condiciones de propagación: s/i
Germinación (%) /prendimiento: >70%.
Hábitat: Terrazas, lechos y laderas arenosas desde casi el nivel del mar hasta los 1000 m. de elevación, principalmente en exposiciones norte.
Pertenece al decreto N°68: No.

Folio019308



Folio019309

Especies sin registro fotográfico

Varilla.

Adesmia sessiliflora Phil.

Clase: Magnoliopsida. **Familia:** Fabaceae. **Origen Fitogeográfico:** Endémico. **Tipo Biológico:** Arbusto, **Distribución en Chile:** En la Región de Atacama crece desde Quebrada del Caballo Muerto (26° 32'S), al Sur de El Salvador hasta el Sur de Carrizal Bajo (28° 10'S), entre el nivel del mar y los 2.400 msnm. Y en la Región de Coquimbo en la comuna de Elqui.**Estado de conservación:** Vulnerable (VU). **Grado de endemismo:** NE. **Método de propagación**: Semillas. **Condiciones de propagación:** NE. **Germinación (%)prendimiento:** NE. **Hábitat:** Crece en laderas y lechos de quebradas. **Rango de distribución:** S/I

Lirio morado.

Alstroemeria magnifica Herb. var. *magnifica.*

Familia: Alstroemeriaceae. **Origen Fitogeográfico:** Endémico. **Tipo Biológico:** Hierba perenne. **Distribución en Chile:** Regiones de Atacama, Coquimbo y Valparaíso. Desde el nivel del mar hasta los 800 m snm. **Estado de conservación:** Vulnerable (VU). **Grado de endemismo:** NE. **Método de propagación:** Bulbo y semillas. **Condiciones de propagación:** Temperatura y humedad moderadas. **Germinación (%) /prendimiento:** 80-90%. **Hábitat:** Se encuentra en suelos duros del llano y arenosos costeros. **Pertenece al decreto N°68:** No.

Folio019310

Doradilla.

Cheilanthes mollis (Kunze) C. Presl.

Clase: Filicopsida. **Familia:** Pteridaceae. **Origen Fitogeográfico:** Nativo. **Tipo Biológico:** Hierba perenne. **Distribución en Chile:** Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Los Lagos, desde cerca del litoral hasta los 1.300 m de altitud. **Estado de conservación:** Preocupación menor (LC). **Grado de endemismo:** s/i **Método de propagación:** Se reproduce mediante esporas, las cuales necesitan la presencia de agua para completar su ciclo biológico. Una vez que alcanzan el momento de la reproducción en algunas frondas se generan los cuerpos reproductores, denominados soros, donde están los receptáculos de esporas, llamados esporangios. La forma de situarse los soros en las frondas suele ser una característica específica y el conocimiento del estado de madurez de los esporangios es de gran ayuda para su reproducción. **Condiciones de propagación:** Las esporas maduras toman un color café oscuro, hay que esperar esa coloración antes de cosecharlas. Este proceso demora aproximadamente 3 días, punto en que se debe realizar la cosecha o cuando en la parte basal de la fronda comienzan a abrirse algunos soros. Las esporas se siembran en sustrato arena y turba 1:1 y se produce germinación en cama caliente de 6 a 9 meses. **Germinación (%) /prendimiento:** 80%. **Hábitat:** Helecho xerofítico que crece al abrigo de las rocas. *Paises limítrofes:* Nativo de Perú y Chile. **Pertenece al decreto N°68:** No.

Folio019311

Tomatillo.

Solanum pinnatum Herb. var. *magnifica.*

Clase: Magnoliopsida **Familia:** Solanaceae **Origen Fitogeográfico:** Endémica. **Tipo Biológico:** Sub arbusto. **Distribución en Chile:** Se desarrolla en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule y Juan Fernández **Estado de conservación:** Fuera de peligro (FP) **Grado de endemismo:** NE **Método de propagación:** NE **Condiciones de propagación:** NE **Germinación (%) /prendimiento:** NE **Hábitat:** Crece en ambientes litorales desde 100 hasta 800 msnm **Rango de distribución:** S/I **Pertenece al decreto N°68:** No

---

Bacopa monnieri.

(L.) Pennell.

(Nombre científico, sin nombre común conocido)

Clase: Magnoliopsida. **Familia:** Plantaginaceae. **Origen Fitogeográfico:** Nativa. **Tipo Biológico:** Hierba anual. **Distribución en Chile:** Se desarrolla en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Valparaíso. **Estado de conservación:** NE. **Grado de endemismo:** NE. **Método de propagación:** Semillas. **Condiciones de propagación:** NE. **Germinación (%) /prendimiento:** No evaluado. **Hábitat:** Crece en zonas desde 0 a 3.500 msnm. **Paises limítrofes:** Argentina y Bolivia. **Pertenece al decreto N°68:** No.

Folio019312

Sanguinaria.

Chorizanthe mieresii Teillier & Macaya.

Familia: Polygonaceae. **Origen Fitogeográfico:** Endémico. **Tipo Biológico:** Subarbusto **Distribución en Chile:** Se desarrolla en las regiones de Atacama y Coquimbo. **Estado de conservación:** En peligro (EN). **Grado de endemismo:**s/i **Método de propagación:** Semillas. **Condiciones de propagación:** NE. **Germinación (%) /prendimiento:** NE. **Hábitat:** Crece en zonas litorales, entre el PN Llanos de Challe-Carrizal Bajo (Atacama) y la localidad de Choros Bajos (Coquimbo), incluyendo la isla Chañaral. Según la clasificación de Luebert & Pliscoff (2017), desde el valle del Huasco al norte, crece en el área del piso del Matorral Desértico Mediterráneo Costero de Oxalis gigantea y Eulychnia breviflora; en tanto que en el área sur de la distribución integra el piso del Matorral Desértico Mediterráneo Costero de Oxalis gigantea y Heliotropium stenophyllum. **Pertenece al decreto N°68:** No.

Violeta.

Viola pusilla Poepp.

Clase: Magnoliopsida. **Familia:** Violaceae. **Origen Fitogeográfico:** Endémica. **Tipo Biológico:** Hierba anual. **Distribución en Chile:** Se desarrolla en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble y Biobío. **Estado de conservación:** No evaluada (NE). **Grado de endemismo:** NE. **Método de propagación:** Semillas. C**ondiciones de propagación:** NE. **Germinación (%) /prendimiento:** Sin información sobre esta especie en particular, pero Viola sp se caracteriza por difícil germinación. **Hábitat:** Crece en zonas áridas, cerca de la costa, en la cordillera de la costa y valles interiores. **Pertenece al decreto N°68:** No.

Folio019313

Retama, retama del cerro

Bulnesia chilensis Gay

Clase: Magnoliopsida **Familia:** Zygophyllaceae. **Origen Fitogeográfico:** Nativo **Tipo Biológico:** Harbusto. **Distribución en Chile:** Atacama , Coquimbo **Estado de conservación:** No evaluada (NE). **Grado de endemismo:** NE. **Método de propagación:** Semillas y estacas **Condiciones de propagación:** NE. **Germinación (%) /prendimiento:** Lavado de semillas, remojo en agua y desinfección, se logra obtener cerca de un 80% de germinación **Hábitat:** Crece en zonas áridas. **Pertenece al decreto N°68:** No.

Folio019315

Referencias

Arancio, G.; Muñoz, M. y Squeo, F. 2001. Descripción de algunas especies con problemas de conservación en la IV región de Coquimbo, Chile. En: Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (eds). Libro Rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo: 63-103. Ediciones Universidad de La Serena. Chile.

Bahamondes, P., Medina, P. y Mella, J. 2012. Guía de Campo: Flora y Fauna en Michilla, El Tesoro y Esperanza. Novoa FF y M Contreras (Eds) Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. Chile.

Benoit, I.1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Primera Parte): 157 p. CONAF. Santiago de Chile.

Cordero, S., Abello L. y Galvez, F. 2017. Plantas silvestres comestibles y medicinales de Chile y otras partes del mundo. Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 292 p.

Doll, U., Fredes V., M. y Soto V, C. (2013). Efecto de distintos tratamientos pregerminativos sobre la germinación de seis especies nativas de la región mediterránea de Chile. Idesia (Arica), 31(3), 71-76. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292013000300010

Faúndez L., Faúndez A., Flores R. & Bobadilla P. 2017. Guía de Reconocimiento Especies Dominantes de la Vegetación Región de Coquimbo. CONAF-BIOTA- GEF/SIMEF. Santiago, Chile. 252 p.

Finot, V., C. Baeza, M. Muñoz-Schick, E. Ruiz, J. Espejo,D. Alarcón, P. Carrasco, P. Novoa, MT. Eyzaguirre. 2018. Guía de Campo Alstroemerias Chilenas. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 292p Flores AR y JM Watson (2009). Flora y Fauna Laguna Conchalí, Volumen Flora. Novoa FF & M Contreras (Eds). Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 142 p.

Ginocchio, R. 2008. Uso de recursos fitogenéticos nativos para la fitoestabilizacion de relaves mineros de la región de Coquimbo. Inia – Inthuasi. Chile. 343 p.

Folio019316

González, J. S. & J. J. Molina. 2017. Flora nativa de la región de Arica y Parinacota. Ediciones Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 233 pp.

Gutierrez, B.; Gacitúa, S.; Perret, S.; Sandoval, Ana.; Curimil, M. 2013. Propagación de especies forestales nativas de las zonas áridas y semiáridas de Chile. Instituto Forestal. Chile. 142 p.

http://www.chilebosque.cl/shrb/baline.html

http://www.difuciencia.cl/wp-content/uploads/2018/08/guia-de-flora.pdf

https://fundacionphilippi.cl/r-a-philippi/

http://www.chileflora.com/Florachilena/FloraSpanish/HighResPages/SH0540.htm

http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/fichas9proceso/FICHAS_INICIO_9o_PROCESO

http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx

http://bdrnap.mma.gob.cl/recursos/SINIA/Biblio_AP/manual_propagacion.pdf

http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/MenuPrincipal/07Fichas%20tecnicas_OK/02Fichas%20tecnicas/Fichas%20t%C3%A9cnicas%20CONABIO_especies%20ex%C3%B3ticas/Fichas%20plantas%20invasoras/M_P/Mesembryanthemum%20crystallinum.pdf

Luebert, F. y Patricio Pliscoff, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago de Chile: Editorial Universitaria. 316 p.

Hechenleitner V., P., M. F. Gardner, P. I. Thomas, C. Echeverría, B. Escobar, P. Brownless y C. Martínez A. 2005. Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. Primera Edición. Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo. 188 pp.

Muñoz, A. E., Arellano, E. & Bonacic, C. (Editores). 2016. Manual de Conservación de Biodiversidad en Predios Agrícolas de Chile Central. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, 124 pp

Olivares, Alfredo, Johnston, Myrna, & Gutierrez, Christian. 2006. Crecimiento y Desarrollo de Bromus berteroanus Colla Sometido a Diferentes Regímenes Pluviométricos. Agricultura Técnica, 66(2), 166-173

Folio019317

Pardo, J. 2018. Propagación de ocho arbustos nativos del desierto costero de Atacama, Chile. Chloris Chilensis. Año 21. N° 1. URL: http: www.chlorischile.cl.

https://www.plantasmedicinales.casa/2020/06/quisco-echinopsis-chiloensis.html, revisado el 26 de mayo 2021

https://www.plantasmedicinales.casa/2020/07/hierba-del-salitre-frankenia-salina.html, revisado el 26 de mayo 2021

https://inia.prodigioconsultores.com/bitstream/handle/123456789/4576/NR40243.pdf?sequence=1, revisado el 26 de mayo 2021

Riedeman, P., Aldunate, G. y Teillier,S. 2006. Flora Nativa de Valor Ornamental. Chile Zona Norte. Editorial Andrés Bello, Santiago de Chile. 405 p.

Riedeman, P., Aldunate, G. y Teillier,S. 2014. Arbustos nativos de la zona centro-sur de Chile. Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 308p.

Rodríguez, R., C. Marticorena, D. Alarcón, C. Baeza, L. Cavieres, V.L. Finot, N. Fuentes, A. Kiessling, M. Mihoc, A. Pauchard, E. Ruiz, P. Sánchez & A. Marticorena. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana Botánica 75(1): 1-430.

Rodríguez, R. y B. Fica. 2020. Guía de Campo Plantas Vasculares Acuáticas en Chile. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 216 pp.

Rolando, R., Serdiuk, I., Suarez, D. y Darré, C. 2004. Tasa de germinación y obtención de plantines de especies aromáticas y medicinales de la provincia de Córdoba (República Argentina). Dominguezia Vol 20- N°1. 16p.

Señoret, F., JP. Acosta. 2013. Cactáceas endémicas de Chile, Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 250 p.

Squeo, F., Arancio, G. y Gutiérrez, R. 2001. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Cap. 4. Chile.361 p.

Las fotografías e imágenes incorporadas en tapas o texto de la presente publicación provienen de archivo institucional o fueron obtenidas o elaboradas durante el desarrollo de las actividades del trabajo que origina esta publicación.

Folio019319

CATÁLOGO FLORÍSTICO

Sitio Prioritario Sarco, Región de Atacama

INSTITUTO FORESTAL 2021

INSTITUTO FORESTAL
SEDE DIAGUITA

LÍNEA BASE FLORA Y VEGETACIÓN
SITIO PRIORITARIO SARCO

Septiembre 2021

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

EQUIPO DE TRABAJO

Dr. José Hernández Cartes, Director de Proyecto y Encargado área propagación

Dra. Sandra Gacitúa Arias, Encargada área de sanidad

Técnico

Ismael Jiménez Rojas

Jaime Montenegro

Asesor

Sergio Ibáñez

Gustavo bolados

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Contenido

1. FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA. 4
2. OBJETIVO GENERAL 5
3. OBJETIVO ESPECIFICO 5
4 DESARROLLO DEL TRABAJO 6
4.1 Antecedentes del Sitio Prioritario Sarco 6
4.2 Antecedentes de la vegetación presente en el sitio prioritario Sarco 6
5. METODOLOGÍA 10
5.1 Identificación y Caracterización de Unidades Vegetacionales 10
5.2 Flora del área de estudio 14
5.3 Grado de amenaza de especies 19
5.4 Cumplimiento de la Ley 20.283 19
5.5 Cartografía del componente vegetacional 20
5.6 Singularidades ambientales 20
6. RESULTADOS 21
6.1 Vegetación 21
6.2 Flora 39
6.3 Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal 219
6.4 Cartografía de las Unidades 219
6.5 Singularidad Ambiental 219
7. CONCLUSIONES 222
8. LITERATURA CONSULTADA. 223

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

1. FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.

La diversidad biológica o biodiversidad puede ser definida, en términos simples, como la variabilidad de la vida en todas sus formas, niveles y combinaciones**,** que permite e incrementa la estabilidad de los ecosistemas. Dicha estabilidad de los ecosistemas se basa en la capacidad y/o habilidad de las comunidades de albergar especies, o grupos funcionales, los cuales son capaces de responder diferencialmente.

De esta manera, se puede plantear que una mayor biodiversidad permitirá una mayor estabilidad del ecosistema. Sin embargo, estudios científicos claramente han establecido que la pérdida acelerada de especies vegetales impacta directamente pudiendo desestabilizar o inclusive llevar al colapso a ecosistemas completos. Dentro de los factores que aceleran la pérdida de biodiversidad vía la extinción de especies, podemos mencionar la destrucción de hábitat, desertificación, cambio climático, contaminación, salinización de los suelos, introducción de especies invasoras y cambio en las concentraciones de CO_2 atmosférico.

El tipo forestal xerofítico presente en la zona norte de Chile corresponde a la parte más amenazada del país bajo un escenario de cambio climático global, hecho que acelera los procesos de desertificación y erosión, afectando a las poblaciones de especies singulares, endémicas y de distribución restringida. La riqueza biológica del norte de chile, particularmente de su componente flora ha sido y es de especial interés para botánicos y conservacionistas, y ha sido reconocido a nivel mundial por el alto grado de endemismo de su flora. Para el caso de la Región de Atacama existen 980 especies de plantas vasculares nativas, reconocido a nivel mundial su alto grado de endemismo de su flora, de las cuales el 9,6% se encuentra en la categoría En Peligro o Vulnerable.

Asimismo, sólo un 4,2% de la superficie total de la zona norte de Chile (desde la región de Coquimbo hasta Arica y Parinacota) está incluida dentro del Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (representado por 19 unidades, distribuidas en 9 Parques Nacionales, 6 Reservas Nacionales y 4 Monumentos Naturales), por lo que los esfuerzos de conservación in-situ para este tipo de formación vegetal son mínimos. Los esfuerzos dirigidos a la conservación de esta diversidad biológica, en consecuencia, constituyen una necesidad de relevancia y prioritaria.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

2. OBJETIVO GENERAL

Realizar el levantamiento de la línea de base de flora y vegetación del Sitio Prioritario Sarco, comunas de Freirina, a 3 km al norte de la Caleta Sarco, Provincia del Huasco, Región de Atacama.

3. OBJETIVO ESPECIFICO

- Identificar y caracterizar las unidades vegetacionales presentes en el Sitio Prioritario Sarco.
- Realizar el catastro de flora presente en el en el Sitio Prioritario Sarco.
- Establecer el listado de especies en categoría de conservación de acuerdo a los instrumentos legales vigentes.
- Definir y caracterizar las formaciones vegetales reguladas por la Ley N°20.283.
- Definir base para la realización de la cartografía de las unidades vegetacionales presentes en el Sitio Prioritario Sarco.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

4 DESARROLLO DEL TRABAJO

4.1 Antecedentes del Sitio Prioritario Sarco

El Sitio Prioritario Sarco se ubica en la costa de la comuna de Freirina, a 3 km al norte de la Caleta Sarco. Se accede desde la Carretera Panamericana desde Domeyko por la ruta C-500 y luego la ruta C-496. La atraviesa la Qda. Honda que desemboca la bahía de Sarco. Se encuentra bajo la cuenca del río huasco y tiene una superficie de 54,8 km². Actualmente se encuentran registradas 54 especies de plantas nativas. En categorías de amenaza se encuentran 2 especies En Peligro y 4 Vulnerables.

4.2 Antecedentes de la vegetación presente en el sitio prioritario Sarco

4.2.1 Vegetación potencial

A partir de la recopilación bibliográfica de los tipos vegetacionales presentes en el área de estudio, de acuerdo a la Vegetación Nativa de Chile (Gajardo, 1994) y la Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile (Luebert y Pliscoff 2006), se obtuvieron los ambientes vegetacionales potenciales del área. Según la ubicación geográfica del Proyecto y considerando estas fuentes bibliográficas se identificaron la vegetación potencial, la cual se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Vegetación potencial en el Sitio Prioritario Sarco.

Gajardo (1994)			**Luebert y Pliscoff(2006)**
Región Ecologica	**Subregión Ecologica**	**Formación Vegetacional**	**Piso Vegetacional**
Desierto del Pacifico	Desierto del Pacifico	Desierto costero del Huasco	Matorral desértico mediterráneo costero de *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum*
			Matorral desértico mediterráneo interior de *Adesmia argéntea* y *Bulnesia chilensis*.

Es así como las formaciones vegetacionales características de la Región de Atacama son el resultado de la interacción de factores ambientales como el clima, la

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

geomorfología, la geología y el suelo (Clasificación de Luebert y Pliscoff, 2006), características que en conjunto determinan las regiones características del norte chileno: la Región del Desierto y la Región de la Estepa Alto-Andina.

Según Gajardo (1994), el Sitio Prioritario Sarco se encuentra en la Región del Desierto del pacifico, la cual se extiende desde el extremo norte de la I Región hasta el río Elqui en la IV Región, y aún cuando su límite oeste se encuentra en el océano Pacífico su característica es la aridez, dividiéndose en cuatro sub-regiones: Desierto absoluto; Desierto Costero; Desierto Andino y Desierto Florido.
El Sitio Prioritario Sarco pertenece a la subregión del Desierto Costero que se extiende desde la I región hasta el norte de la IV región, a lo largo de la ladera occidental de la Cordillera de la Costa y bajo los 1.500 m.s.n.m. Presenta una diversidad florística rica en especies debido a que las condiciones ambientales son más favorables, principalmente por el aporte de precipitación en forma de neblina costera.
La formación vegetacional dominante es la formación del Desierto Costero del Huasco, donde la vegetación tiene mayor grado de continuidad y permanencia, que en otras áreas de la sub-región, bajo la influencia ocasional de precipitaciones, destaca la tendencia de transición que señala el límite sur de muchas especies y el límite norte de otras. Para la formación vegetal Desierto Costero del Huasco se ha descrito una comunidad característica que se detallan a continuación:

- ***Heliotropium stenophyllum-Oxalis gigantea* (Monte Negro-Churqui)**

Esta comunidad vegetal es muy compleja y probablemente incluye otras asociaciones, se encuentra ampliamente repartida y en la zona sur se aleja bastante de la influencia del mar y de su neblina, emparentada con el desierto florido. Tiene como especies representativas a *Heliotropium stenophyllum - Oxalis gigantea* y como especies acompañantes a: *Encelia tomentosa, Ephedra andina, Ophryosporus triangularis, Opuntia miquelii, Pleocarphus revolutus, Adesmia argentea, Argylia radiata, Aristolochia chilensis, Bahia ambrosioides, Balbisia peduncularis, Cassia acuta, Chaetanthera glabrata, Eulychnia acida, Gutierrezia resinosa, Haplopappus parvifolius, Lobelia polyphylla, Nicotiana solanifolia, Opuntia ovata, Skytanthus acutus y Trichocereus coquimbana.* Finalmente como especies ocasionales se destacan *Cristaria glaucophylla, Chuquiraga acicularis* y *Hipeastrum ananuca.*

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

De acuerdo a Luebert y Pliscoff (2006), para el área en que se encuentra el Sitio Prioritario Sarco se identifican dos pisos vegetacionales de la formación Matorral Desértico, desde la costa hacia el interior denominados: “Matorral desértico mediterráneo costero de *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum* y Matorral desértico mediterráneo interior de *Adesmia argéntea* y *Bulnesia chilensis*

- **Matorral desértico mediterráneo costero de *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum***

Matorral muy abierto dominado por los arbustos *Heliotropium stenophyllum* y *Oxalis gigantea* con participación importante de *Flourensia thurifera, Alona coelestis, Nolana crassulifolia y Encelia canescens*. En las terrazas litorales es frecuente la presencia de *Haplopappus cerberoanus*, el que es reemplazado por *Haplopappus pulchellus* en las laderas de los cerros y *Haplopappus parvifolius* en las zonas más altas del límite del piso de vegetación. Durante la primavera de los años lluviosos el suelo se cubre de un estrato de herbáceas efímeras tanto nativas como introducidas; lo último es reflejo de los regímenes de perturbación antrópica al que está sometido.
También destacan las especies *Adesmia tenella, Alona coelestis, Bahia ambrosioides, Balbisia peduncularis, Cryptantha glomerata, Cristaria glaucophylla, Chorizanthe glabrescens, Chuquiraga ulicina, Cistanthe coquimbensis, Echinopsis coquimbanus, Encelia canescens, Erodium cicutarium, Fagonia chilensis, Flourensia thurifera, Fuchsia lycioides, Gutierrezia resinosa, Haplopappus cerberoanus, Haplopappus parvifolius, Haplopappus pulchellus, Heliotropium stenophyllum, Lobelia polyphylla*, *Nolana crassulifolius, Ophryosporus triangularis, Oxalis gigantea, Pleocarphus revolutus* y *Schismus arabicus.*
Este piso se distribuye en zonas litorales del sur de la Región de Atacama y Coquimbo, entre 0 y 300 m.s.n.m.

- **Matorral desértico mediterráneo interior de *Adesmia argentea* y *Bulnesia chilensis.***

Matorral muy abierto dominado por los arbustos *Adesmia argentea, Bulnesia chilensis, Balsamocarpon brevifolium, Cordia decandra, Heliotropium sinuatum, Pintoa chilensis, Proustia ilicifolia* y otras, mientras que presenta un estrato arbustivo bajo donde destacan *Caesalpinia angulata, Pleurophora pungens, Encelia canescens* y las

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

cactáceas *Opuntia sphaerica* y *Echinopsis coquimbanus*. Las herbáceas abundan en las primaveras de años lluviosos, destacando *Cruckshanksia pumila* y *Argylia radiata.*
Si bien la formación ha sido poco estudiada en cuanto a su composición y estructura, en base a referencia indirectas, el autor señala que es probable que entre comunidades extra zonales hayan algunas propias de quebrada dominadas por *Schinus polygamus* y *Prosopis flexuosa* o por *Acacia caven* y *Prosopis chilensis.*
La distribución de este piso se encuentra en el sector interior sur de la Región de Atacama y norte de Coquimbo, entre 300 y 1.800 m.s.n.m.

4.2.2 Flora Vascular

La flora presente en el área se encuentra en un clima desértico transicional, zona árida de ancho variable sometida a la influencia del Anticiclón del Pacífico con precipitaciones invernales escasas y variables. Estas precipitaciones al superar los 15 mm, permiten el Fenómeno del Desierto Florido, el cual se produce en el Desierto de Atacama con especial intensidad en la zona costera de la Región y consiste en la emergencia de más de 200 especies de plantas anuales y geófitas en la estación primaveral (Squeo et al, 2008).
El tipo forestal xerofítico presente en la zona norte de Chile corresponde a la parte más amenazada del país bajo un escenario de cambio climático global, hecho que acelera los procesos de desertificación y erosión, afectando a las poblaciones de especies singulares, endémicas y de distribución restringida. La riqueza biológica del norte de chile, particularmente de su componente flora ha sido y es de especial interés para botánicos y conservacionistas, y ha sido reconocido a nivel mundial por el alto grado de endemismo de su flora. Para el caso de la Región de Atacama existen 980 especies de plantas vasculares nativas, reconocido a nivel mundial su alto grado de endemismo de su flora, de las cuales el 9,6% se encuentra en la categoría En Peligro o Vulnerable. Para el caso específico del Sitio Prioritario Sarco existen 52 especies nativas, 1 especie en peligro y 4 en estado vulnerable (Squeo, 2008).

Asimismo, sólo un 4,2% de la superficie total de la zona norte de Chile (desde la región de Coquimbo hasta Arica y Parinacota) está incluida dentro del Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (representado por 19 unidades, distribuidas en 9

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parques Nacionales, 6 Reservas Nacionales y 4 Monumentos Naturales), por lo que los esfuerzos de conservación in-situ para este tipo de formación vegetal son mínimos. Los esfuerzos dirigidos a la conservación de esta diversidad biológica, en consecuencia, constituyen una necesidad de relevancia y prioritaria.

5. METODOLOGÍA

Línea base flora y vegetación

Esta sección, describe el estado de la componente Vegetación y Flora presente en el Sitio Prioritario Sarco, a través del análisis de la presencia y abundancia de especies vegetales, además de la caracterización de las formaciones vegetacionales representativas existentes en dicha área.

En primer lugar, es necesario establecer la diferencia conceptual entre Flora y Vegetación. La vegetación se refiere a los aspectos cuantitativos de la arquitectura vegetal, es decir su distribución horizontal y vertical sobre la superficie, mientras que la flora corresponde a la definición cualitativa de esta arquitectura, referido a las especies componentes de ella.

Durante la campaña de terreno efectuada entre los días 21 al 24 de octubre 2020, 7 y 8 de diciembre 2020 y los días 13 y 14 de Febrero 2021 en el Sitio Prioritario Sarco se identificó predominando la formación vegetacional del tipo Matorral, la cual se define por la dominancia de especies arbustivas que la componen (Luebert y Pliscoff 2006).

5.1 Identificación y Caracterización de Unidades Vegetacionales

5.1.1 Vegetación

La Cobertura vegetal se registró según el método de Carta de Ocupación de Tierras (Etienne y Prado, 1982), se consideró además variables estructurales de la vegetación como cobertura superficial y especies dominantes.

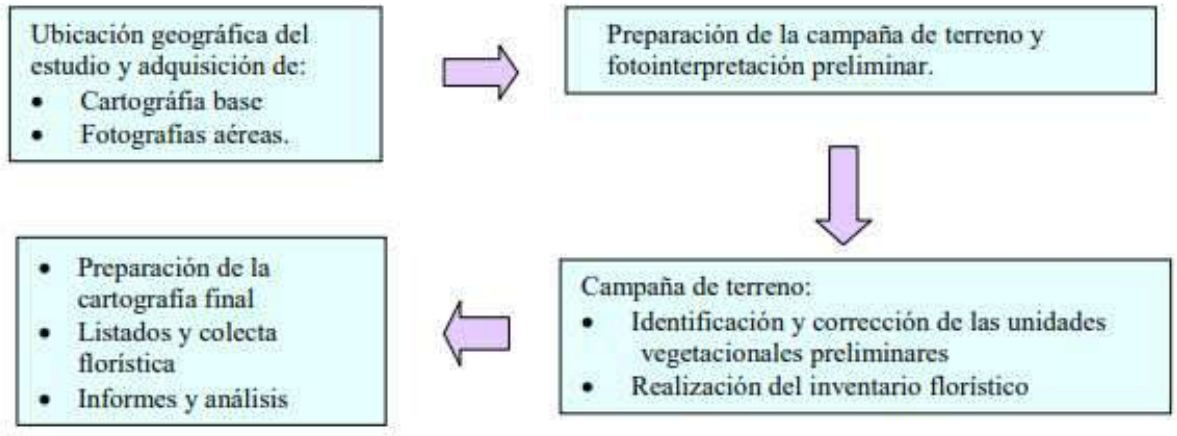
El objeto del estudio de la flora son las especies vegetales. La flora es el conjunto de especies presentes en un lugar o área dada. El objeto del estudio de la vegetación son las comunidades vegetales, su estructura y composición florística. Si el concepto de

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

flora está bien definido, el concepto de comunidad vegetal también lo está por la estructura o modo en que las especies ocupan en el espacio disponible, así como por el aspecto o carácter propio que presenta el conjunto como componente de un paisaje (leñosas arborescentes, arbustivas, espinosas, caducifolias, siempreverdes, suculentas, caméfitas, herbáceas anuales, geófitas, etc.).

El estudio de la vegetación del área de interés, se puede realizar mediante una metodología cartográfica fitofisionómica, que para el caso de Chile puede corresponder a aquella desarrollada por el CEPE/CNRS5 de Montpellier, Francia, descrita en detalle por Etienne y Prado (1982). Cartografía de Ocupación de Tierras (COT).

A continuación, se detallan los pasos metodológicos para llevar a cabo la C.O.T., incluyendo los aspectos operativos del proyecto. En la siguiente figura muestra el resumen de las etapas involucradas:



Resumen de las etapas involucradas en la cartografía y descripción de la vegetación (Tomada de Hernández et al 2000).

El método está orientado a la descripción cartográfica de la vegetación presente en un área determinada y la descripción de la vegetación mediante este método que involucra la evaluación de dos variables:

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

- Formación vegetal en términos estructurales.
- Especies dominantes, definidas como aquellas especies que presentan el mayor porcentaje de cobertura en cada unidad.

De esta manera, el uso de la metodología COT permite:

- Determinar unidades de vegetación en el área de estudio.
- Conocer la composición florística de las unidades descritas.

Es factible, por tanto, clasificar la vegetación en cuatro tipos biológicos fundamentales:

- **Herbáceos**: Son aquellas especies de tejidos no lignificados, con tallos ricos en clorofila y fotosintéticos.
- **Leñosos bajos**: Son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño no pasa los dos metros de altura.
- **Leñosos altos**: Son aquellas especies de tejidos lignificados cuyo tamaño excede los dos metros de altura.
- **Suculentos**: Bajo esta denominación se agrupan principalmente las cactáceas y las Bromeliáceas.

Esta metodología establece que la denominación de la formación vegetal está dada por la importancia relativa de los distintos tipos biológicos en la comunidad. El método establece coberturas mínimas de los tipos biológicos para ser considerados dominantes (mayor o igual a 1% en zonas desérticas, mayor o igual a 10% en zonas áridas, y mayor o igual a 25% en zonas semiáridas, subhúmedas, húmedas y templadas).

Se utilizaron los criterios descritos en Etienne y Prado (1982), para clasificar la densidad relativa de una formación vegetal en zonas áridas como se muestra en la Tabla 2.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Tabla 2. Criterios para clasificar una formación vegetal compleja en zonas áridas.

Herbáceas (H)	Leñosas Bajas (Lb)	10 – 25 %	25% - 50%	50 – 75%	75% - 100%
	Índice	3	4	5	6
10-25%	3	Mc	C	Pd	Pd
25-50%	4	C	Pd	Pd	D
50-75%	5	Pd	Pd	D	D
75-100%	6	Pd	D	D	Md

MC: Muy clara; C: Clara; Pd: Poco densa; D: Densa; Md: Muy densa.

5.1.2. Representatividad de la vegetación del área de estudio

Se evaluó la representatividad de la vegetación presente en el Sitio Prioritario Sarco a nivel regional, homologando la tipología de clasificación del presente estudio con la utilizada en el Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile para la Región de Atacama (CONAF-CONAMA-BIRF, 1997) que utiliza criterios de clasificación para la definición de usos de suelo y entrega antecedentes sobre la superficie por cada tipo de uso presente en Chile. La representatividad de cada tipo vegetacional será determinada como el cuociente entre la superficie del tipo y la superficie de la vegetación.

Así mismo se evaluó la vegetación de acuerdo a los pisos vegetacionales de la zona de estudio definidos por Luebert y Pliscoff (2006) y evaluando la representatividad que estos tienen en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).

5.1.3 Fotointerpretación preliminar de la vegetación: Utilizando el material fotográfico y cartográfico se realizó una fotointerpretación preliminar de la superficie comprendida por el Proyecto. Los principales criterios de fotointerpretación para una fotografía normal son: textura, tono, forma, estructura, tamaño y patrón espacial. Todos los cuales se evaluaron integradamente por el fotointerprete especialista para llegar a establecer la sectorización preliminar.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

5.2 Flora del área de estudio

5.2.1 Flora Potencial

En esta fase de estudio, se consideraron 3 etapas, **la primera** correspondió a un trabajo de gabinete, en el cual se realizó una revisión bibliográfica para capturar toda la información existente sobre el marco biogeográfico en que se encuentran insertas las poblaciones y especies en estudio, que correspondía a la línea base para luego validar y ejecutar el trabajo en terreno.

Para cumplir con lo planteado se realizó una búsqueda exhaustiva en diferentes bases de datos bibliográfica con el fin de recopilar toda la información disponible sobre las especies de plantas del sector en el Sitio Prioritario Sarco: publicaciones científicas, tesis, base de datos bibliográficos, informes de privados/consultorías, estudios de universidades y base de datos on-line o sitios web de expertos. Además se revisaron los listados florísticos de aquellos proyectos de inversión ingresados para ser evaluados en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y que se encuentran cercanos al área del Proyecto: *"Parque Eólico Cabo Leones", "Parque Eólico Cabo Leones I", "Línea de Transmisión Eléctrica de Doble Circuito de 220 kV Cabo Leones y Subestación Eléctrica Domeyko","Parque Eólico San Juan de Chañaral de Aceituno" (Parque Eólico y Línea de transmisión eléctrica), "Proyecto Cerro Blanco", "Parque Eólico Sarco" y Línea de Trabsmisión Eléctrica 2 X 220 kV, tramo Sarco – Maintencillo.*

Todo lo anterior nos permitió elaborar un listado sistematizado y actualizado con la Flora costera Regional existente o potencialmente presente en el Sitio Prioritario Sarco de la Región de Atacama.

5.2.2 Determinación de la Composición y Riqueza Florística

A partir del listado de especie confeccionado según punto anterior, se realizó la línea base flora de las especies presentes en el área del Sitio Prioritario Sarco, ubicado en la Región de Atacama, mediante campañas de terreno.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Con ello se obtuvo la información ecológica relevante (ej. Abundancia y distribución) con respecto a estas especies, así como validar su presencia actual (georreferenciación). Para ello, se implementaron tres campañas de terreno a los sectores con vegetación durante el periodo septiembre/2020–febrero/2021, con el propósito de validar, identificar, diagnosticar la flora presente y toma de datos ecológicos.

Las campañas de terreno tuvieron el propósito:

- Validar la información recopilada (listado de especies).
- Evaluar la biodiversidad asociada a las formaciones vegetacionales.
- Toma de datos ecológicos (Ej. abundancia, riqueza).

Para cada formación vegetal, se efectuaron parcelas de muestreo de flora circulares de 8 m de radio (200,96 m^2), en puntos representativos de las formaciones vegetacionales registradas. En cada parcela se registraron todas las especies vasculares presentes, junto con sus rangos de cobertura, para los cuales se usó la tabulación propuesta por Braun- Blanquet (1979) (Tabla 3).

Tabla 3. Codificación “abundancia relativa de flora” según criterio de Braun-Blanquet.

Código	Abundancia
r	1 individuo
+	2 – 4 individuos
1	5 – 20%
2	20 – 40%
3	40 – 60%
4	60 – 80%
5	80 – 100%

Para estimar la riqueza florística y densidad se realizaron un total de 54 parcelas. Por otro lado, la identificación de las muestras obtenidas se realizaron en terreno, sin embargo, en caso de dudas fueron recolectadas para su herborización y posterior identificación a partir de literatura especializada. La determinación taxonómica de las especies registradas se llevó a cabo según Marticorena & Quezada (1985), Marticorena

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

& Rodriguez (2001, 2003 y 2005), Teillier et al. (1998), Riedemann et al. (2006) y Squeo et al (2008). La nomenclatura taxonómica utilizada para la denominación de las especies, la familia y origen fitogeográficose se basó en el “Catalogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur” (Zuloaga et al., 2008a; 2008b; 2008c), el cual se encuentra disponible como base de datos en la página web del Instituto de Botánica Darwinion de Argentina.

La riqueza florística del área de estudio se determinará en base al número total de entidades taxonómicas, caracterizándola en Clase, Familia y Especie. Para la categoría de Clase se determinará la proporción respecto de la flora de Chile continental (Marticorena, 1990). A nivel de familia se analizará la proporción respecto a la flora de Atacama (Squeo et al, 2008). Luego se indicará la riqueza específica, la cual consistirá en el número total de especies encontradas.

Finalmente se procederá a confeccionar un catálogo florístico indicando: Clase, Familia, Nombre científico, Nombre Común, Origen Fitogeográfico, Tipo Biológico y Distribución en Chile.

-Listado de especies en Categoría de Conservación

Para la determinación de **los estados de conservación de la flora** se utilizó la siguiente bibliografía y documentación:

- Benoit, I. 1989. Libro Rojo de la Flora terrestre de Chile; publicado por la Corporación Nacional Forestal y donde se presenta la clasificación de las especies leñosas de la flora a nivel nacional y regional. Además, incluye propuestas de clasificación para las especies suculentas (cactáceas y bromeliáceas), helechos (Pteridophytas) y bulbosas.

- Decreto Supremo 151, del año 2006, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia, que oficializa la primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

- Decreto Supremo 50, del año 2008, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia, que aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).

- Decreto Supremo 51, del año 2008, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia, que aprueba y oficializa la nómina para el tercer proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).

- Decreto Supremo 23, del año 2009, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia, que aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación (RCE).

- Boletín 47. 1998. Museo Nacional de Historia Natural. Santiago de Chile. 139p.

- Origen fitogeográfico

El origen fitogeográfico de cada especie fue determinado en base a su distribución geográfica natural, según Zuloaga et al., 2008 (Tabla 4).

Tabla 4. Origen fitogeográfico de la flora.

Origen fitogeográfico	Descripción
Endémico	Taxón con distribución exclusiva en el territorio nacional
Nativo	Taxón con distribución natural en territorio nacional
Introducido	Taxón con distribución natural en otros países

- Tipos biológicos

La flora vascular presente en el área de estudio se clasificó en tipos biológicos, es decir, según el hábito de crecimiento establecido por Zuloaga et al., 2008 (Tabla 5).

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Tabla 5. Tipos Biológicos de la Flora Vascular.

Tipo Biológico	Descripción
Árbol	Plantas leñosas con uno o pocos troncos principales
Arbusto	Plantas con tallos leñosos, ramificadas desde la base.
Hierba anual	Plantas que solamente crecen en un período vegetativo o temporada, con una duración muy corta
Hierba perenne	Plantas que poseen órganos de resistencia subterráneos y rebrotan en primavera
Suculenta	Plantas con tallos u hojas de consistencia suculenta
Parásitas	Plantas que viven totalmente o en parte a expensas del huésped

- Distribución en Chile

Para establecer la distribución de las especies, el análisis se basará en el "Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur" (Zuloaga et al., 2008a; 2008b; 2008c), el cual se encuentra disponible como base de datos en la página web del Instituto de Botánica Darwin de Argentina. Además, se confirmará con la distribución indicada para las especies de la Región en el Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para la Conservación: Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

5.2.3 Listado de especies en Categoría de Conservación

El estado de conservación de las especies se determinó según las categorías en el Decreto 29 del 2011 del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba el Reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación. Las categorías reconocidas son: "Extinta" (EX), "Extinta en Estado Silvestre" (EW), "En Peligro Crítico" (CR), "En Peligro"(EN), "Vulnerable" (VU), "Casi Amenazada" (NT) , "Preocupación Menor" (LC) y "Datos insuficientes" (DD).

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Se verificó la lista de especies contenidas en los Decretos Supremos y se revisaron las especies catalogadas en otros listados nacionales, incluyendo el “Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile” (Benoit, 1989) junto a Belmonte et al, 1998 y Ravenna, et al., 1998 (Boletín del Museo Nacional de Historia Natural Nº 47, 1998).
Para complementar esta información, se consultó el Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios de la Región de Atacama (Squeo, 2008).

5.3 Grado de amenaza de especies

Junto con la determinación del estado de conservación de las especies registradas en este estudio, se evaluó el grado de amenaza de las especies según lo indica la Guía de Evaluación Ambiental, Criterios para la evaluación de proyectos sometidos al SEIA para un estudio de línea de base (CONAF, 2012).
Se estableció la amenaza que presentan las especies de acuerdo a los criterios de clasificación del reglamento para la clasificación de especies silvestres (RCE), los que han sido desarrollados para estimar el riesgo o probabilidad de extinción en el cual se encuentra una especie. Los criterios UICN (versión 3.1) han sido agrupados en cinco grandes grupos o tipos de criterios que se han nominado con las letras A, B, C, D y E:

A. Reducción en el tamaño de la población.
B. Pequeña distribución o rango geográfico (Extensión de la Presencia y Área de Ocupación) y reducción de calidad de hábitat, lo que incluye fragmentación.
C. Población reducida y en disminución.
D. Tamaño poblacional muy pequeño o muy restringido geográficamente.
E. Análisis de viabilidad poblacional (análisis cuantitativo que expresa la probabilidad de extinción en un plazo determinado).

5.4 Cumplimiento de la Ley 20.283

Para determinar la pertinencia de la realización de planes de trabajo, se analizó el Decreto 68 del año 2009 que establece, aprueba y oficializa nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país y se comparó con el listado florístico del sector analizado.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

5.5 Cartografía del componente vegetacional

Para la realización de la cartografía de las distintas unidades, se considera como base el Sitio Prioritario Sarco, comunas de Freirina y Vallenar, a una escala 1:18.500.
Además, se utilizaron ortofotos para la digitalización de las unidades. La cartografía se presenta en Datum WGS 84 Huso 19 S.

5.6 Singularidades ambientales

Se analizó la presencia de singularidades ambientales asociadas a la vegetación y flora en el área del estudio. Para ello se utilizaron los criterios indicados en la Guía de Evaluación Ambiental (CONAF, 2012):

1.- Presencia de formaciones vegetales únicas o de baja representatividad nacional.
2.- Presencia de Formaciones vegetales relictuales.
3.- Presencia de Formaciones vegetales remanentes.
4.- Presencia de Formaciones vegetales frágiles.
5.- Presencia de Bosque nativo de preservación.
6.- Presencia de ejemplares de especies vegetales clasificadas en categorías de conservación.
7.- Presencia de especies vegetales protegidas por regulaciones especiales.
8.- Presencia de especies endémicas.
9.- Presencia de especies de distribución restringida.
10.- Localización en o cercano al límite de distribución geográfica de la especie.
11.- Localización en o cercano al límite altitudinal de la especie.
12.- Actividad en o colindante con sitios prioritarios para la conservación de la diversidad.
13.- Actividad en o colindante con áreas bajo protección oficial.
14.- Actividad en o colindante con áreas protegidas privadas.
15.- Actividad en o colindante con áreas de protección (Ley Nº 18.378).
16.- Actividad en o colindante con o aguas arriba de Humedales.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

6. RESULTADOS

6.1 Vegetación

6.1.1. Vegetación presente en el Área de Estudio

El Sitio Prioritario Sarco comprende una superficie de 5480 ha. De acuerdo a la metodología utilizada (Método Carta de Ocupación de Tierras) se estableció que la vegetación se encuentra representada por 43 formaciones vegetales, de las cuales la más abundante es Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum, con 614,36 ha, correspondiente al 11,6 % del Sitio Prioritaio Sarco. (Tabla 6).

Tabla 6. Formaciones vegetales presentes en el Sitio Prioritario Sarco.

N°	Formación	Superficie (ha)	% representación
1	Estepa arbustiva de Balbisia peduncularis y Cristaria cyanea	81,97	1,55
2	Estepa arbustiva de Balbisia peduncularis y Tillandsia landbeckii	106,06	2,00
3	Estepa arbustiva de Encelia canescens y Miqueliopuntia miquelii	34,76	0,66
4	Estepa arbustiva de Eulychnia acida y Miqueliopuntia miquelii	146,34	2,77
5	Estepa arbustiva de Miquelopuntia miquelii y Heliotropium stenophyllum	145,02	2,74
6	Herbazal arbustivo de Ephedra sp y Aristolochia chilensis	90,61	1,71
7	Herbazal de Caesalpinia angulata y Encelia canescens	171,02	3,23
8	Herbazal de Encelia canescens y Balbisia penduncularis	442,66	8,37
9	Herbazal de Encelia canescens y Calliandra chilensis	34,72	0,66
10	Herbazal de Encelia canescens y Eulychnia acida	38,18	0,72
11	Herbazal de Encelia canescens y Ophryosporus triangularis	69,02	1,30
12	Herbazal de Encelia canescens y Quinchamalium chilensis	84	1,59
13	Herbazal de Frankenia chilensis y Balsamocarpon brevifolium	79,89	1,51
14	Herbazal de Frankenia chilensis y Chenopodium petiolares	157,69	2,98
15	Herbazal de Frankenia chilensis y Copiapoa coquimbana	112,21	2,12
16	Herbazal de Nolana coelestis y Balbisia peduncularis	99,83	1,89
17	Matorral arborescente de Balbisia peduncularis y Bridgesia incisifolia	165,47	3,13

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Formación	Superficie (ha)	% representación
18	Matorral arborescente de Balsamocarpon brevifolium y Miquelopuntia miquelii	34,82	0,66
19	Matorral arborescente de Bridgesia incisifolia y Balbisia peduncularis	110,78	2,09
20	Matorral arborescente de Schinus polygamus y Bahia ambrosioides	13,29	0,25
21	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Bahia ambrosioides	242,53	4,58
22	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Caesalpinia angulata	229,39	4,34
23	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Encelia canescens	70,75	1,34
24	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Ephedra gracilis	135,79	2,57
25	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Eulychnia breviflora	121,59	2,30
26	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum	614,36	11,61
27	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum con presencia de cactaceas	181,57	3,43
28	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Lobelia polyphylla	52,75	1,00
29	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Lycium stenophyllum	180,06	3,40
30	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Ophryosporus triangularis	42,86	0,81
31	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Oxalis gigantea	73,49	1,39
32	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Proustia cuneifolia	166,65	3,15
33	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Spinoliva ilicifolia	52,91	1,00
34	Matorral arbustivo de Caesalpinia angulata y Oxalis gigantea	91,89	1,74
35	Matorral arbustivo de Caesalpinia angulata y Aloysia salvifolia	50,27	0,95
36	Matorral arbustivo de Calliandra chilensis y Bromus berteroanus	151,49	2,86
37	Matorral arbustivo de Calliandra chilensis y Caesalpinia angulata	21,59	0,41
38	Matorral arbustivo de Heliotropium stenophyllum y Encelia canescens	62,41	1,18
39	Matorral arbustivo de Heliotropium stenophyllum y Miqueliopuntia miquelii	142,68	2,70
40	Matorral arbustivo de Proustia cuneifolia y Balbisia peduncularis	37,08	0,70
41	Matorral arbustivo de Tessaria absinthioides y Baccharis linearis	33,91	0,64
42	Matorral bajo de Cistanthe coquimbenis y Encelia canescens	161,69	3,06
43	Matorral bajo de Erodium cicutarium y Tetragonia macrocarpa	155,08	2,93

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

6.1.2 Caracterización de unidades vegetacionales

El detalle de cada una de las unidades vegetacionales identificadas en el Área de Estudio se expone a continuación, descrito a nivel de tipo vegetacional:

- **Estepa arbustiva de *Balbisia peduncularis* y *Cristaria cyanea* (FV-1)**

La especie dominante en esta formación es el arbusto *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 30% y una altura promedio aproximada de 0,5 m.
Junto a esta especie domina el arbusto *Cristaria cyanea* con una cobertura del 18% y 10 individuos de *Adesmia pungens*.
En total fue posible identificar 27 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,7 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Estepa arbustiva de *Balbisia peduncularis* y *Tillandsia landbeckii* (FV-2)

La especie dominante en esta formación es el arbusto *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 60% y una altura promedio aproximada de 0,7 m.
Junto a esta especie domina *Tillandsia landbeckii* con una cobertura del 40% con una altura de 0,25 m y acompañado de la cactácea *Tricheserus desertícola* con una cobertura del 20% y una altura de 0,9 m.
En total fue posible identificar 11 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,12 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Estepa arbustiva de *Encelia canescens* y *Miqueliopuntia miquelii* (FV-3)

La especie dominante en esta formación es el arbusto *Encelia canescens*, el cual presenta una cobertura aproximada del 30% y una altura promedio aproximada de 0,8 m.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Junto a esta especie domina la cactácea *Miqueliopuntia miquelii* con una cobertura del 15% con una altura de 0,1 m y acompañado de *Plantago litorea* con una cobertura del 30% y una altura de 0,05 m.
En total fue posible identificar 23 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,3 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Estepa arbustiva de *Eulychnia acida* y *Miqueliopuntia miquelii* (FV-4)

La especie dominante en esta formación es la cactácea *Eulychnia acida*, el cual presenta una cobertura aproximada del 20% y una altura promedio aproximada de 2,2 m.
Junto a esta especie domina la cactácea *Miqueliopuntia miquelii* con una cobertura del 15% con una altura de 0,5 m y acompañado del arbusto *Balsamocarpon brevifolium* con una cobertura del 10% y una altura de 1,0 m.
En total fue posible identificar 10 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,2 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Estepa arbustiva de *Miquelopuntia miquelii* y *Heliotropium stenophyllum* (FV-5)

La especie dominante en esta formación es la cactácea *Miquelopuntia miquelii*, el cual presenta una cobertura aproximada del 60% y una altura promedio aproximada de 0,6 m.
Junto a esta especie domina el arbusto *Heliotropium stenophyllum* con una cobertura del 40% con una altura de 0,52 m y acompañado de la hierba *Erodium cicutarium* con una cobertura del 80% y una altura de 0,05 m.
En total fue posible identificar 8 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 0,8 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Herbazal arbustivo de *Ephedra gracilis* y *Aristolochia chilensis* (FV-6)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Ephedra gracilis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 25% y una altura promedio aproximada de 0,2 m.
Junto a esta especie domina *Aristolochia chilensis* con una cobertura del 20% con una altura de 0,15 m y acompañado de la cactácea *Miquelopuntia miquelii* con una cobertura del 15% y una altura de 0,96 m.
En total fue posible identificar 17 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,73 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Herbazal de *Caesalpinia angulata* y *Encelia canescens* (FV-7)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Caesalpinia angulata*, el cual presenta una cobertura aproximada del 15% y una altura promedio aproximada de 0,4 m.
Junto a esta especie domina *Encelia canescens* con una cobertura del 8% con una altura de 0,5 m y acompañado de *Ophryosporus triangularis* con una cobertura del 5% y una altura de 0,6 m.
En total fue posible identificar 23 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,34 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Herbazal de *Encelia canescens* y *Balbisia penduncularis* (FV-8)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Encelia canescens*, el cual presenta una cobertura aproximada del 35% y una altura promedio aproximada de 0,4 m.
Junto a esta especie domina *Balbisia penduncularis* con una cobertura del 20% con una altura de 0,65 m y acompañado de la cactácea *Miquelopuntia miquelii* con una cobertura del 18% y una altura de 0,65 m.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

En total fue posible identificar 28 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,8 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Herbazal de *Encelia canescens* y *Calliandra chilensis* (FV-9)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Encelia canescens*, el cual presenta una cobertura aproximada del 40% y una altura promedio aproximada de 0,4 m.
Junto a esta especie domina *Calliandra chilensis* con una cobertura del 10% con una altura de 0,4 m y acompañado de *Oxalis gigantea* con una cobertura del 8% y una altura de 0,8 m.
En total fue posible identificar 17 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,7 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Herbazal de *Encelia canescens* y *Eulychnia acida* (FV-10)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Encelia canescens*, el cual presenta una cobertura aproximada del 20% y una altura promedio aproximada de 0,5 m.
Junto a esta especie domina *Eulychnia acida* con una cobertura del 15% con una altura de 2,1 m y acompañado de la cactácea *Cumulupuntia sphaerica* con una cobertura del 10% y una altura de 0,1 m.
En total fue posible identificar 7 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 0,71 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Herbazal de *Encelia canescens* y *Ophryosporus triangularis* (FV-11)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Encelia canescens*, el cual presenta una cobertura aproximada del 25% y una altura promedio aproximada de 0,6 m.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Junto a esta especie domina *Ophryosporus triangularis* con una cobertura del 15% con una altura de 1,2 m y acompañado de *Bridgesiaa incifolia* con una cobertura del 8% y una altura de 0,8 m.
En total fue posible identificar 12 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,22 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Herbazal de *Encelia canescens* y *Quinchamalium chilensis* (FV-12)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Encelia canescens*, el cual presenta una cobertura aproximada del 70% y una altura promedio aproximada de 0,77 m.
Junto a esta especie domina *Quinchamalium chilensis* con una cobertura del 24% con una altura de 0,14 m y acompañado de *Chenopodium petiolare* con una cobertura del 15% y una altura de 1,22 m.
En total fue posible identificar 24 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,44 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Herbazal de *Frankenia chilensis* y *Balsamocarpon brevifolium* (FV-13)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Frankenia chilensis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 60% y una altura promedio aproximada de 0,12 m.
Junto a esta especie domina *Balsamocarpon brevifolium* con una cobertura del 30% con una altura de 0,93 m y acompañado de *Bromus berturoanus* con una cobertura del 20% y una altura de 0,11 m.
En total fue posible identificar 15 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,53 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Herbazal de *Frankenia chilensis* y *Chenopodium petiolares* (FV-14)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Frankenia chilensis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 20% y una altura promedio aproximada de 0,1 m.
Junto a esta especie domina *Chenopodium petiolares* con una cobertura del 10% con una altura de 0,1 m y acompañado de *Plantago litorea* con una cobertura del 7% y una altura de 0,05 m.
En total fue posible identificar 18 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,83 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Herbazal de *Frankenia chilensis* y *Copiapoa coquimbana (*FV-15)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Frankenia chilensis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 30% y una altura promedio aproximada de 0,08 m.
Junto a esta especie domina *Copiapoa coquimbana* con una cobertura del 15% con una altura de 0,15 m y acompañado de *Bromus berturoanus* con una cobertura del 15% y una altura de 0,4 m.
En total fue posible identificar 14 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,42 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Herbazal de *Nolana coelestis* y *Balbisia peduncularis* (FV-16)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Nolana coelestis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 20% y una altura promedio aproximada de 0,6 m.
Junto a esta especie domina *Balbisia peduncularis* con una cobertura del 20% con una altura de 0,55 m y acompañado de *Helenium atacamense* con una cobertura del 18% y una altura de 0,05 m.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

En total fue posible identificar 24 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,44 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arborescente de *Balbisia peduncularis* y *Bridgesia incisifolia* (FV-17)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 30% y una altura promedio aproximada de 1,5 m.

Junto a esta especie domina *Bridgesia incisifolia* con una cobertura del 20% con una altura de 0,88 m y acompañado de *Oxalis gigantea* con una cobertura del 15% y una altura de 1,4 m.

En total fue posible identificar 21 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,14 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arborescente de *Balsamocarpon brevifolium* y *Miquelopuntia miquelii* (FV-18)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Balsamocarpon brevifolium*, el cual presenta una cobertura aproximada del 20% y una altura promedio aproximada de 1,1 m.

Junto a esta especie domina *Miquelopuntia miquelii* con una cobertura del 15% con una altura de 1,15 m y acompañado de la cactácea *Eulychnia breviflora* con una cobertura del 15% y una altura de 1,79 m.

En total fue posible identificar 28 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,85 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arborescente de *Bridgesia incisifolia* y *Balbisia peduncularis* (FV-19)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Bridgesia incisifolia*, el cual presenta una cobertura aproximada del 10% y una altura promedio aproximada de 0,8 m.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Junto a esta especie domina *Balbisia peduncularis* con una cobertura del 8% con una altura de 1,0 m y acompañado de Oxalis gigantea con una cobertura del 8% y una altura de 1,10 m.
En total fue posible identificar 11 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,12 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arborescente de *Schinus polygamus* y *Bahia ambrosioides* (FV-20)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Schinus polygamus*, el cual presenta una cobertura aproximada del 60% y una altura promedio aproximada de 1,4 m.
Junto a esta especie domina *Bahia ambrosioides* con una cobertura del 30% con una altura de 0,77 m y acompañado de *Heliotropium stenophyllum* con una cobertura del 15% y una altura de 1,2 m.
En total fue posible identificar 28 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,85 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Balbisia peduncularis* y *Bahia ambrosioides* (FV-21)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 70 % y una altura promedio aproximada de 0,7 m.
Junto a esta especie domina *Bahia ambrosioides* con una cobertura del 10% con una altura de 1,1 m y acompañado de Bromus berteruano con una cobertura del 10% y una altura de 0,15 m.
En total fue posible identificar 47 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 4,79 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Matorral arbustivo de *Balbisia peduncularis* y *Caesalpinia angulata* (FV-22)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 70% y una altura promedio aproximada de 0,97 m.
Junto a esta especie domina *Caesalpinia angulata* con una cobertura del 15% con una altura de 0,72 m y acompañado de *Pasithea caerulea* con una cobertura del 20% y una altura de 0,6 m.
En total fue posible identificar 32 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 3,2 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Balbisia peduncularis* y *Encelia canescens* (FV-23)

La especie dominante en esta formación es la especie *arbustiva Balbisia* peduncularis, el cual presenta una cobertura aproximada del 60% y una altura promedio aproximada de 0,94 m.
Junto a esta especie domina *Encelia canescens* con una cobertura del 30% con una altura de 0,81 m y acompañado de *Plantago litorea* con una cobertura del 60% y una altura de 0,14 m.
En total fue posible identificar 34 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 3,46 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Balbisia peduncularis* y *Ephedra gracilis* (FV-24)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 40% y una altura promedio aproximada de 0,6 m.
Junto a esta especie domina *Ephedra gracilis* con una cobertura del 13% con una altura de 0,85 m y acompañado de *Heliotropium stenophyllum* con una cobertura del 12% y una altura de 0,52 m.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

En total fue posible identificar 28 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,85 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Balbisia peduncularis* y *Eulychnia breviflora* (FV-25)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 60% y una altura promedio aproximada de 0,65 m.
Junto a esta especie domina *Eulychnia breviflora* con una cobertura del 15% con una altura de 2,6 m y acompañado de Bromus berteruano con una cobertura del 15% y una altura de 0,22 m.
En total fue posible identificar 19 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,94 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Balbisia peduncularis* y *Heliotropium stenophyllum* (FV-26)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 60% y una altura promedio aproximada de 1,10 m.
Junto a esta especie domina *Heliotropium stenophyllum* con una cobertura del 20% con una altura de 0,90 m y acompañado de *Ophryosporus triangularis* con una cobertura del 15% y una altura de 0,8 m.
En total fue posible identificar 60 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 6,0 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Matorral arbustivo de *Balbisia peduncularis* y *Heliotropium stenophyllum* con presencia de cactáceas (FV-27)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 30% y una altura promedio aproximada de 0,54 m.
Junto a esta especie domina *Heliotropium stenophyllum* con una cobertura del 20% con una altura de 0,7 m y acompañado de la cactácea *Miquelopuntia miquelii* con una cobertura del 20% y una altura de 0,73 m.
En total fue posible identificar 31 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 3,16 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Balbisia peduncularis* y *Lobelia polyphylla* (FV-28)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 20% y una altura promedio aproximada de 0,84 m.
Junto a esta especie domina *Lobelia polyphylla* con una cobertura del 15% con una altura de 0,92 m y acompañado de *Bromus berteruano* con una cobertura del 70% y una altura de 0,09 m.
En total fue posible identificar 26 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,65 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Balbisia peduncularis* y *Lycium stenophyllum* (FV-29)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 70% y una altura promedio aproximada de 0,85 m.
Junto a esta especie domina *Lycium stenophyllum* con una cobertura del 40% con una altura de 1,1 m y acompañado de *Bromus berteruano* con una cobertura del 40% y una altura de 0,10 m.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

En total fue posible identificar 17 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,73 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Balbisia peduncularis* y *Ophryosporus triangularis* (FV-30)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 70% y una altura promedio aproximada de 0,82 m.
Junto a esta especie domina *Ophryosporus triangularis* con una cobertura del 20% con una altura de 0,51 m y acompañado de *Heliotropium stenophyllum* con una cobertura del 20% y una altura de 0,93 m.
En total fue posible identificar 21 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,14 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Balbisia peduncularis* y *Oxalis gigantea* (FV-31)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 30% y una altura promedio aproximada de 0,8 m.
Junto a esta especie domina *Oxalis gigantea* con una cobertura del 10% con una altura de 0,96 m y acompañado de *Bromus berteruano* con una cobertura del 10% y una altura de 0,5 m.
En total fue posible identificar 14 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,42 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Balbisia peduncularis* y *Proustia cuneifolia* (FV-32)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 30% y una altura promedio aproximada de 0,45 m.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Junto a esta especie domina *Proustia cuneifolia* con una cobertura del 15% con una altura de 0,6 m y acompañado de *Erodium cicutarium* con una cobertura del 20% y una altura de 0,55 m.
En total fue posible identificar 25 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,53 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Balbisia peduncularis* y *Spinoliva ilicifolia* (FV-33)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Balbisia peduncularis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 60% y una altura promedio aproximada de 0,75 m.
Junto a esta especie domina *Spinoliva ilicifolia* con una cobertura del 13% con una altura de 1,10 m y acompañado de *Helenium atacamense* con una cobertura del 10% y una altura de 0,15 m.
En total fue posible identificar 29 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,95 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Caesalpinia angulata* y *Oxalis gigantea* (FV-34)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Caesalpinia angulata*, el cual presenta una cobertura aproximada del 40% y una altura promedio aproximada de 0,6 m.
Junto a esta especie domina *Oxalis gigantea* con una cobertura del 15% con una altura de 0,1 m y acompañado de *Calliandra chilensis* con una cobertura del 10% y una altura de 0,4 m.
En total fue posible identificar 23 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,34 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Matorral arbustivo de *Caesalpinia angulata* y Aloysia salvifolia (FV-35)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Caesalpinia angulata*, el cual presenta una cobertura aproximada del 15% y una altura promedio aproximada de 0,1 m.
Junto a esta especie domina Aloysia salvifolia con una cobertura del 15% con una altura de 0,15 m y acompañado de Balbisia peduncularis con una cobertura del 13% y una altura de 0,4 m.
En total fue posible identificar 18 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,83 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Calliandra chilensis* y *Bromus berteroanus* (FV-36)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Calliandra chilensis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 60% y una altura promedio aproximada de 0,5 m.
Junto a esta especie domina *Bromus berteroanus* con una cobertura del 30% con una altura de 0,1 m y acompañado de la cactácea Eulychnia breviflora con una cobertura del 12% y una altura de 1,7 m.
En total fue posible identificar 30 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 3,06 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Calliandra chilensis* y *Caesalpinia angulata* (FV-37)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Calliandra chilensis* el cual presenta una cobertura aproximada del 20% y una altura promedio aproximada de 0,6 m.
Junto a esta especie domina *Caesalpinia angulata* con una cobertura del 20% con una altura de 0,08 m y acompañado de *Encelia canescens* con una cobertura del 13% y una altura de 0,08 m.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

En total fue posible identificar 31 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 3,16 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Heliotropium stenophyllum* y *Encelia canescens* (FV-38)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Heliotropium stenophyllum*, el cual presenta una cobertura aproximada del 40% y una altura promedio aproximada de 0,62 m.
Junto a esta especie domina *Encelia canescens* con una cobertura del 20% con una altura de 0,48 m y acompañado Balbicia peduncularis con una cobertura del 15% y una altura de 0,51 m.
En total fue posible identificar 16 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,63 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Heliotropium stenophyllum* y *Miqueliopuntia miquelii* (FV-39)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Heliotropium stenophyllum*, el cual presenta una cobertura aproximada del 40% y una altura promedio aproximada de 0,72 m.
Junto a esta especie domina *Miqueliopuntia miquelii* con una cobertura del 40% con una altura de 0,66 m y acompañado de *Erodium cicutarium* con una cobertura del 90% y una altura de 0,03 m.
En total fue posible identificar 13 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,32 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Proustia cuneifolia* y *Balbisia peduncularis* (FV-40)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Proustia cuneifolia*, el cual presenta una cobertura aproximada del 40% y una altura promedio aproximada de 1,5 m.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Junto a esta especie domina *Balbisia peduncularis* con una cobertura del 12% con una altura de 0,85 m y acompañado de *Haplopappus angustifolius* con una cobertura del 15% y una altura de 0,1 m.
En total fue posible identificar 9 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 0,91 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral arbustivo de *Tessaria absinthioides* y *Baccharis linearis* (FV-41)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Tessaria absinthioides*, el cual presenta una cobertura aproximada del 80% y una altura promedio aproximada de 0,1 m.
Junto a esta especie domina *Baccharis linearis* con una cobertura del 70% con una altura de 0,8 m y acompañado de *Cyperus laevigatus* con una cobertura del 30% y una altura de 0,1 m.
En total fue posible identificar 14 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,42 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Matorral bajo de *Cistanthe coquimbenis* y Encelia canescens (FV-42)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Cistanthe coquimbenis*, el cual presenta una cobertura aproximada del 80% y una altura promedio aproximada de 0,12 m.
Junto a esta especie domina *Encelia canescens* con una cobertura del 40% con una altura de 0,54 m y acompañado de *Cistanthe thyrsoidea* con una cobertura del 30% y una altura de 0,32 m.
En total fue posible identificar 19 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 1,93 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Matorral bajo de *Erodium cicutarium* y *Tetragonia macrocarpa* (FV-43)

La especie dominante en esta formación es la especie arbustiva *Erodium cicutarium*, el cual presenta una cobertura aproximada del 70% y una altura promedio aproximada de 0,07 m.
Junto a esta especie domina *Tetragonia macrocarpa* con una cobertura del 30% con una altura de 0,06 m y acompañado de *Frankenia chilensis* con una cobertura del 25% y una altura de 0,24 m.
En total fue posible identificar 22 especies en toda la formación, lo cual equivale a un 2,24 % del total de la flora nativa registrada para la Región de Atacama (Squeo et al, 2008).

6.2 Flora

6.2.1 Flora Potencial

Luego de la recopilación de información de la flora potencial, específicamente las herbáceas posibles de encontrar en la zona de estudio, según lo indicado en los listados florísticos de los proyectos cercanos ingresados en el SEIA (Parque Eólico Cabo Leones I, Parque Eólico Cabo Leones II, LTE Cabo Leones, Parque Eólico San Juan de Chañaral de Aceituno (Parque Eólico y Tendido Eléctrico) Parque Eólico Sarco, Proyecto Cerro Blanco y Línea de transmisión eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo,), junto a las fuentes bibliográficas disponibles para el sector (Gajardo, 1994, Luebert y Pliscoff 2006 y Listado Florístico Sitio Prioritario Sarco en Squeo et al, 2008), fue posible compilar un total de 237 especies vegetales herbáceas, correspondientes a 71 familias (Tabla 7)

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Tabla 7. Flora potencial (herbáceas) en el área de estudio

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
Aizoaceae	Mesembryanthemum cristallinum L.	Hierba del rocío				x	x	x	x	x	x	x	x
Aizoaceae	Mesembryanthemum nodiflorum L.	-							x				
Aizoaceae	Tetragonia angustifolia Barn.	Aguanosa											x
Aizoaceae	Tetragonia microcarpa Phil.	Pasto Aguanoso											x
Aizoaceae	Tetragonia pedunculata Phil.	Escarcha							x	x	x		
Anacardiaceae	Schinus molle L.	Pimiento											x
Anacardiaceae	Schinus polygamus (Cav.) Cabrera	Huingán											x
Alliaceae	Leucocoryne cf. appendiculata Phil.	Huilli					x	x			x		
Alliaceae	Leucocoryne coquimbensis F. Phil.	Huilli de Coquimbo								x	x		
Alliaceae	Leucocoryne coronata Ravenna (=L. narcissoides)	Huilli					x	x	x	x			
Alliaceae	Leucocoryne purpurea Gay	Cebollin purpura								x			
Alliaceae	Nothoscordum serenense Ravenna	-						x			x		
Alstroemeriaceae	Alstroemeria diluta Ehr. Baker	Lirio del campo								x	x		
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria magnifica philipi*	Mariposa						x					

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria magnifica Herb. Ssp magnifica*	Mariposa del campo								x			
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria philipi Baker*	Mariposa							x				
Alstroemeriaceae	Alstroemeria werdermannii Ehr Bayervar. Flavicans M. Muñoz	Lirio del cerro							x				
Alstroemeriaceae	*Leontochir ovallei* Phil.	Garra de león		x									
Amaryllidaceae	*Rhodophiala ananuca* (Phil.) Traub (=*Hippeastrum ananuca)*	Añañuca	x	x						x	x	x	x
Amaryllidaceae	*Rhodophiala bagnoldii* (Herb.) Traub.	Añañuca				x	x	x	x	x			
Amaryllidaceae	*Rhodophiala laeta* Phil.	Añañuca							x				
Apiaceae	Gymnophyton flexuosum Clos	BIO-bio											x
Apiaceae	*Apium panul* (Bertero ex DC.) Reiche	Panul										x	
Apiaceae	*Asteriscium chilense* Cham. & Schltdl.	Anicillo								x			
Apiaceae	*Cyclospermun laciniatum* (DC.) Constance	-					x	x					

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
Apiaceae	*Eryngium anomalum* Hook & Arn.	-										x	
Apiaceae	*Eryngium macracanthum* Phil.	-										x	
Apiaceae	*Homalocarpus dichotomus* (Poepp. Ex DC)	Barba de gato						x	x			x	
Apocynaceae	*Diplolepis boerhaviifolia* (Hook. & Arn.) Liede & Rapini	Pahueldum				x				x		x	
Apocynaceae	*Diplolepis geminiflora* (Decne.) Liede & Rapini	Voquicillo			x								
Apocynaceae	*Diplolepis viridis* (Phil.) Hechem & C.Ezcurra (=*Cynanchum viride*)	-							x				
Aristolochiaceae	*Aristolochia chilensis* Bridges ex Lindl.	Oreja de zorro	x	x		x			x			x	x
Asclepidaceae	*Cynanchum boerhaviifolium* H. et A.	Azahar del Quisco					x	x					
Asphodelaceae	*Asphodelus fistulosus* L.	-										x	x
Asteraceae	*Amblyopappus pusillus* Hook. & Arn.	Manzanilla								x			
Asteraceae	*Anthemis cotula* L.	Manzanillón										x	
Asteraceae	Baccharis linearis (Ruiz & Pav.)Pers	Romerillo											x

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
Asteraceae	*Baccharis juncea* (Lehm.)Desf.	Suncho										x	
Asteraceae	Chuquiraga ulicina (Hook.& Arn.) Hook. & Arn.	Yerba blanca											x
Asteraceae	Encelia canescens Lam.	Coronilla de fraile											x
Asteraceae	Haplopappus deserticolus Phil.	Crespilla											x
Asteraceae	Haplopappus parvifolius (DC.) Gay	Cacho de cabra											x
Asteraceae	*Carduus pycnocephalus* L.	Cardo negro										x	
Asteraceae	*Carthamus lanatus* L.	Cardilla										x	
Asteraceae	*Centaurea melitensis* L.	Abrepuño										x	
Asteraceae	*Chaetanthera glabrata* (DC.)F.Meigen	Chinita	x	x		x	x	x	x	x		x	
Asteraceae	*Chaetanthera linearis* Poepp. ex Less.	Chinita						x	x	x			
Asteraceae	*Cichorium intybus* L.	Achicoria										x	
Asteraceae	*Conyza sumatrensis* (Retz.) E. Walker	-										x	
Asteraceae	*Facelis retusa* (Lam.) Sch. Bip.	-					x	x					
Asteraceae	*Filago gallica L.*	-					x	x					

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
Asteraceae	*Gnaphalium coquimbense* Phil.	-								x			
Asteraceae	*Helenium aromaticum* (Hook.) L.H.Bailey	Manzanilla del campo								x			
Asteraceae	Ophryosporus triangularis Meyen	Rabo de zorro											x
Asteraceae	Pleocarphus revolutus D. Don	Cola de ratón											x
Asteraceae	Proustia ilicifolia Hook. & Arn.	Huañil											x
Asteraceae	Senecio bahioides Hook. & Arn.	Senecio											x
Asteraceae	Senecio myriophyllus	Senecio											
Asteraceae	Tessaria absinthioides (Hook. & Arn.) DC	Brea											
Asteraceae	*Helenium atacamense* Cabrera	Manzanilla							x			x	x
Asteraceae	*Hypochaeris scorzonerae* (DC.) F. Muell.	Escorzonera							x	x		x	
Asteraceae	*Perityle emoryi* Torr.	Manzanilla falsa				x	x	x	x				
Asteraceae	*Sonchus oleraceus* L.	Ñihue										x	
Bignoniaceae	*Argylia radiata* (L.) D.Don	Terciopelo	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
Boraginaceae	Cordia decandra Hook & Arn.	Carbonillo											x
Boraginaceae	*Amsinckia calycina* (Moris) Chater	Ortiguilla					x	x					
Boraginaceae	*Cryptantha aspera* (Phil.) Grau	-										x	
Boraginaceae	*Cryptantha filaginea*(Phil.) Reiche	-						x	x				
Boraginaceae	*Cryptantha hispida* (Phil.) Reiche	-								x	x		x
Boraginaceae	*Cryptantha kingii* (Phil.) Reiche	-										x	
Caricaceae	Carica chilensis (Planch. ex A.DC.) Solms	Papayo silvestre											
Cactaceae	Cumulopuntia sphaerica C.F. Fôrst. (Opuntia berterii)	Gatito											x
Cactaceae	Eriosyce aurata (Pfeiff.)Backeb. (Eriosyce sandillon)	Sandillón											x
Cactaceae	Eriosyce napina (Ritter) Ferryman	Napín											x
Cactaceae	ulychnia breviflora Phil. (Eulychnia breviflora var. tenuis)	Copao											x

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
Cactaceae	Maihueniopsis domeykoensis Ritter	-											x
Cactaceae	Trichocereus coquimbanus (Molina) Britton & Rose	Quisco coquimbano											x
Cactaceae	Trichocereus deserticola (Werderm.) Looser (Echinopsis deserticola)	Quisco											x
Cactaceae	Copiapoa echinoides (Lem. ex Salm- Dyck) Britton & Rose	Duro											x
Cactaceae	Copiapoa fielderiana (K. Schum.)Backeb.	-											x
Cactaceae	Copiapoa coquimbana (Rûmpler)	Coquimbano											x
Cactaceae	Austrocylindropuntia miquelii (Monv.) Backeb. (Opuntia miquelii)	Tunilla											x
Boraginaceae	Heliotropium myosotifolium (A.DC.) Reiche	-											x
Boraginaceae	Heliotropium sinuatum (Miers) I.M. Johnst.	Palo negro											x
Boraginaceae	Heliotropium stenophyllum Hook. &	Palo negro											x

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
	Arn.												
Boraginaceae	*Heliotropium megalanthum* I.M. Johnst.	-		x								x	
Boraginaceae	*Pectocarya cf. linearis* (R. et P.)DC	-						x			x	x	
Boraginaceae	*Pectocarya dimorpha* (Johnst.) Johnst.	-					x	x	x				
Brassicaceae	*Hirschfeldia incana* (L.) Lagrése-Fossat	Mostacilla							x				
Brassicaceae	*Menonvillea minima* Rollins	-					x	x					
Brassicaceae	*Schizopetalon maritimum* Barnéoud	Clavelillo		x			x	x		x	x		
Brassicaceae	*Sisymbrium officinale* (L.) Scop.	Mostacilla										x	
Bromeliaceae	*Puya boliviensis* Baker	Chagual de paposo										x	x
Bromeliaceae	*Tillandsia capillaris* Ruiz & Pav.	Clavel del aire										x	
Calceolariaceae	*Calceolaria glandulosa* Poepp ex Benth.	Capachito								x			
Caryophyllaceae	*Cardionema ramosissimum*(Weinm.) Nels. Et Macbr.	-					x	x		x			
Caryophyllaceae	*Spergularia floribunda*	-							x				

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
	(Gay) Rohrb.												
Chenopodiaceae	Atriplex clivícola I.M. Johnst.	Cachiyuyo											x
Chenopodiaceae	Atriplex deserticola Philippi	Cachiyuyo											x
Chenopodiaceae	*Atriplex mucronata* Phil.	Cachiyuyo							x				
Chenopodiaceae	*Atriplex semibaccata* R. Br.	Cachiyuyo							x			x	x
Chenopodiaceae	*Chenopodium murale* L.	-						x					
Chenopodiaceae	*Chenopodium petiolare (=C.paniculatum)*	-		x								x	
Chenopodiaceae	*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants	Paico				x							x
Chenopodiaceae	*Sarcocornia fruticosa*(L.) A.J. Scott	Sosa				x						x	
Convolvulaceae	*Convolvulus chilensis* Pers.	Correhuela rosada										x	
Convolvulaceae	*Cuscuta chilense* Ker-Gawl.	Cabello de angel					x	x	x			x	x
Convolvulaceae	*Cuscuta odorata* Ruiz & Pav.	-								x	x		
Convolvulaceae	*Cuscuta purpurata* Phil.	Cabello de angel								x			
Cucurbitaceae	*Sycios baderoa* Hook.	Calabecillo						x	x			x	

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
	et Arn.												
Cyperaceae	*Carex andina* Phil.					x							x
Cyperaceae	*Cyperus eragrostis* Lam.	Cortadera Lleivun			x								x
Cyperaceae	*Schoenoplectus americanus* (Pers.)Volkart ex Schinz & R. Keller	-										x	
Cyperaceae	*Scirpus asper J.* Presl & C. Presl var. *asper*	-				x							
Dioscoreaceae	*Dioscorea cf. humifusa* Poepp	Jaboncillo					x	x					
Dioscoreaceae	*Dioscorea fastigiata* Gay	Jaboncillo					x	x		x			
Dioscoreaceae	*Dioscorea paupera* Phil.										x	x	
Equisetaceae	*Equisetum giganteum* L.	Hierba del platero										x	
Ephedraceae	Ephedra breana Phil.	Pingo pingo											x
Ephedraceae	Ephedra gracilis Phil. ex Stapf	Pingo pingo											x
Euphorbiaceae	Colliguaja odorifera Mol.	Colliguay											x
Euphorbiaceae	*Euphorbia copiapina* Phil.	Pichoga					x	x					

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
Euphorbiaceae	*Euphorbia portulacoides L.*	*Pichoga grande*								x			
Fabaceae	*Senna cumingii (Hook. & Arn.) H. S. Irwin & Barneby*	*Alcaparra*											
Fabaceae	*Geoffroea decorticans (Gillies ex Hook. & Arn) Burkart.*	*Chañar*											x
Fabaceae	*Caesalpinia angulata (Hook. & Arn.)Baill.*	*Retamilla*											x
Fabaceae	*Balsamocarpon brevifolium Clos*	*Algarrobilla*											x
Fabaceae	*Adesmia argentea (Meyen)*	*Varilla*											x
Fabaceae	*Adesmia tenella* Hook. & Arn.	Arvejilla		x			x	x				x	x
Fabaceae	*Astragalus coquimbensis* (H.et A.) Reiche	Clarín del cerro						x					
Fabaceae	*Lupinus microcarpus* Sims	Chocho				x	x	x		x			
Fabaceae	*Medicago polymorpha* L.	Alfalfilla					x						
Fabaceae	*Trifolium dubium* Sibth.	Trebol										x	
Frankeniaceae	Frankenia chilensis C. Presl.	Hierba del salitre											x

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
Lamiaceae	Teucrium nudicaule Hook.	-											x
Krameriaceae	Krameria cistoidea Hook. & Arn.	Pacul											x
Geraniaceae	*Erodium cicutarium* (L.)L'Hér. ex Aiton	Relojito					x	x	x	x	x	x	x
Geraniaceae	*Erodium moschatum* (L.) L'Hérit.ex Aiton	Alfilerillo					x	x	x				
Hemerocallidaceae	*Pasithea coerulea* (Ruiz & Pav.)	Aazulillo				x							
Hyacinthaceae	Ozyroe biflora (Ruiz & Pav.) Speta	Cebolleta, Lagrima de la virgen		x			x	x	x	x	x	x	x
Iridaceae	*Olsynium junceum*(E. Mey. ex C. Presl) Goldblatt *ssp. junceum*	Junquillo				x	x	x		x	x	x	
Iridaceae	Sisyrinchium arenarium Poepp	Huilmo				x		x					
Iridaceae	*Sisyrinchium graminifolium* Lindl.	Huilmo amarillo											
Juncaceae	Juncus acutus L.	Junco espinoso				x							x
Lamiaceae	*Stachys eremicola* Eplling	-										x	
Lamiaceae	*Stachys grandidentata* Lindl.	Hierba santa								x			

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
Ledocarpaceae	Balbisia peduncularis (Lindl.) D.Don	Amancay											x
Linaceae	*Linum macraei* Benth. *var. Macraei*	Retamilla				x							x
Linaceae	*Linum ramosissimum* Gay	Huilli								x			
Linaceae	*Linum usitatissimum* L.	Lino										x	
Loasaceae	*Loasa elongata* H. et A.	Ortiga					x	x		x		x	
Loasaceae	*Loasa tricolor* Ker-Gawl.	Ortiga caballuna						x					
Lythraceae	Pleurophora pungens D.Don	Lengua de gallina											x
Loranthaceae	*Tristerix aphyllus* (Miers ex DC.) Barlow & Wiens	Quintral del quisco			x	x				x		x	x
Malesherbiaceae	Malesherbia paniculata D. Don	-											
Malesherbiaceae	*Malesherbia humilis* Poepp.	Piojillo				x	x	x	x	x		x	x
Malvaceae	Cristaria aspera Gay	Malvilla											x
Malvaceae	*Cristaria cyanea* Phil. ex Baker f.	Malvilla negra									x	x	
Malvaceae	*Cristaria dissecta* (Hook & Arn.)	Malvilla				x		x	x				
Malvaceae	*Cristaria glaucophylla*	Malvilla	x	x		x		x	x				

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
	Cav.												
Malvaceae	*Cristaria gracilis* Gay	Malvilla										x	x
Malvaceae	*Cristaria multiflora* Gay	-								x	x		
Malvaceae	*Cristaria viridiluteola* Gay	-										x	
Malvaceae	*Malva nicaenssis* All.	Malva					x	x	x				
Montiaceae	*Cistanthe amaranthoides* (Phil.) Hershk.	-							x				
Montiaceae	*Cistanthe calycina* (Phil.) Carolin ex Hershkovitz	-										x	
Montiaceae	*Cistanthe coquimbensis* (Barneoud)Carolin ex Hershkovitz	-		x									
Montiaceae	*Cisthante grandifloria* (Lindl.) Johnst.	Pata de guanaco				x	x		x	x		x	x
Montiaceae	*Cisthante longiscapa* (Barn.)	Pata de guanaco				x			x	x	x	x	
Montiaceae	*Montiopsis capitata* (Hook. & Arn.)D.I. Ford	-										x	
Oleaceae	Olea europaea L.	Olivo											x
Nolanaceae	Nolana sedifolia Poepp.	Hierba de la lombriz											x

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
Nolanaceae	Nolana rostrata (Lindl.) Miers ex Dunal	Suspiro											x
Nolanaceae	Nolana crassulifolia Poepp	Suspiro											x
Nolanaceae	Nolana carnosa (Lindl.) Miers ex Dunal	-											x
Nolanaceae	Nolana albescens I.M. Johnst.	Sosa											x
Nolanaceae	Nolana acuminata (Miers) Miers ex Dunal	Suspiro			x	x	x		x				
Nolanaceae	*Nolana rupicola* Gaud	Suspiro de mar				x	x						
Nyctaginaceae	Mirabilis elegans (Choisy)Heimerl	Dengue	x	x	x								
Oenotheraceae	*Oenothera coquimbensis* Gay	Diego de la noche							x	x	x	x	
Onagraceae	*Camissonia dentata* (Cav.) Reiche	-					x	x		x	x		
Oxalidaceae	Oxalis gigantea Barnéoud	Churqui											x
Oxalidaceae	*Oxalis cf. bulbocastanum* Phil.	Vinagrillo						x		x			
Oxalidaceae	*Oxalis micrantha* Bertero ex Colla	Vinagrillo					x	x		x			
Papaveraceae	*Argemone hunnemannii* Otto et Dietr.	Cardo santo						x					x

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
Plantaginaceae	*Plantago hispidula* Ruiz & Pav.	-	x		x	x	x	x			x	x	
Plantaginaceae	*Plantago lanceolata* L.	Llantén										x	x
Plantaginaceae	*Plantago litorea* Phil.	-								x	x		
Plantaginaceae	Plantago rancaguae Steud.	-					x	x					
Plumbaginaceae	*Limonium sinuatum*	*Siempreviva azul*										x	
Poaceae	*Arundo donax L.*	*Caña común*		x								x	
Poaceae	*Avena barbata* Pott ex Link	Teatina				x							
Poaceae	*Bromus berteroanus* Colla	Pasto largo			x	x	x	x				x	
Poaceae	*Bromus catharticus* Vahl	Cebadilla										x	
Poaceae	*Cortaderia speciosa* (Nees et Meyen) Stapf.	Cortadera, Cola de caballo										x	x
Poaceae	*Distichlis spicata* (L.) Greene	Pasto salado			x							x	x
Poaceae	*Eragrostis pycnantha* (Phil.) Parodi ex Nicora	-						x					
Poaceae	*Gastridium phleoides* (Nees et Meyen) Hubb.	-							x				
Poaceae	*Jarava plumosa*	-							x				

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
	(Spreng.) SWL Jacobs et J. Everett												
Poaceae	*Jarava tortuosa(Desv.) Peñail.*	-							x				
Poaceae	*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.	Kikuyo										x	
Poaceae	*Polypogon australis* Brongn.	-										x	
Poaceae	*Polypogon monspeliensis* (L.) Desf	-				x							
Poaceae	*Vulpia bromoides* (L.) S.F. Gray	Vulpia							x				
Poaceae	*Vulpia myuros* (L.) C.C. Gmel.	Pasto							x				x
Polemoniaceae	*Bryantiella glutinosa* (Phil.) J.M. Porter	-				x							
Polygalaceae	*Monnina philippiana* Chodat	-				x							
Polygalaceae	*Pteromonnina pterocarpa* (Ruiz et Pav.) B. Eriksen	Monina							x				
Polygonaceae	*Chorizanthe commissuralis* J. Remy	-				x	x		x			x	
Polygonaceae	Muehlenbeckia hastulata (Sm.) Standl	Quilo											x

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
Polygonaceae	*Lastarriaea chilensis* J.Remy	-								x			x
Polygonaceae	*Rumex crispus* L.	-										x	
Portulacaceae	*Calandrinia litoralis* Philippi	Pata de guanaco				x	x						
Primulaceae	*Anagalis arvensis* L.	Pimpinela rosada										x	
Pteridaceae	*Cheilanthes mollis* (Kunze) C. Presl	Doradilla				x						x	x
Rubiaceae	*Cruckshanksia aff hymenodon* Hook & Arn.	-				x							
Rubiaceae	*Cruckshanksia montiana* Clos	-										x	
Rubiaceae	*Cruckshanksia pumila* Clos	Rosita del campo		x					x				
Rubiaceae	*Cruckshanksia verticilata* Phil.	Quinchamalí									x		
Sapindaceae	Bridgesia incisifolia Bertero ex Cambess.	Rumpiato											x
Schoepfiaceae	*Quinchamalium carnosum* Phil.	Quinchamalí										x	
Schoepfiaceae	*Quinchamalium chilense* Mol.								x	x			
Solanaceae	Lycium deserti Phil.	Calpichi											x

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Flora Potencial Fuente Bibliográfica			Proyectos cercanos							
			Gajardo (1994)	Luebert yPliscoff (2006)	Libro Rojo de Atacama (SP Sarco) (2008)	P.E Sarco	P.E Cabo Leones I	P.E Cabo Leones II	LTE Cabo Leones	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno	P.E San Juan de Chañaral de Aceituno (Tendido eléctrico)	Proyecto Cerro Blanco	L.T eléctrica 2 x 220 kv, tramo sarco – maitencillo
Solanaceae	*Reyesia chilensis* Gay	-							x			x	
Solanaceae	*Schizanthus laetus* Phil.	Mariposita								x			
Solanaceae	*Solanum remyanum* Phil.	Tomatillo					x		x	x			
Tecophilaeaceae	*Zephyra elegans* D.Don	Argentina	x	x		x	x		x	x	x	x	
Tropaeolaceae	*Tropaeolum azureum* Miers ex Colla	Soldadillo azul									x		x
Typhaceae	*Typha angustifolia* L.	Totora										x	
Valerianaceae	*Valeriana peltata* Clos	-								x			
Verbenaceae	Aloysia salviifolia (Hook. & Arn.) Moldenke	Salvia blanca											x
Verbenaceae	*Glandularia sulphurea* (D.Don) Schnack et Covas	Hierba del incordio					x		x	x	x		
Verbenaceae	*Phyla nodiflora* (L.) Greene	-										x	
Verbenaceae	*Verbena litoralis* Kunth	Verbena										x	
Violaceae	*Viola polypoda* Turcz.	Violeta					x			x	x		
Zygophyllaceae	Bulnesia chilensis Gay	Retama de cerro											x
Zygophyllaceae	Fagonia chilensis H. et A.	Hualputilla											

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

6.2.2 Listado de Flora presente en el Sitio Prioritario Sarco

En el Sitio prioritario Sarco se han identificado un total de 180 especies vasculares, pertenecientes a 55 familias.
Las especies que componen la unidad total del muestreo, diferenciadas por Clase, Familia, Nombre científico, Nombre Común, Tipo Biológico, Origen Fitogeográfico y Distribución en Chile se detallan en la Tabla 8.

Tabla 8. Listado florístico de especies presentes en el Sitio Prioritario Sarco.

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre común	Tipo biológico	Origen Fitogeográfico	Distribución en Chile
Magnoliopsida	Aizoaceae	Mesembryanthemum cristallinum L.	Hierba del rocío	Hierba anual	Introducido	TPCA a VALPO
Magnoliopsida	Aizoaceae	Tretagonia espinosae	Sin nombre común conocido	Hierba anual	Endémico	ANTOF, ATCMA,COQ
Magnoliopsida	Aizoaceae	Tetragonia macrocarpa	Sin nombre común conocido	Hierba anual	Endémico	ANTOF, ATCMA,COQ
Magnoliopsida	Aizoaceae	Tetragonia pedunculata	Aguanosa, Lechuga	Hierba anual	Endémico	ATCMA
Magnoliopsida	Alstroemeriaceae	Alstroemeria magnifica	Lirio morado	Hierba perenne	Endémico	ATCMA, COQ, VALPO, RM
Magnoliopsida	Alstroemeriaceae	Alstroemeria diluta	Lirio del campo	Hierba perenne	Endémico	ATCMA, COQ, VALPO
Magnoliopsida	Alstroemeriaceae	Alstroemeria philippii	Sin nombre común conocido	Hierba perenne	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Amaranthaceae	Chenopodium petiolare Kunth	Yuyo, kañawe, obleo, kantalo	Hierba perenne	Endémico	AyP,TPCA, ANTOF, ATCMA, COQ, VALPO, RM
Magnoliopsida	Amaranthaceae	Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants	Paico	Hierba perenne	Nativo	AyP a LAGOS
Magnoliopsida	Amaryllidaceae	Leucocoryne				
Magnoliopsida	Amaryllidaceae	Zephyranthes advena	Añañuca	Hierba perenne	Endémico	COQ a RM
Magnoliopsida	Amaryllidaceae	Zephyranthes phycelloides	Añañuca sp	Hierba perenne	Endémico	TPCA a COQ
Magnoliopsida	Anacardiaceae	Schinus polygamus (Cav.) Cabrera	Huingán	Arbusto	Nativo	ATCMA a LAGOS
Magnoliopsida	Apiaceae	Apium				
Magnoliopsida	Apiaceae	Asteriscium vidali	Anisillo	Hierba perenne	Endémico	ATCMA
Magnoliopsida	Apiaceae	Daucus montanus	Sin nombre comun concocido	Hierba anual	Introducido	Todo Chile

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre común	Tipo biológico	Origen Fitogeográfico	Distribución en Chile
Magnoliopsida	Apiaceae	Eryngium				
Magnoliopsida	Apocynaceae	Diplolepis viridis	Pahueldum	Arbusto	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Apocynaceae	Tweedia birostrata	Voquicillo, Sahumerio	Subarbusto trepador	Endémico	ANTOF, ATCMA,COQ, VALPO,RMLGBO,MAULE, NUBLE, BBIO
Liliopsida	Asparagaceae	Ozyroe biflora (Ruiz & Pav.) Speta	Cebolleta, Lagrima de la virgen	Hierba perenne	Nativo	AyP hasta COQ
Magnoliopsida	Asteraceae	Aldama revoluta	Botón de oro	Hierba o sub arbusto perenne	Nativo	AyP,TPCA, ATCMA, COQ, RM, LGBO, MAULE, NUBLE, BBIO
Magnoliopsida	Asteraceae	Baccharis linearis (Ruiz & Pav.)Pers	Romerillo, romero, romero de la tierra	Arbusto	Nativo	ATCMA, COQ, RM, LGBO, MAULE, NUBLE, BBIO,ARAUC, LAGOS
Magnoliopsida	Asteraceae	Baccharis paniculata	Chilca, Culpio	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ, VALPO, RM
Magnoliopsida	Asteraceae	Baccharis pingraea	Chilquilla, radin	Arbusto	Endémico	ANTOF hasta los RIOS
Magnoliopsida	Asteraceae	Bahia ambrosioides	Chamicilla, chamiza blanca	sub arbusto perenne	Endémico	TPCA, ANTOF, ATCMA, COQ, VALPO, RM,LBO, MAULE, NUBLE, BBIO,
Magnoliopsida	Asteraceae	Chaetanthera albiflora	Chinita	Hierba anual	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ, VALPO,
Magnoliopsida	Asteraceae	Chaetanthera glabrata	Chinita	Hierba anual	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ, VALPO, RM, LGBO
Magnoliopsida	Asteraceae	Chaetanthera	Chinita sp	Hierba anual	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ, VALPO, RM, LGBO
Magnoliopsida	Asteraceae	Chuquiraga ulicina (Hook.& Arn.) Hook. & Arn.	Yerba blanca	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ, VALPO

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre común	Tipo biológico	Origen Fitogeográfico	Distribución en Chile
Magnoliopsida	Asteraceae	Encelia canescens Lam.	Coronilla de fraile	Arbusto	Nativo	AyP, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Asteraceae	Gamochaeta oligantha	Hierba de la perdiz	Hierba anual	Nativo	COQ, RM, LGBO, MAULE
Magnoliopsida	Asteraceae	Haplopappus angustifolius	Bailahuén	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Asteraceae	Haplopappus rengifoanus	Cuerno	Arbusto	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Asteraceae	Helenium atacamense Cabrera	Manzanilla	Hierba anual	Endémico	TPCA, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Asteraceae	Hypochaeris scorzonerae	Escorzonera, cerrajilla, renca	Hierba perenne	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ, VALPO, RM,LGBO
Magnoliopsida	Asteraceae	Leucheria cerberoana	Blanquillo	Hierba anual	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ, VALPO, RM,LGBO
Magnoliopsida	Asteraceae	Ophryosporus triangularis Meyen	Rabo de zorro	Arbusto	Endémico	AyP,TPCA, ATCMA, COQ,
Magnoliopsida	Asteraceae	Plectocephalus bridgesii	Sin nombre común conocido	Sub arbusto	Endémico	ATCMA, COQ, VALPO
Magnoliopsida	Asteraceae	Plectocephalus floccosus	sin informacion	sin informacion	sin clasificacion	sin informacion
Magnoliopsida	Asteraceae	Pleocarphus revolutus D. Don	Cola de ratón	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ,
Magnoliopsida	Asteraceae	Polyachyrus poeppigii	Borlón de alforja	Sub arbusto	Endémico	ANTOF, ATCMA
Magnoliopsida	Asteraceae	Proustia cuneifolia	Pucana, tipia, palo de yegua	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ, RM, VALPO, MAULE
Magnoliopsida	Asteraceae	Pseudognaphalium gayanum	Té de burro	Hierba perenne	Endémico	ATCMA, COQ, VALPO,RM, LGBO, MAULE, NUBLE, BBIO,AYSEN, LAGOS, MAG
Magnoliopsida	Asteraceae	Senecio alcicornis	Sin nombre común conocido	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre común	Tipo biológico	Origen Fitogeográfico	Distribución en Chile
Magnoliopsida	Asteraceae	Senecio bahioides Hook. & Arn.	Senecio	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ, RM, VALPO
Magnoliopsida	Asteraceae	Senecio hakeaefolius	Sin nombre común conocido	Sub arbusto	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Asteraceae	Senecio				
Magnoliopsida	Asteraceae	Spinoliva ilicifolia	Huañil, olivillo	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ, VALPO,RM, LGBO
Magnoliopsida	Asteraceae	Tessaria absinthioides (Hook. & Arn.) DC.	Brea	Arbusto	Nativo	AyP,TPCA, ATCMA, COQ, RM, LGBO, MAULE, NUBLE, BBIO
Magnoliopsida	Bignoniaceae	Argylia radiata (L.) D.Don	Terciopelo	Hierba perenne	Nativo	AyP,TPCA, ATCMA, COQ, VALPO
Magnoliopsida	Boraginaceae	Cryptantha				
Magnoliopsida	Brassicaceae	Descurainia nuttallii	Sin nombre común conocido	Hierba anual	Nativo	ANTOF, ATCMA,COQ, VALPO,RM, LGBO,MAULE, LAGOS, MAG
Magnoliopsida	Brassicaceae	Lepidium angustissimum	Sin nombre común conocido	Hierba anual	Endémico	ATCMA,COQ
Magnoliopsida	Brassicaceae	Menonvillea flexuosa	Sin nombre común conocido	Hierba perenne	Endémico	TCMA,COQ, VALPO,RM,
Magnoliopsida	Brassicaceae	Menonvillea				
Liliopsida	Bromeliaceae	Puya alpestris	Chagual	Hierba perenne	Endémico	COQ, VALPO, RM, LGBO, MAULE, NUBLE, BBIO, ARAUC
Liliopsida	Bromeliaceae	Tillandsia landbeckii	Paja Blanca, Calachunca, clavel del aire	Hierba epífita perenne	Nativo	AyP, TPCA, ANTOF, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Cactaceae	Copiapoa coquimbana	Coquimbano	Suculento	Endémico	ATCMA, COQ

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre común	Tipo biológico	Origen Fitogeográfico	Distribución en Chile
		(Rûmpler)				
Magnoliopsida	Cactaceae	Copiapoa echinoides (Lem. ex Salm-Dyck) Britton & Rose	Duro	Suculento	Endémico de Atacama	ATCMA
Magnoliopsida	Cactaceae	Copiapoa fielderiana (K. Schum.)Backeb.	Sin nombre común conocido	Suculento	Endémico de Atacama	ATCMA
Magnoliopsida	Cactaceae	Cumulopuntia sphaerica C.F. Fôrst. (Opuntia berterii)	Gatito	Suculento	Nativo	AyP,TPCA, ATCMA, COQ, VALPO
Magnoliopsida	Cactaceae	Cylindropuntia tunicata	Oveja echada	Suculento	Nativo	AyP,TPCA, ANTOF, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Cactaceae	Echinopsis coquimbana	Quisco coquimbano	Suculento	Nativo	COQ
Magnoliopsida	Cactaceae	Eriosyce atroviridis	Quisco de Huanta	Suculento	Nativo	ATCMA
Magnoliopsida	Cactaceae	Eriosyce heinrichiana	Quisquito del Elqui	Suculento	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Cactaceae	Eriosyce napina (Ritter) Ferryman	Napín	Suculento	Endémico	ATCMA
Magnoliopsida	Cactaceae	Eriosyce villosa	Quisco peludo	Suculento	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Cactaceae	Eriosyce				
Magnoliopsida	Cactaceae	Eulychnia acida	Copao ácido	Suculento	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Cactaceae	Eulychnia breviflora Phil. (Eulychnia breviflora var. tenuis)	Copao	Suculento	Endémico	TPCA, ANTOF, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Cactaceae	Eulychnia chorosensis	Sin nombre común conocido	Suculento	sin clasificacion	sin informacion
Magnoliopsida	Cactaceae	Maihueniopsis domeykoana	Sin nombre común conocido	Suculento	sin clasificacion	sin informacion
Magnoliopsida	Cactaceae	Miqueliopuntia miquelii	Tunilla, Tuna de Miguel	Suculento	Endémico	ATCMA, COQ

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre común	Tipo biológico	Origen Fitogeográfico	Distribución en Chile
Magnoliopsida	Campanulaceae	Lobelia polyphylla	Tabaco del diablo - Tupa	Arbusto	Nativo	COQ, VALPO, RM
Magnoliopsida	Caprifoliaceae	Valeriana stricta	Valeriana	Sub arbusto	Nativo	ATCMA, COQ, VALPO, RM, LGBO, MAULE
Magnoliopsida	Caryophyllaceae	Cardionema ramosissima	Sin nombre común conocido	sin clasificacion	sin clasificacion	sin informacion
Magnoliopsida	Caryophyllaceae	Spergularia floribunda	Sin nombre común conocido	Hierba perenne	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Convolvulaceae	Cuscuta odorata	Cabello de ángel	Arbusto	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ , LGBO
Magnoliopsida	Convolvulaceae	Cuscuta purpurata	Cabello de ángel	Hierba parásita anual	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ , LGBO
Magnoliopsida	Cordiaceae	Cordia decandra Hook & Arn.	Carbonillo	Árbol	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Cucurbitaceae	Sicyos baderoa	Calabacillo, Tupac-llanco	Hierba trepadora anual	Nativo	AyP,TPCA, ANTOF, ATCMA, COQ,VALPO, RM
Liliopsida	Cyperaceae	Cyperus laevigatus	Sin nombre común conocido	Hierba perenne	Introducido	AyP,TPCA, ANTOF, ATCMA, COQ, MAULE
Liliopsida	Cyperaceae	Isolepis cernua	Sin nombre común conocido	Hierba anual	Nativo	AyP hasta MAG
Liliopsida	Dioscoreaceae	Dioscorea				
Gnetopsida	Ephedraceae	Ephedra chilensis	Pingo pingo	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ, VALPO, RM
Gnetopsida	Ephedraceae	Ephedra gracilis Phil. ex Stapf	Pingo pingo	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ, VALPO, RM
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	Chiropetalum canescens	Ventosilla	Sub arbusto	Endémico	ANTOF, ATCMA
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	Colliguaja odorifera Mol.	Colliguay	Arbusto	Endémico	TPCA, ATCMA, COQ, VALPO, RM, LGBO,

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre común	Tipo biológico	Origen Fitogeográfico	Distribución en Chile
						MAULE
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	Euphorbia thinophila	Lechera	Hierba perenne	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Fabaceae	Adesmia filifolia	Adesmia	Hierba anual	Nativo	ANTOF, ATCMA, COQ, VALPO, RM, LGBO
Magnoliopsida	Fabaceae	Adesmia laxa	Arvejilla	Hierba perenne	Endémico	COQ, VALPO, RM
Magnoliopsida	Fabaceae	Adesmia leptobothrys	Sin nombre común conocido	sin clasificacion	sin clasificacion	sin informacion
Magnoliopsida	Fabaceae	Adesmia parviflora	Adesmia sp	Hierba anual	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ, VALPO, RM LGBO, MAG
Magnoliopsida	Fabaceae	Adesmia pungens	Adesmia sp	Arbusto	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Fabaceae	Adesmia sessiliflora	Varilla	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Fabaceae	Adesmia		Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Fabaceae	Astragalus amatus	Sin nombre común conocido	Hierba perenne	Nativo	ATCMA, COQ, VALPO, RM, LGBA, MAULE, NUBLE, BBIO, ARAUC
Magnoliopsida	Fabaceae	Balsamocarpon brevifolium Clos	Algarrobilla	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Fabaceae	Caesalpinia angulata (Hook. & Arn.)Baill.	Retamilla	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Fabaceae	Calliandra chilensis	Espino rojo	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Fabaceae	Lupinus microcarpus	Altramuz, hierba del traro	Hierba anual	Nativo	TPCA, ANTOF, ATCMA,COQ, VALPO, RM, LGBO,MAULE,NUBLE,

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre común	Tipo biológico	Origen Fitogeográfico	Distribución en Chile
						BBIO, ARAUC, LAGOS,
Magnoliopsida	Fabaceae	Senna cumingii (Hook. & Arn.) H. S. Irwin & Barneby	Alcaparra	Arbusto	Endémico	TPCA, ATCMA, COQ,VALPO
Magnoliopsida	Francoaceae	Balbisia peduncularis (Lindl.) D.Don	Amancay	Arbusto	Endémico	TPCA, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Frankeniaceae	Frankenia chilensis C. Presl.	Hierba del salitre	Arbusto	Nativo	AyP,TPCA, ATCMA, COQ, RM
Magnoliopsida	Geraniaceae	Erodium cicutarium (L.)L'Hér. ex Aiton	Relojito	Hierba anual	Introducido	TODO CHILE CONTINENTAL
Magnoliopsida	Heliotropiaceae	Heliotropium sinuatum (Miers) I.M. Johnst.	Palo negro	Arbusto	Endémico	AyP,TPCA, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Heliotropiaceae	Heliotropium stenophyllum Hook. & Arn.	Palo negro	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ,VALPO
Liliopsida	Iridaceae	Olsynium junceum	Huilmo	Hierba perenne	Nativo	ATCMA,COQ, VALPO, RM, LGBO,MAULE,NUBLE, BBIO, ARAUC, LAGOS, MAG
Liliopsida	Iridaceae	Olsynium		Hierba perenne	Nativo	ATCMA,COQ, VALPO, RM, LGBO,MAULE,NUBLE, BBIO, ARAUC, LAGOS, MAG
Magnoliopsida	Krameriaceae	Krameria cistoidea Hook. & Arn.	Pacul	Arbusto	Endémico	TPCA, ATCMA, COQ, RM,VALPO

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre común	Tipo biológico	Origen Fitogeográfico	Distribución en Chile
Magnoliopsida	Lamiaceae	Stachys eremicola	Hierba santa	Hierba anual	Endémico	ANTOF, ATCMA,COQ
Magnoliopsida	Lamiaceae	Teucrium nudicaule Hook.	Sin nombre común conocido	Arbusto	Endémico	TPCA, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Linaceae	Linum		Hierba perenne	Endémico	ANTOF, ATCMA
Magnoliopsida	Loasaceae	Loasa elongata	Ortiga blanca	Hierba anual	Endémico	ANTOF, ATCMA,COQ
Magnoliopsida	Loasaceae	Loasa illapelina	Sin nombre común conocido	Hierba anual	Endémico	ATCMA,COQ
Magnoliopsida	Loranthaceae	Tristerix aphyllus (Miers ex DC.) Barlow & Wiens	Quintral del quisco	Parásita	Endémico	ATCMA, COQ, RM, LGBO
Magnoliopsida	Lythraceae	Pleurophora pungens D.Don	Lengua de gallina	Arbusto	Endémico	TPCA, ATCMA, COQ, RM, LGBO
Magnoliopsida	Malpighiaceae	Dinemagonum gayanum	Té de burro, pingo blanco	Arbusto	Endémico	ANTOF, ATCMA,COQ, VALPO
Magnoliopsida	Malvaceae	Cristaria cyanea	Maravilla negra	Hierba anual	Endémico	AyP,TPCA, ANTOF, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Malvaceae	Cristaria gracilis Gay	Malvilla	Hierba anual	Endémico	AyP,TPCA, ANTOF, ATCMA,COQ
Magnoliopsida	Malvaceae	Cristaria				
Magnoliopsida	Malvaceae	Malva nicaensis	Malva, Malva común	Hierba anual	Introducido	ANTOF, ATCMA,COQ, VALPO, RM, LGBO,MAULE,NUBLE, BBIO, ARAUC, LAGOS
Magnoliopsida	Malvaceae	Sphaeralcea obtusiloba	Malvavisca, malva del cerro	Sub arbusto	Endémico	ATCMA,COQ, VALPO, RM, LGBO,MAULE,NUBLE, BBIO, ARAUC
Magnoliopsida	Montiaceae	Cistanthe calycina	Sin nombre común	Hierba anual	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre común	Tipo biológico	Origen Fitogeográfico	Distribución en Chile
			conocido			
Magnoliopsida	Montiaceae	Cistanthe cephalophora	Pata de guanaco	Hierba anual	Endémico	TPCA, ANTOF, ATCMA,
Magnoliopsida	Montiaceae	Cistanthe coquimbensis	Sin nombre común conocido	Hierba anual	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Montiaceae	Cistanthe grandiflora	Doquilla, hierba del corrimiento	Hierba perenne	Endémico	ANTOF, ATCMA,COQ, VALPO, RM, LGBO,MAULE,NUBLE, BBIO, ARAUC
Magnoliopsida	Montiaceae	Cistanthe thyrsoidea	Sin nombre común conocido	Hierba anual	Endémico	AyP,TPCA, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Montiaceae	Cistanthe				
Magnoliopsida	Montiaceae	Montiopsis trifida	Sin nombre comun conocido	Hierba anual	Endémico	AyP,TPCA, ANTOF, ATCMA,COQ, VALPO, RM, LGBO
Magnoliopsida	Nyctaginaceae	Mirabilis elegans	Sin nombre comun conocido	Hierba perenne	Nativo	AyP,TPCA, ANTOF, ATCMA,COQ, VALPO, RM
Magnoliopsida	Nyctaginaceae	Mirabilis				
Magnoliopsida	Oxalidaceae	Oxalis gigantea Barnéoud	Churqui	Arbusto	Endémico	TPCA, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Oxalidaceae	Oxalis				
Magnoliopsida	Papaveraceae	Argemone hunnemannii Otto et Dietr.	Cardo santo	Hierba anual	Nativo	AyP,TPCA, ATCMA, COQ, RM, LGBO, MAULE, NUBLE,
Magnoliopsida	Phytolaccaceae	Anisomeria littoralis	Pircún	Arbusto	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ, RM, LGBO, MAULE
Magnoliopsida	Plantaginaceae	Bacopa monnieri	Sin nombre comun conocido	Hierba anual	Nativo	AyP,TPCA, ANTOF, ATCMA, COQ, VALPO
Magnoliopsida	Plantaginaceae	Plantago litorea	Llantén	Hierba anual	Endémico	AyP,TPCA, ANTOF, ATCMA, COQ, VALPO

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre común	Tipo biológico	Origen Fitogeográfico	Distribución en Chile
Magnoliopsida	Plantaginaceae	Veronica anagallis-aquatica	No me olvides	Hierba anual	Introducido	ANTOF, ATCMA,COQ, VALPO, RM, LGBO,MAULE,NUBLE, BBIO, ARAUC, RIOS, LAGOS, AYSEN
Magnoliopsida	Plumbaginaceae	Plumbago caerulea	Plumbago Chileno	Arbusto o sub arbusto	Nativo	ANTOF, ATCMA,COQ
Liliopsida	Poaceae	Avena barbata	Teatina	Hierba anual	Introducido	ANTOF, ATCMA,COQ, VALPO, RM, LGBO,MAULE,NUBLE, BBIO, ARAUC, RIOS, LAGOS,
Liliopsida	Poaceae	Bromus berteroanus	Sin nombre común conocido	Hierba anual	Nativo	AyP,TPCA, ANTOF, ATCMA,COQ, VALPO, RM, LGBO,MAULE,NUBLE, BBIO, ARAUC, RIOS, LAGOS, AYSEN
Liliopsida	Poaceae	Eragrostis pycnantha	Sin nombre común conocido	Hierba perenne	Endémico	ATCMA
Liliopsida	Poaceae	Jarava plumosula	Sin nombre común conocido	Hierba perenne	Nativo	ANTOF, ATCMA,COQ, VALPO, RM
Liliopsida	Poaceae	Jarava tortuosa	Paja	Hierba perenne	Endémico	ANTOF, ATCMA,COQ
Liliopsida	Poaceae	Nassella				
Liliopsida	Poaceae	Polypogon australis	Cola de ratón	Hierba perenne	Nativo	AyP,TPCA, ANTOF, ATCMA,COQ, VALPO, RM, LGBO,MAULE,NUBLE, BBIO, ARAUC, RIOS,

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre común	Tipo biológico	Origen Fitogeográfico	Distribución en Chile
						LAGOS, AYSEN
Liliopsida	Poaceae	Schismus barbatus	Mediterránea, pasto	Hierba anual	Introducido	ATCMA,COQ, VALPO, RM
Liliopsida	Poaceae	Stipa				
Magnoliopsida	Polygonaceae	Chorizanthe frankenioides	Sanguinaria	Sub arbusto	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Polygonaceae	Chorizanthe mieresii	Sanguinaria (nombre genérico)	Sub arbusto	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Polygonaceae	Muehlenbeckia hastulata (Sm.) Standl	Quilo	Arbusto	Nativo	AyP,TPCA, ATCMA, COQ, RM, LGBO, MAULE, NUBLE, BBIO,ARAUC, LAGOS
Polypodiopsida	Pteridaceae	Adiantum chilense	Palito negro, Culantrillo	Hierba perenne	Nativo	COQ hasta MAG
Polypodiopsida	Pteridaceae	Cheilanthes mollis (Kunze) C. Presl	Doradilla	Hierba perenne	Nativo	AyP,TPCA, ATCMA, COQ, RM, VALPO
Magnoliopsida	Rubiaceae	Cruckshanksia montiana	Rosita	Hierba perenne	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Rubiaceae	Cruckshanksia pumila	Sin nombre común conocido	Hierba anual o bienal	Endémico	ANTOF, ATCMA,COQ
Magnoliopsida	Sapindaceae	Bridgesia incisifolia Bertero ex Cambess.	Rumpiato	Arbusto	Endémico	ATCMA a RM
Magnoliopsida	Solanaceae	Lycium stenophyllum	Sin nombre común conocido	Arbusto	Nativo	TPCA, ANTOF, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Solanaceae	Nolana baccata	Suspiro	Hierba anual	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Solanaceae	Nolana coelestis	Suspiro (nombre común de la sp)	Sub arbusto	Endémico	ATCMA, COQ

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre común	Tipo biológico	Origen Fitogeográfico	Distribución en Chile
Magnoliopsida	Solanaceae	Nolana divaricata	Nolana	Sub arbusto	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Solanaceae	Nolana incana	Nolana, nombre común de la sp	Sub arbusto	Endémico	ANTOF, ATCMA
Magnoliopsida	Solanaceae	Nolana parviflora	Nolana, nombre común de la sp	Arbusto	Endémico	ANTOF, ATCMA
Magnoliopsida	Solanaceae	Nolana sedifolia Poepp.	Hierba de la lombriz	Arbusto	Endémico	AyP,TPCA, ATCMA, COQ, RM, VALPO
Magnoliopsida	Solanaceae	Nolana werdermannii	Sin nombre común conocido	Hierba perenne	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Solanaceae	Reyesia chilensis	Sin nombre común conocido	Hierba perenne	Endémico	AyP,TPCA, ANTOF, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Solanaceae	Schizanthus alpestris	Pajarito	Hierba anual	Endémico	ATCMA, COQ, VALPO, RM
Magnoliopsida	Solanaceae	Schizanthus candidus	Mariposa blanca, cacatúa	Hierba anual	Endémico	ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Solanaceae	Solanum paposanum	Sin nombre común reconocido	Hierba anual	Endémico	AyP, ATCMA, COQ
Magnoliopsida	Solanaceae	Solanum pinnatum	Tomatillo	Sub arbusto	Endémico	ANTOF, ATCMA,COQ, VALPO, RM, LGBO,MAULE
Magnoliopsida	Solanaceae	Solanum remyanum	Tomatillo Azul	Hierba perenne	Endémico	ANTOF, ATCMA,COQ
Magnoliopsida	Solanaceae	Solanum				
Liliopsida	Tecophilaeaceae	Conanthera urceolata	Sin nombre común conocido	Hierba perenne	Endémico	ATCMA
Liliopsida	Tecophilaeaceae	Zephyra elegans	Punar, Flor De La Viuda, Celestina	Hierba perenne	Endémico	TPCA, ANTOF, ATCMA, COQBO
Magnoliopsida	Verbenaceae	Aloysia salviifolia (Hook. & Arn.) Moldenke	Salvia blanca	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Clase	Familia	Nombre cientifico	Nombre común	Tipo biológico	Origen Fitogeográfico	Distribución en Chile
Magnoliopsida	Verbenaceae	Junellia				
Magnoliopsida	Verbenaceae	Lippia fragrans	Orégano	Arbusto	Endémico	ANTOF, ATCMA, COQBO
Magnoliopsida	Violaceae	Viola polypoda	Violetas Del Campo	Hierba anual	Endémico	TPCA, ANTOF, ATCMA
Magnoliopsida	Violaceae	Viola pusilla	Violeta	Hierba anual	Endémico	ATCMA, COQ, RM, LGBO, MAULE, NUBLE, BBIO
Magnoliopsida	Zygophyllaceae	Bulnesia chilensis	Retamo	Arbusto	Endémico	ATCMA, COQ

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

6.2.3. Composición florística y Riqueza florística

La flora vascular del Sitio Prioritario Sarco alcanza un total de 180 especies, de las cuales 160 fueron identificadas a nivel específico y 20 a nivel de género.
De las 180 especies de plantas vasculares registradas, 2 corresponden a la Clase Gnetopsida, 2 a la Clase Polypodiopsida, 19 a la Clase Liliopsida y 157 a la Clase Magnoliopsida. Todo esto representa el 8% de la flora a nivel nacional, tal como se observa en la Tabla 9.

Tabla 9. Resumen de la Flora Vascular presente en el Sitio Prioritario Sarco según Clase Taxonómica.

Clase	Nº especies Sitio Prioritario Sarco	Plantas vasculares en la flora de Chile (Marticorena, 2018)	Área total del Sitio Prioritario Sarco (%)	% del total de Chile Continental
Gnetopsida	2	6	1,1	33,3
Liliopsida	19	1234	10,6	1,5
Magnoliopsida	157	4054	87,2	3,9
Polypodiopsida	2	153	1,1	1,3
Total general	**180**	**5447**	**100,0**	**40,1**

De acuerdo a la Tabla 18, la categoría taxonómica con mayor relevancia en cuanto a diversidad corresponde a la Clase Magnoliopsida con el 87,2% del total de especies registradas, mientras que la Clase Liliopsida representa el 10,6% de la flora del área de estudio. La Clase Gnetopsida presenta un bajo porcentaje, 1,1% del total, mientras que la Clase Polypodiopsida registra el 1,1% de lasespecies del área de estudio.

Por otra parte, de las 55 familias registradas en el área de estudio (Tabla 17 Listado Florístico), las cinco familias que registran la mayordiversidad de especies corresponden a Asteraceae (29 especies), Cactaceae (16 especies), Solanaceae (15 especies), Fabaceae (13 especies) y Poaceae (9 especies). De éstas la que representa un mayor porcentaje en comparación al total de familias presentes en la Región de Atacama, es la familia Cactaceae, con 16 especies registradas en este estudio, de las 44 especies de la Región que pertenecen a esta familia (Tabla 10).

Tabla 10. Familias con mayor número de especies respecto al Sitio Prioritario Sarco y la Región de Atacama.

Familia	Nº especies Sitio Prioritario Sarco	Nº especies en Región de Atacama (Squeo et al. 2008)	% del total de Región de Atacama
Asteraceae	29	155	18,7
Cactaceae	16	44	36,4
Solanaceae	15	42	35,7
Fabaceae	13	57	22,8
Poaceae	9	60	15,0

-Origen Fitogeográficos

De las 180 especies identificadas de las cuales 160 fueron identificadas a nivel específico y 20 a nivel de género, se determinó que 113 especies son endémicas de Chile (69%), 36 especies son nativas (22%), 8 especies introducidas (5%), 2 especies son endémicas de la Región de Atacama (1%) (Figura 1).

La clase Magnoliopsida reúne 5 especies introducidas pertenecientes a las familias Aizoaceae, Apiaceae, Geraniaceae, Malvaceae y Plantaginaceae. Mientras que la clase Liliopsida reúne 3 especies introducidas, pertenecientes a las familias Cyperaceae y Poaceae.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

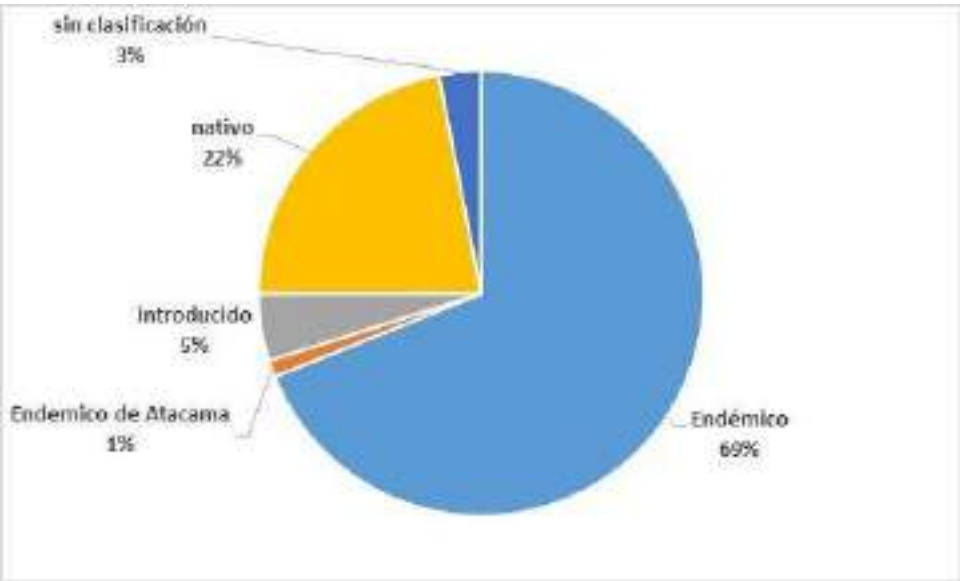


Figura 1. Origen fitogeográfico

Tipo biológico.

Según la distribución por forma de crecimiento o tipo biológico de la flora presente en el Sitio Prioritario Sarco (Figura 2), los Arbustos son los más comunes, representando el 38% del total de especies registradas, le sigue los tipos biológicos Hierba anual con 27%, Hierba perenne con un 24%, Suculenta con un 9% de las especies. Los tipos biológicos Árbol y Parásita son los menos representados, con un 1% del total de las especies, respectivamente.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

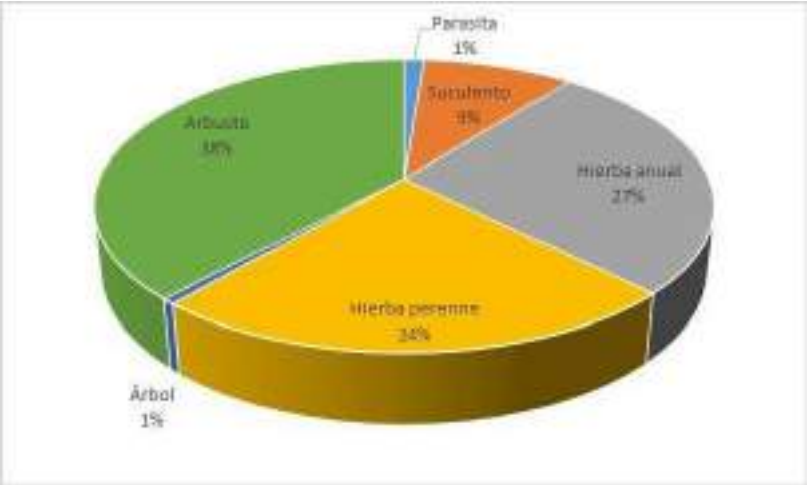


Figura 2. Tipo Bilogico

- **Distribución en Chile.**

La Figura 3 expone la distribución por región administrativa de Chile de la flora registrada en el Sitio Prioritario Sarco. De este análisis se obtiene que el 36,4% del total de las especies encontradas en el área de estudio tienen su distribución, o parte de ésta, entre las regiones de Atacama y Coquimbo.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

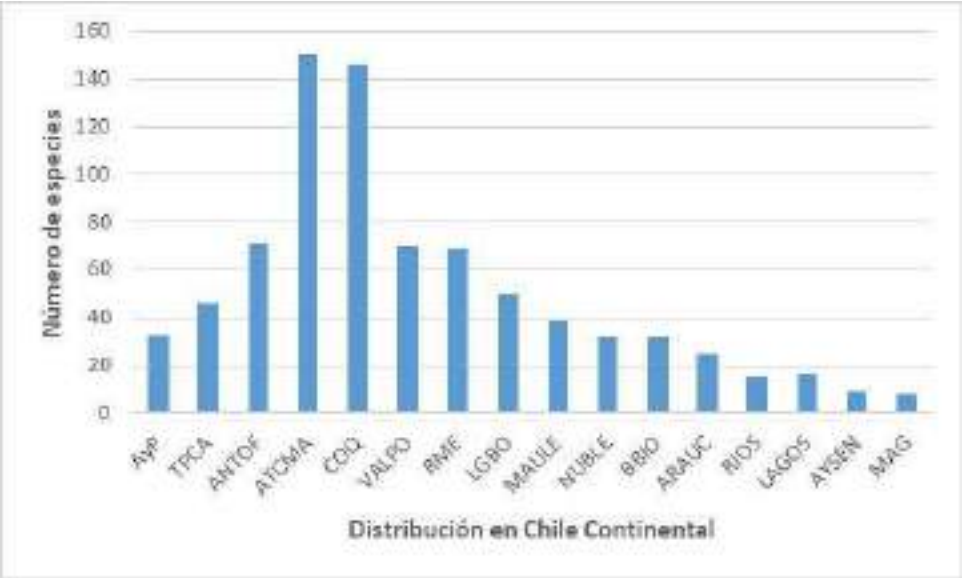


Figura 3. Distribución en Chile Continental

Cabe destacar que del análisis del Listado Florístico (Tabla 8) se desprende que en cuanto a la distribución en Chile de las especies registradas en el Sitio Prioritario Sarco, 8 especies presentan una distribución restringida a la región de Atacama (Tetragonia pedunculata, Asteriscium vidali, Copiapoa echinoides (Lem. ex Salm- Dyck) Britton & Rose, Copiapoa fielderiana (K. Schum.)Backeb, Eriosyce atroviridis, Eriosyce napina (Ritter) Ferryman, Eragrostis pycnantha, Conanthera urceolata), mientras que 1 especies se encuentran distribuidas solo en la región de Coquimbo (*Echinopsis coquimbana),* 28 especies se distribuyen en las regiónes de Atacama y Coquimbo (Alstroemeria philippii, Haplopappus angustifolius, Pleocarphus revolutus D. Don, Senecio alcicornis, Senecio hakeaefolius, Lepidium angustissimum, Copiapoa coquimbana (Rûmpler), Eriosyce heinrichiana, Eriosyce villosa, Eulychnia acida, Miqueliopuntia miquelii, Spergularia floribunda, Cordia decandra Hook & Arn, Adesmia sessiliflora, Adesmia, Balsamocarpon brevifolium Clos, Caesalpinia angulata (Hook. &Arn.)Baill, Calliandra chilensis, Loasa illapelina, Cistanthe coquimbensis, Chorizanthe frankenioides, Chorizanthe mieresii, Cruckshanksia montiana, Nolana coelestis, Nolana werdermannii, Schizanthus candidus, Aloysia salviifolia (Hook. & Arn.) Moldenke, Bulnesia chilensis. Además 2 especies se encuentran en todo chile (*Daucus montanus, Erodium cicutarium (L.)L'Hér. Ex Aiton*).

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcelas de muestreo

Se realizaron en total 54 parcelas de muestreo, cuya ubicación geográfica se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11. Ubicación geográfica de parcelas de muestreo.

N°	Formación vegetacional	Parcela	ESTE	NORTE
1	Estepa arbustiva de Balbisia peduncularis y Cristaria cyanea	44	273082	6806433
2	Estepa arbustiva de Balbisia peduncularis y Tillandsia landbeckii	40	269687	6805603
3	Estepa arbustiva de Encelia canescens y Miqueliopuntia miquelii	49	273174	6808400
4	Estepa arbustiva de Eulychnia acida y Miqueliopuntia miquelii	31	271145	6806705
5	Estepa arbustiva de Miquelopuntia miquelii y Heliotropium stenophyllum	14	268677	6811581
6	Herbazal arbustivo de Ephedra sp y Aristolochia chilensis	35	270546	6805067
7	Herbazal de Caesalpinia angulata y Encelia canescens	34	271701	6803929
		37	270981	6805895
8	Herbazal de Encelia canescens y Balbisia penduncularis	15	268457	6812855
		45	272717	6806656
9	Herbazal de Encelia canescens y Calliandra chilensis	52	268894	6806317
10	Herbazal de Encelia canescens y Eulychnia acida	38	269146	6807795
11	Herbazal de Encelia canescens y Ophryosporus triangularis	29	273679	6804752
12	Herbazal de Encelia canescens y Quinchamalium chilensis	5	267682	6808471
13	Herbazal de Frankenia chilensis y Balsamocarpon brevifolium	10	267626	6810963
14	Herbazal de Frankenia chilensis y Chenopodium petiolares	54	269076	6804822
15	Herbazal de Frankenia chilensis y Copiapoa coquimbana	9	266704	6810432
16	Herbazal de Nolana coelestis y Balbisia peduncularis	46	271860	6808757
17	Matorral arborescente de Balbisia peduncularis y Bridgesia incisifolia	32	271336	6805027
		33	270816	6804444
18	Matorral arborescente de Balsamocarpon brevifolium y Miquelopuntia miquelii	18	274084	6807966
19	Matorral arborescente de Bridgesia incisifolia y Balbisia peduncularis	30	273522	6804861
20	Matorral arborescente de Schinus polygamus y Bahia ambrosioides	21	272209	6807860
21	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Bahia ambrosioides	20	271195	6807862
		48	272887	6808891
22	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Caesalpinia angulata	6	267543	6807780
		25	268923	6808987
23	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Encelia canescens	22	270290	6808078

N°	Formación vegetacional	Parcela	ESTE	NORTE
24	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Ephedra gracilis	26	269289	6808085
25	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Eulychnia breviflora	16	268085	6810865
26	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum	4	267262	6807696
		19	271149	6808324
		24	269381	6809982
		35	270546	6805067
		47	272287	6809255
		53	269298	6805548
27	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum con presencia de cactaceas	8	267055	6808658
28	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Lobelia polyphylla	17	268783	6810349
29	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Lycium stenophyllum	42	274087	6806139
30	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Ophryosporus triangularis	12	269930	6812967
31	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Oxalis gigantea	27	271936	6806797
32	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Proustia cuneifolia	28	272576	6805747
		43	273687	6805737
33	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Spinoliva ilicifolia	41	274051	6807422
34	Matorral arbustivo de Caesalpinia angulata y Oxalis gigantea	1	267831	6806891
		39	269427	6806873
35	Matorral arbustivo de Caesalpinia angulata y Aloysia salvifolia	51	268736	6807298
36	Matorral arbustivo de Calliandra chilensis y Bromus berteroanus	2	268064	6806612
		7	267393	6806672
37	Matorral arbustivo de Calliandra chilensis y Caesalpinia angulata	3	267169	6807430
38	Matorral arbustivo de Heliotropium stenophyllum y Encelia canescens	13	269816	6810967
39	Matorral arbustivo de Heliotropium stenophyllum y Miqueliopuntia miquelii	11	268392	6810989
40	Matorral arbustivo de Proustia cuneifolia y Balbisia peduncularis	36	270851	6805013
41	Matorral arbustivo de Tessaria absinthioides y Baccharis linearis	50	271256	6807084
42	Matorral bajo de Cistanthe coquimbenis y Encelia canescens	15	268457	6812855
43	Matorral bajo de Erodium cicutarium y Tetragonia macrocarpa	23	270591	6809047

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Además con la información registrada en cada parcela se estimó la abundancia a través de la cobertura. La abundancia de cada especie registrada fue caracterizada con un valor de la escala de cubrimiento-abundancia de Braun-Blanquet (1979). Así mismo se estimó la densidad (N/ha) de las especies por formación vegetacional (Tabla 12).

Tabla 12. Abundancia según Braun Blanquet (1979) y Densidad (Nº individuos/ha) de Especies registradas en Parcelas de muestreo.

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
44	1	Estepa arbustiva de Balbisia peduncularis y Cristaria cyanea	Nolana werdermannii	8	11	50	547
			Colliguaja odorifera	8	8	85	398
			Cristaria cyanea	18	67	35	3334
			Balbisia peduncularis	30	120	50	5971
			Jarava tortuosa	+	3	35	149
			Eulychnia breviflora	3	2	150	100
			Oxalis gigantea	6	8	80	398
			Adesmia pungens	10	10	65	498
			Senecio bahioides	+	7	40	348
			Chaetanthera albiflora	2	15	5	746
			Dioscorea	+	5	60	249
			Leucocoryne	3	20	30	995
			Cistanthe thyrsoidea	+	15	10	746
			Stachys eremicola	3	5	35	249
			Miqueliopuntia miquelii	4	1	45	50
			Heliotropium stenophyllum	3	2	94	100
			Chenopodium petiolare	2	1	35	50

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Polyachyrus poeppigii	8	6	86	299
			Ephedra gracilis	6	3	40	149
			Krameria cistoidea	5	1	10	50
			Bromus berturoanus	7	40	10	1990
			Solanum remyanum	r	1	45	50
			Ophryosporus triangularis	4	1	50	50
			Adiantum chilense	+	1	15	50
			Tristerix aphyllus	2	240	5	11943
			Olsynium	r	1	25	50
			Haplopappus angustifolius	4	1	45	50
40	2	Estepa arbustiva de Balbisia peduncularis y Tillandsia landbeckii	Eulychnia acida	5	2	250	100
			Balbisia peduncularis	60	1000	70	49761
			Tillandsia landbeckii	40	60	25	2986
			Heliotropium	10	16	110	796
			Ophryosporus triangularis	2	2	70	100
			Tricheserus deserticola	20	1	90	50
			Bridgesiaa incifolia	15	13	50	647
			Proustia cuneifolia	3	1	80	50
			Stipa	5	6	90	299
			Aristolochia chilensis	2	2	10	100

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Adesmia	+	1	50	50
49	3	Estepa arbustiva de Encelia canescens y Miqueliopuntia miquelii	Encelia canescens	30	54	80	2687
			Cumulopuntia sphaerica	8	12	15	597
			Miqueliopuntia miquelii	13	31	10	1543
			Heliotropium sinuatum	10	8	75	398
			Cristaria cyanea	8	13	120	647
			Descurainia nuttallii	2	12	10	597
			Helenium atacamense	10	125	5	6220
			Bromus berturoanus	10	95	10	4727
			Plantago litorea	30	215	5	10699
			Cordia decandra	10	165	5	8211
			Chaetanthera albiflora	15	4	130	199
			Schismus barbatus	3	18	5	896
			Malva nicaensis	15	37	250	1841
			Pleocarphus revolutus	+	6	10	299
			Senna cumingii	15	47	40	2339
			Spinoliva ilicifolia	10	5	80	249
			Eulychnia acida	8	1	150	50
			Lycium stenophyllum	3	2	70	100
			Schinus polygamus	4	4	100	199
			Anisomeria litoralis	4	3	30	149
			Tristerix aphyllus	4	1	180	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Nolana werdermannii	1	40	10	1990
			Spinoliva ilicifolia	3	2	100	100
31	4	Estepa arbustiva de Eulychnia acida y Miqueliopuntia miquelii	Eulychnia acida	20	10	220	498
			Miqueliopuntia miquelii	15	13	50	647
			Balsamocarpon brevifolium	10	5	100	249
			Caesalpinia angulata	10	4	40	199
			Heliotropium	10	9	90	448
			Balbisia peduncularis	5	13	70	647
			Copiapoa coquimbana	3	5	30	249
			Oxalis gigantea	2	2	60	100
			Aloysia salviifolia	1	2	75	100
			Encelia canescens	+	1	54	50
14	5	Estepa arbustiva de Miquelopuntia miquelii y Heliotropium stenophyllum	Heliotropium stenophyllum	40	59	52	2936
			Miqueliopuntia miquelii	60	41	62	2040
			Eulichnia breviflora	4	1	110	50
			Balbisia peduncularis	15	18	51	896
			Erodium cicutarium	80	1000	5	49761
			Bromus berturoanus	70	1000	10	49761
			Cristaria	5	2	25	100
			Copiapoa coquimbana	r	1	12	50
35	6	Herbazal arbustivo de Ephedra sp y Aristolochia	Eulychnia acida	5	4	110	199

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
		chilensis	Oxalis gigantea	6	14	100	697
			Balbisia peduncularis	10	35	60	1742
			Haplopappus angustifolius	8	7	95	348
			Lobelia polyphylla	2	1	120	50
			tillandsia landbeckii	3	9	25	448
			Stipa	10	17	60	846
			Ephedra gracilis	25	12	20	597
			Aristolochia chilensis	20	7	15	348
			tricheserus deserticola	15	2	100	100
			Chorizanthe	5	6	15	299
			Argylia radiata	2	2	35	100
			Casalpinia Angulata	10	2	40	100
			Miqueliopuntia miquelii	15	1	96	50
			nolana	5	1	110	50
			Senecio bahioides	4	3	45	149
			Malva nicaensis	+	3	40	149
34	7	Herbazal de Caesalpinia angulata y Encelia canescens	Eulychnia acida	2	1	100	50
			Balbisia peduncularis	3	10	70	498
			Heliotropium	15	14	120	697
			Encelia canescens	8	62	50	3085
			Caesalpinia angulata	15	11	40	547

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Proustia cuneifolia	2	1	120	50
			Ophryosporus triangularis	5	2	60	100
			Bridgesiaa incifolia	+	2	80	100
			Argylia radiata	2	5	50	249
			Puya alpestris	4	18	20	896
			Senecio bahioides	+	2	50	100
			stipa	1	1	80	50
			Oxalis gigantea	1	1	70	50
			Heliotropium	15	11	80	547
			Frankenia chilensis	10	10	30	498
			Encelia canescens	5	11	65	547
			nolana	5	20	70	995
			Casalpinia Angulata	10	6	20	299
			Stipa	+	3	45	149
			Senna cumingii	3	1	110	50
			Eulychnia acida	5	3	130	149
			Oxalis gigantea	4	2	90	100
			Copiapoa coquimbana	3	3	25	149
45	8	Herbazal de Encelia canescens y Balbisia penduncularis	Balbisia peduncularis	20	20	65	995
			Leucocoryne	7	16	20	796
			Encelia canescens	35	51	40	2538

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Argylia radiata	5	17	30	846
			Caesalpinia angulata	15	8	50	398
			tillandsia landbeckii	2	1	40	50
			Cheilanthes mollis	1	4	15	199
			Stipa	7	14	30	697
			Cristaria cyanea	10	39	50	1941
			Miqueliopuntia miquelii	18	9	65	448
			Heliotropium stenophyllum	8	2	110	100
			Cistanthe thyrsoidea	+	1	35	50
			Cordia decandra	15	13	130	647
			Spinoliva ilicifolia	6	4	35	199
			Aloysia salviifolia	7	8	110	398
			Eulychnia acida	7	4	180	199
			Copiapoa coquimbana	r	1	5	50
			Bridgesiaa incifolia	3	2	35	100
15	8	Herbazal de Encelia canescens y Balbisia penduncularis	Encelia canescens	40	89	54	4429
			Chorizanthe frankenioides	10	91	10	4528
			Cistanthe thyrsoidea	30	42	32	2090
			Cistanthe coquimbensis	80	210	12	10450
			Chaetanthera	8	166	3	8260
			Cristaria	+	11	5	547

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Nolana parviflora	+	2	7	100
			Heliotropium stenophyllum	8	2	54	100
			Cuscuta purpurata	8	48	22	2389
			Helenium atacamense	+	2	9	100
			Cumulopuntia sphaerica	+	1	5	50
			Fagonia chilensis	+	8	6	398
			Argylia radiata	+	2	44	100
			Oxalis gigantea	2	1	42	50
			Mesembryanthemum crystallinum	3	34	15	1692
			Quinchamalium chilense	r	1	9	50
			Fagonia chilensis	r	4	21	199
			Nolana divaricata	+	1	25	50
			Tetragonia maritima	r	1	26	50
52	9	Herbazal de Encelia canescens y Calliandra chilensis	Calliandra chilensis	10	21	40	1045
			Heliotropium stenophyllum	8	56	15	2787
			Eulychnia acida	1	1	110	50
			Encelia canescens	40	150	40	7464
			Copiapoa coquimbana	2	2	15	100
			Balbisia peduncularis	4	17	50	846
			Reyesia chilensis	r	1	10	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Stipa	4	19	5	945
			Oxalis gigantea	8	6	80	299
			Cumulopuntia sphaerica	3	11	10	547
			Echinopsis coquimbana	5	1	70	50
			Miqueliopuntia miquelii	8	7	60	348
			Calliandra chilensis	3	3	10	149
			Nolana sedifolia	1	1	10	50
			Sphaeralcea obtusiloba	+	2	5	100
			Cristaria cyanea	+	4	15	199
			Bridgesiaa incifolia	2	1	30	50
38	10	Herbazal de Encelia canescens y Eulychnia acida	Heliotropium	30	22	70	1095
			Encelia canescens	20	20	50	995
			Cumulopuntia sphaerica	10	5	10	249
			Eulychnia acida	15	5	210	249
			Copiapoa coquimbana	10	3	25	149
			Cordia decandra	5	1	20	50
			Senna cumingii	2	1	110	50
29	11	Herbazal de Encelia canescens y Ophryosporus triangularis	Encelia canescens	25	68	60	3384
			Ophryosporus triangularis	15	17	120	846
			Proustia cuneifolia	3	2	200	100
			Bridgesiaa incifolia	8	16	80	796

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Senecio	+	3	40	149
			Malva nicaensis	2	14	40	697
			Sphaeralcea obtusiloba	+	1	40	50
			Oziroe biflora	+	14	30	697
			avenilla	30	300	15	14928
			heliotropium	5	5	130	249
			Balbisia peduncularis	2	3	100	149
			manzanilla	3	14	15	697
5	12	Herbazal de Encelia canescens y Quinchamalium chilensis	Caesalpinia angulata	7	8	75	398
			Encelia canescens	70	302	77	15028
			Cristaria	51	55	30	2737
			Leucocoryne	r	2	25	100
			Balbisia peduncularis	10	10	20	498
			Chenopodium petiolare	15	37	122	1841
			Diplolepis boerhaviifolia	r	2	20	100
			Lippia fragrans	r	4	63	199
			Heliotropium stenophyllum	5	7	67	348
			Krameria cistoidea	r	2	10	100
			Fagonia chilensis	r	6	6	299
			Quinchamalium chilense	24	125	14	6220
			Cristaria	4	15	26	746

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Montiopsis trifida	r	1	10	50
			Oxalis micrantha	r	4	5	199
			Oxalis gigantea	5	3	110	149
			Loasa elongata	r	1	50	50
			Cuscuta purpurata	r	1	10	50
			Bromus berturoanus	r	40	10	1990
			Schizanthus alpestris	r	2	39	100
			Argylia radiata	+	1	63	50
			Plantago litorea	3	23	10	1145
			Senecio	r	1	23	50
			Descurainia stricta	r	1	14	50
10	13	Herbazal de Frankenia chilensis y Balsamocarpon brevifolium	Heliotropium stenophyllum	15	25	83	1244
			Copiapoa coquimbana	10	45	22	2239
			Frankenia	60	45	12	2239
			Erodium	80	10	3	498
			Balsamocarpon brevifolium	30	9	93	448
			Cristaria	7	36	31	1791
			Krameria cistoidea	5	3	23	149
			Bromus berturoanus	20	180	1|1	8957
			Balbisia peduncularis	8	13	42	647
			Caesalpinia angulata	3	6	30	299

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Helenium atacamense	+	3	2	149
			Miqueliopuntia miquelii	8	4	62	199
			Oxalis gigantea	+	1	77	50
			Nolana incana	r	1	28	50
			Cumulopuntia sphaerica	+	4	4	199
54	14	Herbazal de Frankenia chilensis y Chenopodium petiolares	Frankenia chilensis	20	156	10	7763
			Bahia ambrosioides	+	5	5	249
			Adesmia pungens	3	3	25	149
			Senecio bahioides	4	24	5	1194
			Spergularia floribunda	4	97	10	4827
			Plantago litorea	7	235	5	11694
			Chenopodium petiolare	10	130	10	6469
			Heliotropium stenophyllum	1	1	45	50
			Haplopappus rengifoanus	2	2	35	100
			Nolana sedifolia	4	2	50	100
			Chorizanthe mieresii	4	121	6	6021
			Echinopsis coquimbana	4	1	45	50
			Nolana werdermannii	7	2	55	100
			Zephyranthes advena	2	2	10	100
			Nolana divaricata	3	2	35	100
			Chiropetalum canescens	2	1	3	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Lobelia polyphylla	3	4	55	199
			Oxalis gigantea	5	2	55	100
9	15	Herbazal de Frankenia chilensis y Copiapoa coquimbana	Heliotropium stenophyllum	10	79	56	3931
			Balbisia peduncularis	5	5	36	249
			Eriosyce napina	r	2	2	100
			Eriosyce	2	33	2	1642
			Frankenia chilensis	30	47	8	2339
			Helenium atacamense	+	8	7	398
			Dioscorea humifusa	r	1	4	50
			Copiapoa coquimbana	15	66	15	3284
			Bromus berturoanus	15	200	4	9952
			Jarava tortuosa	+	11	20	547
			Tetragonia pedunculata	r	1	15	50
			Cryptantha	r	6	15	299
			Cristaria	r	3	3	149
			Spergularia floribunda	+	1	17	50
46	16	Herbazal de Nolana coelestis y Balbisia peduncularis	Nolana coelestis	20	45	60	2239
			Heliotropium	15	14	110	697
			Balbisia peduncularis	20	86	55	4279
			Bromus berturoanus	4	40	15	1990
			Helenium atacamense	18	37	5	1841

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Spergularia floribunda	1	14	15	697
			Adesmia pungens	r	1	5	50
			Dioscorea	+	6	5	299
			Cryptantha	1	14	15	697
			Chaetanthera albiflora	2	16	5	796
			Sphaeralcea obtusiloba	2	4	10	199
			Caesalpinia angulata	7	4	15	199
			Eulychnia acida	6	8	150	398
			Nassella	+	2	40	100
			Plantago litorea	5	1	15	50
			Bromus berturoanus		28		1393
			Senecio bahioides	+	3	5	149
			Plectocephalus bridgesii	+	1	50	50
			Oxalis gigantea	6	3	65	149
			Ephedra gracilis	5	2	35	100
			Erodium cicutarium	3	45	5	2239
			Encelia canescens	6	1	35	50
			Oziroe biflora	+	1	45	50
			Chaetanthera albiflora	+	2	26	100
32	17	Matorral arborescente de Balbisia peduncularis y Bridgesia incisifolia	Balbisia peduncularis	30	52	150	2588
			Proustia cuneifolia	5	4	140	199
			Bridgesiaa incifolia	20	40	88	1990

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Jarava tortuosa	5	9	90	448
			Atriplex	8	9	876	448
			Oxalis gigantea	8	13	130	647
			Caesalpinia angulata	+	1	50	50
			Senna cumingii	5	3	80	149
			Heliotropium	2	2	40	100
			Nolana	10	3	60	149
			Ophryosporus triangularis	+	1	50	50
			Ephedra gracilis	+	1	70	50
			Encelia canescens	5	8	74	398
			Oxalis gigantea	15	5	140	249
			Balbisia peduncularis	70	1000	100	49761
			Bridgesiaa incifolia	70	800	100	39809
			Lobelia polyphylla	3	1	180	50
			Jarava tortuosa	3	3	90	149
			oreja de zorro	5	4	40	199
			Nolana	3	1	80	50
			Ophryosporus triangularis	5	2	140	100
18	18	Matorral arborescente de Balsamocarpon brevifolium y Miquelopuntia miquelii	Balbisia peduncularis	10	28	55	1393
			Bulnecia chilensis	10	6	125	299
			Balsamocarpon	20	10	110	498

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			brevifolium				
			Miqueliopuntia miquelii	15	7	150	348
			Eulychnia breviflora	15	6	179	299
			Nolana	25	36	80	1791
			Cristaria	4	31	9	1543
			Bromus berturoanus	60	480	12	23885
			Oziroe biflora	2	28	17	1393
			Lepidium angustissimum	+	46	13	2289
			Encelia canescens	7	5	58	249
			Heliotropium stenophyllum	+	2	114	100
			Aloysia salviifolia	2	4	61	199
			Lycium	8	3	161	149
			Cordia decandra	8	3	150	149
			Miqueliopuntia miquelii				0
			Lippia fragrans	+	1	110	50
			Ephedra gracilis	7	2	105	100
			Plantago litorea	13	20	7	995
			Schismus barbatus	1	30	4	1493
			Caesalpinia angulata	3	4	31	199
			Calliandra chilensis	4	4	48	199
			Adesmia filifolia	+	1	35	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Cryptantha	+	3	10	149
			Erodium cicutarium	6	18	4	896
			Diplolepis viridis	r	1	7	50
			Menonvillea litoralis	+	2	6	100
			Spergularia floribunda	+	20	5	995
30	19	Matorral arborescente de Bridgesia incisifolia y Balbisia peduncularis	Proustia cuneifolia	4	10	90	498
			Balbisia peduncularis	8	18	100	896
			Oxalis gigantea	8	7	110	348
			Jarava tortuosa	8	15	70	746
			Lobelia polyphylla	1	1	110	50
			Bridgesiaa incifolia	10	26	80	1294
			Malva nicaensis	8	16	50	796
			Ophryosporus triangularis	+	1	100	50
			Encelia canescens	2	6	80	299
			Bromus berturoanus	+	4	90	199
			adesmia	2	1	100	50
21	20	Matorral arborescente de Schinus polygamus y Bahia ambrosioides	Bahia ambrosioides	30	120	77	5971
			Cumulopuntia sphaerica	2	10	22	498
			Lycium	+	3	84	149
			Senna cumingii	10	8	144	398
			Jarava tortuosa	4	6	33	299

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Ephedra gracilis	7	6	45	299
			Bridgesiaa incifolia	r	1	52	50
			Helenium atacamense	+	20	10	995
			Bromus berturoanus	40	850	7	42297
			Chaetanthera	r	10	5	498
			Cryptantha	+	15	8	746
			Heliotropium stenophyllum	15	2	120	100
			Haplopappus	4	2	54	100
			Pleocarphus revolutus	5	5	134	249
			Schinus polygamus	60	6	140	299
			Ophryosporus triangularis	15	6	110	299
			Encelia canescens	6	38	48	1891
			Jarava tortuosa	4	8	31	398
			Eriosyce	+	1	11	50
			Adiantum chilense	+	6	28	299
			Aristolochia	+	1	10	50
			Schismus barbatus	6	50	4	2488
			Nolana werdermannii	r	1	31	50
			Eulychnia breviflora	+	2	110	100
			Miqueliopuntia miquelii	r	1	138	50
			Chaetanthera glabrata	+	23	18	1145

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Cistanthe	+	4	35	199
			Ephedra gracilis	3	1	120	50
20	21	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Bahia ambrosioides	Bahia ambrosioides	10	6	110	299
			Haplopappus	5	16	61	796
			Balbisia peduncularis	70	117	70	5822
			Lycium	2	3	92	149
			Chenopodium petiolare	3	11	34	547
			Polyachyrus poeppigii	6	27	56	1344
			Cristaria	15	66	54	3284
			stipa	8	28	54	1393
			Alstromeria magnifica	3	29	17	1443
			Quinchamalium chilense	+	3	30	149
			Senecio bahioides	r	1	7	50
			Eragrostis pycnantha	+	2	24	100
			Leucheria cerberoana	+	2	12	100
			Chaetanthera albiflora	r	6	7	299
			Nolana werdermannii	5	4	21	199
			Adesmia pungens	+	5	75	249
			Lobelia polyphylla	+	2	8	100
			Ophryosporus triangularis	r	5	5	249
			Bromus berturoanus	20	100	14	4976

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Nassella pungens	5	9	33	448
			Olsynium junceum	r	1	19	50
			Ephedra gracilis	3	13	24	647
			Plectocephalus	4	15	14	746
			Adesmia	r	2	31	100
			Senecio bahioides	+	9	41	448
			Eulychnia breviflora	1	1	30	50
			Adiantum chilense	+	5	21	249
			Oxalis gigantea	+	3	11	149
			Balbisia peduncularis	60	60	50	2986
			Heliotropium	10	8	110	398
			Oxalis gigantea	7	7	65	348
			Caesalpinia angulata	5	12	15	597
			Ephedra gracilis	4	4	40	199
			Zephyra elegans	2	13	10	647
			Bromus berturoanus	10	10	15	498
			Chaetanthera albiflora	4	18	10	896
			Eulychnia acida	7	4	110	199
			Cryptantha	+	4	5	199
			Krameria cistoidea	3	2	10	100
			Lepidium angustissimum	6	33	10	1642
			Senecio bahioides	3	9	15	448

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Plectocephalus bridgesii	6	3	75	149
			Copiapoa fiedleriana	+	5	10	249
			Nolana coelestis	4	4	30	199
			Chaetanthera albiflora	3	2	5	100
			Bahia ambrosioides	15	3	10	149
			Poaceae	+	1	10	50
6	22	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Caesalpinia angulata	Balbisia peduncularis	70	90	97	4479
			Nolana werdermannii	3	2	40	100
			Caesalpinia angulata	15	9	72	448
			Senecio bahioides	+	3	20	149
			Pasithea caerulea	20	68	60	3384
			Lobelia polyphylla	7	4	70	199
			Ophryosporus triangularis	10	2	54	100
			Bromus berturoanus	8	24	13	1194
			Lupinus microcarpus	8	68	10	3384
			Camissonia dentata	+	13	0,1	647
			Helenium atacamense	r	2	15	100
			Glandularia sulphurea	r	1	70	50
			Ephedra breana	r	1	70	50
			Chuquiraga ulicina	r	1	52	50
			Oxalis gigantea	6	5	160	249

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Ephedra gracilis	r	2	70	100
			Cristaria	+	12	22	597
			Chorizanthe	+	1	6	50
			Spergularia floribunda	+	15	10	746
			Chaetanthera glabrata	+	7	7	348
			Stipa	+	6	32	299
			Valeriana stricta	+	4	42	199
			Heliotropium stenophyllum	r	1	73	50
25	22	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Caesalpinia angulata	Chuquiraga ulicina	8	31	25	1543
			Quinchamalium chilense	60	100000	13	4976115
			Chaetanthera glabrata	20	125	3	6220
			Lupinus microcarpus	50	100000	5	4976115
			Senecio	10	39	29	1941
			Zephyranthes advena	10	28	10	1393
			Encelia canescens	10	72	20	3583
			Chorizanthe mieresii	6	11	9	547
			Balbisia peduncularis	60	67	50	3334
			Caesalpinia angulata	40	41	43	2040
			Cuscuta purpurata	4	50	43	2488
			Lippia fragrans	+	2	62	100
			Haplopappus	2	7	61	348

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Krameria cistoidea	4	3	28	149
			Diplolepis boerhaviifolia	r	1	61	50
			Argylia radiata	1	11	46	547
			Cristaria	+	4	17	199
			Cumulopuntia sphaerica	+	4	9	199
			Erodium cicutarium	+	10	4	498
			Dinemagonum gayanum	r	2	6	100
22	23	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Encelia canescens	Nolana werdermannii	6	5	65	249
			Ophryosporus triangularis	10	9	79	448
			Cristaria	15	108	53	5374
			Chaetanthera glabrata	+	3	63	149
			Balbisia peduncularis	60	49	94	2438
			Encelia canescens	30	140	81	6967
			Helenium atacamense	3	52	9	2588
			Quinchamalium chilense	6	45	29	2239
			Plantago litorea	60	610	14	30354
			Spinoliva ilicifolia	3	1	151	50
			Argylia radiata	+	3	10	149
			Senecio	+	9	34	448
			stipa	r	10	21	498
			Camissonia dentata	+	7	18	348

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Gamochaeta oligantha	r	1	3	50
			Chaetanthera albiflora	r	1	6	50
			Bahia ambrosioides	+	2	92	100
			Senna cumingii	10	27	120	1344
			Cuscuta purpurata	1	30	41	1493
			Ephedra gracilis	4	1	110	50
			Oziroe biflora	3	12	49	597
			Bromus berturoanus	20	80	11	3981
			Adesmia filifolia	r	1	12	50
			Chaetanthera glabrata	r	1	3	50
			Cistanthe thyrsoidea	r	1	14	50
			Pasithea caerulea	10	8	46	398
			Senecio bahioides	r	5	17	249
			Bridgesiaa incifolia	10	8	53	398
			Haplopappus	+	1	55	50
			Nassella pungens	+	5	22	249
			Lycium	7	6	93	299
			Lobelia polyphylla	+	1	130	50
			Adesmia pungens	2	3	56	149
			Viola pusilla	+	2	4	100
26	24	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Ephedra gracilis	Ephedra gracilis	13	4	85	199
			Teucrium nudicaule	8	11	45	547

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			oposinacia	3	5	34	249
			Oxalis gigantea	6	7	77	348
			Heliotropium stenophyllum	12	17	52	846
			Balbisia peduncularis	40	91	60	4528
			Bahia ambrosioides	3	3	43	149
			Lippia fragrans	8	8	62	398
			Chaetanthera glabrata	6	37	3	1841
			Chorizanthe mieresii	+	4	12	199
			Lupinus microcarpus	6	359	10	17864
			Pasithea caerulea	20	153	45	7613
			Ophryosporus triangularis	6	3	62	149
			Cristaria	4	61	32	3035
			Hypochaeris scorzonerae	6	11	64	547
			Cuscuta purpurata	3	13	51	647
			Adesmia filifolia	+	4	20	199
			Haplopappus	6	5	57	249
			Polyachyrus poeppigii	3	7	70	348
			Chuquiraga ulicina	8	11	11	547
			Olsynium junceum	+	3	45	149
			Encelia canescens	4	13	40	647
			Senecio bahioides	7	3	17	149

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Eulychnia breviflora	4	5	91	249
			Caesalpinia angulata	8	8	84	398
			Euphorbia thinophila	+	3	21	149
			Lobelia polyphylla	r	1	73	50
			Miqueliopuntia miquelii	10	6	81	299
16	25	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Eulychnia breviflora	Balbisia peduncularis	60	115	65	5723
			Hypochaeris scorzonerae	r	1	65	50
			Heliotropium stenophyllum	8	7	75	348
			Eulychnia breviflora	15	10	260	498
			Lobelia polyphylla	7	3	110	149
			Adiantum chilense	5	55	11	2737
			Oxalis gigantea	6	8	10	398
			Leucocoryne	+	5	52	249
			Sicyos baderoa	+	1	120	50
			Bromus berturoanus	15	300	22	14928
			Miqueliopuntia miquelii	r	1	83	50
			Euphorbia thinophila	+	2	11	100
			Ephedra gracilis	3	2	65	100
			Eulychnia chorosensis	8	1	110	50
			Dioscorea humifusa	4	8	44	398
			Puya alpestris	2	1	75	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Spinoliva ilicifolia	3	1	105	50
			Nolana sedifolia	r	1	25	50
			Stachys Epling	+	1	13	50
4	26	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum	Bridgesiaa incifolia	7	15	110	746
			Balbisia peduncularis	60	63	110	3135
			Cristaria	11	49	74	2438
			Ophryosporus triangularis	15	4	80	199
			Heliotropium stenophyllum	20	12	90	597
			Lupinus microcarpus	r	2	12	100
			Sicyos baderoa	6	10	51	498
			Cyclospermun laciniatum	+	4	11	199
			Calliandra chilensis	5	3	72	149
			Lobelia polyphylla	r	1	153	50
			Argylia radiata	+	3	78	149
			Oxalis gigantea	6	3	92	149
			Caesalpinia angulata	2	3	142	149
			Sphaeralcea obtusiloba	+	2	39	100
			Oziroe biflora	6	16	38	796
			Adesmia filifolia	+	18	33	896
			Camissonia dentata	22	25	2	1244
			Helenium atacamense	+	6	80	299

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			chaetanthera albiflora	5	25	6	1244
			Lastarriaea chilensis	r	11	1	547
			Viola pusilla	r	1	4	50
			Cistanthe thyrsoidea	+	3	38	149
			Cryptantha	+	1	33	50
			Montiopsis trifida	+	10	21	498
			Malesherbia humilis	r	2	0,04	100
			Lepidium angustissimum	+	10	4	498
			Descurainia stricta	+	2	30	100
			Spergularia floribunda	r	2	13	100
			Pasithea caerulea	+	8	55	398
			Bromus berturoanus	15	80	33	3981
			Stipa	+	1	72	50
			Eulychnia breviflora	12	1	150	50
			Oxalis micrantha	r	1	4	50
			Ephedra gracilis	8	1	160	50
19	26	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum	Oxalis gigantea	4	2	95	100
			Balbisia peduncularis	70	92	71	4578
			Heliotropium stenophyllum	30	30	63	1493
			Polyachyrus poeppigii	2	4	55	199
			Plantago litorea	70	320	5	15924

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Cristaria	10	49	39	2438
			Bromus berturoanus	60	950	49	47273
			Eulychnia breviflora	20	11	120	547
			Lepidium angustissimum	2	40	16	1990
			Leucocoryne	+	7	49	348
			Cistanthe grandiflora	+	9	37	448
			Dioscorea humifusa	3	13	42	647
			Alstromeria magnifica	+	6	22	299
			Cryptantha	r	1	38	50
			Encelia canescens	15	8	37	398
			Oziroe biflora	+	10	63	498
			Plectocephalus	3	8	19	398
			Ephedra gracilis	2	1	52	50
			Adesmia pungens	5	3	63	149
			Lobelia polyphylla	r	1	50	50
			stipa	+	2	47	100
			Hypochaeris scorzonerae	+	4	21	199
			Helenium atacamense	+	15	13	746
			Cardionema ramosissima	+	3	8	149
			Chenopodium petiolare	r	2	27	100
			Oxalis gigantea	3	11	49	547
			Krameria cistoidea	+	1	21	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Copiapoa coquimbana	+	3	13	149
24	26	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum	Balbisia peduncularis	20	29	71	1443
			Oziroe biflora	+	16	42	796
			Caesalpinia angulata	15	21	55	1045
			Heliotropium stenophyllum	20	21	84	1045
			Jarava tortuosa	10	23	33	1145
			Balsamocarpon brevifolium	15	8	122	398
			Copiapoa coquimbana	4	20	9	995
			Nolana cephalophora	3	3	25	149
			Cistanthe grandiflora	+	3	55	149
			Oxalis gigantea	+	4	68	199
			Eulychnia breviflora	10	6	142	299
			Cristaria	8	71	38	3533
			Echinopsis spinibarbis	6	3	95	149
			Leucocoryne	+	4	33	199
			Miqueliopuntia miquelii	3	3	64	149
			Viola pusilla	+	19	5	945
			Cristaria	+	4	25	199
			Helenium atacamense	+	3	34	149
			Bromus berturoanus	6	30	11	1493
			Plantago litorea	7	25	9	1244

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			stipa		4		199
			Encelia canescens	+	2	52	100
			Ephedra gracilis	+	1	36	50
			Krameria cistoidea	r	1	34	50
47	26	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum	Heliotropium stenophyllum	30	16	120	796
			Balbisia peduncularis	40	28	50	1393
			Eulychnia acida	10	10	130	498
			Ephedra gracilis	3	2	80	100
			Ophryosporus triangularis	3	1	65	50
			Oxalis gigantea	3	5	60	249
			Plantago litorea	3	19	10	945
			Nassella	+	4	45	199
			Bromus berturoanus	6	30	10	1493
			Oziroe biflora	+	2	25	100
			Tweedia birostrata	3	3	55	149
			Chaetanthera albiflora	3	5	5	249
			Montiopsis trifida	2	11	8	547
			Daucus montanus	+	6	40	299
			Sphaeralcea obtusiloba	4	2	50	100
			Echinopsis coquimbana	5	1	100	50
			Haplopappus	5	3	50	149

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			angustifolius				
			Helenium atacamense	4	23	25	1145
			Poaceae	2	2	40	100
			Cristaria cyanea	r	3	15	149
53	26	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum	Balbisia peduncularis	70	197	40	9803
			Heliotropium stenophyllum	40	19	110	945
			Zephyranthes advena	r	1	50	50
			Echinopsis coquimbana	4	3	65	149
			Ophryosporus triangularis	25	41	50	2040
			Jarava tortuosa	8	25	10	1244
			Oxalis gigantea	6	7	110	348
			Spergularia floribunda	1	8	10	398
			Nolana werdermannii	3	2	80	100
			Haplopappus angustifolius	4	2	60	100
			Adesmia pungens	4	1	40	50
			Bromus berturoanus	+	9	10	448
			Nassella	3	4	40	199
			Senecio bahioides	+	4	5	199
35	26	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum	Eulychnia acida	5	4	110	199
			Oxalis gigantea	6	14	100	697

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Balbisia peduncularis	10	35	60	1742
			Haplopappus angustifolius	8	7	95	348
			Lobelia polyphylla	2	1	120	50
			tillandsia landbeckii	3	9	25	448
			Stipa	10	17	60	846
			Ephedra gracilis	25	12	20	597
			Aristolochia chilensis	20	7	15	348
			tricheserus deserticola	15	2	100	100
			Chorizanthe	5	6	15	299
			Argylia radiata	2	2	35	100
			Casalpinia Angulata	10	2	40	100
			Miqueliopuntia miquelii	15	1	96	50
			nolana	5	1	110	50
			Senecio bahioides	4	3	45	149
			Malva nicaensis	+	3	40	149
8	27	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum con presencia de cactaceas	Balbisia peduncularis	30	38	54	1891
			Zephyra compacta	1	11	6	547
			Heliotropium stenophyllum	20	52	70	2588
			Caesalpinia angulata	4	6	32	299
			Copiapoa coquimbana	10	53	18	2637
			Eulychnia breviflora	15	12	150	597

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Echinopsis spinibarbis	4	1	25	50
			Cistanthe grandiflora	+	13	26	647
			Oxalis gigantea	5	18	73	896
			Erodium cicutarium	6	165	7	8211
			Oziroe biflora	r	1	50	50
			Viola pusilla	r	15	4	746
			Lastarriaea chilensis	2	3	16	149
			Euphorbia		3		149
			Cristaria	+	4	5	199
			Cumulopuntia sphaerica	1	6	10	299
			Chaetanthera glabrata	2	3	4	149
			Leucocoryne	2	2	35	100
			Linaria canadensis	+	4	16	199
			Lycium deserti	r	1	18	50
			Chaetanthera albiflora	+	3	3	149
			Cistanthe	r	1	15	50
			Bromus berturoanus	7	210	12	10450
			Miqueliopuntia miquelii	20	12	73	597
			Alstromeria magnifica	+	6	33	299
			Oziroe biflora	r	1	70	50
			Nolana incana	+	1	40	50
			Leucocoryne		1		50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Sphaeralcea obtusiloba		1		50
			Euphorbia thinophila		1		50
			Polyachyrus poeppigii	r	1	45	50
17	28	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Lobelia polyphylla	Balbisia peduncularis	20	26	84	1294
			Lobelia polyphylla	15	15	92	746
			Bromus berturoanus	70	15	9	746
			Adiantum chilense	4	19	15	945
			Eulychnia breviflora	7	9	134	448
			Oxalis gigantea	7	7	75	348
			Cristaria	15	62	57	3085
			Reyesia chilensis	4	14	42	697
			Hypochaeris scorzonerae	+	4	32	199
			Cryptantha	+	63	5	3135
			Copiapoa coquimbana	3	9	19	448
			Oziroe biflora	+	1	53	50
			Heliotropium stenophyllum	10	12	92	597
			Puya alpestris	+	1	65	50
			Leucocoryne	+	15	36	746
			Polyachyrus poeppigii	r	1	39	50
			Ephedra gracilis	r	1	105	50
			Sicyos baderoa	r	1	64	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Nassella pungens	+	1	24	50
			senecio	2	4	73	199
			Plantago litorea	2	1	12	50
			Jarava tortuosa	r	1	29	50
			Helenium atacamense	+	5	11	249
			Schizanthus candidus	r	1	12	50
			Chaetanthera albiflora	+	5	3	249
			Pectocarya linearis	+	40	2	1990
42	29	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Lycium stenophyllum	Balbisia peduncularis	70	107	85	5324
			Bromus berturoanus	40	250	10	12440
			Leucocoryne	3	25	25	1244
			Junellia	4	1	60	50
			Cristaria cyanea	8	18	70	896
			Lycium stenophyllum	40	10	110	498
			Bridgesiaa incifolia	15	8	100	398
			Spinoliva ilicifolia	8	2	150	100
			Encelia canescens	6	5	65	249
			Mirabilis elegans	+	2	50	100
			Plantago litorea	30	215	15	10699
			Ophryosporus triangularis	4	2	90	100
			Polyachyrus poeppigii	5	1	55	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Cheilanthes mollis	r	1	15	50
			Eulychnia acida	6	2	200	100
			Chaetanthera albiflora	7	39	10	1941
			Oziroe biflora	+	3	40	149
12	30	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Ophryosporus triangularis	Heliotropium stenophyllum	20	22	93	1095
			Balbisia peduncularis	70	69	82	3434
			Ophryosporus triangularis	20	33	51	1642
			Oxalis gigantea	5	6	55	299
			Cristaria	+	35	33	1742
			Helenium atacamense	3	31	15	1543
			Dioscorea humifusa	+	1	36	50
			Chaetanthera albiflora	3	37	4	1841
			Diplolepis boerhaviifolia	r	1	38	50
			Montiopsis trifida	+	9	19	448
			Polyachyrus poeppigii	+	4	44	199
			Echinopsis spinibarbis	4	1	113	50
			Eriosyce	r	1	18	50
			Eriosyce atroviridis	r	1	30	50
			Erodium cicutarium	3	15	2	746
			Viola pusilla	20	1	5	50
			Haplopappus	r	1	54	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Baccharis paniculata	r	1	150	50
			Eulychnia chorosensis	16	2	84	100
			Bahia ambrosioides	4	5	44	249
			Senna cumingii	r	1	75	50
27	31	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Oxalis gigantea	Balbisia peduncularis	30	39	80	1941
			Oxalis gigantea	10	16	96	796
			Ephedra gracilis	3	3	140	149
			Bromus berturoanus	10	2	50	100
			Eulychnia	5	2	200	100
			Caesalpinia angulata	4	5	100	249
			Ophryosporus triangularis	6	7	88	348
			Jarava tortuosa	4	17	75	846
			Bridgesiaa incifolia	8	13	66	647
			Lobelia polyphylla	+	1	70	50
			Proustia cuneifolia	4	2	66	100
			Senecio	2	6	40	299
			Chaetanthera albiflora	+	3	8	149
			helecho	+	5	10	249
28	32	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Proustia cuneifolia	Oxalis gigantea	4	11	120	547
			Ophryosporus triangularis	10	23	110	1145
			Balbisia peduncularis	15	51	89	2538

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Bridgesiaa incifolia	4	18	70	896
			senecio	+	1	40	50
			Proustia cuneifolia	10	24	80	1194
			Proustia cuneifolia	5	3	140	149
			stipa	5	16	60	796
			Heliotropium	+	1	50	50
			Rodophiala	+	5	50	249
			Oziroe biflora	+	5	30	249
			Encelia canescens	+	1	55	50
			Senna cumingii	2	1	76	50
			Bromus berturoanus	+	1	135	50
			Eulichnia	5	1	90	50
43	32	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Proustia cuneifolia	Erodium cicutarium	20	400	55	19904
			Bromus berturoanus	10	70	10	3483
			Balbisia peduncularis	30	46	45	2289
			Cumulopuntia sphaerica	3	24	8	1194
			Haplopappus angustifolius	3	7	65	348
			Chorizanthe mieresii	+	2	5	100
			Cristaria cyanea	8	44	40	2189
			Stipa	8	30	50	1493
			Proustia cuneifolia	15	38	60	1891

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Adesmia pungens	7	6	80	299
			Oxalis gigantea	3	2	90	100
			Polyachyrus poeppigii	4	3	75	149
			Solanum pinnatum	r	1	44	50
			Ephedra gracilis	10	5	55	249
			Eulychnia acida	4	3	150	149
			Chenopodium petiolare	3	5	65	249
			tillandsia landbeckii	1	4	10	199
			Plantago litorea		130		6469
			Encelia canescens	15	41	40	2040
			Krameria cistoidea	3	1	20	50
			Encelia canescens	+	10	25	498
			Heliotropium stenophyllum	2	1	65	50
			Leucocoryne	1	10	40	498
			Bridgesiaa incifolia	8	8	50	398
			Senecio bahioides	r	1	34	50
41	33	Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Spinoliva ilicifolia	Heliotropium sinuatum	8	5	120	249
			Balbisia peduncularis	60	55	75	2737
			Polyachyrus poeppigii	10	8	15	398
			Oziroe biflora	6	29	20	1443
			Adesmia sessiliflora	8	7	80	348

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Argylia radiata	2	1	35	50
			Calliandra chilensis	10	12	50	597
			Bromus berturoanus	5	151	10	7514
			Senecio bahioides	1	2	25	100
			Sicyos	2	8	70	398
			Cristaria cyanea	4	18	40	896
			Helenium atacamense	10	187	15	9305
			Spinoliva ilicifolia	13	5	110	249
			Chenopodium petiolare	1	2	25	100
			Schizanthus candidus	+	1	15	50
			Heliotropium stenophyllum	+	1	60	50
			Ephedra gracilis	4	1	130	50
			Cordia decandra	7	3	160	149
			Descurainia nuttallii	7	280	15	13933
			Bridgesiaa incifolia	+	3	10	149
			Lycium stenophyllum	+	1	10	50
			Encelia canescens	r	1	50	50
			Cistanthe thyrsoidea	r	1	20	50
			Cryptantha	r	1	10	50
			Oxalis gigantea	10	3	85	149
			Cistanthe thyrsoidea	r	1	15	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Adesmia laxa	+	1	30	50
			Senna cumingii	+	2	65	100
			Cheilanthes mollis	r	1	25	50
1	34	Matorral arbustivo de Caesalpinia angulata y Oxalis gigantea	Oxalis gigantea	15	18	100	896
			Chaetanthera glabrata	5	87	1	4329
			Casalpinia Angulata	40	8	60	398
			Balbisia peduncularis	5	21	14	1045
			Zephyranthes advena	3	20	24	995
			Calliandra chilensis	10	20	40	995
			Cuscuta purpurata	+	1	30	50
			Polyachyrus poeppigii	+	9	14	448
			Cryptantha	+	3	17	149
			Bromus berturoanus	5	100	34	4976
			Leucocoryne	+	7	32	348
			Spergularia floribunda	2	5	15	249
			Encelia canescens	5	10	40	498
			Bridgesiaa incifolia	+	2	40	100
			Stipa	r	1	45	50
			Ephedra gracilis	2	6	65	299
			Dioscorea humifusa	r	2	20	100
			Eulychnia breviflora	4	2	190	100
			Eulychnia chorosensis	3	1	150	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Cristaria cyanea	3	10	34	498
			Senna cumingii	r	1	60	50
			Plantago litorea	+	40	5	1990
			Zephyra compacta	+	9	8	448
39	34	Matorral arbustivo de Caesalpinia angulata y Oxalis gigantea	Eulychnia acida	20	8	250	398
			Casalpinia Angulata	60	44	50	2189
			Oxalis gigantea	20	13	110	647
			Proustia cuneifolia	2	1	90	50
			heliotropium	2	1	90	50
			Balbisia peduncularis	15	19	50	945
			Ophryosporus triangularis	10	4	60	199
			Bridgesiaa incifolia	3	2	80	100
51	35	Matorral arbustivo de Caesalpinia angulata y Aloysia salvifolia	Balbisia peduncularis	13	9	40	448
			Caesalpinia angulata	15	44	10	2189
			Encelia canescens	8	41	50	2040
			Aloysia salviifolia	15	25	15	1244
			Cordia decandra	5	3	110	149
			Oxalis gigantea	5	3	90	149
			Cristaria cyanea	3	102	15	5076
			Leucocoryne	r	1	25	50
			Erodium cicutarium	3	161	50	8012

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Plantago litorea	4	137	5	6817
			Bridgesiaa incifolia	5	8	45	398
			Chaetanthera albiflora	+	13	5	647
			Descurainia nuttallii	1	7	10	348
			Eulychnia acida	2	1	50	50
			Bromus berturoanus	1	1	10	50
			Cuscuta purpurata	+	1	5	50
			Chenopodium petiolare	r	1	10	50
			Sphaeralcea obtusiloba	r	1	20	50
2	36	Matorral arbustivo de Calliandra chilensis y Bromus berteroanus	Calliandra chilensis	60	36	50	1791
			Zephyranthes advena	8	90	30	4479
			Sicyos baderoa	+	3	10	149
			Viola pusilla	3	59	5	2936
			Bromus berturoanus	30	181	10	9007
			Zephyra compacta	+	34	10	1692
			Cistanthe thyrsoidea	+	5	25	249
			Chaetanthera glabrata	+	6	4	299
			Lepidium angustissimum	3	28	1	1393
			Heliotropium stenophyllum	7	3	50	149
			Sphaeralcea obtusiloba	+	2	30	100
			Eulychnia breviflora	12	3	170	149

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Encelia canescens	+	10	40	498
			Erodium cicutarium	+	16	3	796
			Chenopodium petiolare	4	13	15	647
			Leucocoryne	+	1	25	50
			Balbisia peduncularis	7	4	40	199
			Cristaria	2	5	45	249
			Malesherbia humilis	r	1	4	50
			Spergularia floribunda	+	3	7	149
			Argylia radiata	r	1	3	50
			Caesalpinia angulata	r	1	60	50
			Leucocoryne	+	3	15	149
			Cryptantha	2	3	25	149
			Stipa	r	1	50	50
			Oxalis micrantha	+	8	5	398
			Chenopodium petiolare	r	1	5	50
			Heliotropium stenophyllum	2	2	6	100
			Sphaeralcea obtusiloba	+	3	25	149
			Oxalis gigantea	4	3	50	149
7	36	Matorral arbustivo de Calliandra chilensis y Bromus berteroanus	Calliandra chilensis	40	42	53	2090
			Leucocoryne	+	5	32	249
			Sicyos baderoa	4	27	40	1344

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Phacelia cumingii	3	38	9	1891
			Linaria canadensis	+	30	16	1493
			Viola pusilla	1	57	11	2836
			Erodium cicutarium	4	162	4	8061
			Encelia canescens	+	2	34	100
			Bromus berturoanus	30	700	22	34833
			Eulychnia breviflora	7	3	185	149
			Balbisia peduncularis	15	9	54	448
			Helenium atacamense	+	3	10	149
			Oxalis gigantea	6	7	10	348
			Cordia decandra	10	3	145	149
			Heliotropium stenophyllum	7	6	74	299
			Zephyranthes advena	8	35	42	1742
			Mesembryanthemum crystallinum	+	28	3	1393
			Chenopodium album	+	60	16	2986
			Malesherbia humilis	+	3	4	149
			Bridgesiaa incifolia	+	3	77	149
			Senna cumingii	4	1	105	50
			Sphaeralcea obtusiloba	r	1	3	50
3	37	Matorral arbustivo de Calliandra chilensis y Caesalpinia angulata	Oxalis gigantea	4	67	2	3334
			Zephyranthes advena	8	84	28	4180

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Encelia canescens	13	32	8	1592
			Caesalpinia angulata	20	17	8	846
			Cristaria	3	39	42	1941
			Bridgesiaa incifolia	4	8	65	398
			Oziroe biflora	+	7	65	348
			Balbisia peduncularis	10	30	72	1493
			Eulychnia breviflora	13	4	2,5	199
			Heliotropium stenophyllum	4	3	65	149
			Ophryosporus triangularis	r	1	40	50
			Ephedra breana	r	1	74	50
			Chaetanthera glabrata	1	49	2	2438
			Krameria cistoidea	7	3	33	149
			Cristaria	3	11	14	547
			Copiapoa coquimbana	+	3	24	149
			Calliandra chilensis	20	10	60	498
			Oxalis gigantea	3	4	70	199
			Cuscuta purpurata	+	11	30	547
			Cryptantha	3	45	20	2239
			Bromus berturoanus	6	62	22	3085
			Cistanthe thyrsoidea	r	1	63	50
			Argylia radiata	+	4	94	199

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Nolana incana	r	1	24	50
			Viola polypoda	´+	4	4	199
			Helenium atacamense	+	11	19	547
			chaetanthera albiflora	+	3	8	149
			Camissonia dentata	+	10	10	498
			Oxalis micrantha	+	50	0,04	2488
			Plantago litorea	+	20	0,09	995
			Leucocoryne	r	2	0,4	100
13	38	Matorral arbustivo de Heliotropium stenophyllum y Encelia canescens	Heliotropium stenophyllum	40	50	62	2488
			Encelia canescens	20	29	48	1443
			Balsamocarpon brevifolium	10	12	82	597
			Copiapoa coquimbana	+	3	14	149
			Cristaria	+	10	38	498
			Nolana sedifolia	+	4	22	199
			Eulichnia breviflora	7	2	163	100
			Cistanthe grandiflora	r	1	28	50
			Caesalpinia angulata	6	5	28	249
			Balbisia peduncularis	15	28	51	1393
			Eulichnia choresensis	6	1	94	50
			Bromus berturoanus	70	400	5	19904
			Oziroe biflora	+	2	62	100

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Miqueliopuntia miquelii	20	12	64	597
			Jarava tortuosa	r	1	18	50
			Oxalis gigantea	+	12	54	597
11	39	Matorral arbustivo de Heliotropium stenophyllum y Miqueliopuntia miquelii	Heliotropium stenophyllum	40	38	72	1891
			Erodium cicutarium	90	1000	3	49761
			Eulychnia breviflora	5	2	130	100
			Balbisia peduncularis	10	21	36	1045
			Cumulopuntia sphaerica	12	12	8	597
			Oxalis gigantea	r	2	62	100
			cristaria	r	1	8	50
			Miqueliopuntia miquelii	40	16	66	796
			Bromus berturoanus	40	230	14	11445
			Copiapoa coquimbana	15	22	13	1095
			Caesalpinia angulata	5	4	31	199
			Nolana incana	r	1	15	50
			Copiapoa coquimbana	+	3	28	149
36	40	Matorral arbustivo de Proustia cuneifolia y Balbisia peduncularis	Proustia cuneifolia	40	27	150	1344
			adesmia	10	4	90	199
			Balbisia peduncularis	12	16	85	796
			Oxalis gigantea	8	5	110	249
			Lobelia polyphylla	5	2	88	100

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Haplopappus angustifolius	15	7	110	348
			Stipa	5	18	60	896
			Nolana	5	2	120	100
			Senecio bahioides	2	3	60	149
50	41	Matorral arbustivo de Tessaria absinthioides y Baccharis linearis	Tessaria absinthioides	80	1000	100	49761
			Baccharis linearis	70	63	80	3135
			Polypogon australis	7	25	10	1244
			Caesalpinia angulata	r	1	5	50
			Cyperus laevigatus	30	53	10	2637
			Bacopa monnieri	4	30	5	1493
			Isolepis cernua	2	13	5	647
			Chepica	20	28	5	1393
			Dysphania ambrosioides	10	28	50	1393
			Argemone hunnemannii	+	1	110	50
			Muehlenbeckia hastulata	3	1	90	50
			Pseudognaphalium gayanum	r	3	10	149
			Frankenia chilensis	2	2	30	100
			Veronica anagallis-aquatica	5	25	35	1244
15	42	Matorral bajo de Cistanthe coquimbenis y Encelia canescens	Encelia canescens	40	89	54	4429
			Chorizanthe frankenioides	10	91	10	4528

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Cistanthe thyrsoidea	30	42	32	2090
			Cistanthe coquimbensis	80	210	12	10450
			Chaetanthera	8	166	3	8260
			Cristaria	+	11	5	547
			Nolana parviflora	+	2	7	100
			Heliotropium stenophyllum	8	2	54	100
			Cuscuta purpurata	8	48	22	2389
			Helenium atacamense	+	2	9	100
			Cumulopuntia sphaerica	+	1	5	50
			Fagonia chilensis	+	8	6	398
			Argylia radiata	+	2	44	100
			Oxalis gigantea	2	1	42	50
			Mesembryanthemum crystallinum	3	34	15	1692
			Quinchamalium chilense	r	1	9	50
			Fagonia chilensis	r	4	21	199
			Nolana divaricata	+	1	25	50
			Tetragonia maritima	r	1	26	50
23	43	Matorral bajo de Erodium cicutarium y Tetragonia macrocarpa	Tetragonia macrocarpa	30	210	6	10450
			Echinopsis spinibarbis	20	10	55	498
			Heliotropium stenophyllum	7	8	64	398

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Parcela	FV	Formación vegetacional	Nombre cientifico	Cobertura (%)	Abundancia	Altura (cm)	Densidad (ind/ha)
			Nolana incana	3	2	55	100
			Miqueliopuntia miquelii	2	2	82	100
			Frankenia chilensis	25	24	24	1194
			Balbisia peduncularis	15	66	41	3284
			Encelia canescens	7	10	27	498
			Eulychnia chorosensis	3	1	140	50
			Lepidium angustissimum	5	130	5	6469
			Cumulopuntia sphaerica	+	4	10	199
			Erodium cicutarium	70	100000	7	4976115
			Cristaria	10	21	24	1045
			Copiapoa coquimbana	+	1	9	50
			Eulychnia breviflora	7	4	170	199
			Nolana baccata	r	1	4	50
			Helenium atacamense	+	3	24	149
			Eriosyce	r	1	5	50
			Cistanthe	13	9	39	448
			Mesembryanthemum crystallinum	5	20	3	995
			Oxalis gigantea	4	2	68	100
			Jarava tortuosa	+	5	55	249

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

6.2.4 Especies en Categoría de conservación

Listado de especies en Categoría de Conservación

Las especies en categoría de conservación que se encuentran dentro del Sitio Prioritario Sarco son las que se detallan en la siguiente Tabla 13.

Tabla 13. Listado de especies en categoría de conservación presentes en el Sitio Prioritario Sarco.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de Conservación				
			RCE	Bol 47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile
Aizoaceae	Messembryanthemum crystallinum	Lengua de vaca	NE				
Aizoaceae	Tetragonia espinosae	Sin nombre conocido	NE			IC	
Aizoaceae	Tetragonia macrocarpa	Sin nombre conocido	NE			FP	
Aizoaceae	Tetragonia pedunculata	Aguanosa, Lechuga	NE		FP		
Alstroemeriaceae	Alstroemeria diluta	Lirio del campo	LC				
Alstroemeriaceae	Alstroemeria magnifica	Lirio morado	VU				
Alstroemeriaceae	Alstroemeria philippii	Sin nombre conocido	NT				
Amaryllidaceae	Zephyranthes advena	Añañuca	EN				
Amaryllidaceae	Zephyranthes phycelloides	Añañuca	EN				
Apiaceae	Asteriscium vidali	Anisillo	LC				
Apiaceae	Daucus montanus	Sin nombre conocido	NE				
Apocynaceae	Diplolepis viridis	Sin nombre conocido	NE				
Apocynaceae	Tweedia birostrata	Voquicillo, Sahumerio	NE				
Asteraceae	Haplopappus deserticolus	Crespilla	NE		VU		
Asteraceae	Aldama revoluta	Botón de oro	NE				
Asteraceae	Baccharis linearis	Romerillo	NE		FP		
Asteraceae	Baccharis paniculata	Chilca, Culpio	NE				
Asteraceae	Baccharis pingraea	Chilquilla, radin	NE		FP		
Asteraceae	Bahia ambrosioides	Chamicilla,	NE			FP	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de Conservación				
			RCE	Bol 47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile
		chamiza blanca					
Asteraceae	Chaetanthera albiflora	Chinita	NE				
Asteraceae	Chaetanthera glabrata	Chinita	NE				
Asteraceae	Chuquiraga ulicina	Hierba blanca	NE			FP	
Asteraceae	Encelia canescens	Coronilla del fraile	NE		FP		
Asteraceae	Gamochaeta oligantha	Hierba de la perdiz	NE				
Asteraceae	Haplopappus angustifolius	Bailahuén	NE				
Asteraceae	Haplopappus rengifoanus	Cuerno	VU				
Asteraceae	Helenium atacamense	Manzanilla cimarrona	DD				
Asteraceae	Hypochaeris scorzonerae	Escorzonera	NE				
Asteraceae	Leucheria cerberoana	Blanquillo	NE				
Asteraceae	Ophryosporus triangularis	Cola de zorro	NE		FP		
Asteraceae	Plectocephalus brigdesii	Sin nombre conocido	NE				
Asteraceae	Plectocephalus floccosus	Sin nombre conocido	NE				
Asteraceae	Pleocarphus revolutus	Cola de ratón	NE		FP		
Asteraceae	Polyachyrus poeppigii	Borlón de alforja	NE		FP		
Asteraceae	Prustia cuneifolia	Huañil, Pucana, tipia,	NE		FP		
Asteraceae	Pseudognaphalium gayanum	Té de burro	NE				
Asteraceae	Senecio alcicornis	Sin nombre conocido	DD			FP	
Asteraceae	Senecio bahioides	Sin nombre conocido	NE		FP		
Asteraceae	Senecio myriophyllus	Sin nombre conocido	NE			FP	
Asteraceae	Senecio hakeaefolius	Sin nombre conocido	NE			FP	
Asteraceae	Spinoliva ilicifolia	Huañil, olivillo	NE		FP		
Asteraceae	Tessaria absinthioides	Brea, chilquilla	NE		FP		
Bignoniaceae	Argylia radiata	Terciopelo, cartucho, flor del jote	NE		FP		
Boraginaceae	Cordia decandra	Carbonillo	NT		FP	VU	

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de Conservación				
			RCE	Bol 47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile
Brassicaceae	Descurainia nuttallii	Sin nombre conocido	NE		FP		
Brassicaceae	Lepidium angustissimum	Sin nombre conocido	VU			VU	
Brassicaceae	Menonvillea flexuosa	Sin nombre conocido	NE				
Bromeliaceae	Puya boliviensis	Chagual de paposo	VU		EP	R	
Bromeliaceae	Puya alpestris	Chagual	LC				
Bromeliaceae	Tillandsia landbeckii	Paja Blanca	VU				
Cactaceae	Austrocylindro puntia miquelii (Opuntia miquelii)	Tunilla	NE	FP	FP	FP	
Cactaceae	Copiapoa coquimbana	Coquimbano	NT	VU	FP	VU	VU
Cactaceae	Copiapoa echinoides (Copiapoa dura var. dura)	Duro	NT	R	IC (FP?)	VU	VU
Cactaceae	Copiapoa fiedleriana (Copiapoa coquimbana var. fiedleriana)		EN	VU	IC (FP?)	VU	VU
Cactaceae	Cumulopuntia sphaerica (Opuntia berterii)	Gatito, Perrito	LC	FP	FP	FP	
Cactaceae	Eriosyce aurata (Eriosyce sandillon)	Sandillón	NE	VU	VU	VU	VU
Cactaceae	Eriosyce napina (Neoporteria napina)	Napín	NT	VU	FP		EP
Cactaceae	Eulychnia breviflora (Eulychnia breviflora var.tenuis)	Copao	LC	R	FP	FP	
Cactaceae	Maihueniopsis domeykoensis		EN-R		EP		EP
Cactaceae	Trichocereus coquimbanus (Echinopsis coquimbana)	Quisco coquimbano	NT	VU	VU	FP	VU
Cactaceae	Trichocereus deserticola (Echinopsis deserticola)	Quisco	VU	IC	IC (FP?)	VU	VU
Cactaceae	Copiapoa coquimbana	Coquimbano	NT		FP		
Cactaceae	Copiapoa echinata	Sin nombre conocido	NT		IC		
Cactaceae	Cylindropuntia tunicata	Oveja echada	LC		IC		
Cactaceae	Echinopsis coquimbana	Quisco coquimbano	NT		VU		
Cactaceae	Eriosyce atroviridis	Quisco de	VU				

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de Conservación				
			RCE	Bol 47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile
		Huanta					
Cactaceae	Eriosyce heinrichiana	Quisquito del elqui	VU		IC		
Cactaceae	Eriosyce napina	Napin	NT		FP		
Cactaceae	Eriosyce villosa	Quisco peludo	VU		VU		
Cactaceae	Eulychnia acida	Copao ácido	NT		FP		
Cactaceae	Eulychnia chorosensis	Sin nombre conocido	DD				
Cactaceae	Maihueniopsis domeykoana	Sin nombre conocido	DD		EP		
Cactaceae	Miqueliopuntia miquelii	Tunilla, Tuna de Miguel	LC		FP		
Caesalpiniaceae	Caesalpinia angulata	Retamo, porotera	NE			VU	
Campanulaceae	Lobelia polyphylla	Tabaco del diablo - Tupa	NE				
Caprifoliaceae	Valeriana stricta	Valeriana	NE				
Caryophyllaceae	Cardionema ramosissima	Sin nombre conocido	DD				
Caryophyllaceae	Spergularia floribunda	Sin nombre conocido	NE				
Chenopodiaceae	Chenopodium petiolare	Kañawe, obleo, kantalo	NE				
Chenopodiaceae	Dysphania ambrosioides	Paico, pichan, pichen	NE				
Convolvulaceae	Cuscuta odorata	Cabello de ángel	NE			IC	
Convolvulaceae	Cuscuta purpurata	Cabello de ángel	NE			FP	
Cucurbitaceae	Sicyos baderoa	Calabacillo, Tupac-llanco	NE				
Cyperaceae	Cyperus laevigatus	Sin nombre conocido	LC				
Cyperaceae	Isolepis cernua	Sin nombre conocido	LC				
Ephedraceae	Ephedra chilensis	Pingo-pingo	DD		FP		
Ephedraceae	Ephedra gracilis	Pingo-pingo	DD		FP		
Euphorbiaceae	Chiropetalum canescens	Ventosilla	NE		IC (FP?)		
Euphorbiaceae	Colliguaja odorifera	Colliguay	NE		FP		

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de Conservación				
			RCE	Bol 47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile
Euphorbiaceae	Euphorbia thinophila	Lechera	NE		VU		
Euphorbiaceae	Chiropetalum canescens	Ventosilla	IC		FP		
Fabaceae	Balsamocarpon brevifolium	Algarrobilla	NE		VP	VU	
Fabaceae	Adesmia filifolia	Adesmia	NE		FP		
Fabaceae	Adesmia laxa	Arvejilla	VU		IC		
Fabaceae	Adesmia leptobothrys	Adesmia	NE				
Fabaceae	Adesmia parviflora	Adesmia	NE		FP		
Fabaceae	Adesmia pungens	Adesmia	LC		FP		
Fabaceae	Adesmia sessiliflora	Varilla	VU		VU		
Fabaceae	Astragalus amatus	Hierba loca	NE		VU		
Fabaceae	Calliandra chilensis	Espino rojo	CA				
Fabaceae	Lupinus microcarpus	Altramuz, hierba del traro	LC			IC	
Fabaceae	Senna cumingii	Alcaparra	NE				
Francoaceae	Balbisia peduncularis	Amancay	NE		FP		
Frankeniaceae	Frankenia chilensis	Hierba del salitre	NE		FP		
Geraniaceae	Erodium cicutarium	Alfilerillo, Relojito	NE				
Hyacinthaceae	Oziroe biflora	Lágrima de la virgen	LC				
Heliotropiaceae	Heliotropium sinuatum	Palo negro	NE		FP		
Heliotropiaceae	Heliotropium stenophyllum	Palito negro	NE		FP		
Iridaceae	Olsynium junceum	Huilmo	NE				
Krameriaceae	Krameria cistoidea	Pacul	LC		FP	VU	
Lamiaceae	Stachys eremicola	Hierba santa	NE		VU		
Lamiaceae	Teucrium nudicaule	Sin nombre conocido	NE		FP		
Loasaceae	Loasa elongata	Ortiga blanca	VU				
Loasaceae	Loasa illapelina	Sin nombre conocido	NE				
Loranthaceae	Tristerix aphyllus	Quintral del quisco	NE		FP		
Lythraceae	Pleurophora pungens	Lengua de gallina	NE		FP		
Malpighiaceae	Dinemagonum gayanum	Té de burro, pingo blanco	NE			VU	
Malvaceae	Cristaria cyanea	Maravilla negra	NE		FP		

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de Conservación				
			RCE	Bol 47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile
Malvaceae	Cristaria gracilis	Malvilla	NE		FP		
Malvaceae	Malva nicaensis	Malva, Malva común	NE				
Malvaceae	Sphaeralcea obtusiloba	Malvavisca, malva del cerro	NE		FP		
Montiaceae	Cistanthe calycina	Sin nombre conocido	NE		FP		
Montiaceae	Cistanthe cephalophora	Pata de guanaco	NE		VU		
Montiaceae	Cistanthe coquimbensis	Pata de guanaco	DD		IC		
Montiaceae	Cistanthe grandiflora	Doquilla	DD		FP		
Montiaceae	Cistanthe thyrsoidea	Sin nombre conocido	DD		FP		
Montiaceae	Montiopsis trifida	Sin nombre conocido	NE		FP		
Nyctaginaceae	Mirabilis elegans	Sin nombre conocido	DD				
Oxalidaceae	Oxalis gigantea	Churco, churqui	NE		FP		
Papaveraceae	Argemone hunnemannii	Cardo blanco	NE		IC		
Poaceae	Avena barbata	Teatina	NE				
Poaceae	Bromus berteroanus	Sin nombre conocido	NE				
Poaceae	Eragrostis pycnantha	Sin nombre conocido	EN				
Poaceae	Jarava plumosula	Sin nombre conocido	EN		FP		
Poaceae	Jarava tortuosa	Paja	EN		FP		
Poaceae	Polypogon australis	Cola de ratón	NE			FP	
Poaceae	Schismus barbatus	Mediterránea, pasto	NE				
Phytolaccaceae	Anisomeria littoralis	Pircún	VU				
Polygonaceae	Chorizanthe frankenioides	Sanguinaria	VU			EN	
Polygonaceae	Chorizanthe mieresii	Sanguinaria	EN				
Polygonaceae	Muehlenbeckia hastulata	Mollaca, quilo	NE				
Plantaginaceae	Bacopa monnieri	Sin nombre conocido	NE				
Plantaginaceae	Plantago litorea	Generico de la sp Llanten	NE		FP		
Plantaginaceae	Veronica anagallis-	No me olvides	NE				

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de Conservación				
			RCE	Bol 47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile
	aquatica						
Plumbaginaceae	Plumbago caerulea	Plumbago Chileno	DD				
Pteridaceae	Adiantum chilense	Palito negro, Culantrillo	LC		VU		
Pteridaceae	Cheilanthes mollis	Doradilla	LC				
Rubiaceae	Cruckshanksia montiana	Rosita	NE			VU	
Rubiaceae	Cruckshanksia pumila	Sin nombre conocido	NE				
Sapindales	Schinus polygamus	Huingan	NE		FP		
Sapindaceae	Bridgesia incisifolia	Rumpiata, rumpaito, rumpe-ato	NE		EP	VU	
Solanaceae	Lycium stenophyllum	Sin nombre conocido	NE			FP	
Solanaceae	Nolana baccata	Suspiro	NE		FP		
Solanaceae	Nolana coelestis	Suspiro	NE		FP		
Solanaceae	Nolana divaricata	Suspiro	NE		FP		
Solanaceae	Nolana incana	Nolana	NE		FP		
Solanaceae	Nolana parviflora	Nolana	NE		FP		
Solanaceae	Nolana sedifolia	Sosa Brava Hoja Chica	NE		FP		
Solanaceae	Nolana werdermannii	Nolana	NE		FP		
Solanaceae	Reyesia chilensis	Sin nombre conocido	NE		FP		
Solanaceae	Schizanthus alpestris	Pajarito	NE		IC		
Solanaceae	Schizanthus candidus	Mariposa blanca, cacatúa	NE		FP		
Solanaceae	Solanum paposanum	Sin nombre conocido	NE		IC		
Solanaceae	Solanum pinnatum	Hierba del chabalongo, serilla	NE		FP	FP	
Solanaceae	Solanum remyanum	Tomatillo Azul	NE		IC		
Tecophilaeaceae	Conanthera urceolata	Sin nombre conocido	EN			IC	
Tecophilaeaceae	Zephyra elegans	Flor De La Viuda	NE			FP	
Verbenaceae	Aloysia salviifolia	Salvia blanca, salvia	NE		FP		

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de Conservación				
			RCE	Bol 47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile
Verbenaceae	Lippia fragrans	Orégano	NE		IC		
Violaceae	Viola polypoda	Violetas Del Campo	NE			VU	
Violaceae	Viola pusilla	Violetas Del Campo	NE				
Zygophyllaceae	Bulnesia chilensis	Retamo	NE			FP	

Categoría: EP, EN= En Peligro VU= Vulnerable; R= Rara IC= Insuficientemente conocida FP= Fuera de Peligro NT=Casi Amenazada LC=Preocupación menor.

Documento: Bol_47= Boletín 47 MNHN;
L_Rojo= Libro Rojo de Atacama;
RCE= Reglamento de Clasificación de Especies;
L_Rojo_Flora= Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile
Cactáceas_Chile= Cactáceas en la Flora Silvestre de Chile

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

6.2.5 Grado de amenaza de especies

De acuerdo a lo indicado en la Guía de Evaluación Ambiental, criterios para la evaluación de proyectos sometidos al SEIA (CONAF, 2012), se definió como parte del análisis del Sitio Prioritario Sarco, el grado de amenaza de las especies en categoría de conservación de acuerdo a los criterios de Clasificación del Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE). Para este análisis se contemplaron sólo aquellas especies identificadas en el Sitio Prioritario Sarco y que se encuentran definidas en los Decretos Supremos del Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) (Tabla 14).

Tabla 14. Especies en categoría de conservación según la RCE, sus criterios de clasificación de acuerdo a criterios UICN (3.1) y sus principales amenazas.

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
1	*Cordia decandra*	NT	**CASI AMENAZADA (NT)** No cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable). Se considera que al seguir operando las amenazas actuales, Cordia decandra está próxima a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro.	Explotación permanente como combustible y el reemplazo de la vegetación (Serra et al. 1986) por nuevas alternativas agrícolas (cultivo de parronales) (Según autores de esta ficha). Pérdida de la cubierta vegetal por el pastoreo, el ramoneo, actividad minera y la corta para leña, especialmente en la zona centro sur del interior de Coquimbo, donde son frecuentes Flourensia thurifera y Colliguaja odorifera (Serra et al. 1986). Sus semillas son consumidas por roedores, loro tricahue y personas (Muñoz 1985) lo que afectaría a su regeneración natural.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
2	*Puya boliviensis*	VU	**VULNERABLE (VU)** Dado que: B1 Extensión de presencia menor a 20.000 km2, Estimada en 4.585 km2. B1a Se conoce en menos de 10 localidades B1b(iii) Se estima que hay disminución de la calidad del hábitat por alteración antrópica, a través de pastoreo de ganado caprino y faenas mineras. B2 Área de Ocupación menor a 2.000 Km2, Estimada en 858 km2. B2a Existen menos de 10 localidades B2b(iii) Se estima que hay disminución de la calidad del hábitat por alteración antrópica, pastoreo de ganado caprino, mular y faenas mineras.	No se reconocen amenazas en el corto plazo. En el mediano y largo plazo se vería afectada por la creciente aridización
3	*Copiapoa coquimbana*	NT	**CASI AMENAZADA (NT)** La especie no satisface los criterios de UICN para ser clasificada en alguna de las categorías siguientes En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable, pero está próximo a satisfacerlos	Las principales amenazas en el corto plazo son la ampliación de zonas urbanas, construcción de tranques y trabajos agrícolas (Belmonte et al. 1998). Mientras que, la principal amenaza en el largo plazo es el proceso de desertificación (Según los autores de esta ficha). El área de ocupación según costo de conservación o grado de amenaza (Squeo et al. 2003) es de 38 km2 nulo, 497 km2 bajo, 98 km2 moderado y 89 km2 alto. Por lo tanto, el

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
				porcentaje4del área de ocupación con costos nulos o bajos es del 74%.
4	*Copiapoa echinoides(Copiapoa dura var.dura)*	NT	**CASI AMENAZADA (NT)** No cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable). Se considera que al seguir operando las amenazas actuales (disminuir a menos de 11 su número de localidades), Copiapoa echinoides está próxima a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro.	Pérdida de hábitat/Degradación en su distribución por proyectos de infraestructura, mineros y construcción de caminos

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
5	*Copiapoa fiedleriana (Copiapoa coquimbana var. fiedleriana)*	EN	**EN PELIGRO (EN)** B1ab(iii,v) + 2ab(iii,v) Dado que: B1 Extensión de presencia menor a 5.000 km2. B1a Se conoce en menos de 5 localidades B1b(iii) Se estima que podría haber disminución de la calidad del hábitat B1b(v) Existe reducción en el número de individuos maduros. B2 Área de Ocupación menor a 500 km2. B2a Existen menos de 5 localidades B2b(iii) Disminución continua en área extensión y/o calidad de hábitat. B2b(v) Existe reducción en el número de individuos maduros.	Las poblaciones de C. fiedleriana localizadas al norte de Huasco están amenazadas e impactadas por destrucción de plantas (vandalismo) y construcción de viviendas. Las poblaciones pequeñas en el valle de Huasco están casi extintas producto de la construcción de casas y agricultura. La principal amenaza potencial a que se enfrenta C. fiedleriana es el incremento sostenido en el desarrollo inmobiliario para fines turísticos, especialmente al norte de Huasco. Por su pequeña área de distribución y las amenazas que está sometida, C. fiedleriana tiene serio riesgo de desaparecer in situ en el mediano plazo. Copiapoa fiedleriana presenta un mediano (37,5%) Índice de Destrucción de Hábitat (IDEHA1). El IDEHA1 es una medida del impacto antrópico sobre la vegetación basado en los costos de conservación (Squeo et al. 2008).

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
6	*Cumulopuntia sphaerica (Opuntia berterii)*	LC	**PREOCUPACIÓN MENOR** (LC) No cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable), y su amplia distribución indica que no está próxima a satisfacer los criterios.	Sin información
7	*Eriosyce napina (Neoporteria napina)*	NT	**CASI AMENAZADA (NT)** No cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable). Se considera que al seguir operando las amenazas actuales (disminuir a menos de 11 su número de localidades), Eriosyce napina estaría próxima a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga en el futuro cercano	Las principales amenazas que afectan a las sub poblaciones de E. napina son la extracción, el forrajeo por parte de cabras y burros, y la alteración de la vegetación por turismo aventura (Belmonte et al. 1998); además, la construcción y ampliación de caminos, urbanización en sectores litorales y en el Valle de Huasco, así como la industrialización por las actividades agropecuaria y minera

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
8	*Eulychnia breviflora (Eulychnia breviflora var. tenuis)*	EN	**EN PELIGRO(EN)** B1ab(iii)+2ab(iii) RARA Planta extremadamente escasa. B1 Extensión de presencia menor a 5.000 km2. B1a Se conoce en menos de 5 localidades B1b(iii) Se estima que podría haber disminución de la calidad del hábitat B2 Área de Ocupación menor a 500 km2. B2a Existen menos de 5 localidades B2b (iii) Disminución continua en área extensión y/o calidad de hábitat.	Su hábitat es de un área muy restringida (HW)
9	*Maihueniopsis domeykoensis*	EN	**EN PELIGRO** Se considera que se está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre	Planta extremadamente escasa. La pérdida y alteración de los hábitats donde crece y la actividad antrópica son las principales amenazas que potencialmente afectaría a esta especie

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
10	*Trichocereus coquimbanus (Echinopsis coquimbana)*	NT	**CASI AMENAZADA (NT)** Dada su abundancia en esta zona, con poblaciones estables y no en descenso, la especie no satisface criterios de UICN para ser incluida en alguna categoría de amenaza y, además, fue clasificada anteriormente como Vulnerable en estas Regiones, por el Boletín 47 del Museo Nacional de Historia Natural. Acta RCE 2 Sexto Proceso 08/10/2009 5 de 15 Además y a título informativo, la especie debería ser clasificada como Casi Amenazadasegún las categorías vigentes de UICN.	Crecimiento urbano, ampliación de zonas agrícolas, erosión y desertificación son las principales amenazas que afectan a E.coquimbana en la actualidad. El área de ocupación según costo de conservación o grado de amenaza (Squeo et al. 2003) es de 30 km2 nulo, 241 km2 bajo, 79 km2 moderado y 150 km2 alto. Por lo tanto, el porcentaje del área de ocupación con costos nulos o bajos es del 54%.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
11	*Trichocereus deserticola (Echinopsis deserticola)*	VU	**VULNERABLE (VU)** B1ab(iii)+2ab(iii) Dado que: B1 Extensión de presencia menor a 20.000 km2. Estimado menor a 10.000 km2. B1a No existe en más de 10 localidades. Existe en más de 5 pero menos de 10 localidades. B1b(iii) Disminución en la calidad del hábitat por proyectos mineros, habilitación de zonas para agricultura y parcelas de agrado. B2 Área de ocupación estimada en menos de 2.000 km2.Estimado menor a 100 km2. B2a No existe en más de 10 localidades. Existe en más de 5 pero menos de 10 localidades. B2b (iii) Disminución en la calidad del hábitat por proyectos mineros, habilitación de zonas para agricultura y parcelas de agrado.	La calidad del hábitat se ve amenazado actualmente por diversas actividades antrópicas, desde proyectos mineros, habilitación de zonas para agricultura y parcelas de agrado Pérdida de Hábitat/Degradación (Causa antrópica)

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
12	*Balsamocarpon brevifolium*	VU	**VULNERABLE (VU)** B1ab(iii)+2ab(iii) Dado que: B1 Extensión de presencia menor a 20.000 km2. Estimado menor a 10.000 km2. B1a No existe en más de 10 localidades. Existe en más de 5 pero menos de 10 localidades. B1b(iii) Disminución en la calidad del hábitat por proyectos mineros, habilitación de zonas para agricultura y parcelas de agrado. B2 Área de ocupación estimada en menos de 2.000 km2.Estimado menor a 100 km2. B2a No existe en más de 10 localidades. Existe en más de 5 pero menos de 10 localidades. B2b (iii) Disminución en la calidad del hábitat por proyectos mineros, habilitación de zonas para agricultura y parcelas de agrado.	Las semillas de algarrobilla son parte principal del alimento de especies como el Loro tricahue y la Chinchilla de cola larga, de étas se oabtienen taninos para colorante y sus madera aun se utiliza para hacer carbón.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
13	*Krameria cistoidea*	LC	**PREOCUPACIÓN MENOR (LC)** Dado que: No cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable), y su amplia distribución indica que no está próxima a satisfacer los criterios.	Las amenazas que puede sufrir localmente están relacionadas con el cambio del uso del suelo, alteración de la vegetación natural y alteraciones por construcción de caminos, establecimiento de plantaciones, etc. Explotada durante varios decenios a comienzos del siglo XX, se extraía su raíz para obtener la “tintura de ratania” y como fuente de taninos. Sus ramas leñosas y cepas se usaban como leña (Muñoz 1985). Planta usada para forrajeo y carboneo. Ocupa ambientes desérticos a los cuales se encuentra bien adaptada (según autores de esta ficha), es muy probable además, que esta progresiva aridización del clima en el territorio, al sur del desierto de Atacama, conlleve un proceso natural de regresión, afectando también a otras especies de similar ecología (Serra et al. 1986). En algunas zonas del límite sur de su distribución (Caleu, Región etropolitana), donde es más escasa, aún extraen sus raíces para confeccionar el “licor de pacul” y como planta medicinal.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
14	*Adiantum chilense*	LC	**PREOCUPACION MENOR** NO cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable) y su amplia distribución indica que no está próxima a satisfacer los criterios de estas categorías.	Pérdida de Hábitat/Degradación (Causa antrópica). Especies Exóticas invasoras (impactando directamente la especie), cosecha de la planta.
15	*Cheilanthes mollis*	LC	**PREOCUPACION MENOR** NO cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable) y su amplia distribución indica que no está próxima a satisfacer los criterios de estas categorías.	Las piedras que son su hábitat han sido usadas consuetudinariamente para construcción de pircas (cercas de piedras) lo que ha provocado la eliminación de su hábitat
16	*Ephedra chilensis*	DD	**DATOS INSUFICIENTES** No hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	A pesar de su interés como planta medicinal. Sería de importancia establecer el efectivo valor medicinal de esta especie. Se requiere información acerca de sus mecanismos reproductivos. Sin embargo se deben considerar, la acción directa y potencial de diversas amenazas especialmente por la presión de colecta como planta medicinal, ganadería y alteraciones de hábitat por cambio de uso del suelo para

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
				habilitació17de caminos, paso de gasoductos, canchas de ski, turismo y actividades mineras especialmente en su distribución septentriona
17	*Ephedra gracilis*	DD	**DATOS INSUFICIENTES** No hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	Como planta medicinal sería de importancia establecer el efectivo valor medicinal de esta especie. Se requiere información acerca de sus mecanismos reproductivos. Sin embargo se deben considerar, la acción directa y potencial de diversas amenazas especialmente por la presión de colecta como planta medicinal, ganadería y alteraciones de hábitat por cambio de uso del suelo para habilitación de caminos, paso de gasoductos, canchas de ski, turismo y actividades mineras especialmente en su distribución septentriona

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
18	*Zephyranthes advena*	EN	**EN PELIGRO** Categoria establecida según criterios establecidos por la UICN para tal categoría y se considera que está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre y la probabilidad que la especie desaparezca en el mediano plazo es alta.	En el corto plazo se ve amenazada por el fuerte sobrepastoreo de caprinos en su hábitat (sectores húmedos de quebradas entre los 20-1.200 m de altitud). El efecto del daño puede estar dado por el forrajeo, el pisoteo y la degradación general del hábitat causado por estos animales, que incluye erosión e introducción de malezas e invasoras.
19	*Zephyranthes phycelloides*	DD	**DATOS INSUFICIENTES** No hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	Pérdida del habitat por construcciones y actividad antrópica, junto con amenazas de la poblacion que arranca las plantas en flor, siendo tambien la escases de precipitaciones sus principales amebzas potenciales.
20	*Conanthera urceolata*	EN	**EN PELIGRO** se considera que se está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre	Esta especie se encuentra anenazada por el Comercio internacional de semillas
21	*Alstroemeria diluta*	LC	**PREOCUPACION MENOR** NO cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable) y su amplia distribución indica que no está próxima a satisfacer los criterios de estas categorías.	Deforestación por plantaciones forestales (Echeverría et al. 2006, Altamirano & Lara 2010). Pérdida y degradación de Hábitat

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
22	*Alstroemeria magnifica*	VU	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre.	Su principal amenza actual es el importante potencial ornamental de esta especie. Para formar prados florales con una solo especie Alstroemeria o mezclándolas. Se pueden plantar entre arbustos florales bajos, o en macetas, balcones y jardineras. Junto on la pedida y destrucción de su habitat.
23	*Alstroemeria philippii*	NT	**CASI AMEANAZADO** Un taxón está Casi Amenazado cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano	Esta especie se presenta amenzada de conservacion debido a la actividad turística, colecta de flores y construcción de caminos
24	*Puya alpestris*	LC	**PREOCUPACION MENOR** Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.	Potencialmente puede verse afectada por la ocupacion de su habitat con plantaciones frutales o actividad antrópica
25	*Tillandsia landbeckii*	VU	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre.	Esta especie se presenta amenazada de conservacion debido a la actividad turística, colecta de flores y construcción de caminos

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
26	*Cyperus laevigatus*	LC	**PREOCUPACION MENOR** Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.	Esta especie se presenta amenazada de conservacion debido a la actividad turística, colecta de flores y construcción de caminos
27	*Isolepis cernua*	LC	**PREOCUPACION MENOR** Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.	Potencialemente amezada la especie qya que posee valor ornamental como planta de interior en macetas colgantes
28	*Eragrostis pycnantha*	EN	**EN PELIGRO** se considera que se está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre	Se ve amenazada por el fuerte sobrepastoreo de caprinos y mulares en el hábitat Página 2 de 4 hiperárido de esta especie. Eragrostis pycnantha presenta un valor muy alto (68,8%) en el Índice de Destrucción de Hábitat (IDEHA1). El IDEHA1 es una medida del impacto antrópico sobre la vegetación basado en los costos de conservación (Squeo et al. 2008).

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
29	*Jarava plumosula*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente podria verse amenazada por la actividad turistica y escase de precipitaciones mas aumentada.
30	*Jarava tortuosa*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente podria verse amenazada por la actividad turistica en las zonas donde crece esta especie.
31	*Polypogon australis*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente podria verse amenazada por la actividad turistica y escase de precipitaciones mas aumentada.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
32	*Asteriscium vidali*	LC	**PREOCUPACION MENOR** Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.	Por su localización, esta especie estaría siendo impactada por el desarrollo inmobiliario turístico
33	*Baccharis linearis*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Esta especie se presenta amenzada de conservacion debido a la expansion de la actividad minera, energética y construcción de caminos
34	*Baccharis pingraea*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente amenazada su explotacion por considerarse una especie medicinal, como antibacteriano.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
35	*Bahia ambrosioides*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente amenazada su explotacion por considerarse una especie de alto valor ornamental.
36	*Chuquiraga ulicina*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Cambios en los patrones de lluvias junto con el aumento de temperatura del planeta, puede provocar alteraciones en los periodos de floración de la especie, junto con el uso de espacio para recreación
37	*Encelia canescens*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Uso de espacio ecosistemico donde se desarrolla la especie para recreación

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
38	*Haplopappus rengifoanus*	VU	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre	Amenzado principalmente destrucción de su habitat por actividad antrópica y su restrigida area de crecimiento
39	*Helenium atacamense*	DD	**DATOS INSUFUICINETES** Un taxón se incluye en la categoría de Datos Insuficientes cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	Especie potencialmente amenzada por la destrucción de su habitat por actividad antrópica turística
40	*Ophryosporus triangularis*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Especie potencialmente amenzada por la destrucción de su habitat por actividad antrópica turística en el borde costero donde crece esta especie

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
41	*Pleocarphus revolutus*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás.	Potencialmente amenazado por la destrucción y/o alteración de su habitat
42	*Polyachyrus poeppigii*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente amenazado por la destrucción y/o alteración de su habitat
43	*Prustia cuneifolia*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente amenazado por la destrucción y/o alteración de su habitat por actividades agricolas o antrópicas en general

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
44	*Senecio alcicornis*	DD	**DATOS INSUFICIENTES** No hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	Potencialmente amenezado por uso ornamental y cosecha de semillas
45	*Senecio bahioides*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás.	Potencialmente amenezado por uso ornamental y cosecha de semillas
46	*Senecio hakeaefolius*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente amenezado por uso ornamental y cosecha de semillas

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
47	*Spinoliva ilicifolia*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente amenazado por su uso medicinal en baños y en infusión de hojas y raíces contra el reumatismo y gota.
48	*Tessaria absinthioides*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente amenazado por su uso medicinal ya que tradicionalmente a sus raíces y hojas se les atribuye propiedades medicinales balsámicas, antiinflamatorias y otras dolencias de la piel
49	*Heliotropium sinuatum*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyentde las demás	Potencialmente amenzado por considerase una planta de excelente valor ornamental

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
50	*Heliotropium stenophyllum*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente amenzado por considerase una planta de excelente valor ornamental y por destrucción de su habitat por actividad antropica
51	*Descurainia nuttallii*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente amenzada por destrucción de su habitat por actividades deportivas en las dunas litorales
52	*Lepidium angustissimum*	VU	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre	Potencialmente amenzada ya que posee un habitat y una población muy restringida y de ecología desconocida

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
53	*Tetragonia pedunculata*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Eventualmente puieden ser utilizadas como alimento y para cobertura de suelos
54	*Copiapoa coquimbana*	NT	**CASI AMENAZADA** No cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable). Se considera que al seguir operando las amenazas actuales, Cordia decandra está próxima a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro.	Las principales amenazas en el corto plazo son la ampliación de zonas urbanas, construcción de tranques y trabajos agrícolas (Belmonte et al. 1998). Mientras que, la principal amenaza en el largo plazo es el proceso de desertificación

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
55	*Copiapoa echinata*	NT	**CASI AMENAZADA** No cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable). Se considera que al seguir operando las amenazas actuales, Cordia decandra está próxima a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro.	Diversas presiones antrópicas amenazarían su distribución: proyectos de infraestructura, termoeléctricos, mineros y construcción de caminos
56	*Cylindropuntia tunicata*	LC	**PREOCUPACION MENOR** Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.	Eventualmente presiones antrópicas de ampliación de infraestructura ocuparían sus nichos ecologicos

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
57	*Echinopsis coquimbana*	NT	**CASI AMENAZADA** No cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable). Se considera que al seguir operando las amenazas actuales, Cordia decandra está próxima a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro.	Principales amenazas potenciales a esta especie son el crecimiento urbano, ampliación de zonas agrícolas y erosión son las principales amenazas que afectan a E. coquimbana en la actualidad.
58	*Eriosyce atroviridis*	VU	**VULNERABLED** **S**e considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre	Amenzas a la especie son la calidad del hábitat el que se ve alterado por el desarrollo industrial, como actividad minera, tendidos eléctricos y posiblemente obras como la construccion de caminos
59	*Eriosyce heinrichiana*	LC	**PREOCUPACION MENOR** Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.	Potencialmente amenezado por uso ornamental

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
60	*Eriosyce napina*	NT	**CASI AMENAZADA** No cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable). Se considera que al seguir operando las amenazas actuales, Cordia decandra está próxima a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro.	Las principales amenazas que afectan a las sub-poblaciones de E. napina son la extracción, el forrajeo por parte de cabras y burros, y la alteración de la vegetación por turismo aventura (Belmonte et al. 1998); además, la construcción y ampliación de caminos, urbanización en sectores litorales y en el Valle de Huasco, así como la industrialización por las actividades agropecuaria y minera
61	*Eriosyce villosa*	VU	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre	Potencialmente amenezado por uso ornamental
62	*Eulychnia acida*	NT	**CASI AMENAZADA** No cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable). Se considera que al seguir operando las amenazas actuales, Cordia decandra está próxima a satisfacer los criterios, o posiblementes satisfaga, en el futuro.	Las principales amenazas de E. acida en el corto plazo corresponden a la destrucción del hábitat por reemplazo de lugares silvestres para la habilitación de terrenos para la agricultura. Además, se desconoce si la fabricación y posterior exportación de “palos de agua” tienen un impacto demográfico. En el largo plazo, la desertificación afectaría las sub-poblaciones al disminuir la capacidad de regeneración por semillas afectando la viabilidad poblacional

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
63	*Eulychnia chorosensis*	DD	**DATOS INSUFICIENTES** No hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	Potencialmente esta especie se encuentra amenazada por parcelamiento de los territorios, el crecimiento urbano y erosión del suelo en la actualidad.
64	*Maihueniopsis domeykoana*	DD	**DATOS INSUFICIENTES** No hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	Potencialmente amezanda en el futuro por deterioro de su habitat donde se desarrolla
65	*Miqueliopuntia miquelii*	LC	**PREOCUPACION MENOR** Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.	Potencialmente amenzado por considerase una planta de excelente valor ornamental
66	*Cardionema ramosissima*	DD	**DATOS INSUFICIENTES** No hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	Principales amenazas potenciales a esta especie es la ampliación de zonas agrícolas por ser considerada maleza

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
67	*Frankenia chilensis*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente amenzada por destrucción de su habitat por actividades ligadas a turismo del desierto florido
68	*Cistanthe coquimbensis*	DD	**DATOS INSUFICIENTES** No hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	En el corto plazo se ve amenazada por el sobrepastoreo de herbivoros en el hábitat de esta especie. El efecto del daño puede estar dado por el forrajeo, el pisoteo y la degradación general del hábitat causado por estos animales
69	*Cistanthe grandiflora*	DD	**DATOS INSUFICIENTES** No hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	Potencialmente amenzado por considerase una planta de buen valor ornamental
70	*Cistanthe thyrsoidea*	DD	**DATOS INSUFICIENTES** No hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	Principales amenazas potenciales a esta especie son el crecimiento urbano, ampliación de zonas agrícolas, erosión de su habitat y activifades deportivas al aire libre son las principales amenazas que le afectan.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
71	*Montiopsis trifida*	DD	**DATOS INSUFICIENTES** No hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	
72	*Mirabilis elegans*	DD	**DATOS INSUFICIENTES** No hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	Potencialmente amenzado por considerase una planta de buen valor ornamental pero se desconoce su ecología
73	*Anisomeria littoralis*	VU	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre	Actividades deportivas al aire libre en la zpona litoral y su valor ornamental, son las principales amenzas de esta especie en el corto plazo
74	*Plumbago caerulea*	DD	**DATOS INSUFICIENTES** No hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	Su valor ornamental es potencialmente las principal amenza de esta especie en el corto plazo
75	*Chorizanthe frankenioides*	VU EN	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre **EN PELIGRO** se considera que se está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre	Potencialmente esta especie se ve amenazada por la urbanización creciente del litoral en la zona de distribución natural y construccion de caminos

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
76	*Chorizanthe mieresii*	EN	**EN PELIGRO** se considera que se está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre	Potenciales amenzas en el corto plazo: Entre Choros Bajo y la caleta Chañaral de Aceituno así como desde el puerto de Huasco, hasta el PN Llanos de Challe se vive un progresivo proceso de urbanización. Para el sector Chañaral de Aceituno-Punta de Choros está proyectado ocupar terrenos por la industria minera incluido dos puertos. En el sector de Huasco existen varias plantas termoeléctricas con grandes botaderos de cenizas. Además, en el área de distribución de la especie existen o están por construirse varios proyectos de energía eólica.
77	*Loasa elongata*	VU	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre	Potencialmente amenzada por destrucción de su habitat por actividades ligadas a turismo del desierto florido
78	*Adesmia laxa*	VU	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre	Su hábitat se encuentra alterado por caminos y actividad antropica

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
79	*Adesmia parviflora*	LC	**PREOCUPACION MENOR** Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.	Su hábitat se encuentra alterado por caminos y actividad antropica
80	*Adesmia pungens*	LC	**PREOCUPACION MENOR** Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.	Su hábitat se encuentra alterado por caminos y actividad antropica
81	*Adesmia sessiliflora*	VU	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre	Su hábitat se encuentra alterado por caminos y actividad antropica
82	*Astragalus amatus*	VU	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre	Habitat degradado por la accion turistica
83	*Caesalpinia angulata*	VU	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre	Habitat degradado por la accion turistica

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
84	*Calliandra chilensis*	NT	**CASI AMENAZADA (NT)** No cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable). Se considera que al seguir operando las amenazas actuales, Cordia decandra está próxima a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro.	Su hábitat se encuentra alterado por actividad antropica
85	*Lupinus microcarpus*	LC	**PREOCUPACION MENOR** NO cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable) y su amplia distribución indica que no está próxima a satisfacer los criterios de estas categorías.	Potencialemente vulnerable a su explotacion por su buen valor como especie ornamental
86	*Cruckshanksia montiana*	VU	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre	Destruccion de su habitat por actividad antropica en las dunas costeras

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
87	*Oziroe biflora*	LC	**PREOCUPACION MENOR** Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.	Especie potencialmente se ve amenazada por la destrucción de su hábitat natural
88	*Balbisia peduncularis*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialemente vulnerable a su explotacion por su valor como especie ornamental
89	*Argylia radiata*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialemente vulnerable a su explotacion por su buen valor como especie ornamental

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
90	*Stachys eremicola*	VU	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre	Especie con distribución restringida y potencialmente se ve amenazada por la destrucción de su hábitat natural
91	*Chiropetalum canescens*	DD	**DATOS INSUFICIENTES** No hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población	
92	*Dinemagonum gayanum*	VU	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre	Destruccion de su habitat por uso de las dunas litorales como campo de espacimiento y deportes motorizados
93	*Sphaeralcea obtusiloba*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Especie potencialmente amenazada debido a su colecta para uso medicinal popular: para afecciones bronquiales y eventualmente ornamental

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
94	*Pleurophora pungens*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Deterioro del ecosistema por avance urbano
95	*Oxalis gigantea*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Deterioro del ecosistema por avance urbano
96	*Argemone hunnemannii*	IC	**INSUFICIENTEMENTE CONOCIDA** una especie se clasifica en esta categoría si no xiste informacion suficiente que permita clasificarla en alguna de las categorias, equivale a la categora de Datos Isnsuficientes (DD) de IUCN	Potencialmente amenazada su excelente valor ornamental

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
97	*Tristerix aphyllus*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Amenza potencial es la destrucción del habitat donde se desarrollan sus plantas hospederas y la eliminación de su principal ave propagador *Mimus thenca* (Tenca). Tanto las flores y los frutos del quintral del quisco *Tristerix aphyllus* son comestibles
98	*Bridgesia incisifolia*	VU - EN	**VULNERABLE** Se considera que se está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre **EN PELIGRO** se considera que se está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre	El Hábitat de esta planta se encuentra afectado por la proximidad a las zonas de cultivo, el sobre pastoreo de ganado caprino y caminos mineros
99	*Cuscuta odorata*	IC	**INSUFICIENTEMENTE CONOCIDA** una especie se clasifica en esta categoría si no xiste informacion suficiente que permita clasificarla en alguna de las categorias, equivale a la categora de Datos Isnsuficientes (DD) de IUCN	Potencialmente anezada por la destrucción del ecosistema donde se desarrolla producto del cambio climático

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
100	*Cuscuta purpurata*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente anezada por la destrucción del ecosistema donde se desarrolla producto del cambio climático
101	*Nolana baccata*	IC	**INSUFICIENTEMENTE CONOCIDA** una especie se clasifica en esta categoría si no xiste informacion suficiente que permita clasificarla en alguna de las categorias, equivale a la categora de Datos Isnsuficientes (DD) de IUCN	Potencialmente anezada por la destrucción del ecosistema donde se desarrolla producto del cambio climático
102	*Nolana coelestis*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente anezada por la destrucción del ecosistema donde se desarrolla la especie

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
103	*Nolana divaricata*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente anezada por la destrucción del ecosistema donde se desarrolla la especie
104	*Nolana incana*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	El Hábitat de esta planta se encuentra afectado por la proximidad a las zonas de cultivo, el sobre pastoreo de ganado caprino y caminos mineros
105	*Nolana parviflora*	IC	**INSUFICIENTEMENTE CONOCIDA** una especie se clasifica en esta categoría si no xiste informacion suficiente que permita clasificarla en alguna de las categorias, equivale a la categora de Datos Isnsuficientes (DD) de IUCN	El Hábitat de esta planta se encuentra afectado por la proximidad a las zonas de cultivo, el sobre pastoreo de ganado caprino y caminos mineros

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
106	*Nolana sedifolia*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	El Hábitat de esta planta se encuentra afectado por la proximidad a las zonas de cultivo, el sobre pastoreo de ganado caprino y caminos mineros
107	*Nolana werdermannii*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	El Hábitat de esta planta se encuentra afectado por la proximidad a las zonas de cultivo, el sobre pastoreo de ganado caprino y caminos mineros
108	*Reyesia chilensis*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	El Hábitat de esta planta se encuentra afectado por la proximidad a las zonas de sobre pastoreo de ganado caprino y caminos mineros

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
109	*Schizanthus alpestris*	IC	**INSUFICIENTEMENTE CONOCIDA** una especie se clasifica en esta categoría si no xiste informacion suficiente que permita clasificarla en alguna de las categorias, equivale a la categora de Datos Isnsuficientes (DD) de IUCN	Habitat amenzado potencialmente por uso de territorio para deportes en motocicleta y rally (actividad antrópica)
110	*Schizanthus candidus*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialementeamenazada por su explotacion debido a su valor como especie ornamental
111	*Solanum paposanum*	IC	**INSUFICIENTEMENTE CONOCIDA** una especie se clasifica en esta categoría si no xiste informacion suficiente que permita clasificarla en alguna de las categorias, equivale a la categora de Datos Isnsuficientes (DD) de IUCN	

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

N°	Especie	Categoría RCE	Criterios de Clasificación según RCE	Principales amenazas actuales y potenciales
112	*Solanum pinnatum*	FP	**FUERA DE PELIGRO** Una especie sesta en esta clasificación cuando, habiendo estado en alguna de las categorías anteriores (de riesgo), en la actualidad se considera relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que sus amenazas han cesado. Esta categoría no es excluyente de las demás	Potencialmente amenazada su colecta de semillas para uso ornamental
113	*Solanum remyanum*	IC	**INSUFICIENTEMENTE CONOCIDA** una especie se clasifica en esta categoría si no xiste informacion suficiente que permita clasificarla en alguna de las categorias, equivale a la categora de Datos Isnsuficientes (DD) de IUCN	Potencialmente amenaza ya que se utiliza como forraje para animales, lo que no permitiría su semillación. Ademas tiene cierto valor ornamental.

Categoría RCE: EN= En Peligro VU= Vulnerable; NT=Casi Amenazada LC=Preocupación menor; IC=Insuficientemente conocida.

De las 114 especies clasificadas en el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) en alguna categoría de conservación (Tabla 14) 27 especies se encuentran en alguna categoría de amenaza de acuerdo a UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable). Las especies en categoría de amenaza son: EN PELIGRO: Chorizanthe mieresii, Conanthera urceolata, Copiapoa fiedleriana (Copiapoa), Eragrostis pycnantha, Eulychnia breviflora, Zephyranthes advena. VULNERABLE: Adesmia laxa, Adesmia sessiliflora, Alstroemeria magnifica, Anisomeria littoralis, Astragalus amatus, Balsamocarpon brevifolium, Caesalpinia angulata, Cruckshanksia montiana, Dinemagonum gayanum, Eriosyce atroviridis, Eriosyce villosa, Haplopappus rengifoanus, Lepidium angustissimum, Loasa elongata, Puya boliviensis, Stachys eremicola, Tillandsia landbeckii, Trichocereus, Chorizanthe frankenioides, Bridgesia incisifolia

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Además se presentan las unidades vegetacionales donde se ubican las especies en categoría de conservación y su abundancia (Tabla 15).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
Fabaceae	Adesmia filifolia	Adesmia	NE		FP			18	+	1	50
								23	r	1	50
								24	+	4	199
								26	+	18	896
Fabaceae	Adesmia laxa	Arvejilla	VU		IC			33	+	1	50
Fabaceae	Adesmia pungens	Adesmia	LC		FP			1	10	10	498
								14	3	3	149
								16	r	1	50
								21	+	5	249
								23	2	3	149
								26	5	3	149
								26	4	1	50
								32	7	6	299
Fabaceae	Adesmia sessiliflora	Varilla	VU		VU			33	8	7	348
Pteridaceae	Adiantum chilense	Palito negro, Culantrillo	LC		VU			1	+	1	50
								20	+	6	299
								21	+	5	249
								25	5	55	2737
								28	4	19	945

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
Verbenaceae	Aloysia salviifolia	Salvia blanca, salvia	NE		FP			4	1	2	100
								8	7	8	398
								18	2	4	199
								35	15	25	1244
Alstroemeriaceae	Alstroemeria magnifica	Lirio morado	VU					21	3	29	1443
								26	+	6	299
								27	+	6	299
Phytolaccaceae	Anisomeria littoralis	Pircún	VU					3	4	3	149
Papaveraceae	Argemone hunnemannii	Cardo blanco	NE		IC			41	+	1	50
Bignoniaceae	Argylia radiata	Terciopelo, cartucho, flor del jote	NE		FP			7	2	5	249
								8	5	17	846
								12	+	1	50
								22	1	11	547
								23	+	3	149
								26	+	3	149
								33	2	1	50
								36	r	1	50
								37	+	4	199
								6_26	2	2	100
								8_42	+	2	100

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
Asteraceae	**Baccharis linearis**	**Romerillo**	**NE**		**FP**			41	70	63	3135
Asteraceae	**Bahia ambrosioides**	**Chamicilla, chamiza blanca**	**NE**			**FP**		14	+	5	249
								20	30	120	5971
								21	10	6	299
								21	15	3	149
								23	+	2	100
								24	3	3	149
								30	4	5	249
Francoaceae	**Balbisia peduncularis**	**Amancay**	**NE**		**FP**			1	30	120	5971
								2	60	1000	49761
								4	5	13	647
								5	15	18	896
								7	3	10	498
								8	20	20	995
								9	4	17	846
								11	2	3	149
								12	10	10	498
								13	8	13	647
								15	5	5	249
								16	20	86	4279

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								17	30	52	2588
								17	70	1000	49761
								18	10	28	1393
								19	8	18	896
								21	70	117	5822
								21	60	60	2986
								22	70	90	4479
								22	60	67	3334
								23	60	49	2438
								24	40	91	4528
								25	60	115	5723
								26	60	63	3135
								26	70	92	4578
								26	20	29	1443
								26	40	28	1393
								26	70	197	9803
								27	30	38	1891
								28	20	26	1294
								29	70	107	5324
								30	70	69	3434

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								31	30	39	1941
								32	15	51	2538
								32	30	46	2289
								33	60	55	2737
								34	5	21	1045
								34	15	19	945
								35	13	9	448
								36	7	4	199
								36	15	9	448
								37	10	30	1493
								38	15	28	1393
								39	10	21	1045
								40	12	16	796
								43	15	66	3284
								6_26	10	35	1742
Fabaceae	**Balsamocarpon brevifolium**	**Algarrobilla**	**NE**		**VP**	**VU**		4	10	5	249
								13	30	9	448
								18	20	10	498
								26	15	8	398
								38	10	12	597

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
Sapindaceae	Bridgesia incisifolia	Rumpiata, rumpaito, rumpe-ato	NE		EP	VU		2	15	13	647
								7	+	2	100
								8	3	2	100
								9	2	1	50
								11	8	16	796
								17	20	40	1990
								17	70	800	39809
								19	10	26	1294
								20	r	1	50
								23	10	8	398
								26	7	15	746
								29	15	8	398
								31	8	13	647
								32	4	18	896
								32	8	8	398
								33	+	3	149
								34	+	2	100
								34	3	2	100
								35	5	8	398
								36	+	3	149

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								37	4	8	398
Zygophyllaceae	**Bulnesia chilensis**	**Retamo**	**NE**			**FP**		18	10	6	299
Caesalpiniaceae	**Caesalpinia angulata**	**Retamo, porotera**	**NE**			**VU**		4	10	4	199
								7	15	11	547
								8	15	8	398
								12	7	8	398
								13	3	6	299
								16	7	4	199
								17	+	1	50
								18	3	4	199
								21	5	12	597
								22	15	9	448
								22	40	41	2040
								24	8	8	398
								26	2	3	149
								26	15	21	1045
								27	4	6	299
								31	4	5	249
								35	15	44	2189
								36	r	1	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								37	20	17	846
								38	6	5	249
								39	5	4	199
								41	r	1	50
Fabaceae	Calliandra chilensis	Espino rojo	CA					9	10	21	1045
								9	3	3	149
								18	4	4	199
								26	5	3	149
								33	10	12	597
								34	10	20	995
								36	60	36	1791
								36	40	42	2090
								37	20	10	498
Caryophyllaceae	Cardionema ramosissima	Sin nombre conocido	DD					26	+	3	149
Pteridaceae	Cheilanthes mollis	Doradilla	LC					8	1	4	199
								29	r	1	50
								33	r	1	50
Euphorbiaceae	Chiropetalum canescens	Ventosilla	NE		IC (FP?)			14	2	1	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
Polygonaceae	Chorizanthe frankenioides	Sanguinaria	VU			EN		8_42	10	91	4528
Polygonaceae	Chorizanthe mieresii	Sanguinaria	EN					14	4	121	6021
								22	6	11	547
								24	+	4	199
								32	+	2	100
Asteraceae	Chuquiraga ulicina	Hierba blanca	NE			FP		22	r	1	50
								22	8	31	1543
								24	8	11	547
Montiaceae	Cistanthe coquimbensis	Pata de guanaco	DD		IC			8_42	80	210	10450
Montiaceae	Cistanthe grandiflora	Doquilla	DD		FP			26	+	9	448
								26	+	3	149
								27	+	13	647
								38	r	1	50
Montiaceae	Cistanthe thyrsoidea	Sin nombre conocido	DD		FP			1	+	15	746
								8	+	1	50
								23	r	1	50
								26	+	3	149
								33	r	1	50
								33	r	1	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								36	+	5	249
								37	r	1	50
								8_42	30	42	2090
Euphorbiaceae	**Colliguaja odorifera**	**Colliguay**	**NE**		**FP**			1	8	8	398
Cactaceae	**Copiapoa coquimbana**	**Coquimbano**	**NT**	**VU**	**FP**	**VU**	**VU**	4	3	5	249
								5	r	1	50
								7	3	3	149
								8	r	1	50
								9	2	2	100
								10	10	3	149
								13	10	45	2239
								15	15	66	3284
								26	+	3	149
								26	4	20	995
								27	10	53	2637
								28	3	9	448
								37	+	3	149
								38	+	3	149
								39	15	22	1095
								39	+	3	149

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								43	+	1	50
Cactaceae	**Copiapoa coquimbana var. Fiedleriana**		**EN**	**VU**	**IC (FP?)**	**VU**	**VU**	21	+	5	249
Boraginaceae	**Cordia decandra**	**Carbonillo**	**NT**		**FP**	**VU**		3	10	165	8211
								8	15	13	647
								10	5	1	50
								18	8	3	149
								33	7	3	149
								35	5	3	149
								36	10	3	149
Malvaceae	**Cristaria cyanea**	**Maravilla negra**	**NE**		**FP**			1	18	67	3334
								3	8	13	647
								8	10	39	1941
								9	+	4	199
								26	r	3	149
								29	8	18	896
								32	8	44	2189
								33	4	18	896
								34	3	10	498
								35	3	102	5076

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
Cactaceae	Cumulopuntia sphaerica (Opuntia berterii)	Gatito, Perrito	LC	FP	FP	FP		3	8	12	597
								9	3	11	547
								10	10	5	249
								13	+	4	199
								20	2	10	498
								22	+	4	199
								27	1	6	299
								32	3	24	1194
								39	12	12	597
								43	+	4	199
								8_42	+	1	50
Convolvulaceae	Cuscuta purpurata	Cabello de ángel	NE			FP		12	r	1	50
								22	4	50	2488
								23	1	30	1493
								24	3	13	647
								34	+	1	50
								35	+	1	50
								37	+	11	547
								8_42	8	48	2389
Cyperaceae	Cyperus laevigatus	Sin nombre conocido	LC					41	30	53	2637

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
Brassicaceae	Descurainia nuttallii	Sin nombre conocido	NE		FP			3	2	12	597
								33	7	280	13933
								35	1	7	348
Malpighiaceae	Dinemagonum gayanum	Té de burro, pingo blanco	NE			VU		22	r	2	100
Cactaceae	Echinopsis coquimbana	Quisco coquimbano	NT		VU			9	5	1	50
								14	4	1	50
								26	5	1	50
								26	4	3	149
Asteraceae	Encelia canescens	Coronilla del fraile	NE		FP			3	30	54	2687
								4	+	1	50
								7	8	62	3085
								7	5	11	547
								8	35	51	2538
								9	40	150	7464
								10	20	20	995
								11	25	68	3384
								12	70	302	15028
								16	6	1	50
								17	5	8	398

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								18	7	5	249
								19	2	6	299
								20	6	38	1891
								22	10	72	3583
								23	30	140	6967
								24	4	13	647
								26	15	8	398
								26	+	2	100
								29	6	5	249
								32	+	1	50
								32	15	41	2040
								32	+	10	498
								33	r	1	50
								34	5	10	498
								35	8	41	2040
								36	+	10	498
								36	+	2	100
								37	13	32	1592
								38	20	29	1443
								43	7	10	498

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								8_42	40	89	4429
Ephedraceae	Ephedra breana	Pingo-pingo	DD		FP			22	r	1	50
								37	r	1	50
Ephedraceae	Ephedra gracilis	Pingo-pingo	DD		FP			1	6	3	149
								16	5	2	100
								17	+	1	50
								18	7	2	100
								20	7	6	299
								20	3	1	50
								21	3	13	647
								21	4	4	199
								22	r	2	100
								23	4	1	50
								24	13	4	199
								25	3	2	100
								26	8	1	50
								26	2	1	50
								26	+	1	50
								26	3	2	100
								28	r	1	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								31	3	3	149
								32	10	5	249
								33	4	1	50
								34	2	6	299
								6_26	25	12	597
Poaceae	**Eragrostis pycnantha**	**Sin nombre conocido**	**EN**					21	+	2	100
Cactaceae	**Eriosyce atroviridis**	**Quisco de Huanta**	**VU**					30	r	1	50
Cactaceae	**Eriosyce napina**	**Napín**	**NT**	**VU**	**FP**		**EP**	15	r	2	100
Cactaceae	**Eulychnia acida**	**Copao ácido**	**NT**		**FP**			2	5	2	100
								3	8	1	50
								4	20	10	498
								7	2	1	50
								7	5	3	149
								8	7	4	199
								9	1	1	50
								10	15	5	249
								16	6	8	398
								21	7	4	199
								26	10	10	498
								29	6	2	100

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								32	4	3	149
								34	20	8	398
								35	2	1	50
								6_26	5	4	199
Cactaceae	**Eulychnia breviflora**	**Copao**	**LC**	**R**	**FP**	**FP**		5	4	1	50
								38	7	2	100
								1	3	2	100
								18	15	6	299
								20	+	2	100
								21	1	1	50
								24	4	5	249
								25	15	10	498
								26	12	1	50
								26	20	11	547
								26	10	6	299
								27	15	12	597
								28	7	9	448
								34	4	2	100
								36	12	3	149
								36	7	3	149

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								37	13	4	199
								39	5	2	100
								43	7	4	199
Cactaceae	Eulychnia chorosensis	Sin nombre conocido	DD					38	6	1	50
								25	8	1	50
								30	16	2	100
								34	3	1	50
								43	3	1	50
Euphorbiaceae	Euphorbia thinophila	Lechera	NE		VU			24	+	3	149
								25	+	2	100
								27		1	50
Frankeniaceae	Frankenia chilensis	Hierba del salitre	NE		FP			13	60	45	2239
								7	10	10	498
								14	20	156	7763
								15	30	47	2339
								41	2	2	100
								43	25	24	1194
Asteraceae	Haplopappus rengifoanus	Cuerno	VU					14	2	2	100
Asteraceae	Helenium atacamense	Manzanilla	DD					3	10	125	6220

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
		cimarrona						13	+	3	149
								15	+	8	398
								16	18	37	1841
								20	+	20	995
								22	r	2	100
								23	3	52	2588
								26	+	6	299
								26	+	15	746
								26	+	3	149
								26	4	23	1145
								28	+	5	249
								30	3	31	1543
								33	10	187	9305
								36	+	3	149
								37	+	11	547
								43	+	3	149
								8_42	+	2	100
Heliotropiaceae	Heliotropium sinuatum	Palo negro	NE		FP			3	10	8	398
								33	8	5	249
Heliotropiaceae	Heliotropium	Palito negro	NE		FP			1	3	2	100

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
	stenophyllum							5	40	59	2936
								8	8	2	100
								9	8	56	2787
								12	5	7	348
								13	15	25	1244
								14	1	1	50
								15	10	79	3931
								18	+	2	100
								20	15	2	100
								22	r	1	50
								24	12	17	846
								25	8	7	348
								26	20	12	597
								26	30	30	1493
								26	20	21	1045
								26	30	16	796
								26	40	19	945
								27	20	52	2588
								28	10	12	597
								30	20	22	1095

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								32	2	1	50
								33	+	1	50
								36	7	3	149
								36	2	2	100
								36	7	6	299
								37	4	3	149
								38	40	50	2488
								39	40	38	1891
								43	7	8	398
								8_42	8	2	100
Cyperaceae	**Isolepis cernua**	**Sin nombre conocido**	**LC**					41	2	13	647
Poaceae	**Jarava tortuosa**	**Paja**	**EN**		**FP**			1	+	3	149
								15	+	11	547
								17	5	9	448
								17	3	3	149
								19	8	15	746
								20	4	6	299
								20	4	8	398
								26	10	23	1145
								26	8	25	1244

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								28	r	1	50
								31	4	17	846
								38	r	1	50
								43	+	5	249
Krameriaceae	**Krameria cistoidea**	**Pacul**	**LC**		**FP**	**VU**		1	5	1	50
								12	r	2	100
								13	5	3	149
								21	3	2	100
								22	4	3	149
								26	+	1	50
								26	r	1	50
								32	3	1	50
								37	7	3	149
Brassicaceae	**Lepidium angustissimum**	**Sin nombre conocido**	**VU**			**VU**		18	+	46	2289
								21	6	33	1642
								26	+	10	498
								26	2	40	1990
								36	3	28	1393
								43	5	130	6469
Verbenaceae	**Lippia fragrans**	**Orégano**	**NE**		**IC**			12	r	4	199

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								18	+	1	50
								22	+	2	100
								24	8	8	398
Loasaceae	**Loasa elongata**	**Ortiga blanca**	**VU**					12	r	1	50
Fabaceae	**Lupinus microcarpus**	**Altramuz, hierba del traro**	**LC**			**IC**		22	8	68	3384
								22	50	100000	4976115
								24	6	359	17864
								26	r	2	100
Solanaceae	**Lycium stenophyllum**	**Sin nombre conocido**	**NE**			**FP**		3	3	2	100
								29	40	10	498
								33	+	1	50
Cactaceae	**Miqueliopuntia miquelii**	**Tunilla, Tuna de Miguel**	**LC**		**FP**			1	4	1	50
								3	13	31	1543
								4	15	13	647
								5	60	41	2040
								8	18	9	448
								9	8	7	348
								13	8	4	199
								18	15	7	348
								18			0

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								20	r	1	50
								24	10	6	299
								25	r	1	50
								26	3	3	149
								27	20	12	597
								38	20	12	597
								39	40	16	796
								43	2	2	100
								6_26	15	1	50
Nyctaginaceae	**Mirabilis elegans**	**Sin nombre conocido**	**DD**					29	+	2	100
Montiaceae	**Montiopsis trifida**	**Sin nombre conocido**	**NE**		**FP**			12	r	1	50
								26	+	10	498
								26	2	11	547
								30	+	9	448
Solanaceae	**Nolana baccata**	**Suspiro**	**NE**		**FP**			43	r	1	50
Solanaceae	**Nolana coelestis**	**Suspiro**	**NE**		**FP**			16	20	45	2239
								21	4	4	199
Solanaceae	**Nolana divaricata**	**Suspiro**	**NE**		**FP**			14	3	2	100
								8_42	+	1	50
Solanaceae	**Nolana incana**	**Nolana**	**NE**		**FP**			13	r	1	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								27	+	1	50
								37	r	1	50
								39	r	1	50
								43	3	2	100
Solanaceae	**Nolana parviflora**	**Nolana**	**NE**		**FP**			8_42	+	2	100
Solanaceae	**Nolana sedifolia**	**Sosa Brava Hoja Chica**	**NE**		**FP**			9	1	1	50
								14	4	2	100
								25	r	1	50
								38	+	4	199
Solanaceae	**Nolana werdermannii**	**Nolana**	**NE**		**FP**			1	8	11	547
								3	1	40	1990
								14	7	2	100
								20	r	1	50
								21	5	4	199
								22	3	2	100
								23	6	5	249
								26	3	2	100
Asteraceae	**Ophryosporus triangularis**	**Cola de zorro**	**NE**		**FP**			1	4	1	50
								2	2	2	100
								7	5	2	100

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								11	15	17	846
								17	+	1	50
								17	5	2	100
								19	+	1	50
								20	15	6	299
								21	r	5	249
								22	10	2	100
								23	10	9	448
								24	6	3	149
								26	15	4	199
								26	3	1	50
								26	25	41	2040
								29	4	2	100
								30	20	33	1642
								31	6	7	348
								32	10	23	1145
								34	10	4	199
								37	r	1	50
Oxalidaceae	**Oxalis gigantea**	**Churco, churqui**	**NE**		**FP**			1	6	8	398
								4	2	2	100

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								7	1	1	50
								7	4	2	100
								9	8	6	299
								12	5	3	149
								13	+	1	50
								14	5	2	100
								16	6	3	149
								17	8	13	647
								17	15	5	249
								19	8	7	348
								21	+	3	149
								21	7	7	348
								22	6	5	249
								24	6	7	348
								25	6	8	398
								26	6	3	149
								26	4	2	100
								26	3	11	547
								26	+	4	199
								26	3	5	249

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								26	6	7	348
								27	5	18	896
								28	7	7	348
								30	5	6	299
								31	10	16	796
								32	4	11	547
								32	3	2	100
								33	10	3	149
								34	15	18	896
								34	20	13	647
								35	5	3	149
								36	4	3	149
								36	6	7	348
								37	4	67	3334
								37	3	4	199
								38	+	12	597
								39	r	2	100
								40	8	5	249
								43	4	2	100
								6_26	6	14	697

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								8_42	2	1	50
Hyacinthaceae	Oziroe biflora	Lágrima de la virgen	LC					11	+	14	697
								16	+	1	50
								18	2	28	1393
								23	3	12	597
								26	6	16	796
								26	+	10	498
								26	+	16	796
								26	+	2	100
								27	r	1	50
								27	r	1	50
								28	+	1	50
								29	+	3	149
								32	+	5	249
								33	6	29	1443
								37	+	7	348
								38	+	2	100
Plantaginaceae	Plantago litorea	Generico de la sp Llanten	NE		FP			3	30	215	10699
								12	3	23	1145
								14	7	235	11694

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								16	5	1	50
								18	13	20	995
								23	60	610	30354
								26	70	320	15924
								26	7	25	1244
								26	3	19	945
								28	2	1	50
								29	30	215	10699
								32		130	6469
								34	+	40	1990
								35	4	137	6817
								37	+	20	995
Asteraceae	**Pleocarphus revolutus**	**Cola de ratón**	**NE**		**FP**			3	+	6	299
								20	5	5	249
Asteraceae	**Polyachyrus poeppigii**	**Borlón de alforja**	**NE**		**FP**			1	8	6	299
								21	6	27	1344
								24	3	7	348
								26	2	4	199
								27	r	1	50
								28	r	1	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								29	5	1	50
								30	+	4	199
								32	4	3	149
								33	10	8	398
								34	+	9	448
Poaceae	**Polypogon australis**	**Cola de ratón**	**NE**			**FP**		41	7	25	1244
Asteraceae	**Prustia cuneifolia**	**Huañil, Pucana, tipia,**	**NE**		**FP**			2	3	1	50
								7	2	1	50
								11	3	2	100
								17	5	4	199
								19	4	10	498
								31	4	2	100
								32	10	24	1194
								32	5	3	149
								32	15	38	1891
								34	2	1	50
								40	40	27	1344
Bromeliaceae	**Puya alpestris**	**Chagual**	**LC**					7	4	18	896
								25	2	1	50
								28	+	1	50

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
Solanaceae	Reyesia chilensis	Sin nombre conocido	NE		FP			9	r	1	50
								28	4	14	697
Sapindales	Schinus polygamus	Huingan	NE		FP			3	4	4	199
								20	60	6	299
Solanaceae	Schizanthus alpestris	Pajarito	NE		IC			12	r	2	100
Solanaceae	Schizanthus candidus	Mariposa blanca, cacatúa	NE		FP			28	r	1	50
								33	+	1	50
Asteraceae	Senecio bahioides	Sin nombre conocido	NE		FP			1	+	7	348
								7	+	2	100
								14	4	24	1194
								16	+	3	149
								21	r	1	50
								21	+	9	448
								21	3	9	448
								22	+	3	149
								23	r	5	249
								24	7	3	149
								26	+	4	199
								32	r	1	50
								33	1	2	100

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								40	2	3	149
								6_26	4	3	149
Solanaceae	**Solanum pinnatum**	**Hierba del chabalongo, serilla**	**NE**		**FP**	**FP**		32	r	1	50
Solanaceae	**Solanum remyanum**	**Tomatillo Azul**	**NE**		**IC**			1	r	1	50
Malvaceae	**Sphaeralcea obtusiloba**	**Malvavisca, malva del cerro**	**NE**		**FP**			9	+	2	100
								11	+	1	50
								16	2	4	199
								26	+	2	100
								26	4	2	100
								27		1	50
								35	r	1	50
								36	+	2	100
								36	+	3	149
								36	r	1	50
Asteraceae	**Spinoliva ilicifolia**	**Huañil, olivillo**	**NE**		**FP**			3	10	5	249
								3	3	2	100
								8	6	4	199
								23	3	1	50
								25	3	1	50
								29	8	2	100

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								33	13	5	249
Lamiaceae	Stachys eremicola	Hierba santa	NE		VU			1	3	5	249
Asteraceae	Tessaria absinthioides	Brea, chilquilla	NE		FP			41	80	1000	49761
Aizoaceae	Tetragonia macrocarpa	Sin nombre conocido	NE			FP		43	30	210	10450
Aizoaceae	Tetragonia pedunculata	Aguanosa, Lechuga	NE		FP			15	r	1	50
Lamiaceae	Teucrium nudicaule	Sin nombre conocido	NE		FP			24	8	11	547
Bromeliaceae	Tillandsia landbeckii	Paja Blanca	VU					2	40	60	2986
								8	2	1	50
								32	1	4	199
								6_26	3	9	448
Cactaceae	Trichocereus deserticola (Echinopsis deserticola)	Quisco	VU	IC	IC (FP?)	VU	VU	2	20	1	50
								6_26	15	2	100
Loranthaceae	Tristerix aphyllus	Quintral del quisco	NE		FP			1	2	240	11943
								3	4	1	50
Violaceae	Viola polypoda	Violetas Del Campo	NE			VU		37	´+	4	199
Tecophilaeaceae	Zephyra elegans	Flor De La Viuda	NE			FP		21	2	13	647
Amaryllidaceae	Zephyranthes advena	Añañuca	EN					14	2	2	100

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación					FV	Cobertura (%)	Abundancia	Densidad (ind/ha)
			RCE	Bol47	L. Rojo Atacama	L.Rojo Flora	Cactáceas Chile				
								22	10	28	1393
								26	r	1	50
								34	3	20	995
								36	8	90	4479
								36	8	35	1742
								37	8	84	4180

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

6.3 Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal

Dentro del Sitio Prioritario Sarco, ha sido posible identificar especies consideradas como originarias del país de acuerdo al Decreto 68 que establece, aprueba y oficializa la nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias.

Estas especies incluidas en dicho decreto, y que se han encontrado dentrol Sitio Prioritario Sarco son:

Tabla 16. Especies presentes en la zona del Proyecto pertenecientes al D.S. 68.

Familia	Nombre cientifico	Nombre común
Phytolaccaceae	Anisomeria littoralis	Pircún
Asteraceae	Baccharis linearis (Ruiz & Pav.)Pers	Romerillo, romero, romero de la tierra
Francoaceae	Balbisia peduncularis (Lindl.) D.Don	Amancay
Sapindaceae	Bridgesia incisifolia Bertero ex Cambess.	Rumpiato
Zygophyllaceae	Bulnesia chilensis	Retamo
Cordiaceae	Cordia decandra Hook & Arn.	Carbonillo
Cactaceae	Eulychnia acida	Copao ácido
Campanulaceae	Lobelia polyphylla	Tabaco del diablo - Tupa
Oxalidaceae	Oxalis gigantea Barnéoud	Churqui

6.4 Cartografía de las Unidades

De la fotointerpretación del terreno, fue posible identificar 43 tipos vegetacionales, los cuales muestran diferencias considerables en términos de densidad y composición de especies.

La cartografía se presenta en Plano 8 datum WGS 84, Huso 19S, a una escala que permita una adecuada visualización de los componentes presentados.

6.5 Singularidad Ambiental

Respecto a la presencia de singularidades ambientales asociadas a la vegetación y flora en el área del estudio, se analizaron los distintos criterios indicados en la Guía de Evaluación Ambiental (CONAF, 2012).

Sobre la presencia de formaciones vegetales únicas o de baja representatividad nacional, se identifica una alta importancia a nivel de biodiversidad y endemismo de las especies, con una representación de un 11,6% a nivel regional, y 1,2% a nivel nacional.

Tabla 17. Matriz de criterios y discusión de la singularidad ambiental analizada para el proyecto.

N°	Criterio	Discusión	Singularidad	
			SI	NO
1	Presencia de formaciones vegetales únicas o de baja representatividad nacional.	De las 180 especies identificadas, 113 especies son endémicas de Chile (69%), 36 especies son nativas (22%), 2 especies son endémicas de la Región de Atacama (1%), 36,4% del total de las especies encontradas en el área de estudio tienen su distribución, o parte de ésta, entre las regiones de Atacama y Coquimbo.	X	
2	Presencia de Formaciones vegetales relictuales.	No se identifica la presencia de formaciones vegetales relictuales en el área del proyecto, ni a un radio de distancia de 5 km.		X
3	Presencia de Formaciones vegetales remanentes.	No se identifica la presencia de formaciones vegetales remanentes en el área del proyecto, ni a un radio de distancia de 5 km.		X
4	Presencia de Formaciones vegetales frágiles.	Se identifico la presencia de una formacion vegetal frágiles en el Sitio Prioritario	X	

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

		Sarco. Se desarrolla bajo condiciones de humedad permanente, en las cuales las especies dominantes son especies hidrófilas y arbóreas cuyo desarrollo se ve determinado por el recurso hídrico. De esta manera la quebrada cercanas se encuentran cubiertas por formaciones vegetales frágiles.		
5	Presencia de Bosque nativo de preservación.	De acuerdo a los antecedentes disponibles no se registró la presencia de bosques de preservación.	x	
6	Presencia de ejemplares de especies vegetales clasificadas en categorías de conservación.	De 180 especies encontradas en el Sitio Prioritario Sarco, 114 especies se encuentran clasificadas en el Reglamento de Clasificación de Especies. 26 especies se encuentran en alguna categoría de amenaza, 6 especies en En Peligro y 20 especies Vulnerable	x	
7	Presencia de especies vegetales protegidas por regulaciones especiales.	De acuerdo al DS68/2009 existen 9 especies arbustivas originarias del país. Según el Boletín 47 del MNHN.	x	
8	Presencia de especies endémicas.	De las 180 especies identificadas, 113 especies son endémicas de Chile (69%), 36 especies son nativas (22%), 8 especies introducidas (5%), 2 especies son endémicas de la Región de Atacama (1%).	x	
9	Presencia de especies de distribución restringida.	De las 180 especies identificadas, el 36,4% del total de las especies tienen su distribución, o parte de ésta, entre las regiones de Atacama y Coquimbo. 8	X	

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

		especies presentan una distribución restringida a la región de Atacama, mientras que 1 especies se encuentran distribuidas solo en la región de Coquimbo, 28 especies se distribuyen en las regiones de Atacama y Coquimbo		
10	Localización en o cercano al límite de distribución geográfica de la especie.	8 especies presentan una distribución restringida a la región de Atacama, mientras que 1 especies se encuentran distribuidas solo en la región de Coquimbo, 28 especies se distribuyen en las regiones de Atacama y Coquimbo	X	
11	Localización en o cercano al límite altitudinal de la especie.	De acuerdo al listado florístico y los antecedentes de la distribución altitudinal de las especies identificadas, no se registraron especies en o cercano al límite altitudinal de la especie.		X

7. CONCLUSIONES

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

- En el Sitio Prioritario Sarco fue posible determinar 43 unidades de vegetación homogénea, todas ellas correspondientes a formaciones del tipo xerofítica. Dentro del Sitio Prioritario Sarco la formación vegetacional más abundante es Matorral arbustivo de *Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum* con 614,36 ha, correspondiente al 11,6 % del Sitio Prioritaio Sarco.

- Con respecto a la flora del Sitio Prioritario Sarco es preciso señalar que 180 especies fueron descritas, dentro de ellas 160 a nivel de especie, 113 especies son endémicas de Chile (69%), 36 especies son nativas (22%), 8 especies introducidas (5%), 2 especies son endémicas de la Región de Atacama (1%). El 36,4% del total de las especies tienen su distribución, o parte de ésta, entre las regiones de Atacama y Coquimbo. 8 especies presentan una distribución restringida a la región de Atacama, mientras que 1 especies se encuentran distribuidas solo en la región de Coquimbo, 28 especies se distribuyen en las regiones de Atacama y Coquimbo. De las 180 especies de plantas vasculares registradas, 2 corresponden a la Clase Gnetopsida, 2 a la Clase Polypodiopsida, 19 a la Clase Liliopsida y 157 a la Clase Magnoliopsida. Todo esto representa el 8% de la flora a nivel nacional.

8. LITERATURA CONSULTADA.

ARROYO, M.T.K., MARQUET, P., MARTICORENA, C., SIMONETII, J., CAVIERES, L., SQUEO, F.A., ROZZI, R. 2004. Chilean Winter rainfall-valdivian forests. In: R.A.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

Mittermeier, P. Robles Gil, M. Hoffmann, J. Pilgrim, T. Brooks, C. Goettsch, J. Lamoreux & G.A.B. da Fonseca (eds.), “Hotspots Revisited”, pp. 99-103. CEMEX, México.

BELLARD, C., BERTELSMEIER, P., LEADLEY, W., HUILLER T., COURCHAMP, F. 2012. Impacts of climate change on the future of biodiversity. Ecology Letters 15: 365-377.

BONIN, A., BELLEMAIN, E., BROKEN EIDESEN, P., POMPANIN, F., CROCHAMANN, C., TABERLE, P. 2004. How to track and assess genotyping error in population genetic studies. Molecular Ecology 13: 3261-3273.

BONIN, A., EHRICH, D., MANEL, S. 2007. Statistical analysis of amplifi ed fragment length polymorphism data: a toolbox for molecular ecologists and evolutionists. Molecular Ecology 16: 3737-3758.

BROWN, A.H.D., W.J. LEVERICH y S.H. ROGSTAD. 1991 Sampling strategies for genetic variation in *Ex situ* collections of endangered species. En Falk, D.A y K.E. Holsinger (editors) Genetics and conservation of rare plants. New York. Pag 99-122.

BURKEY, T.V. 1989. Extinction in nature reserves: the effect of fragmentation and the importance of migration between reserve fragments. Oikos 55: 75-81.
COMAI, L. 2000. Genetic and epigenetic interactions in allopolyploid plants. Plant Molecular Ecology 43: 387-399.

DI CASTRI, F., HAJEK E. 1976. Bioclimatología de Chile. Ediciones de la Pontificia Universidad Católica de Chile Santiago. Chile. 129 pp.

DOYLE, J.J., DOYLE, J.L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochemical Bulletin 19: 11-15.

ELLSTRAND, N., ELAN, D. 1993. Population genetic consequences of small population size: implications for plant conservation. Annual Review of Ecology and Systematics 24: 217-242.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

FITZPATRICK, M., KELLER, S. 2014. Ecological genomics meets community-level modelling of biodiversity: mapping the genomic landscape of current and future environmental adaptation. Ecology Letters 18: 1-16.

FOREST, F., GRENYER, R., ROUGET, M., DAVIES, T., COWLING, R., FAITH, D., BALMFORD, A., MANNING, J., PROCHES, S., VAN DER BANK, M., REEVES, G., HEDDERSON, T., SAVOLAINEN, V. 2007. Preserving the evolutionary potential of flora in biodiversity hotspots. Nature 445: 757-760.

FOX, J. 2005. The R Commander: A Basic Statistics Graphical User Interface to R. Journal of Statistical Software 14: 1- 42.
FRANKHAM, R. 2003. Genetic and conservation biology. Comptes Rendus Biologies 326: S22-S29.

FRANKHAM, R. 2005. Genetics and extinction. Biological Conservation 126: 131-140.

GOLD, KATE, P. LEON-LOBOS, M. WAY 2004 Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA Nº 110, 62 p.

HASBUN, R., ITURRA, C., MORAGA, P., WACHTENDORFF, P., QUIROGA, P., VALENZUELA, S. 2012. An efficient and reproducible protocol for production of AFLP markers in tree genomes, using fluorescent capillary detection. Tree Genetics & Genomes 8: 925-931.

JAY, F., MANEL, S., ALVAREZ, N., DURAND, E.Y., THUILLER, W., HOLDEREGGER, R., TABERLET, P., FRANCOIS, O. 2012. Forecasting changes in population genetic structure of alpine plants in response to global warming. Molecular Ecology 21: 2354-2368.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

KAHILAINEN, A., PUURTINEM, M., KOTIAHO, J. 2014. Review paper Conservation implications of species-genetic diversity correlations. Global Ecology and Conservation 2: 315-323.

MARTICORENA, C., O. MATTHEI, R. RODRÍGUEZ, M. KALIN ARROYO, M. MUÑOZ, F. SQUEO, y G. ARANCIO. 1998. Catálogo de la flora vascular de la Segunda Región (Región de Antofagasta) Chile. Gayana Bot. 55(1):23-83.

MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

MAGURRAN A. E. 2004. Measuring biological diversity. Oxford, Blackwell Science, 256p.

MYERS N., R.A. MITTERMEIR, C.G. MITTERMEIR, G.A. FONSECA & J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

MIRANDA, A., ALTAMIRANO, A., CAYUELA, L., LARA, A., GONZÁLEZ, M. 2017. Native forest loss in the Chilean biodiversity hotspot: revealing the evidence. Regional Environmental Change 17: 285-297.

PRIMM, S. L., RAVEN, P. 2000. Biodiversity- Extintion by numbers. Nature 403: 843-845.

SMITH, T., KARK, S., SCHNEIDER, C., WAYNE, R. 2001. Biodiversity hotspots and beyond: the need for preserving environmental transitions. Trends in Ecology & Evolution 16(8): 431.

TORRES-DÍAZ, C., RUIZ, E., SALGADO-LUARTE, C., MOLINAMONTENEGRO, M.A., GIANOLI, E. 2013. Within-population genetic diversity of climbing plants and trees in a temperate forest in central Chile. Gayana Botánica 70(1): 36-43.

WEINIG, C., EWERS, B.E., WELCH, S.M. 2014. Ecological genomics and process modeling of local adaptation to climate. Current opinion in plant Biology 18: 66-72.

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

WHITTAKER, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon, 21(2/3): 213-251. Whittaker 1972

Juan Georgini Runi 1507, Barrio Universitario, La Serena
Fono: (56) 965940248
www.infor.cl

71°23'30"W 71°23'0"W 71°22'30"W 71°22'0"W 71°21'30"W 71°21'0"W 71°20'30"W 71°20'0"W 71°19'30"W 71°19'0"W 71°18'30"W 71°18'0"W 71°17'30"W

28°47'30"S 28°48'0"S 28°48'30"S 28°49'0"S 28°49'30"S 28°50'0"S 28°50'30"S 28°51'0"S 28°51'30"S 28°52'0"S 28°52'30"S

N

Parcelas Vegetacionales

Formación Vegetacional

- Camino
- Estepa arbustiva de Balbisia peduncularis y Cristaria cyanea
- Estepa arbustiva de Balbisia peduncularis y Tillandsia landbeckii
- Estepa arbustiva de Encelia canescens y Miqueliopuntia miquelii
- Estepa arbustiva de Eulychnia acida y Miqueliopuntia miquelii
- Estepa arbustiva de Miquelopuntia miquelii y Heliotropium stenophyllum
- Fondo de Quebrada
- Herbazal arbustivo de Ephedra sp y Aristolochia chilensis
- Herbazal de Caesalpinia angulata y Encelia canescens
- Herbazal de Encelia canescens y Balbisia penduncularis
- Herbazal de Encelia canescens y Calliandra chilensis
- Herbazal de Encelia canescens y Eulychnia acida
- Herbazal de Encelia canescens y Ophryosporus triangularis
- Herbazal de Encelia canescens y Quinchamalium chilensis
- Herbazal de Frankenia chilensis y Balsamocarpon brevifolium
- Herbazal de Frankenia chilensis y Chenopodium petiolares
- Herbazal de Frankenia chilensis y Copiapoa coquimbana
- Herbazal de Nolana coelestis y Balbisia peduncularis
- Matorral arborescente de Balbisia peduncularis y Bridgesia incisifolia
- Matorral arborescente de Balsamocarpon brevifolium y Miquelopuntia miquelii
- Matorral arborescente de Bridgesia incisifolia y Balbisia peduncularis
- Matorral arborescente de Schinus polygamus y Bahia ambrosioides
- Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Bahia ambrosioides
- Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Caesalpinia angulata
- Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Encelia canescens
- Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Ephedra gracilis
- Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Eulychnia breviflora
- Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum
- Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Heliotropium stenophyllum con presencia de cactaceas
- Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Lobelia polyphylla
- Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Lycium stenophyllum
- Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Ophryosporus triangularis
- Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Oxalis gigantea
- Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Proustia cuneifolia
- Matorral arbustivo de Balbisia peduncularis y Spinoliva ilicifolia
- Matorral arbustivo de Caesalpinia angulata y Aloysia salvifolia
- Matorral arbustivo de Caesalpinia angulata y Oxalis gigantea
- Matorral arbustivo de Calliandra chilensis y Bromus berteroanus
- Matorral arbustivo de Calliandra chilensis y Caesalpinia angulata
- Matorral arbustivo de Heliotropium stenophyllum y Encelia canescens
- Matorral arbustivo de Heliotropium stenophyllum y Miqueliopuntia miquelii
- Matorral arbustivo de Proustia cuneifolia y Balbisia peduncularis
- Matorral arbustivo de Tessaria absinthioides y Baccharis linearis
- Matorral bajo de Cistanthe coquimbensis y Encelia canescens
- Matorral bajo de Erodium cicutarium y Tetragonia macrocarpa
- Sin Vegetacion
- Zona Rocosa
- Límite Sarco

REPUBLICA DE CHILE
GOBIERNO REGIONAL DE ATACAMA
INTENDENTE

ACTUALIZA RESOLUCIÓN EXENTA N°643/1997 SOBRE PROTECCIÓN DEL DESIERTO FLORIDO Y N°463/2015 QUE APRUEBA LA CONSTITUCIÓN DE COMISIÓN DEL DESIERTO FLORIDO DE LA REGIÓN DE ATACAMA.

RESOLUCIÓN EXENTA GENERAL N° 285 /

COPIAPÓ, 03 SEP 2020

VISTOS: Lo dispuesto en el articulo 19 N° 8 de la Constitución Política de la Republica; en la Ley N° 19.175, Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional y sus modificaciones; en los textos actualizados y vigentes de la Ley N° 18.575, Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado; en la Ley N° 19.880, sobre Bases de los Procedimientos Administrativos; en el D. 1963 de 1995 del Ministerio de Relaciones Exteriores, que Promulga Convenio sobre la Diversidad Biológica; en la Estrategia Nacional de Biodiversidad, en la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, en la Ley N°20.417 que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia de Medio Ambiente; en el Decreto N°29 de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente que apruebe el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación; en el D. F. L. N° 725 de 1967, Código Sanitario (actualizado por D. S. N° 553, de 1990, del Ministerio de Salud); en la Res. N° 2.444 de 1980, del Ministerio de Salud, Sobre Normas Sanitarias Minimas para la Operación de Basurales: En la Estrategia Regional de Desarrollo de Atacama 2007-2017; en el D. S. N° 68 de 2009, del Ministerio de Agricultura, que establece, aprueba y oficializa nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país; en la Res. Ex. N° 323 de 2009, de Comisión Regional de Medio Ambiente de Atacama (COREMA), que establece la "Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama 2010 - 2017"; en la Ley N°20.283, sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal; en el D. N° 29 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente que dictó el nuevo Reglamento para Clasificar Especies según Estado de Conservación (denominado con la sigla RCE); en la Res. Ex. N°379 de 2016, de Ministerio de Bienes Nacionales, que otorga Permiso de Ocupación de Inmueble fiscal a la Corporación Nacional Forestal; en los D. Ex. N°383/2007, N°382/2007, N°613/2012, N°197/2009, N°732/2009 y N°379/2016, todos ellos del Ministerio de Bienes Nacionales: D. S. N°527/1985, que crea el Parque Nacional Pan de Azúcar y D. S. N° 946/1994 que crea el Parque Nacional Llanos de Challe, ambos del Ministerio de Bienes Nacionales; en la Res. Ex. N°643 de 1997 sobre protección del desierto florido, y su modificación, la Resolución Exenta N° 463 de 2015 que actualiza y aprueba la constitucion de Comisión del Desierto Florido de la Región de Atacama, ambas del Gobierno Regional de Atacama; en Ley N° 21.192 publicada en el Diario Oficial del 19 de diciembre de 2019, de Presupuesto para el año 2020; en la Resolución N° 7 y 8 de 2019, de Contraloría General de la República; y

CONSIDERANDO:

1. Que, la Constitución Política de la República de Chile en el catálogo de Derechos y Deberes contenido en el articulo 19 N° 8, establece que: "Se garantiza a todas las personas, el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, siendo deber del Estado velar para que este derecho no se vea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza. La ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente". Por lo que las áreas o terrenos fiscales que por sus caracteristicas ecológicas, por sus formaciones geológicas, por su flora y/o fauna, por sus riquezas naturales o escénicas, por su valor científico o patrimonial o que por cualquier otra cualidad tengan una influencia significativa sobre el medio ambiente, requieren una especial atención del Estado y sus organismos.

II. Que, es deber del Gobierno Regional de Atacama y las instituciones del Estado, el resguardo del Patrimonio Natural de esta Región, con énfasis en el ecosistema del Desierto Florido y toda la diversidad de formas de vida que lo estructuran.

III. Que, la Estrategia Regional de Desarrollo de Atacama tiene un Lineamiento Estratégico denominado "Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable", donde uno de sus objetivos generales dispone "Gestionar el uso sustentable del patrimonio natural regional, promoviendo el desarrollo de una Educación para la Sustentabilidad y garantizando el acceso *ciudadano a la Información Ambiental*".

IV. Que, la flora y vegetación de la Región de Atacama establecida por el Libro Rojo de la Flora Nativa de Atacama[1], está constituida por 980 especies nativas, lo que equivale a casi un quinto de la diversidad presente en Chile. De éstas, 77 especies son endémicas de nuestro país y su distribución mundial es exclusiva en la Región Administrativa de Atacama. Y que, por lo tanto, es un reservorio genético de alto interés para su conservación *in situ* y *ex situ*.

V. Que, según el Reglamento de Clasificación de especies, específicamente su Decreto Supremo N°23 del 30 de Julio de 2019, publicado en el Diario Oficial el 10 de julio de 2020, oficializando la nómina correspondiente al 15° Proceso de Clasificación de Especies (2018-2019), del total de 101 taxa que iniciaron el Decimoquinto Proceso de Clasificación, se calificó 93 taxa con Categoría de Conservación asignada según RCE – UICN 3.1, de acuerdo al Inventario de Especies Silvestres, en la Región de Atacama a la fecha hay un total de 215 especies de flora y vegetación clasificadas de, siendo 109 del reino Animalia y 109 del reino Plantae. De éstas, hay; 37 en la categoría En Peligro (EN); 8 En peligro crítico (CR); y 62 Vulnerable (VU).

VI. Que, en las Áreas Protegidas de la Región de Atacama: Parque Nacional Pan de Azúcar y Parque Nacional Llanos de Challe y, en los Bienes Nacionales Protegidos: Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama (Punta Morro - Desembocadura del Río Copiapó) y su complemento terrestre; Quebrada de Leones; Quebrada Peralillo; Desierto Florido de los Llanos de Travesía, y pajaritos se resguarda una importante muestra de los ecosistemas relevantes de la la Formación Desierto Florido, de la Región de Atacama, entre otros.

VII. Que, la Estrategia Regional de Biodiversidad de Atacama identifica al Ecosistema del Desierto Florido como un Sitio Prioritario para la conservación de la Biodiversidad.

VIII. Que, el Desierto Florido es Patrimonio Natural de todos los chilenos, y por lo tanto, debe protegerse toda su extensión en su lugar de origen para conservar su belleza endémica y frágil. es un complejo ecosistema, de trascendencia mundial y de vital importancia para el desarrollo local que requiere gestión permanente, cuyo fenómeno visible es la floración y que en periodos sin precipitaciones este material genético permanece latente en el suelo al igual que otras formas de vida a la espera de condiciones favorables. La complejidad de la vida silvestre en el Desierto Florido se manifiesta a través de las especies residentes que son visibles en forma permanente tales como el guanaco del norte, zorros, cururos, una amplia diversidad de aves, reptiles como la iguana chilena, aves, cactus y arbustos. Además de otro conjunto de especies que permanecen en estado latente por años y que son visibles cuando se producen condiciones favorables de humedad y temperatura en el suelo tales como plantas efímeras surgidas a partir de semillas, plantas geófitas, que surgen a la superficie a partir de bulbos, rizomas y tubérculos; además de insectos, arañas, escorpiones, caracoles y una rica diversidad de insectos polinizadores.

IX. Que, el fenómeno natural conocido como "Desierto Florido" constituye una característica del Patrimonio Natural de la Región de Atacama, produciéndose periódica u ocasionalmente en la medida que las condiciones pluviales, térmicas y naturales lo permitan.

X. Que, el fenómeno de la floración del Desierto ocurre tanto en suelo fiscal como privado, siendo una gran proporción en territorio fiscal, teniendo en cuenta que es una prioridad para la humanidad que la institucionalidad vigente vele por su cuidado, protección y preservación tanto a nivel físico como genético. Correspondiendole evaluar amenazas tanto antrópicas como naturales y disponer de estrategias, planes, mecanismos, recursos financieros, físicos y humanos necesarios para cumplir con su preservacion en colaboracion interinstitucional Publico-Privada.

XI. Que el Desierto Florido y su complejidad ecosistémica, es un fenómeno natural que se produce asimismo en propiedades de particulares, por lo que se hace necesario instar a éstos a que contribuyan a la protección del patrimonio ambiental, atendida la función social de la propiedad, velando siempre

---

[1] Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama; (F.A. Squeo, G Arancio & J.R. Gutiérrez, eds); Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile (2008) 11: 203 – 222

por el respeto y cumplimiento de la normativa vigente de protección y conservación del Medio Ambiente y el Paisaje Natural.

XII. Que, el Desierto Florido, es característico de la Región de Atacama y posee territorios de alta importancia para su gestión, tales como: Parque Nacional Pan de Azúcar, Parque Nacional Llanos de Challe, Punta Morro- Desembocadura del Río Copiapó, Quebrada de Leones, Llanos de Travesía y el polígono asociado al Sitio Prioritario para conservación de la Biodiversidad Desierto Florido. Al grupo anterior se agregan los Llanos de Caldera, Totoral, Hacienda Castilla, la Serranías Costeras de Chañaral, los sectores de Copiapó, Freirina, Huasco y Vallenar, Pajonales, Carrizalillo, Peralillo, Punta Alcalde, entre otros.

XIII. Que, asimismo, "El Desierto Florido" es de gran interés ambiental, científico, educativo, cultural, turístico y recreativo. En este contexto es posible destacar la singularidad de un conjunto de especies: Garra de león, Suspiros de campo, Patas de Guanaco, Lirios de campo, Añañucas, Terciopelos, Coronillas del Fraile, Huillis o Cebollines, además de Caracoles, Mariposas, Vaquitas del Desierto, Arañas y Escorpiones, cada uno de los cuales cumple funciones ecológicas específicas. Todas estas especies de flora e invertebrados terrestres incrementan la biomasa del sistema natural mejorando la condición de salud de los ecosistemas de llanos, serranías, oasis de niebla y borde costero de la región de Atacama.

XIV. Que, las especies de la flora y fauna que conforman el fenómeno del "Desierto Florido" representan un reservorio genético para Chile y que, por tanto, es necesario e importante conservar su biodiversidad, y el rico ecosistema endémico, propio de nuestra región y único en el mundo. Que, la cobertura vegetacional producto del desarrollo y crecimiento del fenómeno, mejora solo a modo de ejemplo, las condiciones de hábitat del Guanaco del norte, subespecie de camélido suramericano en categoría de conservación Vulnerable (Decreto Supremo 33/2012 MMA).

XV. Que, dicho fenómeno natural es efímero, vulnerable y de un equilibrio delicado. El cual con o sin floración, en períodos húmedos y secos, producto de las actividadee antrópicae, se producen impactos sobre las especies de flora y fauna y el recurso suelo. Entre las actividades que producen impactos están las relacionadas a actividades reguladas con impactos limitados y/o compensados, y sobre todo, las de mayor impacto corresponden a actividades no reguladas, entre las cuales se pueden destacar las siguientes: rallys y raids realizados a campo traviesa, el desplazamiento de vehículos particulares en zonas sin intervención que no están autorizadas, extracción y comercialización de cactáceas, colecta de semillas, captura y comercialización de reptiles, extracción de especies geófilas, atropellos de guanacos y zorros, caza ilegal de guanacos, corta de ejemplares de flora con fines ornamentales, el turismo no regulado y campismo irregular especialmente en el borde costero, contaminación por efecto de utilización de espacios naturales como baños. Por lo señalado, el resguardo del territorio y la conservación del suelo es esencial para la viabilidad ecológica de especies de flora y fauna y variados componentes ambientales del ecosistema como costras salinas que protegen la vida edáfica y líquenes que rellenen agua de la camanchaca.

XVI. Que, desde hace años, ha existido la preocupación de la institucionalidad pública para el reconocimiento, la protección y el cuidado del patrimonio natural que representa el Desierto Florido en la Región de Atacama, materializandose esta preocupacion a contar del año 1985, con la creación del Parque Nacional Pan de Azucar, continuando el año 1994 con la creación del Parque Nacional Llanos de Challe, y luego de este, mediante otros actos administrativos que han permitido y que asimismo, se hace necesario fortalecer la institucionalidad regional encargada de la preservación de éste.

XVII. Que, conforme a las transformaciones internas del Gobierno Regional derivadas de la implementación de la Ley N° 21.074, que introduce modificaciones a la Ley N° 19.175, Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional se hace necesario introducir modificaciones a la Comisión Regional de Desierto Florido.

RESUELVO:

I. ***ACTUALÍCESE*** *Resolución Exenta N°643 de fecha 29 de agosto de 1997, del Gobierno Regional de Atacama, modificada por la Resolución Exenta N° 483 de fecha 24 de septiembre de 2015, reafirmando las declaraciones contenidas en éstas, en atención a los considerandos precedentes.*

II. ***MODIFÍQUESE*** *a contar de la firma de este documento, la Comisión del Desierto Florido de la Región de Atacama, la que tendrá el carácter de permanente*

en cuanto a su funcionamiento y cuyo objetivo será la gestión del territorio a través de la protección, fiscalización, la educación ambiental, la investigación científica, la promoción, fomento y el ordenamiento de las actividades turísticas, deportivas y productivas entre otras que se realicen, especialmente considerando las desarrolladas en el Sitio Prioritario relevado por la Estrategia Regional de Biodiversidad; estableciendo procedimientos y requisitos para la ejecución de las actividades antrópicas que se realizan en el territorio, ya sean en terrenos de propiedad fiscal o privados, velando siempre por el cumplimiento de la normativa vigente.

II. **DETERMÍNESE** que la Comisión del Desierto Florido de la Región de Atacama, estará conformada por el Intendente de la Región de Atacama, quien la presidirá, en caso de no poder asistir a alguna sesión, podrá designar un suplente entre las autoridades de los miembros permanentes de la comisión. Se designará como Secretaria Ejecutiva a la División de Fomento e Industria del Gobierno Regional de Atacama y como Asesores Técnicos Permanentes a la Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente y la Corporación Nacional Forestal. Así también en caso que amerite la inclusión de algún otro organismo o actor público o privado de acuerdo con las temáticas a tratar en alguna sesión ordinaria o extraordinaria con derecho a voz, será a decisión del presidente mediante invitación cursada por Secretario Ejecutivo de la Comisión Regional. Asimismo, este último deberá levantar acta de la sesión donde se indique los principales temas planteados y los acuerdos alcanzados.

Las facultades, atribuciones y competencias de la Comisión del Desierto Florido de la Región de Atacama, así como su funcionamiento interno, serán regulados a través de un Reglamento interno, que se dicte al efecto, cuya propuesta deberá ser elaborada por la Asesoría Técnica Permanente, considerando a lo menos 1 sesión Ordinaria Anual, además de las sesiones extraordinarias que se requieran. Formarán parte permanentemente de esta comisión, los representantes debidamente facultados de las siguientes Instituciones y Organismos que se enumeran más adelante en el presente numeral. Adicionalmente, los municipios de la Región de Atacama formaran parte de la Comisión en el caso que el fenómeno se presente en el territorio. Miembros Permanentes:

1) Intendente de la Región de Atacama
2) Consejo Regional de Atacama
3) Gobernaciones Provinciales de la Región de Atacama,
4) Secretaría Regional Ministerial de Agricultura,
5) Secretaría Regional Ministerial de Economía,
6) Secretaría Regional Ministerial de Bienes Nacionales,
7) Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente,
8) Dirección Regional de la Corporación Nacional Forestal de la Región de Atacama,
9) Dirección Regional del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama,
10) Dirección Regional del Servicio Nacional de Turismo de la Región de Atacama,
11) Dirección Regional de la Corporación de Fomento de la Producción de la Región de Atacama,
12) Prefectura Atacama de Carabineros de Chile,
13) Tercera Región Policial de la Policía de Investigaciones de Chile,
14) Gobernación Marítima de Caldera
15) División de Planificación y Desarrollo del Gobierno Regional de Atacama
16) División de Presupuesto e Inversión Regional del Gobierno Regional de Atacama, y
17) División de Fomento e Industria del Gobierno Regional de Atacama

IV. **ESTABLÉZCASE** el **Territorio de Gestión del Desierto Florido en la Región de Atacama**, aquel conformado por las siguientes Formaciones Vegetacionales: Desierto Costero de Taltal, Desierto Costero del Huasco, Desierto Florido de los Llanos de Travesía, Desierto Florido de las Serranías, Desierto Estepario de las Serranías costeras, Desierto Interior de Taltal, Desierto Estepario del Salvador.

Las instituciones públicas de la Región de Atacama, dentro del ámbito de sus funciones, deberán siempre velar por la adecuada preservación, conservación y desarrollo sostenible de éste. Sin perjuicio de lo anterior, y sólo para los efectos de las acciones que deriven de la presente Resolución, dentro de este Territorio de Gestión del Desierto Florido, se han establecido dos áreas de gestión, la primera de ellas denominada **Área de Mayor Expresión Desierto Florido** está constituido por las Formaciones Vegetacionales Desierto Costero de Taltal, Desierto Costero del Huasco, Desierto Florido de los Llanos de Travesía y el Desierto Florido de las Serranías. Esta área contiene diversas especies de flora nativa y endémica como son cactus

de los géneros Copiapoa y Eriosyce, líquenes, insectos polinizadores, reptiles como la iguana chilena, aves diseminadoras y polinizadoras y otras que regulan las poblaciones de insectos, reptiles, anfibios y roedores como son los carnívoros aéreos donde destaca el aguilucho, halcón perdiguero, cernícalo, tucúquere, lechuza y peuquén, en tanto la base de mamíferos de esta área la conforma micromamíferos como roedores y marsupiales así como meso y macromamíferos, destacando la presencia del guanaco del norte que cumple un rol ecológico fundamental para el desarrollo del desierto florido como diseminador de semillas, podador de arbustos y fertilizador del desierto, así también destaca la presencia de carnívoros terrestres como el puma, el gato colocolo, zorro chilla y zorro culpeo. Esta base de especies silvestres existe gracias a la humedad que entregan las nubes que ingresan desde el océano pacífico, nubosidad llamada camanchaca, la cual permite se mantenga la vida silvestre en años sin precipitaciones, sin embargo la productividad primaria aumenta significativamente en años que ocurren precipitaciones otoñales e invernales, que eleva la riqueza de especies de flora y fortalece la cadena alimenticia y la viabilidad ecológica de las especies silvestres nativas y endémicas de la región de Atacama.

Asimismo, dentro de este mismo Territorio de Gestión del Desierto Florido, el Área con Menor Expresión Desierto Florido está conformado por la Formaciones Vegetacionales Desierto Estepario de las Serranías Costeras, Desierto Interior de Taltal y Desierto Estepario del Salvador. Cabe señalar que en este espacio territorial la visibilización de la floración es menos frecuente y más esporádica producto de las escasas precipitaciones. Si bien la diversidad de especies, tanto de flora como de fauna, es menor respecto del polígono señalado en el párrafo anterior, en ningún caso es menos relevante dado que las especies que sobreviven y permanecen en el tiempo, han evolucionado para sostenerse en condiciones de extrema aridez.

Finalmente, para el Área de Mayor Expresión Desierto Florido se identifican los Instrumentos de Gestión para la conservación de la Biodiversidad que implementa el Estado de Chile en el Desierto Florido y que corresponde a las siguientes: Áreas Protegidas que administra CONAF: Parque Nacional Pan de Azúcar, Parque Nacional Llanos de Challe; Bienes Nacionales Protegidos: Quebrada de Leones, Punta Morro - Desembocadura del Río Copiapó y Desierto Florido de los Llanos de Travesía; y el Sitio Prioritario para la conservación de la Biodiversidad que gestiona el Ministerio de Medio Ambiente: Desierto Florido. A su vez el Ministerio del Medio Ambiente ha elaborado el Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (ROCOGE) de la Garra de León (Leontochir ovallei), aprobado por el consejo de Ministros para la Sustentabilidad en Sesión Ordinaria del 24 de enero de 2019.

La información cartográfica está contenida en los documentos planos anexos de esta Resolución. En el **Anexo 1** se visualiza el Territorio de Gestión del Desierto Florido, las Áreas de Mayor y Menor Expresión del Desierto Florido y las Comunas de la región de Atacama. En el **Anexo 2** se cruza el Territorio de Gestión del Desierto Florido, las Áreas de Mayor y Menor Expresión del Desierto Florido, los Instrumentos de Gestión para Conservar la Biodiversidad, los asentamientos humanos y la infraestructura camunera regional.

V. **PROMUÉVASE** a través de la Comisión del Desierto Florido, el modelo de Ordenanza Municipal General elaborado por la Comisión, la cual busca resguardar la complejidad ecosistémica del Desierto Florido que se señala en esta Resolución y **SOLICÍTESE** a las Municipalidades que no cuentan con una normativa en la materia, que conforman la Región de Atacama, que promuevan su aprobación dentro de sus respectivas comunas.

VI. **VERIFÍQUESE** por parte de los servicios públicos competentes en materias ambientales y territoriales, que todas las actividades antrópicas que se insertan en el polígono de mayor relevancia del Desierto Florido, principalmente productivas, se ajusten a la legislación vigente.

VII. **ESTABLÉZCASE** a través de la Comisión Desierto Florido, procedimientos y requisitos, para actividades que no se enmarcan en la legislación vigente, tales como investigaciones científicas, rallys y raids, actividades turísticas y recreativas. Se deberá considerar mecanismos que promuevan la participación de la Sociedad Civil, especialmente considerando a organizaciones del ámbito medio ambiental, investigación científica, turismo y de deporte aventura.

VIII. **INCORPÓRESE** el **"Desierto Florido"** en las Estrategias Regionales, Políticas Públicas y Planes de Acción de los ámbitos relacionados, mencionados en la presente resolución, con el fin de promover y preservar las características únicas del fenómeno natural descrito,

promoviendo la inversión sectorial, regional y del sector privado, dada su importancia a nivel mundial, nacional y regional.

PUBLÍQUESE la presente Resolución en el sitio web, www.goreatacama.cl y en Observatorio Regional Geodatos Atacama https://geoobservatorio.goreatacama.cl/.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE.

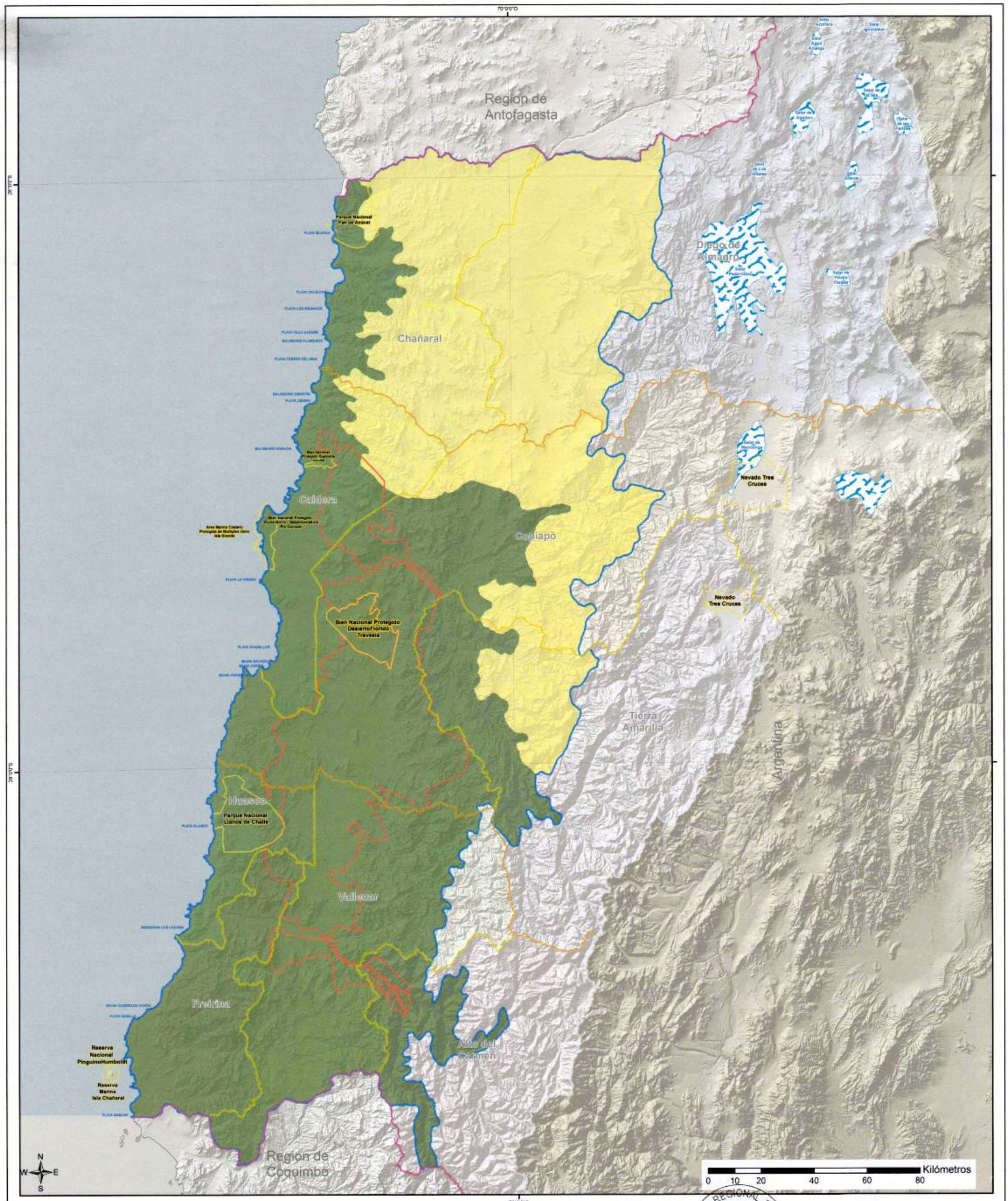
GOBIERNO REGIONAL DE ATACAMA * INTENDENTE *

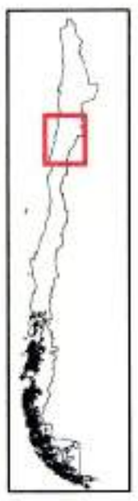
PATRICIO URQUIETA GARCIA
INTENDENTE REGIONAL
GOBIERNO REGIONAL DE ATACAMA

DISTRIBUCIÓN

- Municipalidad de Chañaral
- Municipalidad de Diego de Almagro
- Municipalidad de Caldera
- Municipalidad de Copiapó
- Municipalidad de Tierra Amarilla
- Municipalidad de Freirina
- Municipalidad de Huasco
- Municipalidad de Vallenar
- Municipalidad de Alto del Carmen
- Consejo Regional de Atacama
- Gobernación Provincial de Chañaral
- Gobernación Provincial de Copiapó
- Gobernación Provincial del Huasco
- Secretaria Regional Ministerial de Economía
- Secretaria Regional Ministerial de Agricultura
- Secretaria Regional Ministerial de Medio Ambiente
- Secretaria Regional Ministerial de Bienes Nacionales
- Dirección Regional Corporación Nacional Forestal
- Dirección Regional Servicio Agrícola y Ganadero
- Dirección Regional Servicio Nacional de Turismo
- Dirección Regional Corporación de Fomento de la Producción
- Carabineros de Chile, Prefectura Atacama
- Jefatura Regional Atacama Policía de Investigaciones de Chile
- Gobernación Marítima de Caldera
- División de Planificación y Desarrollo
- División de Presupuesto e Inversión Regional
- División de Fomento e Industria
- Consejo de Ministros para la Sustentabilidad
- Administrador Regional
- Oficina de Partes
- Archivo

PUG/JSCR/PGZ/PARD/crz





República de Chile
Región de Atacama
Territorio de Gestión del Desierto Florido

Cartografia actualizada del Desierto Florido
Anexo nº 1

Preparado por:
1-. División de Planificación y Desarrollo - Gobierno Regional de Atacama
2-. SEREMI de Medio Ambiente, región de Atacama
3-. Servicio Agricola y Ganadero, región de Atacama
4-. Corporacion Nacional Forestal, región de Atacama
4-. Servicio Nacional de Turismo, región de Atacama
5-. SEREMI Bienes Nacionales, región de Atacama

Resolucion exenta: 483 **de** 24 SEPTIEMBRE **del 2015**

GOBIERNO REGIONAL DE ATACAMA ★ INTENDENTE ★

Simbología

Desierto Florido

- Área de Mayor Expresión Desierto Florido

Instrumentos de Gestión de la Biodiversidad

- Territorio de Gestión Desierto Florido
- Áreas Protección Oficial
- Sitio Prioritario Desierto Florido
- Área de Menor Expresión Desierto Florido

Cartografia Base

División Politico Administrativa

- Limite Comunal
- Limite Internacional
- Limite Provincial
- Limite Regional

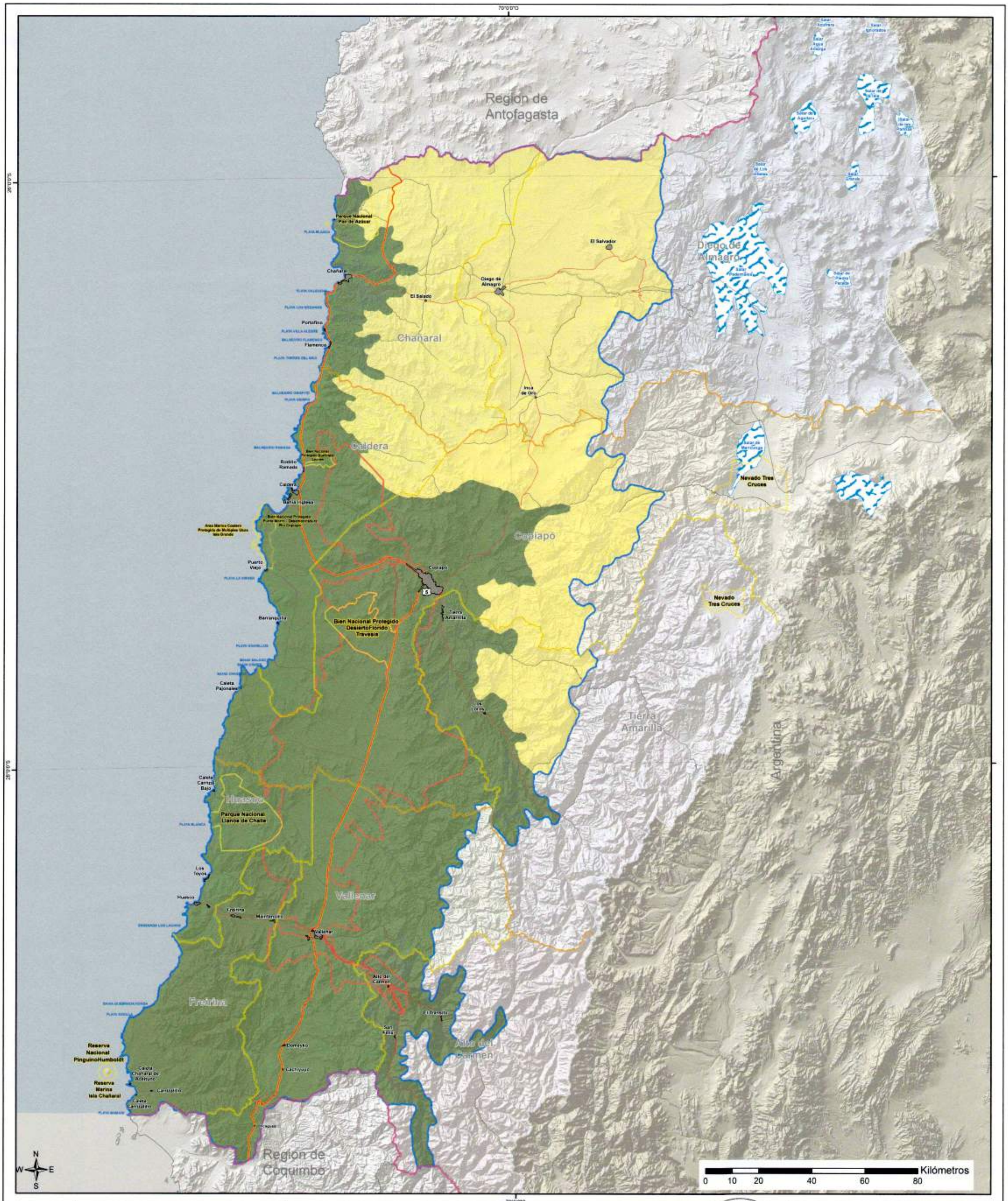
Contexto :
1-. El área de mayor expresión del desierto florido surge a partir de la formación vegetacional de Rodolfo Gajardo (1984) esta son:
- Desierto Costero Taltal
- Desierto Costero del Huasco
- Desierto Florido de Los Llanos
- Desierto Florido de Las Serranias.

2-. Áreas de menor expresión Desierto Florido
- Desierto Estepario del Salvador
- Desierto Interior de Taltal
- Desierto Estepario de Las Sierras Costeras

Fuentes Información
Coberturas de Sitios Prioritarios de la Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama 2010-2017.
- Coberturas de datos SEREMI MOP Atacama.
- Coberturas de datos Plan Regional Desarrollo Urbano
- Coberturas Propias Gobierno Regional Atacama.

La cartografias no relacionen con los limites y fronteras de Chile, y no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al Artículo 2do, letra g del DFL Nº83 de 1979, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Confeccionado por:
Gobierno Regional de Atacama, año 2015.
División de Planificación y Desarrollo
Unidad Catastro Información Territorial



República de Chile
Región de Atacama
Territorio de Gestión del Desierto Florido

Cartografia actualizada del Desierto Florido
Anexo nº 2

Preparado por:
1-. División de Planificación y Desarrollo - Gobierno Regional de Atacama
2-. SEREMI de Medio Ambiente, región de Atacama
3-. Servicio Agricola y Ganadero, región de Atacama
4-. Corporacion Nacional Forestal, región de Atacama
4-. Servicio Nacional de Turismo, región de Atacama
5-. SEREMI Bienes Nacionales, región de Atacama

Resolucion exenta: 483 **de** 24 SEPTIEMBRE **del 2015**

GOBIERNO REGIONAL DE ATACAMA ★ INTENDENTE ★

Simbología

Desierto Florido
- Área de Mayor Expresión Desierto Florido

Instrumentos de Gestión de la Biodiversidad
- Territorio de Gestión Desierto Florido
- Áreas Protección Oficial
- Sitio Prioritario Desierto Florido
- Área de Menor Expresión Desierto Florido

Cartografia Base

División Politico Administrativa
- Limite Comunal
- Limite Internacional
- Limite Provincial
- Limite Regional

Ciudades y Asentamientos
- Asentamientos Humanos

Vialidad
- Pavimento
- Estabilizado
- Ripio
- Ruta 5

Contexto
1-. El área de mayor expresión del Desierto Florido surge a partir de la formación vegetacional de Rodolfo Gajardo (1984) estas son:
- Desierto Costero Taltal
- Desierto Costero del Huasco
- Desierto Florido de Los Llanos
- Desierto Florido de Las Serranias

2-. Áreas de menor expresión Desierto Florido
- Desierto Estepario del Salvador
- Desierto Interior de Taltal
- Desierto Estepario de Las Sierras Costeras

Fuentes Información
Coberturas de Sitios Prioritarios de la Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama 2010-2017.
- Coberturas de datos SEREMI MOP Atacama.
- Coberturas de datos Plan Regional Desarrollo Urbano
- Coberturas Propias Gobierno Regional Atacama.

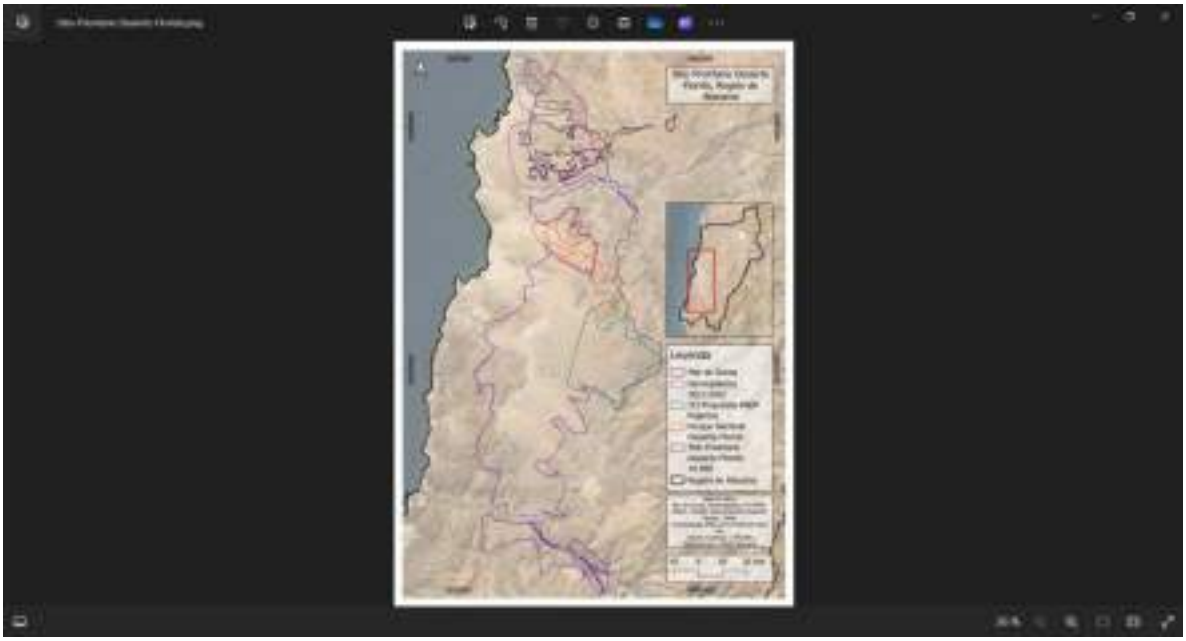
La cartografías no relacionen con los límites y fronteras de Chile, y no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al Artículo 2do, letra g del DFL Nº83 de 1979, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Cartocreado por:
Gobierno Regional de Atacama, año 2015
División de Planificación y Desarrollo
Unidad Gestión Información Territorial

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio 2024, cuyos nombres de archivos son los siguientes:

“Sitio Prioritario Desierto Florido.png”



Folio019557

Int J Appl Earth Obs Geoinformation 76 (2019) 193–203

Contents lists available at ScienceDirect

Int J Appl Earth Obs Geoinformation

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jag

GIMMS NDVI time series reveal the extent, duration, and intensity of "blooming desert" events in the hyper-arid Atacama Desert, Northern Chile

R.O. Chávez[a,*], A. Moreira-Muñoz[a], M. Galleguillos[c,d], M. Olea[a], J. Aguayo[a], A. Latín[a], I. Aguilera-Betti[a,b], A.A. Muñoz[a,d], H. Manríquez[a]

[a] Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Instituto de Geografía, Valparaíso, Chile
[b] Universidad Austral de Chile, Centro Transdisciplinario de Estudios Ambientales y Desarrollo Humano Sostenible (CEAM), Valdivia, Chile
[c] Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas Santiago, Chile
[d] Center for Climate Resilience Research (CR)2, University of Chile, 8370449 Santiago, Chile

ARTICLE INFO

Keywords:
Land surface phenology
Remote sensing
Time series
npphen
Extreme events
Ephemeral vegetation
Precipitation variability

ABSTRACT

The "blooming desert", or the explosive development and flowering of ephemeral herbaceous and some woody desert species during years with abnormally high accumulated rainfall, is a spectacular biological phenomenon of the hyper-arid Atacama Desert (northern Chile) attracting botanists, ecologists, geo-scientists, and the general public from all over the world. However, the number of "blooming deserts", their geographical distribution and spatio-temporal patterns have not been quantitatively assessed to date. Here, we used NDVI data from the Global Inventory Modeling and Mapping Studies (GIMMS) project to reconstruct the annual land surface phenology (LSP) of the Atacama Desert using a non-parametric statistical approach. From the reconstructed LSP, we detected the "blooming deserts" as positive NDVI anomalies and assessed three dimensions of the events: their temporal extent, intensity of "greening" and spatial extent. We identified 13 "blooming deserts" between 1981 and 2015, of which three (1997–98, 2002–03, and 2011) can be considered major events according to these metrics. The main event occurred in 2011, spanning 180 days between July and December 2011, and spread over 11,136 km^2 of Atacama dry plains. "Blooming deserts" in Atacama have been triggered by the accumulation of precipitation during a period of 2 to 12 months before and during the events. The proposed three-dimensional approach allowed us to characterize different types of "blooming deserts": with longer episodes or larger spatial distribution or with different "greening" intensities. Its flexibility to reconstruct different LSP and detect anomalies makes this method a useful tool to study these rare phenomena in other deserts in the world also.

1. Introduction

The Atacama Desert in northern Chile, located on the Pacific coast in South America, is characterized by extreme aridity, displaying scarce or null vegetation cover over an extensive area of dry plains (Fig. 1). Almost null precipitation, high temperatures and wide daily temperature oscillations, as well as high potential evapotranspiration (Houston and Hartley, 2003) make this harsh environment the driest place on Earth (McKay et al., 2003) and one of the most extreme places for sustaining life (Navarro-González et al., 2003). The only extensive areas with significant vegetation cover in the Atacama Desert are those closely related to shallow groundwater reservoirs (main water source also for mining and cities), like the *Prosopis tamarugo* forest, or riparian vegetation related to the few streams and rivers crossing the Atacama from east to west (Chávez et al., 2016; Gayo et al., 2012; Rundel et al., 1991). In the Atacama, coastal fog also provides a water source for plants, allowing the presence of succulent and perennial shrubs near the coast line, known as the "Lomas Formation", located from 20° to 30 °S (Larraín-Barrios et al., 2018; Rundel et al., 1991; Schulz et al., 2011). Fog in Atacama is the result of complex interactions between atmosphere and land and its spatial influence is restricted to a narrow stretch (about 10 km width) alongside the steep coastal cliffs of this desert region (Del Río et al., 2018; Lobos Roco et al., 2018). Although vegetation is scarce in Atacama, the floristic composition of this desert is rich and diverse in endemic species (Rundel et al., 1991), many of them endangered (Squeo et al., 2008). The only relevant change in vegetation cover breaking the aridity of the Atacama Desert is the "desierto florido" or "blooming desert": the unusual and explosive development of ephemeral herbaceous and some woody desert species, that eventually takes place in the Atacama Desert during years when sufficient

* Corresponding author at: Av. Brasil 2241, P.O. 2362807, Valparaíso, Chile.
E-mail address: roberto.chavez@pucv.cl (R.O. Chávez).

https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.11.013
Received 22 June 2018; Received in revised form 23 November 2018; Accepted 28 November 2018
Available online 11 December 2018
0303-2434/ © 2018 Elsevier B.V. All rights reserved.

Folio019558

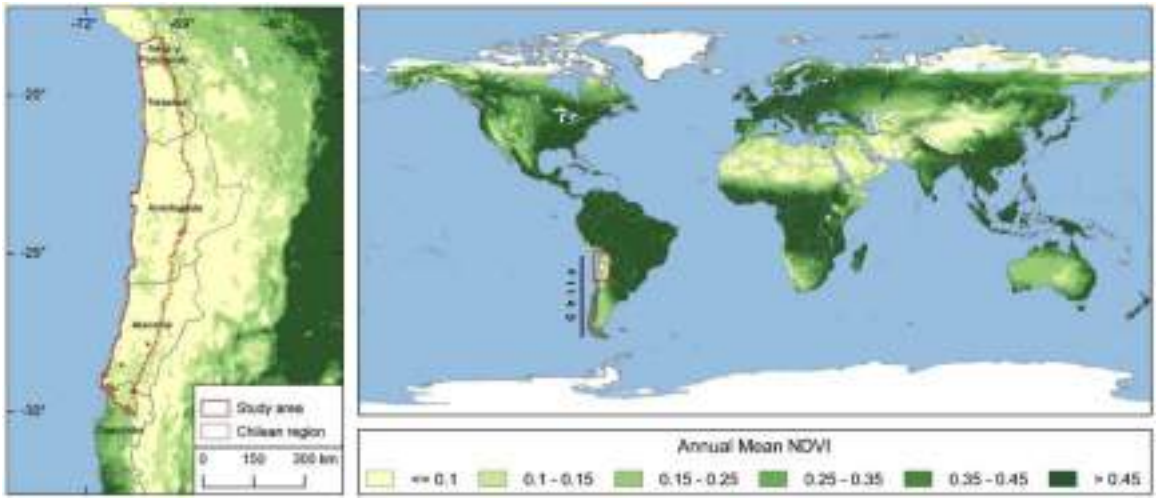


Fig. 1. The Atacama Desert in northern Chile (red polygon). The desert area was defined by all pixels with mean annual NDVI lower than 0.15 and an annual standard deviation lower than 0.05. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article).



Fig. 2. Photographs of the "blooming desert" event of 2011 in the southern Atacama, 28.5 °S and 71.2 °W (credits all pictures: A. Moreira-Muñoz). a) Regular physiognomy of southern Atacama in a dry normal year (September 2013). b) Same location during the "blooming desert" of 2011 showing high cover of *Cistanthe longiscapa*. c) Iconic species during the same event: *Leontochir ovallei* 28.1 °S, 78.1 °W. d) Caterpillar from the biotic assemblage during the "blooming desert" 2011.

precipitation is accumulated (Armesto et al., 1993; Jaksic, 2001; Vidiella et al., 1999) (Fig. 2). Different species of annuals and geophytes share dominance during the "blooming" events, displaying a sequential appearance with differences of 4 to 10 weeks in their length and peak of the flowering period (Vidiella et al., 1999). These sudden increases in annual net primary production trigger relevant changes in the ecosystem such as temporary plant composition modifications, rodent outbreaks, attraction of predators, etc. (Jaksic, 2001) as well as changes in the local climate: an increase in evapotranspiration and a decrease in albedo (He et al., 2017). Despite its relevance, little is known about the geographical distribution, duration and intensity of the "blooming deserts" of Atacama. This contribution attempts to fill this gap by providing a detailed spatio-temporal assessment of historical "blooming deserts" using long time series of satellite data and remote sensing techniques.

Remarkable "greening events", especially of herbaceous species, related to years with abnormally high accumulated rainfall have been reported in Atacama in 1983 (Dillon and Rundel, 1990), 1991 (Armesto et al., 1993), 1998 (Gutiérrez et al., 2000), 2000 (He et al., 2017), 2005 (Orlando et al., 2010), 2012, and 2015 (He et al., 2017). There is empirical evidence that for some species, dormant seeds need a minimum threshold of 15 mm of precipitation within a year to begin the germination process (Armesto et al., 1993; Vidiella et al., 1999). This amount of annual precipitation is uncommon in Atacama, but occurs in some

Folio019559

areas particularly in years with presence of El Niño / Southern Oscillation (ENSO) (Jaksic, 2001). In fact, "blooming deserts" have been reported in years with a "very strong" ENSO effect by the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), i.e., 1982–1983, 1997–1998 and 2015–2016 (Rayner et al., 2003). For other deserts in the world, there are only a few mentions of "blooming deserts" in the literature, as in the case of the Sechura Desert in northern Peru in 1998, which was also related to El Niño (Block and Richter, 2000). More recently, some media have also highlighted the occurrence of what we may consider "blooming deserts": for example a "superbloom of wildflowers" in California in the western United States (Lindsey, 2017), and "desert blooms" in the Namaqualand Desert in southern Africa (Klein, 2016), and another case in the Central Australian Desert (Brain, 2013). Apparently, the phenomenon occurs at every desert transition towards Mediterranean ecoregions and is triggered by climate-ocean conditions associated with El Niño (Holmgren et al., 2006). Apart from the Atacama Desert, the "blooming desert" concept has not been yet clearly defined and the question remains whether it should be related specifically to Atacama, where areas with no vegetation cover can "green up", or in a broader context to all desert vegetation in the world "greening up". A systematic review of the phenomenon is still needed.

At least in the Atacama Desert, the "desierto florido" or "blooming desert" is a long lasting recurrent event and is considered a relevant ecological phenomena by ecologists, botanists, and geo-scientists (Holmgren et al., 2006; Jaksic, 2001), as well as general public traveling from all over the world to whiteness the spectacular display of flowers (BBC, 2017). However, there is little research about the spatio-temporal patterns of the Atacama "blooming deserts". Remote sensing offers great opportunities to reconstruct vegetation phenology and to quantify positive anomalies or "greenings" (de Jong et al., 2012, 2011; Testa et al., 2018), and especially in arid environments (Chávez et al., 2014; Dall'Olmo and Karnieli, 2002; Dardel et al., 2014), where atmospheric (cloud free) conditions allow for continuous time series of remote sensing imagery and where spectral vegetation indices such as the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) or the Enhanced Vegetation Index (EVI) show a clear contrast between vegetation and the predominant (bare soil) background (Fig. 1). Despite these advantages, little research has devoted to quantify the "blooming desert" events of Atacama or elsewhere.

The only precursory study on mapping the "blooming deserts" of Atacama is the recent paper by He et al., (2017). The main aim of this paper was not to measure the "blooming deserts", but rather to quantify the cooling effect of a vegetated area in desert areas as a local climate controlling factor. They claimed that "desert greenings" in the form of artificial planting or irrigation can contribute to mitigating the effects of the desertification process on local climate. In order to test this hypothesis, they looked for natural greening events in the Atacama and analyzed NDVI and EVI time series from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) on board of the Terra satellite. Using the 1 km spatial resolution and 16-days temporal resolution product, they searched for greening dates in the period 2000–2015 using simple thresholding in four administrative regions in northern Chile. "Greenings" were flagged for areas with NDVI $>$ 0.15 or EVI $>$ 0.1. Once "green" areas were identified, they analyzed land surface temperature within and outside the "green" area in order to account for cooling effects of the "green" area. They found "large vegetated areas" in 2000, 2012 and 2015, which can be considered "blooming deserts". However, their study area included a vast territory in the high Andes which is not strictly desert, but was considered part of the "greening" (see Fig. 1, the area between the red polygon and the eastern Chilean border).

Our objective is to provide an accurate assessment of the "blooming desert" events using the concept of NDVI anomaly to identify historical "blooming deserts" and study their spatio-temporal patterns. Specifically, we aim to: a) identify the "blooming desert" events that occurred in Atacama in the period 1981–2015 using NDVI data provided by the Global Inventory Modeling and Mapping Studies (GIMMS3g) project (Pinzon and Tucker, 2014), b) account for the temporal and spatial distribution of each event as well as its greening intensity, and c) study the relationship between rainfall and "blooming desert" events.

2. Material and methods

2.1. Satellite data

We used NDVI data from the GIMMS project, specifically the NDVI3g product. This data set was produced from the Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) aboard a constellation of meteorological satellites operated by the NOAA. The dataset provides NDVI at 8 km pixel resolution and bi-weekly records for the period 1981–2015. The GIMMS project performs complex inter-calibration between instruments and provides non-stationary data with an error of +- 0.005 NDVI units (Pinzon and Tucker, 2014). By using the "gimms" R package (Detsch, 2016), we downloaded 828 scenes spanning from July 1981 to December 2015, enabling phenological reconstruction and detection anomaly at moderate temporal resolution.

2.2. Study area

The study area covers the Atacama Desert located on the western coast of the Pacific Ocean (Fig. 1). Aridity in Atacama decreases as precipitation increases southward with latitude and eastwards with altitude, towards the high Andes mountain range (Luebert and Pliscoff, 2017). Five administrative regions in Chile enclose the Atacama Desert, from north to south: Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, and Coquimbo (see Fig. 1). The Atacama Desert has been delimited before using a bioclimatic approach (see Luebert and Pliscoff, 2017, tropical hyper-arid bioclimate) which, in practice, was made using gridded climate data and not actual vegetation cover maps. In this paper, we set the study area in terms of NDVI: the "true desert" is comprised of those pixels with a very low NDVI and small NDVI variation throughout the year. To find those pixels, we calculated the median value of each 15-day composite using the full 35 year dataset and obtained 24 median NDVI values for a standard year. Using these median NDVI values per composite, we finally calculated the annual mean NDVI, which is the average situation considering all measured NDVI values, and the annual standard deviation which is an indication of seasonal changes throughout the year. We defined as the "true desert" an area of 178,000 km^2, comprised of pixels with a mean NDVI lower than 0.15 (Eastman et al., 2013; He et al., 2017) and with an annual standard deviation lower than 0.05; put simply, an area with scarce and invariant vegetation coverage (Fig. 1).

2.3. NDVI phenological anomalies to detect "greening" events

Most of the current remote sensing-based land surface phenological products and algorithms have been developed for high latitude vegetation of the Northern Hemisphere and do not work well in arid and semi-arid ecosystems where vegetation does not display regular annual "greening" and "browning" episodes (Broich et al., 2015; Brown and de Beurs, 2008). For this reason, in this study we used the "npphen" R package (Chávez et al., 2017), which uses a probabilistic approach to reconstruct annual land surface phenology (Estay and Chávez, 2018). Unlike other R packages devoted to phenological reconstruction and anomaly detection such as "phenology" (Girondot, 2010), "phenopix" (Filippa et al., 2016), "bfast" (Verbesselt et al., 2010) or "green-brown" (Forkel et al., 2013), the "npphen" package does not use pre-defined parametric functions to fit the annual phenological cycle. This makes "npphen" an advantageous method for "blooming desert" detection and mapping since it does not make any biological or mathematical assumption of vegetation pre-defined behavior (e.g. seasonal green-

Folio019560

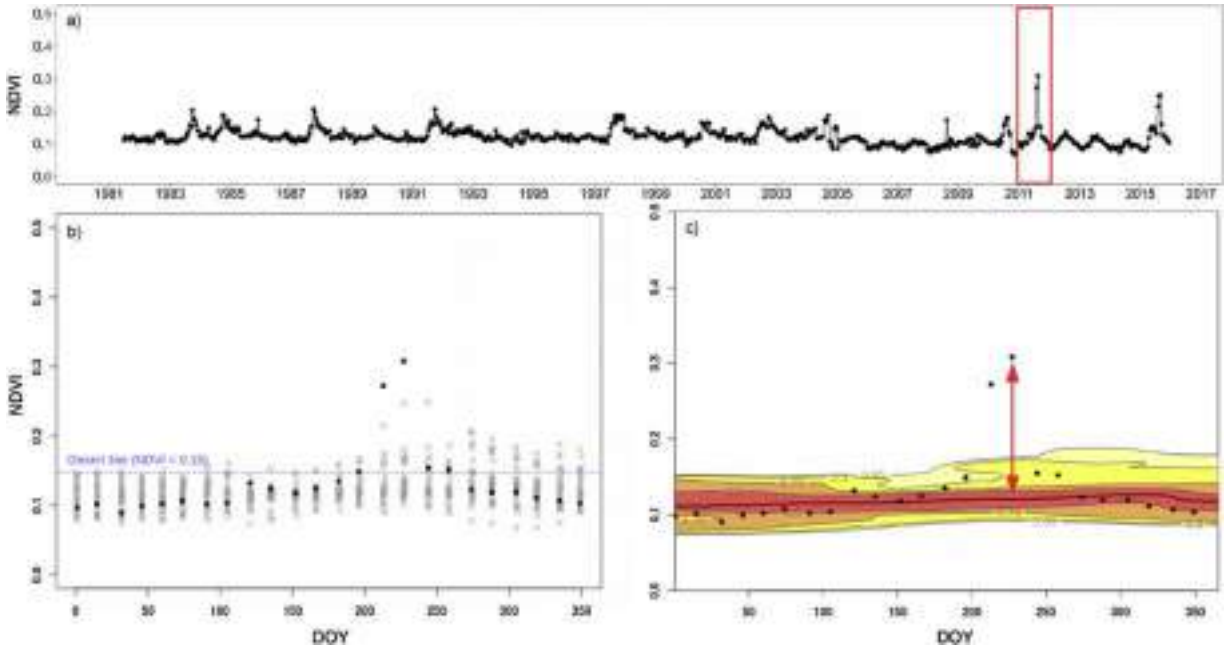


Fig. 3. Example of the methodology for phenological reconstruction and anomaly detection of one pixel from the NDVI time series. a) Per pixel, the full GIMMS NDVI time series is depicted and a given year (e.g., 2011) is selected to search for NDVI anomalies. b) All NDVI observations are organized by DOY, in black dots the year to be analyzed, in gray all other years. c) Kernel of probabilities calculated with all observations, except for 2011, which are depicted in black dots. The difference between the more expected NDVI value per date (red line) and the black dots are positive NDVI anomalies related to the "greening" or "blooming desert" event. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article).

brown pulses fitted by sine or cosine functions or bi-logistic functions); therefore, no previous knowledge of desert species phenologies is needed, which is usually the case for places like the Atacama Desert.

We used functions implemented in the "npphen" R package to reconstruct the long-term phenology of the Atacama Desert and to detect and quantify positive NDVI anomalies or "greening" events at pixel level (8 × 8 km). Fig. 3 illustrates an example of this approach to detect and map "blooming desert" events. Fig. 3a displays a NDVI time series of a single pixel in the Atacama Desert, where a "blooming desert" was reported in 2011 (red square). For each pixel, "npphen" first organizes all growing seasons together (Fig. 3b) by day of the year (DOY) of a calendar year. Here, we can clearly see that the NDVI values of the "blooming desert" in 2011 (black dots) are above all the rest of the observed NDVI values (gray dots) along the 35 years of the series. Then, "npphen" removes the values of 2011 and, by using all other observations, calculates a probability map in the NDVI-DOY space, where the dark-red line is the maximum probability of observing a given NDVI value at a given DOY (Fig. 3c). As expected, this dark-red line is low and flat along the year, indicating that NDVI values are expected to be below 0.15 and with very little annual variation. This is consistent with the definition of a "true desert" provided in Section 2.1. Once the probability map is produced, "npphen" calculates the NDVI anomaly as the distance between the observed NDVI values in 2011 (black dots) and the expected NDVI values (red line) at the different DOYs. Anomalies are then calculated every 15 days following the temporal resolution of the GIMMS product and providing 24 NDVI anomalies per year for all pixels of the study area. This is a "leave-one-out" process, where we pull out the first year to reconstruct the annual phenology and look for anomalies for year 1, and then move to the second year and look for anomalies and so on until we have searched for anomalies for all years within the entire NDVI time series.

2.4. Identification and assessment of "blooming desert" events

Based on the literature and the research team's personal experience, we know that "blooming deserts" are not only extensive in area but also in time, lasting several weeks or even months. For this reason, and in order to catch only significant "blooming" events, we searched for extensive and persistent "greening" episodes in the last 35 years. To achieve this, and once all NDVI anomalies per pixel and DOY were calculated, we considered only those pixels with positive NDVI anomalies higher than 0.05 as a "true greening". We summed up the area of all pixels fulfilling this condition per DOY. A "blooming desert" event was then identified when a minimum area of 1000 km^2, i.e., about 15 GIMMS pixels corresponding to the 0.5% of the study area, was flagged as "true greening". This way, we avoid flagging local events such as irrigation alongside river beds or streams as "blooming desert". In addition to this criteria, we also considered as "blooming desert" events those occurring for more than one month. Once a "blooming desert" event was identified, we then calculated three different families of metrics to assess its magnitude:

a) **Temporal extension**: including
b) **Start date**: date (DOY) at which the "blooming desert" event achieved 1000 km^2 of spatial extension.
c) **End date**: date (DOY) at which the "blooming desert" event decreased in surface below 1000 km^2.
d) **Duration**: number of days the "blooming desert" above 1000 km^2 lasted.
e) **Spatial extension**:
f) **Peak date**: date (DOY) at which the "blooming desert" event achieved its largest area
g) **At peak date**: area of the "blooming desert" at the peak date.
h) **Maximum**: area of all pixels with NDVI anomalies higher than 0.05 including all DOYs of the "blooming desert" event.
i) **Intensity**:
j) **Maximum**: sum of all maximum NDVI anomalies per pixel during the "blooming desert" event.
k) **Accumulated**: sum of all NDVI anomalies considering all DOYs of the "blooming desert" event.

Finally, for each "blooming desert" event, a spider plot with three

Folio019561

axes - temporal (duration), spatial (maximum) extent, and (accumulated) intensity - was constructed for each event. Each of these variables were normalized to a [0–10] range. The area of the resulting triangle accounted for the magnitude of the event and it was used as a three dimensional criterion to sort the "desert blooming" events occurred between 1981 and 2015.

2.5. Climate analysis

For the climate analysis, we considered only precipitation and neglected fog as relevant water inputs since the latter has limited influence in coastal Atacama: about 10 km between the coastal line and coastal cliffs, which is about one line of GIMMS pixels. We used two sources of precipitation records. First, climate stations representative of the areas where "blooming deserts" were found: the Esquia station (18.94 °S, 69.52 °W) in northern Atacama and Trapiche station (29.3731 °S, 71.1181 °W) in southwestern Atacama (see Fig. 5). Precipitation records from these stations were downloaded from the Chilean National Water Board. Second, we used monthly 5 km CR2MET gridded data covering the entire study area (Boisier et al., 2018). Using the data from both climate stations, we looked for the highest Pearson correlations between annual accumulated NDVI and all possible combinations of accumulated precipitation periods (from 1 to 12 months) and time lags (from the same year to one year before), considering the significance of both correlation and response function coefficients (see Biondi and Waikul (2004) for further details). This way, we endeavored to identify which period of precipitation best explained the "blooming deserts" overtime. Then, we checked the agreement between the gridded precipitation data and the climate stations by performing a point-to-pixel assessment again using simple Pearson correlation. Finally, and by using the climate gridded data, we performed a pixel-to-pixel Pearson correlation analysis between annual accumulated NDVI and the accumulated precipitation period identified with the highest correlation for the individual climate stations. Thus, we provided maps of the NDVI-precipitation correlation along with their significance levels.

3. Results

3.1. Characterization of the "blooming desert" events in the period 1981–2015

We detected 13 "blooming desert" events in the Atacama Desert for the period 1981–2015 (Fig. 4 and Supplementary Material S1). Table 1 shows all metrics calculated to assess the magnitude of each event. The "blooming deserts" started mainly in winter time (60% of the events started in July or August) and lasted an average of 166 days, i.e. they vanished during the following summer. The longest event was the one in 2002–2003, lasting 270 days. The peak date, or the date on which the "blooming deserts" reached maximum extension occurred mainly in spring (60% of the peak dates were in September or October), but for the last events the peak took place shortly after the start date, when it was still winter. At peak date the "blooming desert" covered an area of 4756 km^2 on average, with the largest event being the one in 2011, reaching 8768 km^2. In fact, the "blooming desert" of 2011 was the strongest event in terms of "greening" (magnitude of the positive NDVI anomalies), for both the maximum (per pixel) and accumulated (sum of all DOY per pixel) intensity. This event (2011), is considered the one with the highest magnitude between 1981 and 2015, since it showed the largest area of the triangle combining the three key dimensions to assess the "blooming deserts" (see Fig. 4). After 2011, the highest in magnitude (triangle area) were the events of 2002–2003 and 1997-98.

The geographical distribution of the 13 "blooming desert" events identified in this study is displayed in Fig. 5. According to these results, the "blooming desert" is not a biological phenomenon common to the whole Atacama Desert, but more a localized phenomenon: it is mainly concentrated in the southwestern Atacama between 27.5 and 30 °S, which is the traditional area in which most studies about the "blooming desert" have been carried out (Armesto et al., 1993; Avaria et al., 2014; Vidiella et al., 1999) as well as with a more scattered spatial distribution on the Southern-Central Coast of Atacama between 25 and 27.5 °S, which have been reported by Muñoz-Schick et al. (2001), and finally in the northeastern Atacama between 18 and 21 °S, where the "greening" forms a belt along the transition between the Atacama Desert and the Altiplano region (flat highlands, about 4000 m.a.s.l., towards the Andes mountain range) and from which no mention has been made in the literature to date. We called this last one, the "pre-Altiplanic blooming desert". While "blooming deserts" are recurrent in the southwestern Atacama, in the northeastern Atacama they are rare (Fig. 5) with the event of 2012 being the main and only "pre-Altiplanic blooming desert" detected in this study (see Supplementary Material S1). The rest of the study area (central and northwestern Atacama) remained dry even during the "greenest" years.

3.2. Spatio-temporal patterns of the main event of 2011

The multi-temporal analysis developed in this study revealed for the first time the spatio-temporal patterns of the "blooming desert" events. Fig. 6 shows how the main event of 2011 started in the southern part of the Atacama Desert and spread north, growing in both extension and "greening" intensity. The peaks in "greening" intensity took place near the coast in October 2011. Starting in November, the "blooming desert"

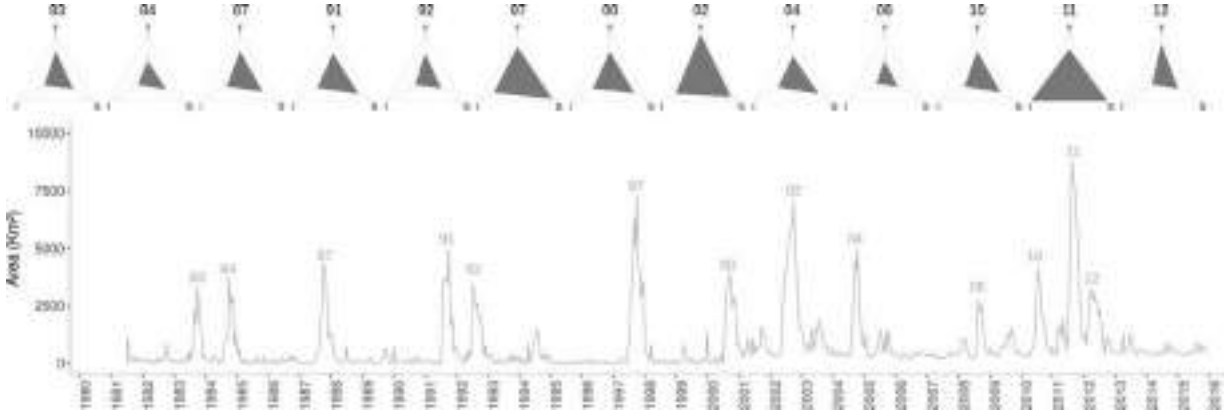


Fig. 4. Main "blooming desert" events during the period 1981–2015. We found 13 "blooming desert" events (indicated on the plot with the corresponding year number contraction). The size of the triangles indicate the magnitude of the "greening events" in terms of temporal duration (T) maximum spatial extent (S), and accumulated NDVI anomaly intensity (I), being the event of 2011 the largest.

Folio019562



Fig. 5. Geographical distribution and number of "blooming desert" events detected for the period 1981–2015. To calculate the number of events per pixel, the maximum spatial extent of each event was used.

event was vanishing and by December 2011 it had almost disappeared completely.

3.3. Relationship between "blooming deserts" and precipitation

In order to understand the role of rainfall as a controlling factor of the "blooming desert" phenomenon, we studied the correlation between precipitation records of two climate stations (Esquia in the northeastern Atacama and Trapiche in the southern Atacama) and the annual accumulated NDVI from the pixels surrounding the stations. Our results showed that most "blooming desert" events occurred within a calendar year (see Table 1). We tested different periods of accumulated precipitation and searched for the period with the highest correlation with annual accumulated NDVI, considering the whole 1981–2015 study period (Fig. 7). We also checked the agreement between precipitation records from the Esquia and Trapiche stations and the corresponding cells from the CR2MET gridded product, which showed a high correlation for both Trapiche ($r = 0.99$, $p < 0.0001$) and Esquia ($r = 0.89$, $p < 0.0001$). At the Trapiche station, where "blooming deserts" are more frequent, we found a correlation of $r = 0.59$ ($p < 0.05$) for accumulated precipitation between May and August of the same year and when this time frame was expanded to 12 months (August of the previous year to July of the same year) we found a higher correlation of $r = 0.65$ ($p < 0.05$) (Fig. 7c). At the Esquia station, and given that "blooming deserts" were rarer than in the southern Atacama, a higher correlation of $r = 0.69$ ($p < 0.05$) was found, but for a 2-month period (January to February of the same year). For longer periods of 4 to 12 months the correlation remained higher with r coefficients of about 0.6 (Fig. 7c). These results suggest that soil moisture accumulation from a period of 2 to 12 months prior to and during the "blooming" events plays an important role in the upcoming "greening" event. We corroborated our findings by calculating the pixel-to-pixel correlation between annual accumulated NDVI and the accumulated precipitation between August of the previous year and July of the same year using the CR2MET gridded data for the entire Atacama Desert (Fig. 7F and g). We found significant correlations ranging from 0.4 to 0.7 in the southern, coastal, and northern Atacama corresponding to the geographic distribution of the "blooming deserts" (Fig. 5). However, the magnitude of the NDVI positive anomalies (greening) was not always proportional to the accumulated precipitation as shown by the records from the Esquia Station (Fig. 7d) and especially in the Trapiche Station (Fig. 7e).

4. Discussion

4.1. Remote sensing for "blooming desert" mapping and assessment

In this contribution, we used a probabilistic time series analysis approach and long GIMMS NDVI data to identify and describe the geographical patterns of historical "blooming desert" events in the Atacama Desert. These rare "greening" events took place mainly at the transition between the bioclimatic hyper-arid region and the Mediterranean region (Luebert and Pliscoff, 2017), in the southern part of the Atacama Desert, as well as on the coast of the middle-southern part of the Atacama. Occasionally, "blooming deserts" can also be observed in the Northern Atacama in the transition between the hyper-arid region and tropical-xeric regions, towards the highlands of the Andes mountain range (locally known as Altiplano in the eastern part of the Atacama). As shown before, these spectacular phenomena turn one of the driest places on Earth green, but not the entire Atacama: a vast area of the central Atacama remained dry even during the wettest years.

In this study, we defined a "blooming desert" as an ephemeral phenomenon of a "true desert", i.e. an area with normally very low or null vegetation cover, that "green up" during years with sufficient accumulated precipitation through the explosive development of herbaceous species and some desert shrubs. Based on this definition and on the experience gained in this study, we believe that three key elements are relevant for a successful "blooming desert" assessment using remote sensing techniques: (1) the desert area must be properly defined since all vegetation can potentially react to a rainy year by "greening", especially vegetation at the transition between hyper-arid or arid climate to semi-arid or Mediterranean climates (Fensholt et al., 2012; Hill et al., 2008; Olsson et al., 2005), but we were interested in the areas with very low or null vegetation cover (e.g., areas with a NDVI < 0.15 and a very low annual NDVI standard deviation); (2) a flexible time series approach is needed to reconstruct the non-recurrent phenology of

Folio019563

Table 1
Metrics and ranking of "blooming desert" events in Atacama based on their temporal extent, spatial extent and NDVI anomaly intensity. Grey cells indicate the three variables used to make the spider plots in Fig. 4 (triangles) and bold letters highlight the events with the highest values of these metrics.

Temporal extent				Spatial extent			Intensity		
Event	Start date	End date	Duration (days)	Peak date	At peak date (km^2)	Maximum (km^2)	Max	Accumulated	Triangle area (ranking)
1	1983-08-15	1983-11-15	165	1983-10-01	3328	4864	4.48	7.04	0.248
2	1984-09-01	1984-12-01	105	1984-10-01	3712	5120	4.51	6.04	0.169
3	1987-08-15	1988-01-15	165	1987-10-15	4288	6464	5.50	8.15	0.328
4	1991-07-15	1991-12-01	150	1991-10-01	4992	7360	5.85	9.62	0.371
5	1992-06-15	1992-11-01	150	1992-07-15	3456	4608	4.09	5.95	0.204
6	1997-07-01	1998-01-01	195	1997-10-01	7296	10048	10.00	14.73	0.708 (3)
7	2000-07-15	2000-12-15	165	2000-09-15	3904	6976	5.48	10.46	0.397
8	2002-05-15	2003-02-01	**270**	2002-10-01	7040	8960	10.68	15.74	0.853 (2)
9	2004-08-01	2004-12-01	135	2004-10-15	4992	7360	6.42	9.32	0.333
10	2008-08-01	2008-11-01	105	2008-08-15	2752	3840	3.82	5.12	0.123
11	2010-05-15	2010-10-15	165	2010-07-15	4096	6720	4.65	7.90	0.331
12	2011-07-01	2011-12-15	180	2011-08-15	**8768**	**11136**	**15.69**	**24.28**	**1.013 (1)**
13	2012-02-01	2012-08-15	210	2012-05-01	3200	4672	3.83	5.73	0.266

desert ecosystems and detect anomalies (see Section 2.3); and (3), a monthly, biweekly or higher temporal resolution dataset with a spatial resolution according to the geographical extension of the "greening" events. We used the 8-km GIMMS dataset because it is the longest time series available and has a suitable spatial detail to the large dimensions of the "blooming deserts" in the Atacama. For smaller events or to perform a more detailed assessment, the MODIS NDVI products, e.g., MOD13Q1 and MYD13Q1, can provide 8-day time steps (when used combined) at 250 m pixel resolution and covering the period 2001-present (Ganguly et al., 2010), or the Landsat dataset can provide temporally irregular time series (depending on cloud cover) for the period 1986-present, but at 30 m pixel resolution (Loveland and Dwyer, 2012). Another promising dataset for "blooming desert" studies is the Sentinel-2a-b with 10 m pixel resolution and a revisit time of 5 days (Drusch et al., 2012), but it will need more time to become a long time series (Sentinel 2-a was launched in 2015 and 2-b in 2017).

A limitation of the LSP reconstruction approach implemented in the "npphen" package and used in this study is that it needs at least 3 or 4 growing seasons (with normal annual behavior) to calculate the probabilistic kernel from which the reference annual LSP is calculated, and therefore it may not be suitable for anomaly detection in a short time series. However, for longer time series it allows the reconstruction of different desert LSP patterns, adjusting well to different conditions: absolute desert, desert with sporadic geophytes, desert grasslands or desert xeric shrublands. Another advantage of the non-parametric approach implemented in "npphen" is that it handles time series or raster stacks with and without gaps and provides confidence intervals for the expected phenological behavior, which is useful for judging anomalies for highly variable desert phenologies. For example, Fig. 3 shows how far out the NDVI values of the "blooming desert" of 2011 are from the 95% of the NDVI frequency distribution measured between 1981 and 2015. For these reasons, "npphen" and the approach shown in this

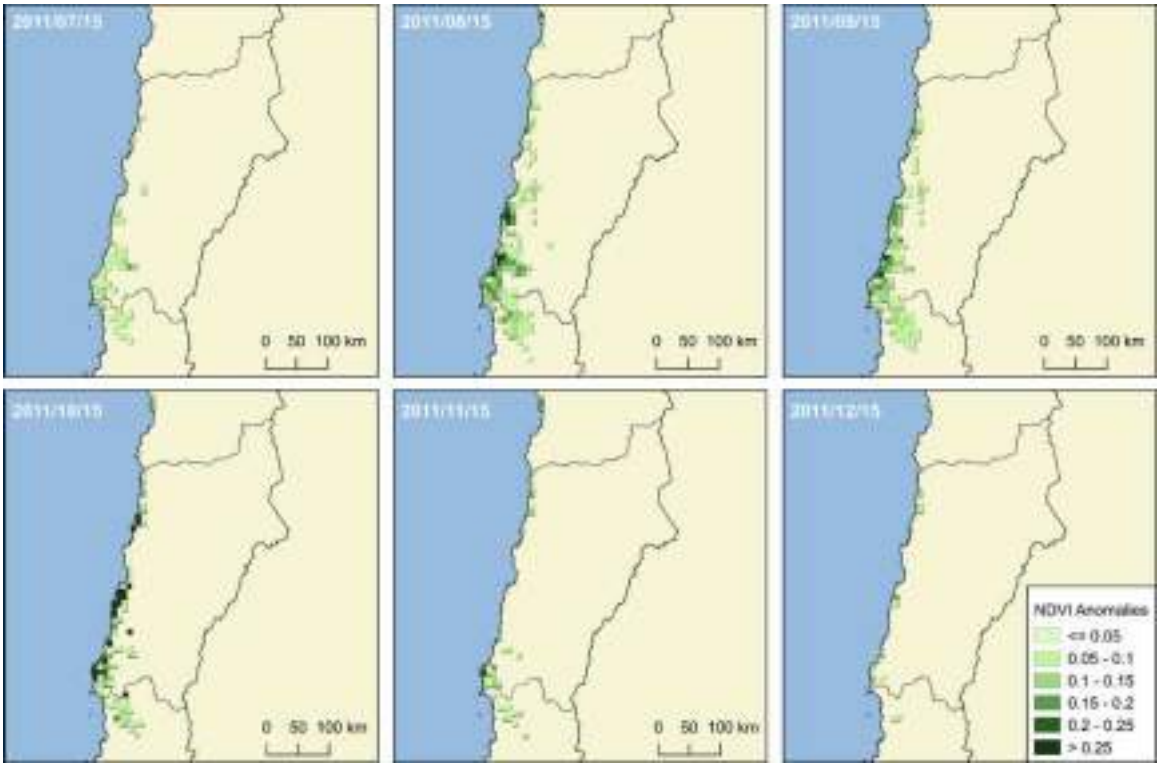


Fig. 6. Spatial spread of the "blooming desert" event that occurred in 2011. "Greening" intensity is shown in shades of green by means of magnitude of the positive NDVI anomaly. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article).

Folio019564

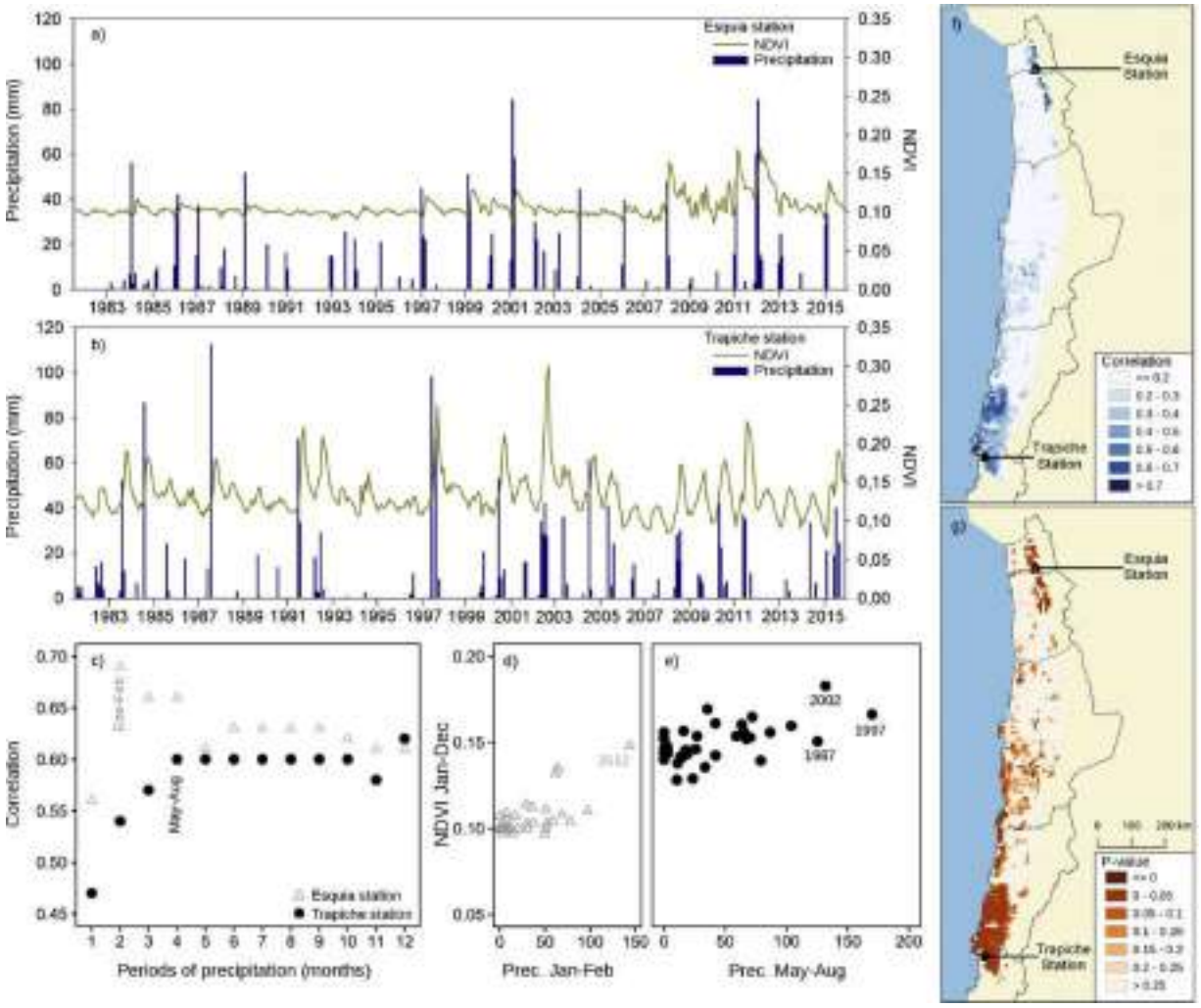


Fig. 7. Relationship between precipitation and NDVI in the Atacama Desert, northern Chile. a) and b) show monthly NDVI and precipitation for the period July 1981 - December 2015 at the Esquia station (18.94 °S, 69.52 °W) and Trapiche station (29.37 °S, 71.12 °W), respectively; c) Pearson correlation values between annual mean NDVI (Jan-Dec) and precipitation of different periods at both Esquia and Trapiche stations; d) and e) scatter plots between annual mean NDVI and precipitation for the period at which highest correlations were found (Jan-Feb in the case of Esquia and May-Aug in the case of Trapiche); f) correlation map between annual mean NDVI and precipitation from the CR2MET gridded dataset (Aug previous year - July same year); and e) P-values of the Pearson correlations shown in f).

paper can be considered a good alternative for "blooming desert" detection, mapping and monitoring for other deserts in the world using not only the GIMMS time series, but also the regular MODIS time series, irregular Landsat time series or Sentinel 2 and Sentinel 3 time series.

4.2. "Blooming desert" events and rainfall

In this paper, we reported 13 relevant "greening events" or "blooming deserts" in the Atacama Desert for the period 1981–2015 and assessed their spatial and temporal extent and "greening intensity". From these 13 events, six have been reported in the literature before: 1983 (Rundel et al., 1991), 1991 (Armesto et al., 1993), 1997–98 (Gutiérrez et al., 2000; Muñoz-Schick et al., 2001), 2000, and 2011 (He et al., 2017) and only the paper by He et al. (2017) provided maps of the reported events. Nevertheless, the "greening" events reported by He et al. (2017) for the Atacama Desert were overestimated in surface since they included a large territory in the high Andes (the Altiplano region) as part of the study area which is not a true desert (Fig. 1). In our paper, we paid careful attention to define the study area as "true desert" areas using a strict long-term low mean annual NDVI (< 0.15) and standard deviation (< 0.05) to avoid this problem. As a result, our study area turned to be very similar in distribution to the tropical hyper-arid bioclimate defined by Luebert and Pliscoff (2017).

The climate analysis (Fig. 7) showed a close relationship between rainfall in the Atacama and the subsequent "blooming deserts", which is in line with previous studies (Armesto et al., 1993; Block and Richter, 2000; Gutiérrez et al., 2000; Jaksic, 2001; Muñoz-Schick et al., 2001; Vidiella et al., 1999). The "blooming desert" events are mostly concentrated in Southern Atacama (Fig. 5), where a latitudinal precipitation gradient takes place, going from low (or even null) precipitation in the northern Atacama to higher precipitation in the southern Atacama towards the transition to the semi-arid and Mediterranean climate (Luebert and Pliscoff, 2017; Vanderplank et al., 2014). Despite the close relationship between precipitation and NDVI reported here, the magnitude of the NDVI positive anomalies (greening) was not always proportional to the accumulated precipitation before the events, as shown by the records from the Trapiche Station (Fig. 7b and e). At this station, 1987 was a rather rainy year, but the NDVI coming after did not follow proportionally as in other years like 1997 or 2002 (Fig. 7e). It has been suggested that "blooming deserts" need a significant soil moisture recharge to start which is not always achieved by a single heavy rain (Cereceda et al., 2000). Both the seed banks and bulbs require moisture in deep layers of the soil; therefore, years with less accumulated precipitation but with several small events may trigger more intense

Folio019565

"blooming deserts". More research is needed to understand or, even better, to predict a "blooming desert" event based on precipitation records.

One of the most interesting discussion points regarding "blooming deserts" is their relationship with ENSO. Predictions of upcoming events are highly sought after by local authorities and tourist agencies (to get prepared for thousands of visitors) as well as by botanists and geo-scientists (to set field experiments), and one easy way could be to relate them to rainy years triggered by ENSO. From the 13 "blooming desert" events reported in this study, only 6 corresponded to El Niño (1983, 1987-88, 1992, 1997-98, 2002-03, and 2010), of which 1982-83 and 1997-98 were considered very strong El Niño years (Rayner et al., 2003). By contrast, the major "blooming desert" reported in this paper, the event of 2011, was a strong La Niña year, which is related to drought in the southern and coastal Atacama. In the last decade, the unpredictable nature of ENSO events has been recognized, occurring with varying intensities, structure, and controlling processes (Takahashi et al., 2011; Takahashi and Battisti, 2007). Thus, each event could have localized effects on precipitation, for example the coastal El Niño phenomenon in 2017, causing heavy showers on the coast of Ecuador and Peru (Garreaud, 2018). This unpredictability makes it difficult to link ENSO events directly to "blooming deserts". A deeper climate analysis using the "blooming desert" dataset provided in this paper can contribute to a better understanding of the spatio-temporal relations between the "greenings" and their climate drivers.

4.3. Southern, coastal, and pre-Altiplanic "blooming deserts": different phenomena?

To what extent the traditional "blooming desert", in this study the "southern blooming desert", is related to the "lomas vegetation" or coastal "fog oases", in this study the "coastal blooming desert", is still a matter of discussion. Within the well reported event of 1997-98 in the coastal area of southern Iquique, the northwestern Atacama (20.3 °S,70.1 °W), there was no relation to heavy rainfall but a possible relationship to increasing fog (Muñoz-Schick et al., 2001). In the case of the present study, it is possible that abnormally dense fog together with precipitation can explain the peaks of greening intensity for the scattered pixels on the coast of the Atacama or "coastal blooming desert" (Fig. 5). Indeed, Del Río et al. (2018) showed that, similar to precipitation, years with denser fog in the coastal Atacama are also related to El Niño, especially in summer. This water input may be as important as rain to explain the development of a "coastal blooming desert", or even explain the entire "greening" itself as in the case of the 1997-98 coastal "greening" reported by Muñoz-Schick et al. (2001). The in situ measurements in the Del Río et al. (2018) study were restricted to fog collectors at only two sites; therefore, a better long-term monitoring of fog behavior is still needed to check the contribution of coastal fog to the "blooming desert" in the Atacama along with detailed plant phenological studies, like that by Block and Richter (2000) in northern Peru, or the study of Vidiella et al. (1999) regarding the behavior of the seed bank in the southern Atacama.

Certainly, the "southern blooming desert" of the Atacama has been a traditional target for botanists and amateurs. However, the northeastern Atacama on the edge of the Altiplano region appears to be another relevant area that merits further study (Fig. 5). This area has recently gained more attention and detailed floristic and vegetation studies have been carried out (Luebert and Gajardo, 2005; Moreira-Muñoz et al., 2016). However, such a "pre-Altiplanic blooming desert" in the northeastern Atacama has not been reported until now. Our results showed that the "pre-Altiplanic blooming desert" is a rather recent phenomenon, with its first and main event in 2012, a year in which there was no "southern blooming desert". In fact, it was a rather dry year in southern Atacama according to the records of the Trapiche station, which is an indication that the "pre-Altiplanic blooming desert" is a different ecological phenomenon (see Fig. 7a and Supplementary material S1). This area deserves more in-depth research since the physical environment of the northeastern Atacama is indeed very different from the southern Atacama terraces and dunes. The southern Atacama coast has a complex relief of Pleistocene marine terraces, paleo and recent dune fields, floodplains and alluvial cones. By contrast, the pre-Altiplanic reliefs are related to Late Oligocene to Early Miocene volcanic deposits (Charrier et al., 2007), a main component of which are ignimbrites with a porosity that "favors cell hydration through water retention after scarce rainfall events, even when the surrounding environment remains stubbornly dry" (Wierzchos et al., 2013). As a matter of fact, these are conditions that may favor the development of the "pre-Altiplanic blooming desert".

5. Conclusions

In this study, we showed the potential of the "npphen" R package to detect and quantify "blooming deserts" by applying a non-parametric time series approach to GIMMS NDVI data to reconstruct the annual land surface phenology of the Atacama Desert and assess the "greening" events by means of positive NDVI anomalies. The assessment indicated that 13 "blooming events" occurred in Atacama in the period 1981–2015, of which three were considered major events. Ranking was given according to the area of normalized "spider plots" for each event, summarizing the temporal extent, "greening" intensity and spatial extent. The main event, given by the largest triangle, was the "blooming desert" of 2011, which lasted 180 days and reached 11,136 km^2. "Blooming deserts" in the Atacama usually start in winter time and remain until the following summer. These "greening" flushes are closely related to periods of two to twelve months of unusually high precipitation, some of which was related to El Niño years. "Blooming deserts" cause an ephemeral explosion of green biomass with consequences to the local ecosystem that are still under study. We expect that this first thorough assessment of historical "blooming desert" events will provide a basis for further research on this marvelous natural phenomenon, its climate drivers and potential consequences for this hyper-arid ecosystem.

Author contribution statement

ROCh and AM-M discussed and conceived the original research idea. ROCh, JA, AL, and MO conducted the remote sensing analysis. MG, IAB, AAM carried out the climate analyses and its discussion. AM-M and HM discussed about the physical environment of Atacama and long-term impacts of the "blooming" events. ROCh wrote and edited the paper. All authors contributed with data analysis, comments, and writing. They all have read and approved the manuscript.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Acknowledgements

ROCh was supported by CONICYT PAI N°82140001 (convocatoria 2014) and Fondecyt Iniciación N°11171046. AM-M was supported by Fondecyt N°1180211. MG and AAM were supported by FONDAP Chile Grant N°15110009. The authors wish to thank Marcela Riquelme and Helen Lowry for revising the manuscript and two anonymous reviewers for the thorough revision of the manuscript.

Appendix A. Supplementary data

Supplementary material related to this article can be found, in the online version, at doi:https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.11.013.

Folio019566

References

Armesto, J.J., Vidiella, P.E., Gutiérrez, J.R., 1993. Plant communities of the fog-free coastal desert of Chile: plant strategies in a fluctuating environment. Rev. Chil. Hist. Nat. 66, 271–282.

Avaria, C.C., Soto, Á.M., Barrientos, C.P., Donoso, Á.Z., 2014. Detection area with flowering desert in the territory of the Shifting Sands of Atacama, using remote sensing | Detección del área con desierto florido en el territorio del Mar de Dunas de Atacama, mediante percepción remota. Rev. Geogr. Norte Gd. 103–121.

BBC, 2017. Chile's Atacama Desert: World's Driest Place in Bloom After Surprise Rain. [WWW Document]. BBC News. URL. http://www.bbc.com/news/world-latin-america-41021774.

Biondi, F., Waikul, K., 2004. DENDROCLIM2002: a C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. Comput. Geosci. 30, 303–311. https://doi.org/10.1016/j.cageo.2003.11.004.

Block, M., Richter, M., 2000. Impacts of heavy rainfalls in El Niño 1997/98 on the vegetation of Sechura Desert in Northern Peru (a preliminary report). Phytocoenologia 30, 491–517.

Boisier, J.P., Alvarez-garretón, C., Cepeda, J., Osses, A., Vásquez, N., 2018. CR2MET: a high-resolution precipitation and temperature dataset for hydroclimatic research in Chile. Geophys. Res. Abstr. 20.

Brain, C., 2013. Desert Blooms in once-a-decade Wildflower Season. [WWW Document]. ABC News. URL. (accessed 5.28.18). http://www.abc.net.au/news/rural/2013-09-18/desert-central-australia-wildflowers/4962422.

Broich, M., Huete, A., Paget, M., Ma, X., Tulbure, M., Coupe, N.R., Evans, B., Beringer, J., Devadas, R., Davies, K., Held, A., 2015. A spatially explicit land surface phenology data product for science, monitoring and natural resources management applications. Environ. Model. Softw. 64, 191–204. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.11.017.

Brown, M.E., de Beurs, K.M., 2008. Evaluation of multi-sensor semi-arid crop season parameters based on NDVI and rainfall. Remote Sens. Environ. 112, 2261–2271. https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.10.008.

Cereceda, P., Larrain, H., Osses, P., Lazaro, P., Garcia, J.L., Hernández, V., 2000. El factor clima en la floración del desierto en los años "El Niño" 1991 y 1997. Rev. Geogr. Norte Gd. 27, 37–52.

Charrier, R., Pinto, L., Rodríguez, M.P., 2007. Tectonostratigraphic evolution of the Andean Orogen in Chile. The Geology of Chile. The Geological Society, London.

Chávez, R.O., Clevers, J.G.P.W., Verbesselt, J., Naulin, P.I., Herold, M., 2014. Detecting leaf pulvinar movements on NDVI time series of desert trees: a new approach for water stress detection. PLoS One 9https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106613. e106613.

Chávez, R.O., Clevers, J.G.P.W., Decuyper, M., de Bruin, S., Herold, M., 2016. 50 years of water extraction in the Pampa del Tamarugal basin: can Prosopis tamarugo trees survive in the hyper-arid Atacama Desert (Northern Chile)? J. Arid Environ. 124, 292–303. https://doi.org/10.1016/J.JARIDENV.2015.09.007.

Chávez, R.O., Estay, S.A., Riquelme, G., 2017. npphen. An R Package for Estimating Annual Phenological Cycle. Uach, PUCV, Chile.

Dall'Olmo, G., Karnieli, A., 2002. Monitoring phenological cycles of desert ecosystems using NDVI and LST data derived from NOAA-AVHRR imagery. Int. J. Remote Sens. 23, 4055–4071. https://doi.org/10.1080/01431160110115988.

Dardel, C., Kergoat, L., Hiernaux, P., Mougin, E., Grippa, M., Tucker, C.J., 2014. Re-greening Sahel: 30years of remote sensing data and field observations (Mali, Niger). Remote Sens. Environ. 140, 350–364. https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.09.011.

de Jong, R., de Bruin, S., de Wit, A., Schaepman, M.E., Dent, D.L., 2011. Analysis of monotonic greening and browning trends from global NDVI time-series. Remote Sens. Environ. 115, 692–702. https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.10.011.

de Jong, R., Verbesselt, J., Schaepman, M.E., de Bruin, S., 2012. Trend changes in global greening and browning: contribution of short-term trends to longer-term change. Glob. Chang. Biol. 18, 642–655. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02578.x.

Del Río, C., Garcia, J.-L., Osses, P., Zanetta, N., Lambert, F., Rivera, D., Siegmund, A., Wolf, N., Cereceda, P., Larraín, H., Lobos, F., 2018. ENSO influence on coastal fog-water yield in the atacama desert, Chile. Aerosol Air Qual. Res. 18, 127–144. https://doi.org/10.4209/aaqr.2017.01.0022.

Detsch, F., 2016. Gimms: Download and Process GIMMS NDVI3g Data. R Package Version 1.0.0. https://CRAN.R-project.org/package=gimms.

Dillon, M.O., Rundel, P.W., 1990. The botanical response of the Atacama and Peruvian Desert Floras to the 1982-83 El Niño Event. Elsevier Oceanogr. Ser. 52, 487–504. https://doi.org/10.1016/S0422-9894(08)70047-3.

Drusch, M., Del Bello, U., Carlier, S., Colin, O., Fernandez, V., Gascon, F., Hoersch, B., Isola, C., Laberinti, P., Martimort, P., Meygret, A., Spoto, F., Sy, O., Marchese, F., Bargellini, P., 2012. Sentinel-2: ESA's optical high-resolution mission for GMES operational services. Remote Sens. Environ. 120, 25–36. https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.11.026.

Eastman, J., Sangermano, F., Machado, E., Rogan, J., Anyamba, A., 2013. Global trends in seasonality of normalized difference vegetation index (NDVI), 1982–2011. Remote Sens. 5, 4799–4818. https://doi.org/10.3390/rs5104799.

Estay, S.A., Chávez, R.O., 2018. npphen: an R-package for non-parametric reconstruction of vegetation phenology and anomaly detection using remote sensing. bioRxiv 301143.

Fensholt, R., Langanke, T., Rasmussen, K., Reenberg, A., Prince, S.D., Tucker, C., Scholes, R.J., Le, Q.B., Bondeau, A., Eastman, R., Epstein, H., Gaughan, A.E., Hellden, U., Mbow, C., Olsson, L., Paruelo, J., Schweitzer, C., Seaquist, J., Wessels, K., 2012. Greenness in semi-arid areas across the globe 1981–2007 — an Earth observing Satellite based analysis of trends and drivers. Remote Sens. Environ. 121, 144–158. https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.01.017.

Filippa, G., Cremonese, E., Migliavacca, M., Galvagno, M., Forkel, M., Wingate, L., Tomelleri, E., Morra di Cella, U., Richardson, A.D., 2016. Phenopix: a R package for image-based vegetation phenology. Agric. For. Meteorol. 220, 141–150. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.01.006.

Forkel, M., Carvalhais, N., Verbesselt, J., Mahecha, M., Neigh, C., Reichstein, M., 2013. Trend change detection in NDVI time series: effects of inter-annual variability and methodology. Remote Sens. 5, 2113–2144. https://doi.org/10.3390/rs5052113.

Ganguly, S., Friedl, M.A., Tan, B., Zhang, X., Verma, M., 2010. Land surface phenology from MODIS: characterization of the collection 5 global land cover dynamics product. Remote Sens. Environ. 114, 1805–1816. https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.04.005.

Garreaud, R.D., 2018. A plausible atmospheric trigger for the 2017 coastal El Niño. Int. J. Climatol. 38, e1296–e1302. https://doi.org/10.1002/joc.5426.

Gayo, E.M., Latorre, C., Jordan, T.E., Nester, P.L., Estay, Sa., Ojeda, K.F., Santoro, C.M., 2012. Late Quaternary hydrological and ecological changes in the hyperarid core of the northern Atacama Desert (~21°S). Earth-Sci. Rev. 113, 120–140. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2012.04.003.

Girondot, M., 2010. Estimating density of animals during migratory waves: a new model applied to marine turtles at nesting sites. Endanger. Spec. Res. 12, 95–105. https://doi.org/10.3354/esr00292.

Gutiérrez, J.R., Arancio, G., Jaksic, F.M., 2000. Variation in vegetation and seed bank in a Chilean semi-arid community affected by ENSO 1997. J. Veg. Sci. 11, 641–648. https://doi.org/10.2307/3236571.

He, B., Huang, L., Liu, J., Wang, H., Lǚ, A., Jiang, W., Chen, Z., 2017. The observed cooling effect of desert blooms based on high-resolution Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer products. Earth Space Sci. 4, 247–256. https://doi.org/10.1002/2016EA000238.

Hill, J., Stellmes, M., Udelhoven, T., Röder, A., Sommer, S., 2008. Mediterranean desertification and land degradation. Mapping related land use change syndromes based on satellite observations. Glob. Planet. Change 64, 146–157. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2008.10.005.

Holmgren, M., Stapp, P., Dickman, C.R., Gracia, C., Graham, S., Gutiérrez, J.R., Hice, C., Jaksic, F., Kelt, D.A., Letnic, M., Lima, M., López, B.C., Meserve, P.L., Milstead, W.B., Polis, G.A., Previtali, M.A., Richter, M., Sabaté, S., Squeo, F.A., 2006. A synthesis of ENSO effects on drylands in Australia, North America and South America. Adv. Geosci. https://doi.org/10.5194/adgeo-6-69-2006.

Houston, J., Hartley, A.J., 2003. The central Andean west-slope rainshadow and its potential contribution to the origin of hyper-aridity in the Atacama Desert. Int. J. Climatol. 23, 1453–1464. https://doi.org/10.1002/joc.938.

Jaksic, F.M., 2001. Ecological effects of El Niño in terrestrial ecosystems of western South America. Ecography (Cop.). 24, 241–250. https://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2001.240301.x.

Klein, J., 2016. Why a South African Desert Blooms Into an Annual Flower Show? [WWW Document]. New York Times. URL. (Accessed 29 May 18). https://www.nytimes.com/2016/10/06/science/south-africa-flowers-namaqualand.html.

Larraín-Barrios, B., Faúndez-Yancas, L., Búrquez, A., 2018. Plant functional trait structure in two fog deserts of America. Flora 243, 1–10. https://doi.org/10.1016/j.flora.2018.03.005.

Lindsey, R., 2017. A Superbloom of Wildflowers Overtakes California's southeastern Deserts in March 2017. [WWW Document]. NOAA Clim. URL. (Accessed 22 May 18). https://www.climate.gov/news-features/event-tracker/march-2017-climate-conditions-finally-right-superbloom-desert.

Lobos Roco, F., Vilà-Guerau de Arellano, J., Pedruzo-Bagazgoitia, X., 2018. Characterizing the influence of the marine stratocumulus cloud on the land fog at the Atacama Desert. Atmos. Res. 214, 109–120. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.07.009.

Loveland, T.R., Dwyer, J.L., 2012. Landsat: building a strong future. Remote Sens. Environ. 122, 22–29. https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.09.022.

Luebert, F., Gajardo, R., 2005. Vegetación alto andina de Parinacota (norte de Chile) y una sinopsis de la vegetación de la Puna meridional. Phytocoenologia 35, 79–128. https://doi.org/10.1127/0340-269X/2005/0035-0079.

Luebert, F., Pliscoff, P., 2017. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile, 2nd ed. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

McKay, C.P., Friedmann, E.I., Gómez-Silva, B., Cáceres-Villanueva, L., Andersen, D.T., Landheim, R., 2003. Temperature and moisture conditions for life in the extreme arid region of the Atacama desert: four years of observations including the El Niño of 1997-1998. Astrobiology 3, 393–406. https://doi.org/10.1089/153110703769016460.

Moreira-Muñoz, A., Muñoz-Schick, M., Marticorena, A., Morales, V., 2016. Catálogo de Asteraceae (Compositae) de la Región de Arica y Parinacota, Chile. Gayana. Botánica 73, 226–267. https://doi.org/10.4067/S0717-66432016000200226.

Muñoz-Schick, M., Pinto, R., Mesa, A., Moreira-Muñoz, A., 2001. Fog oases during the El Niño Southern Oscillation 1997-1998, in the coastal hills south of Iquique, Tarapacá region, Chile. Rev. Chil. Hist. Nat. 74, 389–405.

Navarro-González, R., Rainey, F., Molina, P., Bagaley, D.R., Hollen, B.J., de la Rosa, J., Small, A.M., Quinn, R.C., Grunthaner, F.J., Cáceres, L., Gomez-Silva, B., McKay, C.P., 2003. Mars-like soils in the Atacama Desert, Chile, and the dry limit of microbial life. Science 302, 1018–1021. https://doi.org/10.1126/science.1089143.

Olsson, L., Eklundh, L., Ardö, J., 2005. A recent greening of the Sahel-trends, patterns and potential causes. J. Arid Environ. 63, 556–566. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.03.008.

Orlando, J., Alfaro, M., Bravo, L., Guevara, R., Carú, M., 2010. Bacterial diversity and occurrence of ammonia-oxidizing bacteria in the Atacama Desert soil during a "desert bloom" event. Soil Biol. Biochem. 42, 1183–1188. https://doi.org/10.1016/J.SOILBIO.2010.03.025.

Pinzon, E.J., Tucker, J.C., 2014. A non-stationary 1981–2012 AVHRR NDVI3g Time

Folio019567

Series. Remote Sens. https://doi.org/10.3390/rs6086929.
Rayner, N.A., Parker, D.E., Horton, E.B., Folland, C.K., Alexander, L.V., Rowell, D.P., Kent, E.C., Kaplan, A., 2003. Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century. J. Geophys. Res. Atmos. 108. https://doi.org/10.1029/2002JD002670.
Rundel, P.W., Dillon, M.O., Palma, B., Mooney, H.A., Gulmon, S.L., Ehleringer, J.R., 1991. The phytogeography and ecology of the coastal Atacama and Peruvian deserts. Aliso A J. Syst. Evol. Bot. 13, 1–49. https://doi.org/10.5642/aliso.19911301.02.
Schulz, N., Aceituno, P., Richter, M., 2011. Phytogeographic divisions, climate change and plant dieback along the coastal desert of northern Chile. Erdkunde 169–187. https://doi.org/10.3112/erdkunde.2011.02.05.
Squeo, F.A., Arancio, G., Gutiérrez, J.R., 2008. Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena La Serena, Chile.
Takahashi, K., Battisti, D.S., 2007. Processes controlling the mean tropical Pacific precipitation pattern. Part I: The Andes and the eastern Pacific ITCZ. J. Clim. 20, 3434–3451. https://doi.org/10.1175/JCLI4198.1.
Takahashi, K., Montecinos, A., Goubanova, K., Dewitte, B., 2011. ENSO regimes: reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. Geophys. Res. Lett. 38, L10704. https://doi.org/10.1029/2011GL047364.
Testa, S., Soudani, K., Boschetti, L., Borgogno Mondino, E., 2018. MODIS-derived EVI, NDVI and WDRVI time series to estimate phenological metrics in French deciduous forests. Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf. 64, 132–144. https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.08.006.
Vanderplank, S.E., Moreira-Munoz, A., Hobohm, C., Pils, G., Noroozi, J., Clark, V.R., Barker, N.P., Yang, W., Huang, J., Ma, K., 2014. Endemism in mainland regions–case studies: Central Chile Ecoregion. In: Hobohm, C. (Ed.), Endemism in Vascular Plants. Springer, Dordrecht, pp. 205–308.
Verbesselt, J., Hyndman, R., Newnham, G., Culvenor, D., 2010. Detecting trend and seasonal changes in satellite image time series. Remote Sens. Environ. 114, 106–115. https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.08.014.
Vidiella, P.E., Armesto, J.J., Gutiérrez, J.R., 1999. Vegetation changes and sequential flowering after rain in the southern Atacama Desert. J. Arid Environ. 43, 449–458. https://doi.org/10.1006/JARE.1999.0565.
Wierzchos, J., Davila, A.F., Artieda, O., Cámara-Gallego, B., de los Ríos, A., Nealson, K.H., Valea, S., Teresa García-González, M., Ascaso, C., 2013. Ignimbrite as a substrate for endolithic life in the hyper-arid Atacama Desert: Implications for the search for life on Mars. Icarus 224, 334–346. https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.06.009.

Folio019568











Expresiones del DESIERTO FLORIDO

Exploración fotográfica al Desierto Costero de la Provincia de Huasco, Región de Atacama

Folio019569



NUESTRO DESIERTO FLORIDO

Fuente inagotable de medicina
y alimentación de nuestros pueblos,
orientación e inspiración de
nuestra cultura ancestral.

Fuente de riqueza biológica inexorable,
base sustentable y sostenible del desarrollo,
que permitirá la recuperación y reivindicación
de la soberanía alimentaria de la humanidad.

Henry Saldaño Alfaro
Comunidad Indígena Diaguita, Totoral



GUANACO DEL NORTE
Lama guanicoe

Folio019571

Expresiones del DESIERTO FLORIDO

Exploración fotográfica al Desierto Costero de la Provincia de Huasco, Región de Atacama









Autores y fotografías:

Ignacio Cerda Medina
masatierra@gmail.com

Fernando Mercader Arriagada
mercader.arriagada@gmail.com

Diseño gráfico:

Pablo Barraza Barahona
barrazabarahonapablo@gmail.com

Edición:

1000 ejemplares

Freirina, Valle del Huasco

Octubre 2020

Impresión:

Andros Impresores

masatierra














PRÓLOGO

Si vieras el desierto costero de Atacama, quizás no sería mucho lo que encuentres a primera vista. Pero si miras detenidamente, podrás ver la magia que en él se esconde. Entre cerros, planicies, llanos, rocas y arenas, muchas son las maravillas que puedes encontrar, bajo el sol y sobre la tierra de este místico lugar. Un escondite de lugares y especies que deben ser descifrados.

Pero después de una larga época del mismo color en el desierto, llega la lluvia, otra magia que ocurre, y todo lo que era de tonos cálidos se cubre de flores y de campos de colores. Millones de tonos inundan la tierra y se toman el terreno que las tenía escondidas esperando. Es entonces que el desierto se vuelve florido.

Entre campos de flores que cubren laderas y quebradas, tonos morados y amarillos intentan tomar protagonismo, para mostrarse y lucir con esplendor el desierto florido que comenzó. Orejas de zorros cafés, suspiros celestes, malvillas moradas, añañucas rosadas y garras de león rojas; todos los colores que has soñado se juntan e irradian el color tan esperado, deslumbrándote y haciéndote ver maravillas que jamás habías imaginado poder ver.

En este libro podrás encontrar muchas de las especies que conforman el desierto florido, las que lo convierten en uno de los fenómenos más importantes, emocionantes, especiales y únicos de nuestro país, mostrando miles de colores y una magia única en su especie.

Esperamos que disfruten de las maravillas que nos ofrece este desierto, que lo cuiden y que lo aprecien y que por sobre todo, este libro sirva como un apoyo para reconocer y disfrutar toda la magia de este lugar.

Rayén Esperanza & Amanda Paz



Folio019574



FLOR O HIERBA DEL SALITRE
Frankenia chilensis

Folio019575

ÍNDICE

PRESENTACIÓN		9
INTRODUCCIÓN		11
CLAVES DE IDENTIFICACIÓN		20
FLORA SILVESTRE DEL DESIERTO FLORIDO		23
HUILLI, HUILLE	*Leucocoryne sp.*	24
AÑAÑUCA BLANCA	*Zephyranthes sp.*	25
HUILLI, HUILLE, CEBOLLÍN	*Leucocoryne appendiculata*	26
HUILLI, HUILLE, NARCISO	*Leucocoryne coronata*	27
PATA DE GUANACO BLANCA	*Cistanthe crassifolia*	28
PATA DE GUANACO	*Cistanthe arenaria*	29
CLAVELILLO	*Schizopetalon maritimum*	30
BLANQUILLO	*Leucheria cumingii*	31
PUNAR, CELESTINA	*Zephyra compacta*	32
ORTIGA BLANCA	*Loasa elongata*	33
CEBOLLETA, LÁGRIMA DE LA VIRGEN	*Oziroe biflora*	34
LÁGRIMA DE LA VIRGEN	*Tristagma bivalve*	35
PALO NEGRO	*Heliotropium sp.*	36
PALO NEGRO	*Heliotropium sinuatum*	37
SUSPIRO DE CAMPO BLANCO	*Nolana baccata*	38
CARBONILLO	*Cordia decandra*	39
CARDO SANTO, AMAPOLA	*Argemone hunnemanni*	40
FLOR DEL MINERO	*Centaurea chilensis*	41
MARIPOSA, CACATÚA, PAJARITO	*Schizanthus candidus*	43
SENECIO, MANZANILLÓN	*Senecio sp.*	44
FLOR DE SAN JOSÉ, AMANCAY	*Balbisia peduncularis*	45
ORTIGA CABALLUNA	*Loasa tricolor*	46
AÑAÑUCA AMARILLA	*Zephyranthes bagnoldii*	47
TERCIOPELO, FLOR DEL JOTE	*Argylia radiata*	49
DON DIEGO DE LA NOCHE	*Oenothera coquimbensis*	50
OREJA DE ZORRO	*Aristolochia bridgesii*	51
CORONA O CORONILLA DEL FRAILE	*Encelia canescens*	52
SENECIO	*Senecio bahioides*	53
CHINITA	*Chaetanthera glabrata*	54
ALCAPARRA	*Senna cumingii*	55
RETAMO, RETAMILLA	*Caesalpinia angulata*	56
ALGARROBILLA	*Balsamocarpon brevifolium*	57
VINAGRILLO, PAPA CHAÑASCA	*Oxalis bulbocastanum*	58
CHURQUE, CHURQUI	*Oxalis gigantea*	59
GARRA DE LEÓN AMARILLA	*Leontochir ovallei var. lutea*	61
ROSITA DE CAMPO	*Cruckshanksia montiana*	62
CUERNO O CACHO DE CABRA	*Skytanthus acutus*	63
JARILLA, VARILLA	*Adesmia argentea*	64
ADESMIA	*Adesmia parviflora*	65

ADESMIA	*Adesmia eremophila*	66
VIOLETA DE CAMPO	*Viola polypoda*	67
HUILMO AMARILLO, ÑUÑO	*Sisyrinchium graminifolium*	68
LIRIO DE CAMPO AMARILLO	*Alstroemeria kingii*	69
MANZANILLA CIMARRONA	*Helenium atacamense*	70
TABACO CIMARRÓN	*Nicotiana solanifolia*	71
OREJA DE ZORRO	*Aristolochia chilensis*	73
FLOR DEL SOLDADO, AJICILLO	*Alonsoa meridionalis*	74
AÑAÑUCA ROJA O DE FUEGO	*Zephyranthes phycelloides*	75
GARRA DE LEÓN	*Leontochir ovallei var. ovallei*	76
TUPA, TABACO DEL DIABLO	*Lobelia polyphylla*	80
PIRCÚN	*Anisomeria littoralis*	81
PATA DE GUANACO	*Cistanthe longiscapa*	82
PATA DE GUANACO	*Cistanthe grandiflora*	83
HIERBA SANTA	*Stachy grandidentada*	84
MARIPOSITA	*Schizanthus porrigens*	85
AÑAÑUCA ROSADA	*Zephyranthes sp.*	86
MALVILLA	*Cristaria sp.*	87
LIRIO DE CAMPO	*Alstroemeria werdermannii*	88
LIRIO DE CAMPO	*Alstroemeria philippii var. philippii*	89
PACUL	*Krameria cistoidea*	90
ESPINO ROJO	*Calliandra chilensis*	91
BORLÓN DE ALFORJA	*Polyachyrus poeppigii*	92
HUILMO ROSADO, FLOR DE LA VIUDA	*Olsynium scirpoideum*	93
BUENAS NOCHES	*Mirabilis elegans*	95
FAGONIA	*Fagonia chilensis*	96
TOMATILLO	*Solanum heterantherum*	97
RELICARIO, SOLDADITO	*Tropaeolum tricolor*	99
SUSPIRO	*Nolana divaricata*	100
SUSPIRO	*Nolana carnosa*	101
SUSPIRO	*Nolana acuminata*	102
CELESTINA	*Zephyra elegans*	103
AZULILLO	*Pasithea caerulea*	104
PIOJILLO	*Malesherbia humilis*	105
CACTÁCEAS		
NAPÍN	*Eriosyce napina var. napina*	106
TUNILLA, TUNA DE MIGUEL	*Miqueliopuntia miquelii*	108
QUISCO DEL DESIERTO	*Echinopsis deserticola*	109
COPAO	*Eulychnia breviflora*	110
COPAO ACIDO	*Eulychnia acida var. procumbens*	111
DURO	*Copiapoa echinoides var. cuprea*	112
COPIAPOA DE CARRIZAL	*Copiapoa dealbata*	113

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 114
AGRADECIMIENTOS 116

Folio019577



PARQUE NACIONAL LLANOS DE CHALLE
Comuna de Huasco

Folio019578

PRESENTACIÓN

La presente obra fotográfica del Desierto Florido Costero, de la Provincia de Huasco, Región de Atacama, se fundamenta en la relación histórica que este peculiar fenómeno ha desarrollado con los habitantes del territorio, comprendido e interiorizado como parte de su patrimonio local y regional.

Durante los últimos años de ocurrencia de este singular fenómeno (primaveras de los años 2015 y 2017), se ha producido un explosivo aumento de visitantes tanto de la comunidad local como de otras regiones y países, que, si bien es positivo, conlleva a un incremento considerable de amenazas que afectan la conservación del desierto florido costero de Atacama. Estas amenazas se relacionan directamente con el desconocimiento de nuestro territorio y sus principales características naturales y culturales. Debido a esto, es que surge la necesidad de poner en valor este patrimonio a través de la fotografía como medio de asignación de valor, para comprender el sentido de la protección y conservación del fenómeno del desierto florido y el ecosistema en el que se encuentra inserto.

Desde sus inicios, la conservación de ecosistemas naturales ha estado vinculada a las artes visuales, transformándose en una herramienta imprescindible para la documentación e interpretación de estos espacios. Para la obra, la histórica relación entre la fotografía y la conservación de la naturaleza, tiene base en la comprensión cognitiva del ser humano, donde la idea tan aceptada de que "una imagen vale más que mil palabras", es la clave para la asignación de valor tanto estético como ecológico (de protección y conservación) de nuestro territorio.

Por ello, conocer la imagen del "Desierto Florido" nos permite interiorizarlo de forma más efectiva y afectiva. En este sentido, esta obra busca visibilizar la belleza escénica y el valor ecológico que la comunidad y los visitantes le otorgan incorporando más de 70 especies de flora, con el fin de fomentar la conservación e incentivar la apropiación del desierto florido costero de Atacama y cada una de sus expresiones. La capacidad de conmover, movilizar y concientizar que posee la fotografía es la esencia de esta propuesta artística.

Folio019579



Folio019580

INTRODUCCIÓN

La Región de Atacama es un territorio de transición o ecotono. Debido a su ubicación, es posible apreciar una singularidad de paisajes, desde el verdor de la zona mediterránea semiárida denominada "Norte chico" hasta la zona hiper-árida del desierto no polar más árido del mundo conocida como "Norte grande" de Chile.

Al ser puerta de entrada sur a este desierto, las condiciones de aridez presentes en la mayoría del territorio son producto de diversos factores: marcadas diferencias de temperatura entre el día y la noche, gran insolación diurna y ausencia casi total de precipitaciones (desierto extremo). Todos factores limitantes para los procesos biológicos.

Este ambiente extremadamente árido es consecuencia principalmente de la circulación general de la atmósfera, que presenta en esta latitud un sector de alta presión en el Pacífico Oeste Central denominado Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur, el que, durante casi todo el año impide el paso de las masas de aire que provienen del sur evitando las precipitaciones.

Otro factor que influye en estas condiciones extremas es la presencia de la corriente marina de Humboldt, que también viaja de sur a norte por el Océano Pacífico. Esta corriente de aguas frías provenientes de la Antártica, ocasiona que la temperatura de la zona sea de 3 a 5 grados más baja que las esperadas para su latitud, disminuyendo de esta forma la capacidad de evaporación de aguas del océano a la atmósfera (Hoffmann, 2015).

Sin embargo, pese a las escasas precipitaciones en la zona, la presencia de pequeñas lloviznas o garúa y densas neblinas costeras o también llamada camanchaca, permite encontrar en la Región más de 1.100 especies vegetales vasculares, de las cuales 980 especies son nativas (532 endémicas de Chile y 77 endémicas de la Región de Atacama) y más de 100 introducidas o adventicias, es decir, arribadas desde otros continentes y adaptadas en la zona (Squeo, 2008).



COPIAPOA DE CARRIZAL
Copiapoa dealbata

El estado de conservación de estas especies es diverso, el Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente y sus Decretos Supremos, que buscan precisar el riesgo de extinción de poblaciones naturales, establecen un total de 114 especies clasificadas para la Región de Atacama, lo que equivale al 11 ,6% del total regional de especies de flora y vegetación. De éstas, hay 5 Extintas (EX), 1 En Peligro Crítico (CR), 19 En Peligro (EN), 5 En Peligro-Rara, 44 Vulnerables (VU), 1 Vulnerable-Rara, 21 Casi Amenazada (NT) y 18 Preocupación menor (LC), (Gobierno Regional de Atacama, 2015).

Esta cantidad aumenta si se considera la descripción del Libro Rojo de la Flora Nativa de la Región de Atacama, que establece 26 especies nativas en categoría En Peligro (EP) y 68 especies nativas en categoría Vulnerable (VU). Esto significa que estas especies en estado silvestre presentan riesgos muy altos y altos de extinción en la Región, con probabilidades de por lo menos 20% y 10% respectivamente, dentro de un período 20 años o bien, 5 generaciones (Squeo, 2008).

En el caso del territorio costero de la Provincia de Huasco, la vegetación posee un mayor grado de continuidad y permanencia (estepa arbustiva), debido al aumento gradual de las precipitaciones y la influencia del clima desértico costero con nublados abundantes en la zona, también llamado desértico oceánico. Este clima presenta cielos generalmente cubiertos, alta humedad relativa, escasas a nulas precipitaciones y densas neblinas matinales o camanchaca que se introducen por quebradas, laderas y portezuelos de la Cordillera de la Costa hacia el interior del territorio.

Esta formación vegetacional, que se encuentra representada y bajo protección oficial en el Parque Nacional Llanos de Challe, esta constituida por más de 220 especies de flora (CONAF 2012). Predominan los pequeños arbustos con bajas densidades, suculentas y cactáceas, localizadas en terrazas rocosas del litoral, llanos arenosos, quebradas interiores y laderas occidentales de la Cordillera de la Costa hasta unos 800 metros de altitud.



De estas 220 especies, 206 son nativas de Chile y 14 son endémicas de la Región de Atacama, concentrándose la máxima riqueza de géneros endémicos en el sector de Carrizal Bajo (Squeo, 2008). Ademas, algunas de estas especies se encuentran en alguna categoría de conservación como: garra de león (En Peligro), copiapoa de Carrizal (Vulnerable), lirios de campo (Vulnerable y Casi Amenzada), pacul, copaos y tunilla (Preocupación Menor) y pircún, algarrobilla y blanquillo (Vulnerable, según el Libro Rojo de la Flora Nativa de Atacama).

La fauna existente en esta zona es escasa y adaptada a condiciones de aridez. Se describen 87 especies: 1 anfibio, 7 reptiles, 66 aves y 13 mamíferos. Los roedores y reptiles concentran su actividad en sectores con mayor cobertura vegetal (arbustos y cactáceas), las aves conforman un grupo abundante en años lluviosos debido a la abundancia de alimento y escaso durante las sequias prolongadas y los mamíferos de gran talla como el zorro y el guanaco del norte deben realizar amplios desplazamientos debido a la escasa oferta de alimento. Esta última especie cumple una importante función ecológica como herbívoro de bajo impacto y dispersador de semillas.

En la actualidad, según el Reglamento de Clasificación de Especies, el guanaco del norte se encuentra en la categoría de conservación Vulnerable en la Región de Atacama. Sus principales amenazas están dadas por la caza ilegal, el ataques de perros debido a la tenencia irresponsable de mascotas, los atropellos y la muerte de individuos entrampados en cercos de carreteras como consecuencia de la fragmentación de su hábitat (CONAF, 2012).

Es en este territorio costero, donde cada cierto número de años, las precipitaciones son sumamente altas y esporádicas (variabilidad interanual poco predecible), escenario que estaría relacionado con el fenómeno “El Niño-Oscilación del Sur” (ENSO). Este fenómeno es parte de



Folio019583

los eventos climáticos del Pacifico y está dado por el debilitamiento de los vientos Alisios, lo que permite el desplazamiento de una gran masa de aguas cálidas tropicales superficiales y la incursión de masa de aire húmedo provenientes del Pacifico (Hoffmann, 2015).

Como consecuencia, se producen cortas e intensas lluvias otoñales o invernales en los meses de mayo a agosto. Si estas lluvias poseen una frecuencia de 15 a 30 días junto a una acumulación mínima de al menos 20 mm., permiten la germinación de semillas y el despertar del letargo de centenares de plantas en estado latente en las áreas costeras y centro interior de la Región de Atacama, fenómeno comúnmente conocido como "Desierto Florido".

Este rápido y masivo crecimiento de plantas genera durante la primavera, una sucesión de floraciones de especies como arbustos xerófilos, suculentas y cactáceas, así también de herbáceas anuales y perennes en estado latente por años, que son visibles cuando se producen las condiciones favorables de humedad y temperatura en el suelo (Hoffmann, 2015).

Las especies arbustivas (arbustos y subarbustos), presentan características xerofíticas muy acentuadas como espinas y hojas pequeñas caducas en la estación seca y fría, es decir, pierden las hojas para no perder agua, detienen el crecimiento y la floración es mínima. Ejemplo de estas especies son: carbonillo, palo negro, alcaparra, algarrobilla, varilla, churque entre otros. En períodos con presencia de lluvias estas especies se transforman en un importante recurso alimentario y de hábitat permanente para los insectos e indirectamente para reptiles y aves.

En el caso de las suculentas estas son especies especialmente adaptadas para vivir en zonas áridas, debido a que tienen la capacidad de almacenar una gran cantidad de agua en su estructura foliar, tales como algunas nolanas o suspiros de campo.



MARIPOSA DE LA TARDE, COLORADA
Vanessa carye

Folio019584



NAPÍN
Neoporteria villosa

Folio019585



Dentro del grupo de suculentas, destacan las cactáceas, especies de madera blanda y cuerpo suculento que tiende a lignificarse con el tiempo. Estas han modificado su metabolismo, transformando sus hojas en espinas, lo que les permite evitar la evaporación, protegerse de los herbívoros y de la extrema insolación, además de actuar como condensadores de la neblina costera (Señoret, 2013).

Otra adaptación importante de las cactáceas, es el funcionamiento de los estomas (poros) los cuales se cierran de día, en las horas de máxima insolación para evitar la pérdida de agua, abriéndose al amanecer y al atardecer para absorber el dióxido de carbono y realizar el intercambio de gases.

Sus raíces pueden ser muy extensas, ramificadas y superficiales para capturar la escasa humedad del suelo, o una raíz principal a menudo engrosada –muchas veces superando el tamaño del cuerpo–, donde acumulan sustancias de reserva o agua.

Su cuerpo o tallo son de consistencia suculenta y puede estar constituido por segmentos de forma aplanada como las tunas, cilíndricas como los quiscos o globosa como la mayoría de los cactos chilenos (Hoffmann, 2004).

En cuanto a la flora de los estratos inferiores, durante los períodos de aumento de lluvias es posible observar una gran densidad y alta diversidad de herbáceas perennes y anuales que surgen a la superficie.

Las primeras corresponden principalmente a plantas geófitas que poseen órganos de resistencia subterráneos bajo la forma de bulbos, tubérculos, rizomas o raíces reservantes que les permite pasar largos períodos de dormancia mientras las condiciones del medio no sean favorables, como por ejemplo las especies: huillis, añañucas, lirios de campo, patas de guanaco. Un caso emblemático en la Región es la garra de león, herbácea endémica de Atacama, que posee tallos subterráneos y profundas raíces engrosadas donde guardan los nutrientes que le permiten soportar años sin precipitación (CONAF, 2012).

Por otro lado, las herbáceas anuales son plantas que no poseen órganos de resistencia y se propagan sólo por semillas, las cuales presentan latencias en los períodos de años secos a la espera de lluvias tales como ortigas, cardos, cacatúas, clavelillo y manzanilla. También en este grupo se encuentran las epífitas: plantas que, sin ser parásitas, utilizan a otras plantas o a rocas como soporte, careciendo de raíces verdaderas y obteniendo el agua por las hojas como el soldadito o relicario.

Folio019587

Tal como se describió, el fenómeno del "Desierto Florido" es un rápido y masivo crecimiento de plantas y posterior sucesión de floraciones, cuyo principal objetivo es la producción de semillas, medio a través del cual las especies se perpetúan y se propagan.

Esta es la principal función de las flores y algunas inflorescencias (agrupaciones de flores): producir las células para la reproducción de las plantas y ofrecer un sitio adecuado para la fecundación y posterior formación de semillas (Teillier, 1998).

Para ello, las flores poseen dos clases de órganos que intervienen directamente en la reproducción. El Androceo es el órgano reproductor masculino y está formado por los estambres, filamentos y anteras. Son los órganos donde se produce, transporta y guarda el polen.

El Gineceo es el órgano reproductor femenino y está formado por el pistilo, el estilo y el ovario. Cada pistilo posee un estigma en cuya superficie viscosa se adhiere el polen, para luego atravesar el estilo, llegar a fecundar al ovario y desarrollar un fruto que contenga las semillas.

La corola está formada por los pétalos que son hojas especializadas de la flor. Sus estructuras, colores y aromas suelen ser muy atractivas, ya que su función es atraer a los agentes polinizadores (abejas, insectos, aves), quienes son los encargados de desplazar y/o transportar los granos de polen desde las anteras hacia el estigma (Teillier, 1998).

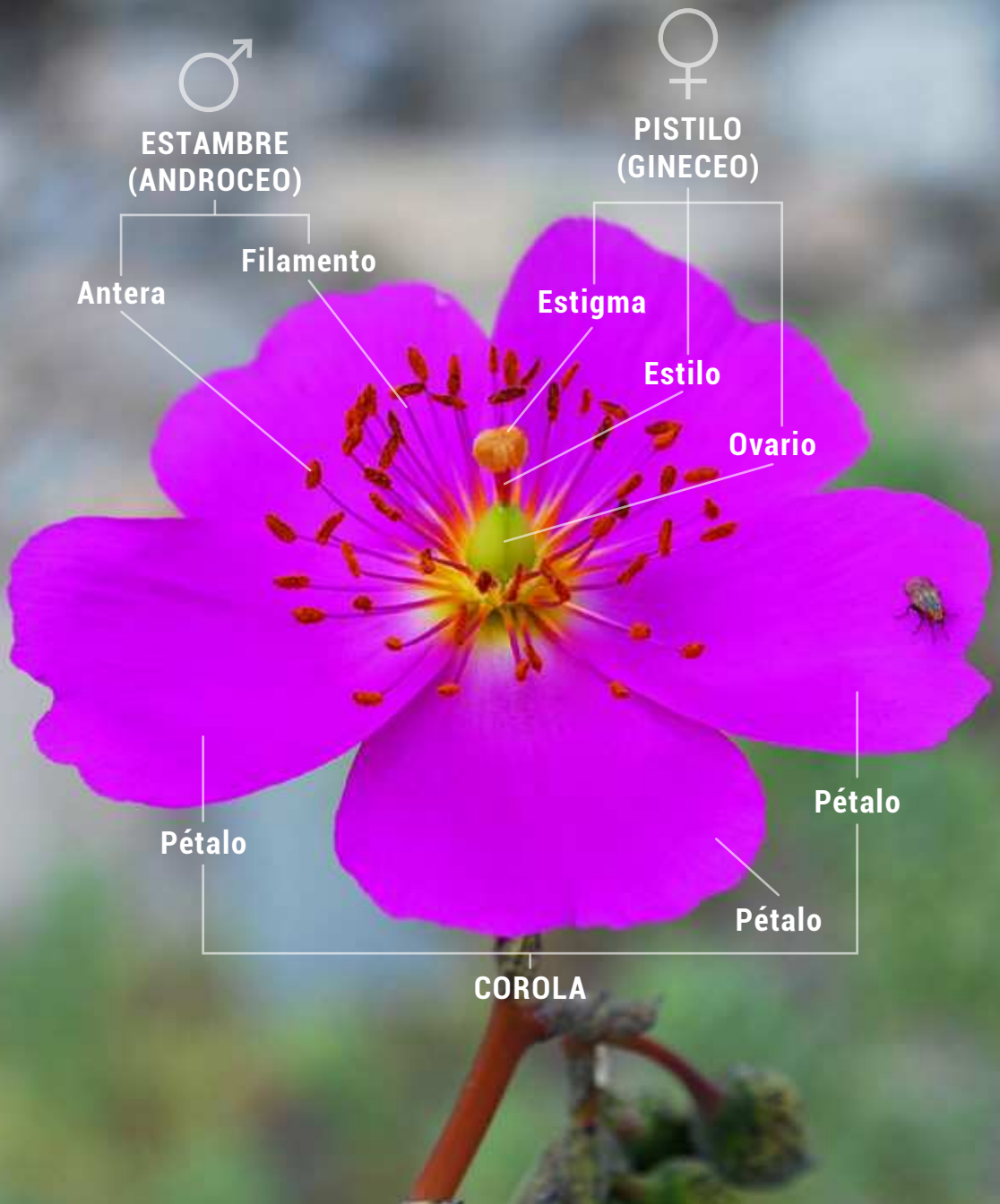
Como se ha podido observar, la flora y vegetación del desierto costero de la Provincia de Huasco –comunas de Freirina y Huasco–, han desarrollado a través del tiempo importantes adaptaciones para sobrevivir en un ambiente con condiciones extremas. De ahí su importancia ecológica como un reservorio genético de alto interés que es necesario comprender, valorar y proteger.

A continuación, se presenta un resumen de los principales antecedentes descritos a través de claves de identificación (sistema de iconos que simbolizan las diversas características morfológicas de cada especie). El objetivo de estas claves es facilitar el reconocimiento en terreno de más de 70 especies de flora silvestre asociadas al fenómeno del "Desierto Florido".

Esperamos poder contribuir a la apropiación de este fenómeno natural por parte de l@s habitantes de la Región de Atacama, anhelando que esta semilla se propague y sobreviva en el tiempo.

Folio019588

PATA DE GUANACO
Cistanthe sp.



Folio019589

CLAVES DE IDENTIFICACIÓN[1]

CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN[2]



En Peligro: se considera a una especie cuando la mejor evidencia disponible indica que está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.



Vulnerable: se considera a una especie cuando la mejor evidencia disponible indica que está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre.



Casi Amenazada: se considera a una especie cuando ha sido evaluada y no satisface, actualmente, los criterios para las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios de estos últimos, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.



Preocupación Menor: se considera a una especie cuando, habiendo sido evaluada, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazada. Se incluyen en esta categoría especies abundantes y de amplia distribución, y que por lo tanto pueden ser identificadas como de preocupación menor.

DISTRIBUCIÓN



Nativa/o: propio de una especie que pertenece a una región, país o ecosistema determinado.



Endémica/o: se considera exclusiva del país en que vive.



Adventicia/o: se considera a aquellas especies que no son propias del lugar , sino que han sido traídas accidentalmente.

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE



Planta anual: vive una sola temporada, completando su ciclo de vida en menos de un año (germinación y formación de semillas).



Planta perenne: vive más de 2 años. Planta dotada de órganos de resistencia subterráneos o aéreos, desde los que rebrota cada año.

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA



Planta herbácea: tallo de la planta de consistencia herbácea, no desarrollándose la formación de leño.



Subarbustivo: planta que presenta lignificación (madera) sólo en la base. Ramas aéreas predominantemente herbáceas.



Arbusto: planta leñosa, con una o muy pocas ramificaciones principales.

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA



Raíz pivotante: planta con una raíz principal, la cual se estrecha hacia los extremos. Se vuelve leñosa y se ramifica en subarbustos y arbustos.



Raíz fasciculada: planta en la que no se aprecia una raíz principal. Generalmente salen directamente de una porción del tallo.

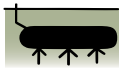


Raíz tuberosa: raíz pivotante muy engrosada, de consistencia carnosa. Se incluyen algunas especies que presentan tallos tuberosos.

TALLOS SUBTERRÁNEOS MODIFICADOS



Bulbo: tallo subterráneo rodeado por hojas gruesas con rol de almacenamiento y protección (como una cebolla).



Rizoma: tallo subterráneo de crecimiento más o menos horizontal, nudoso e irregular.

FORMA DE LAS FLORES



Flores con pétalos libres, trímeras. Flores con 3 ó 6 pétalos, generalmente de colores, raro color verde.



Flores con pétalos libres, tetrámeras. Flores con 4 pétalos de colores, a veces en forma de cruz.



Flores con pétalos libres, pentámeras o polímeras. Flores con 5, 7 ó 10 pétalos (múltiplo de 5).



Flores con pétalos libres, corola de forma irregular. Flores con un solo plano de simetría.



Flores con pétalos libres, corola de forma amariposada. Flores donde el pétalo posterior es generalmente mayor y más llamativo (estandarte).



Flores con pétalos unidos, corola acampanada o tubular, con los lóbulos cortos.



Flores con pétalos unidos solo en su base, los lóbulos (apéndices) son alargados y se asemejan a los pétalos libres.



Flores con pétalos unidos, corola de forma irregular. La flor puede estar dividida bilateralmente en 2, 5 o más lóbulos.



Cabezuela, inflorescencia formada por muchas flores que imitan a su vez, a una flor. Posee flores marginales (pétalos) y centrales.

---

[1] TEILLIER, A., ZEPEDA, H., GARCÍA, P. (1998). Flores del Desierto de Chile.

[2] MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2011). Decreto N°29, Reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación.



A LLANOS DE CHALLE

Comencé a recorrer tus cerros.
Escribí en un cuaderno sus nombres.
Luego vino la lluvia, desbordando tus faldeos,
arrastrando de todas partes piedras y montes.

Pronto te llenaste de añañucas
de lirios y azulillos y tantas otras plantas
que hacen olas con el viento.

Los pájaros también han vuelto
y hoy escucho sus cantos.
Abejas y mariposas
hacen dibujos en el aire con sus vuelos.

Cuando llegué me adoptaste
y me cobijé en tu alero,
es por eso que yo te quiero
y también hoy te escribo,
para que todos sepan que existes.

Llanos de Challe te llamas y me gusta tu nombre.
Hoy tu nombre será también
para todos Norte Florido.

Alberto Villegas Valladares
Guardaparques Parque Nacional Llanos de Challe



Flora silvestre del DESIERTO FLORIDO

HUILLI, HUILLE
Leucocoryne sp.



REZO LLUVIA

Benditas lágrimas escasas
ocultas por tantos años
te evocan con vehemencia
crianceros y leñateros.
Más dulce que la ambrosía
se siente sobre los cuerpos
resecos de tanto sol,
hambrientos de tu humedad.

Benditas lágrimas escasas
devuélvenos las flores
y alimenta nuestras recuas.
Perpetuos los aguaceros
se sienten sobre los llanos.
Regálanos tu savia
fertiliza ásperos campos
…concédenos primaveras.

Benditas lágrimas escasas
las horas que nos obsequias
revelan lo prodigioso
del absoluto desierto.
Apacigua con tus lluvias
la agonía nortina,
no olvides estos rincones
requirentes de tus virtudes.

Alicia Tapia Pizarro
Canutillo

Folio019594

AÑAÑUCA BLANCA
Zephyranthes sp.





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama y Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz fasciculada (bulbo)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras

Folio019595

HUILLI, HUILLE, CEBOLLÍN
Leucocoryne appendiculata



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Arica y Parinacota hasta Región de Atacama

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz fasciculada (bulbo)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras



Folio019596

HUILLI, HUILLE, NARCISO

Leucocoryne coronata





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz fasciculada (bulbo)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras

Folio019597

PATA DE GUANACO BLANCA
Cistanthe crassifolia



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz fasciculada (bulbo)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, pentámeras (5 pétalos)



Folio019598

PATA DE GUANACO
Cistanthe arenaria





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama hasta Región de La Araucanía

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea (rastrera)

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, pentámeras (5 pétalos)

Folio019599

CLAVELILLO
Schizopetalon maritimum



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama y Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, tetrámeras



Folio019600

BLANQUILLO
Leucheria cumingii





VU

CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
Vulnerable (Libro Rojo de Atacama)

E

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, polímeras

PUNAR, CELESTINA
Zephyra compacta



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Sur de la Región de Atacama y Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz fasciculada (bulbo)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras



QUE SIENTO YO

Cuando salgo al campo, grito a los cuatros vientos y doy gracias a Dios por la linda naturaleza que nos da. Cada vez viendo menos por la contaminación y la avaricia del hombre, destruyendo nuestros campos, quitándonos el agua...

Somos hijos de la naturaleza, tenemos que cuidarla y seguir en la lucha con goce, alegría y canto, para poder seguir mirando las flores del campo. Bendiciones…

Armida Araya
Recolectora de algas, Los Bronces



ORTIGA BLANCA
Loasa elongata

CEBOLLETA, LÁGRIMA DE LA VIRGEN

Oziroe biflora



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Tarapacá hasta Región Metropolitana

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz fasciculada (bulbo)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras



Folio019604

LÁGRIMA DE LA VIRGEN
Tristagma bivalve





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama hasta Región de La Araucanía

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz fasciculada (bulbo)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras

PALO NEGRO
Heliotropium sp.



QUE BONITO SE VE EL CAMPO (cueca)

Qué bonito se ve el campo
en tiempo de primavera,
flores de todos colores
como bandera chilena.

Qué bonito se ve el campo,
corre la agüita fresca
por las quebradas,
los pajaritos cantan
por la mañana

Por la mañana sí,
se me alegra el corazón
con el canto de la tenca
y el ruiseñor:

Nadie siente la pena
en tiempo de primavera.

Honorio Pizarro Escobar
Cantautor, Agua del Medio, Freirina

Folio019606

PALO NEGRO
Heliotropium sinuatum





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Arica y Parinacota hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Arbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos sólo en su base

Folio019607

SUSPIRO DE CAMPO BLANCO
Nolana baccata



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos, con corola acampanada o tubular



Folio019608

CARBONILLO
Cordia decandra





NT
CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
Casi Amenazada

E
DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Subarbustivo y arbustivo

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos, con corola acampanada o tubular

Folio019609

CARDO SANTO, AMAPOLA
Argemone hunnemanni



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región del Maule

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras



Folio019610

FLOR DEL MINERO
Centaurea chilensis





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama hasta Región del Biobío

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Subarbustivo

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Cabezuela, inflorescencia formada por numerosas flores



MARIPOSA, CACATÚA
Schizanthus candidus

DESIERTO ENDÉMICO

Único, nuestro, que nos das la oportunidad de apreciar tu belleza
Donde todas las flores que busques, hay
Donde la Garra de León es nuestra embajadora endémica. Espectáculo único, el más grande del mundo, sin sobrepesos en lo que tenemos, como las ballenas y delfines que recorren tu costa
Lo que busques se encuentra en Atacama y a veces solo en la endémica Atacama.

Patricio Ortíz Ortíz
Operador turístico y pescador artesanal, Caleta Chañaral de Aceituno

Folio019612

MARIPOSA, CACATÚA, PAJARITO

Schizanthus candidus





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama y Región de Coquimbo

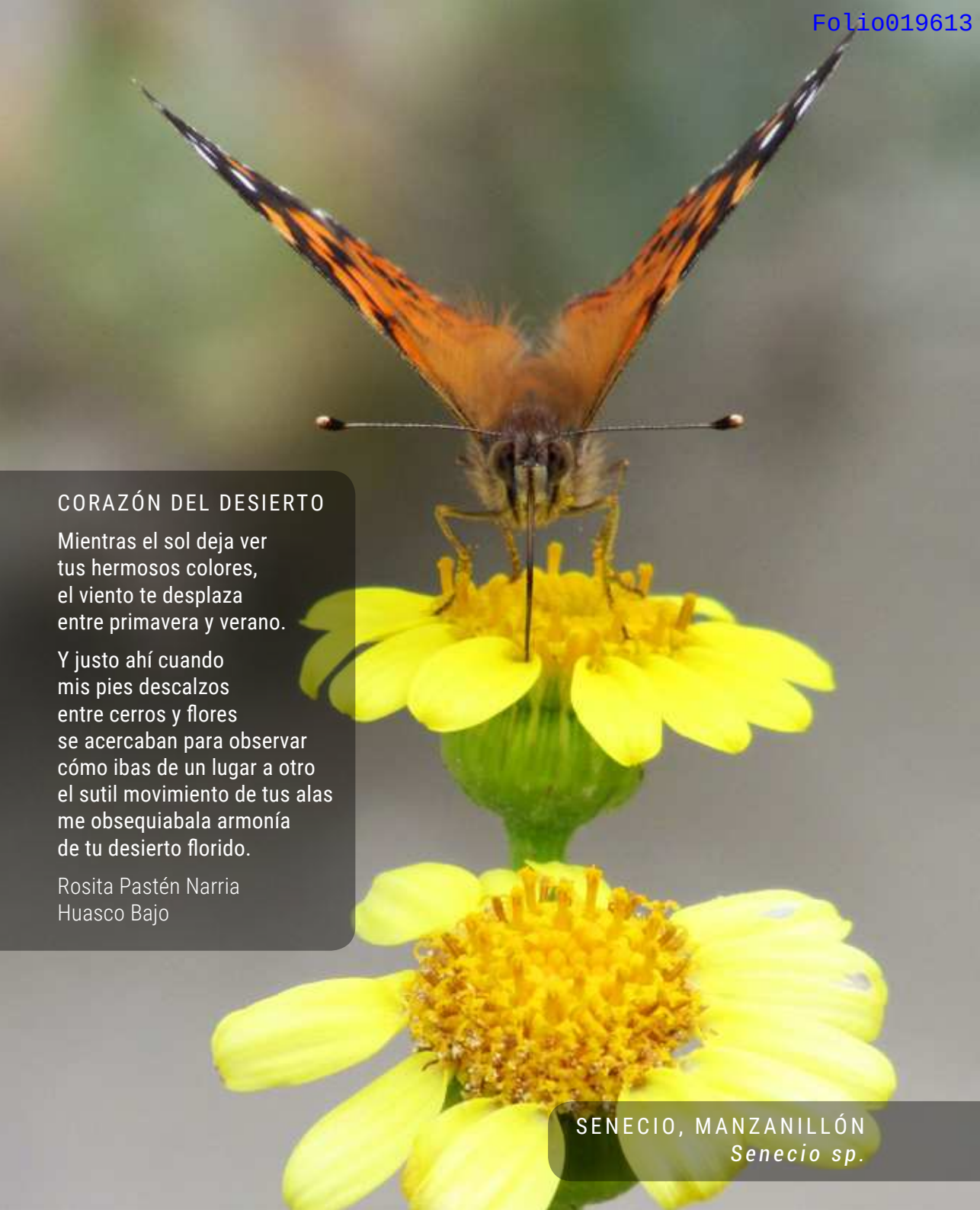
CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos, corola irregular y un solo plano de simetría

Folio019613



CORAZÓN DEL DESIERTO

Mientras el sol deja ver
tus hermosos colores,
el viento te desplaza
entre primavera y verano.

Y justo ahí cuando
mis pies descalzos
entre cerros y flores
se acercaban para observar
cómo ibas de un lugar a otro
el sutil movimiento de tus alas
me obsequiabala armonía
de tu desierto florido.

Rosita Pastén Narria
Huasco Bajo

SENECIO, MANZANILLÓN
Senecio sp.

Folio019614

FLOR DE SAN JOSÉ, AMANCAY

Balbisia peduncularis





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Arica y Parinacota hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Subarbusto y arbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, pentámeras

Folio019615

ORTIGA CABALLUNA

Loasa tricolor



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama hasta Región del Maule

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, pentámeras



Folio019616

AÑAÑUCA AMARILLA

Zephyranthes bagnoldii





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz fasciculada (bulbo)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras



TERCIOPELO
Relato vegetal

Él nace en cama de arenas ocres, entre hojas de encaje verde cenizo.

Se eleva alto en tallo liviano para coronarse en umbelas, paralelas al astro Sol
y se viste en terciopelo de colores, a veces amarillo, anaranjado o rojo carmesí.

La brisa de primavera lo mece en plenitud, anunciado su presencia
y después de entregar su belleza al paisaje, va desprendiéndose sin perder el tono,
cartucho a cartucho, hasta dormirse, esperando un nuevo renacer
en el esplendoroso desierto de flores de Atacama.

Patricia Rivera Figueroa
Escritora y gestora cultural, Vallenar

Folio019618

TERCIOPELO, FLOR DEL JOTE

Argylia radiata





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Arica y Parinacota hasta Región Metropolitana

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos, con corola acampanada o tubular

Folio019619

DON DIEGO DE LA NOCHE

Oenothera coquimbensis



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de Valparaíso

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, tetrámeras



Folio019620

OREJA DE ZORRO
Aristolochia bridgesii





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama hasta Región Metropolitana

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea (rastrera)

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos, con corola acampanada o tubular

CORONA O CORONILLA DEL FRAILE

Encelia canescens



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Tarapacá hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Subarbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Cabezuela, inflorescencia formada por numerosas flores



Folio019622

SENECIO

Senecio bahioides





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama hasta Región Metropolitana

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Subarbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Cabezuela, inflorescencia formada por numerosas flores

Folio019623

CHINITA

Chaetanthera glabrata



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región Metropolitana

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual o perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea (rastrera)

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Cabezuela, inflorescencia formada por numerosas flores



Folio019624

ALCAPARRA

Senna cumingii





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama y Región de Valparaíso

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Arbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, corola irregular y un solo plano de simetría

RETAMO, RETAMILLA

Caesalpinia angulata



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama y Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Arbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, corola irregular y un solo plano de simetría



Folio019626

ALGARROBILLA

Balsamocarpon brevifolium





VU

CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN

Vulnerable (Libro Rojo de Atacama)

E

DISTRIBUCIÓN

Región de Atacama y Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE

Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA

Arbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA

Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES

Flores con pétalos libres, corola irregular y un solo plano de simetría

Folio019627

VINAGRILLO, PAPA CHAÑASCA

Oxalis bulbocastanum



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Arica y Parinacota hasta Región de Atacama

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz tuberosa (bulbo)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, pentámeras (5 pétalos)



Folio019628

CHURQUE, CHURQUI

Oxalis gigantea





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Arbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz tuberosa (bulbo)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, pentámeras (5 pétalos)



LA WARASISA DE ATACAMA
(La flor que se convirtió
en lucero de Atacama)

Que bella eres, el desierto te vio nacer
roja, amarilla y blanca,
el olor de tus pétalos inunda mi alma
me siento volar y me llena de calma.

Nosotros de Atacama te debemos cuidar
porque como frágil lágrima naces
y como gota de sangre duermes,
protegida entre raíces y espinos
te podemos encontrar.

Así sin ti el desierto florido
no puede revivir,
la Pachamama te ha creado con su fuerza
para poder resistir.

Los diaguitas pusieron tu nombre
"Garra de León" y yo te llamo
la Warasisa de corazón
endémica, única.

Duerme Garra de León
no sé cuántos años pasarán
para poderte contemplar.
Solo la Pachamama sabrá
porque si llueves nacerás
volverás a reinar.

Familia Torres Rivera
Etnia Diaguita, Vallenar

Folio019630

GARRA DE LEÓN AMARILLA

Leontochir ovallei var. lutea





EN
CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
En Peligro

E
DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea (rastrera/trepadora)

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz tuberosa (rizoma)

FORMA DE LAS FLORES
Cabezuela, inflorescencia formada por numerosas flores

ROSITA DE CAMPO

Cruckshanksia montiana



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama y Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz tuberosa (rizoma)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos sólo en su base



Folio019632

CUERNO O CACHO DE CABRA

Skytanthus acutus





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Arbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos sólo en su base

Folio019633

JARILLA, VARILLA

Adesmia argentea



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Tarapacá hasta Región de Valparaíso

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Arbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, corola de forma amariposada



Folio019634

ADESMIA

Adesmia parviflora





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región del Maule

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, corola de forma amariposada

Folio019635

ADESMIA

Adesmia eremophila



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Tarapacá hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea (rastrera)

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, corola de forma amariposada



Folio019636

VIOLETA DE CAMPO

Viola polypoda





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Tarapacá hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea (planta enana)

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, corola irregular y un solo plano de simetría

HUILMO AMARILLO, ÑUÑO

Sisyrinchium graminifolium



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de La Araucanía

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz tuberosa (rizoma)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras



Folio019638

LIRIO DE CAMPO AMARILLO

Alstroemeria kingii





NT
CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
Casi Amenazada

E
DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz tuberosa (rizoma)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras

Folio019639

MANZANILLA CIMARRONA

Helenium atacamense



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual o bienal

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Cabezuela, inflorescencia formada por numerosas flores



Folio019640

TABACO CIMARRÓN
Nicotiana solanifolia





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Tarapacá hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Subarbusto y arbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos, con corola acampanada o tubular

LANGOSTA, SALTAMONTES
Elasmoderus lutescens



CARRIZAL BAJO, 2017

Fue el año que por primera vez conocí en terreno lo que era un Desierto Florido. Caminatas de horas y horas entre cerros y quebradas, maravillándome cada vez más con la flora y fauna que en ella había. Pude ver y fotografiar en esos meses, Añañucas en varios colores, Chaguales, Flor del minero, Relicarios, Tomatillos, Lirios de campo, Napín, Amancay y muchísimas más y encontrar a la reina del desierto Florido, la bella Garra de León en todo su esplendor en sus colores rojo, amarillo, naranja y hasta de dos colores fue maravilloso.

Algún día volverá a florecer y trataré de estar ahí para seguir maravillándome..

Hugo Pérez, Carrizal Bajo

Folio019642

OREJA DE ZORRO
Aristolochia chilensis





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región Metropolitana

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea (rastrera)

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos, con corola acampanada o tubular

Folio019643

LAS FLORES DE ATACAMA
(cueca)

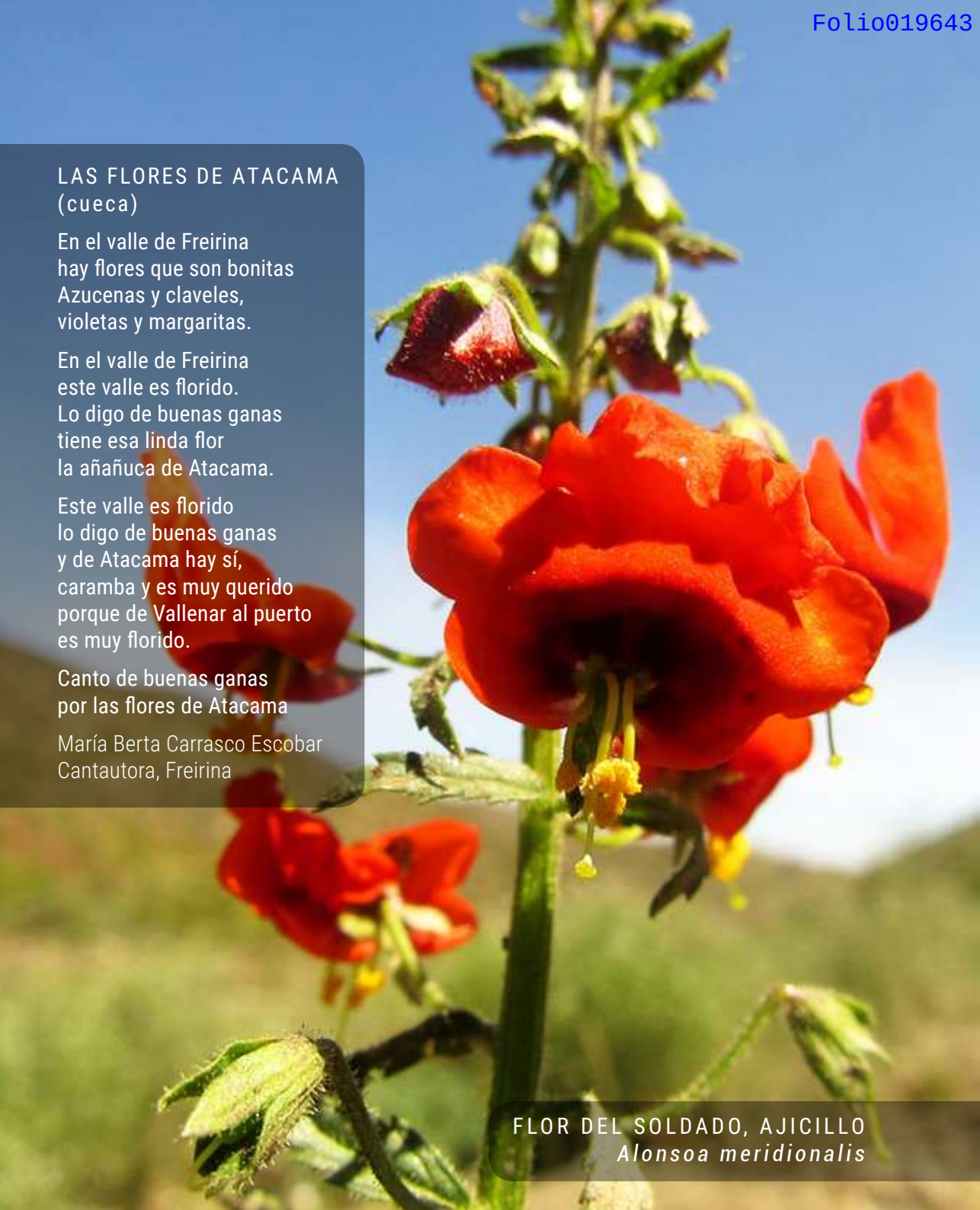
En el valle de Freirina
hay flores que son bonitas
Azucenas y claveles,
violetas y margaritas.

En el valle de Freirina
este valle es florido.
Lo digo de buenas ganas
tiene esa linda flor
la añañuca de Atacama.

Este valle es florido
lo digo de buenas ganas
y de Atacama hay sí,
caramba y es muy querido
porque de Vallenar al puerto
es muy florido.

Canto de buenas ganas
por las flores de Atacama

María Berta Carrasco Escobar
Cantautora, Freirina



FLOR DEL SOLDADO, AJICILLO
Alonsoa meridionalis

Folio019644

AÑAÑUCA ROJA O DE FUEGO

Zephyranthes phycelloides





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama y Región del Maule

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz tuberosa (bulbo)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras

Folio019645

GARRA DE LEÓN

Leontochir ovallei var. ovallei



EN

CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN

En Peligro

E

DISTRIBUCIÓN

Región de Atacama

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE

Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA

Planta herbácea (rastrera/trepadora)

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA

Raíz tuberosa (rizoma)

FORMA DE LAS FLORES

Cabezuela, inflorescencia formada por numerosas flores





GARRA DE LEÓN AMARILLA
Leontochir ovallei var. lutea



GARRA DE LEÓN

Pasan sin rugir leones púrpuras.
Por Totoral cruzan encendidos,
por Carrizal van con el viento.
Merodean las quebradas
garras escarlatas.
Dejan marcada la tierra
muelles manos.
No falta la liebre
a su carrera, el guanaco
a la manada,
ni el zorro a la mirada avizora,
la culebra a la línea ondulante.
De estos leones
no hay huellas de sangre,
sino pétalos rojos.
Pudiera su guarida
sumirse entre las piedras
o bajo el sol, en fiera
vecindad de quiscos.
Pero estos leones
no entregan su secreto.
Tal vez se escabullen
entre las polvaredas.
Cazadores, por más que busquen su rastro
nunca hallarán a estos felinos,
solo su roja florescencia.

Jorge Zambra Contreras
Escritor e historiador, Vallenar

Folio019648



Folio019649

TUPA, TABACO DEL DIABLO

Lobelia polyphylla



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama hasta Región Metropolitana

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Arbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos, corola de forma irregular



Folio019650

PIRCÚN
Anisomeria littoralis





VU

CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
Vulnerable (Libro Rojo de Atacama)

E

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región del Maule

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Arbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Cabezuela, inflorescencia formada por numerosas flores

Folio019651

PATA DE GUANACO
Cistanthe longiscapa



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, pentámeras (5 pétalos)



Folio019652

PATA DE GUANACO

Cistanthe grandiflora





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de La Araucanía

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz fasciculada (bulbo)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, pentámeras (5 pétalos)

HIERBA SANTA
Stachy grandidentada

RESILIENCIA ES TU NOMBRE, GUANACO DEL NORTE

Te distribuyes de cordillera a mar en la región de Atacama, tu imagen y luz no tienen límites, en los Parque Nacionales de Atacama: Llanos de Challe, Nevado de Tres Cruces y Pan de Azúcar, han sido parte de tu refugio, ahí te podemos ver en tu máximo esplendor.

De caminar elegante, altivo, de cuello largo y esbelto, tus largas patas terminan en dos dedos que con sutileza caminan por el desierto,tusenormes ojos poseen pestañas gruesas, extensas, que acentúan su gracia, orejas grandes, puntudas definen tu cabeza, de color ocre - rojizo es tu lomo y blanco es el color de tu vientre de tu pelaje largo y suave, eres la imagen del mamífero terrestre más grande que habita Chile.

De los arbustos, herbáceas y cactus del desierto te alimentas con mucho cuidado, cortas con tus dientes en bisel las plantas elegidas, también te hemos visto pateando espinas de una copiapoa para comer de ella.

Saben ustedes que una vez que esas plantas pasan por la guata del guanaco del norte en sus fecas encontramos semillas que luego de las lluvias que pocas veces caen en el desierto este florece y nos encontramos con el evento más espectacular que la naturaleza nos puede regalar.

Amenazado por personas que no reconocen tu valor te encuentras, tu carne sigue siendo apetecida como lo fue para las culturas prehispánicas, los perros que las personas abandonan también te matan, las carreteras por donde transitamos la gran mayoría de las personas han fragmentado tu hogar.

Como no llamarte Resiliente Guanaco del Norte, con todo lo que entregas sigue intentando sobrevivir al desconocimiento de las personas que no te reconocer y no te valoran.

Isla Troncoso Medel
Ecóloga paisajista, Vallenar

Folio019654

MARIPOSITA

Schizanthus porrigens





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama hasta Región Metropolitana

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos, corola de forma irregular

AÑAÑUCA ROSADA
Zephyranthes sp.



PRIMAVERA

Dulce primavera matizada
hermoseas los campos con tus flores,
los cerros perfumados de clavelillos
que al viento derraman sus olores.
Vuelan mariposas por los aires
al sonido de los trinos de las aves,
tejen las abejas sus colmenas
oh tierna dulce primavera.
Esperan el verano las gaviotas
para hacer sus nidos en las rocas
y el mar mecerse con encanto
y enjuague las playas con sus olas.
A sus orillas el grito de los niños
corriendo por encima de la arena,
saliendo y entrando la mar buena.
Tapando los cerros con neblina
del mar ha salido la dulzura
y ha hermoseado los campos con ternura,
a esta hermosa primavera.

Alberto Villegas Valladares
Comunidad Indígena Diaguita CHIPASSE TA CALUBA, Canto del Agua

Folio019656

MALVILLA

Cristaria sp.





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Arica y Parinacota hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual o perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, pentámeras (5 pétalos)

Folio019657

LIRIO DE CAMPO

Alstroemeria werdermannii



VU
CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
Vulnerable

E
DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama y Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz tuberosa (rizoma)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras



Folio019658

LIRIO DE CAMPO

Alstroemeria philippii var. philippii





NT

CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
Casi Amenazada

E

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama y Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz tuberosa (rizoma)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras

Folio019659

PACUL

Krameria cistoidea



LC

CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN

Preocupación Menor

E

DISTRIBUCIÓN

Región de Antofagasta hasta Región Metropolitana

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE

Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA

Arbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA

Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES

Flores con pétalos libres, corola irregular y un solo plano de simetría



Folio019660

ESPINO ROJO
Calliandra chilensis





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama y Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Arbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, corola irregular y un solo plano de simetría

BORLON DE ALFORJA

Polyachyrus poeppigii



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región del Maule

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Subarbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Cabezuela, inflorescencia formada por numerosas flores



Folio019662

HUILMO ROSADO, FLOR DE LA VIUDA

Olsynium scirpoideum





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

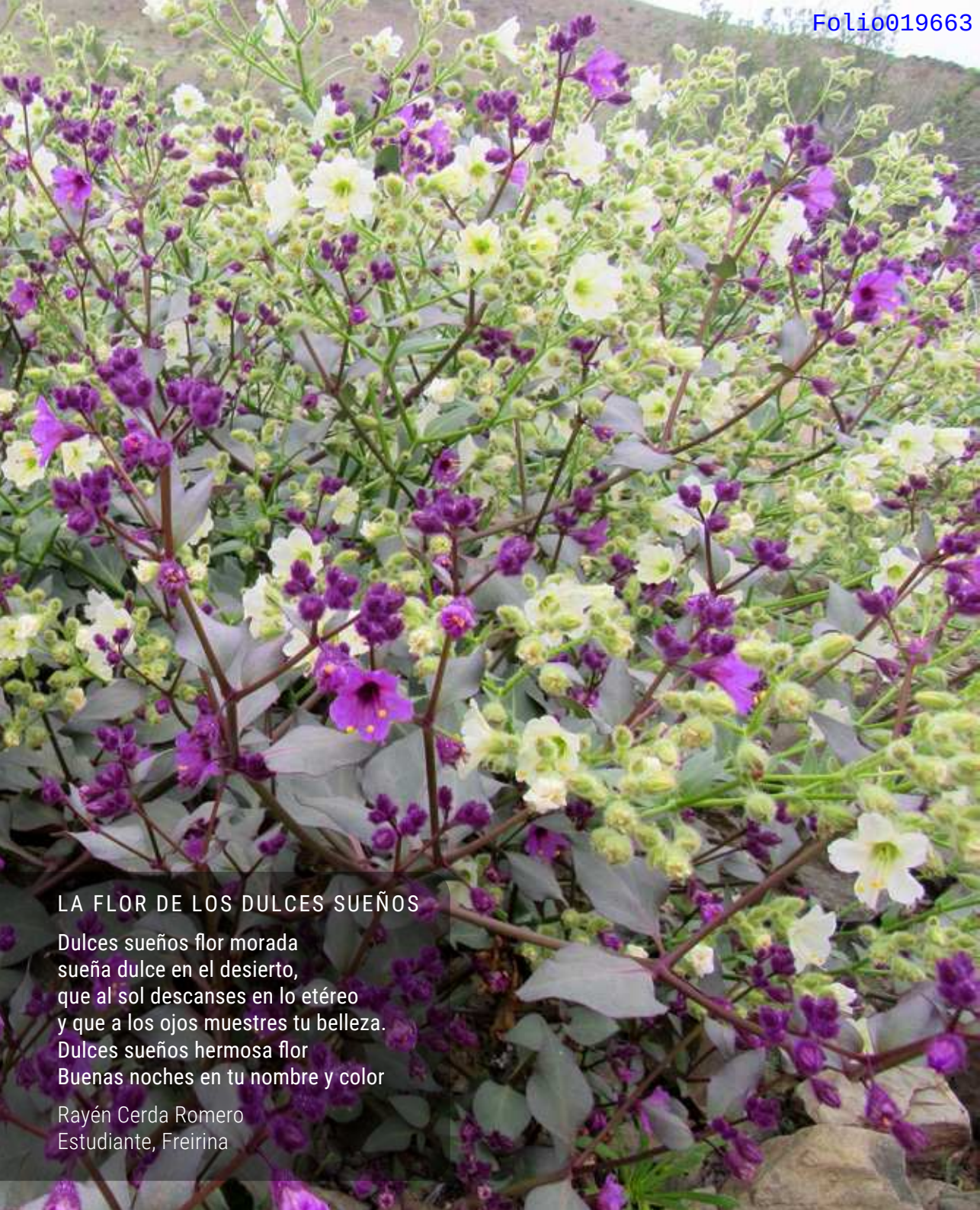
DISTRIBUCIÓN
Región de Tarapacá hasta Región de La Araucanía

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz fasciculada (rizoma)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras



LA FLOR DE LOS DULCES SUEÑOS

Dulces sueños flor morada
sueña dulce en el desierto,
que al sol descanses en lo etéreo
y que a los ojos muestres tu belleza.
Dulces sueños hermosa flor
Buenas noches en tu nombre y color

Rayén Cerda Romero
Estudiante, Freirina

Folio019664

BUENAS NOCHES

Mirabilis elegans





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Arica y Parinacota hasta Región Metropolitana

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos, con corola acampanada o tubular

FAGONIA
Fagonia chilensis

DESIERTO FLORIDO

Un milagro hacía falta
para despertar al desierto.
Ver florecer los lomajes,
planear los pájaros de temporada

La lluvia despertó de su sueño
como en un bostezo se abren,
se estiranesas Añañucas naranjas,
blancas, amarillas.
El Vinagrillo, la Tiquilia,
Amancay, Azulillo, Pakare,
Nolanas y Huilles.
Flor del copao, Celestina,
un Suspiro del campo.
De pronto las Calandrinas,
el Terciopelo, Malvillas y Algarrobillas.
Feroces aparecen las Garras de León

Tanto tiempo aguardando
el roce de las aguas.
Meses, años a veces
esperando el momento justo
de la humedad, la brisa, del preciso calor

Aún así, algunas semillas
no lograron florecer esta vez
No germinaron las que cortaste
para adornar tu casa el año anterior
Tampoco las que se quedaron apisonadas
por los autos y las gentes
Las de las foto de grupo,
las flores magenta

Vitorean el espectáculo cada año
viene la prensa hacen fiesta.
Y ahí están otra vez,
con sus autos eufóricos
achurando el paisaje

Ivonne Valenzuela Vergara
Antropóloga, Antofagasta

Folio019666

TOMATILLO
Solanum heterantherum





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama hasta Región de Valparaíso

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos, con corola acampanada o tubular



¡¡¡ORGULLOSAMENTE FREIRINENSE!!!

Hoy, cuando el astro Rey, nuestro Inti Sol, nos regala sus aún, tibios rayos, encontré una fotografía de una hermosa añañuca. La primera después de una lluvia generosa, que emergía tímida, entre unas rocas…milagro de nuestra Pachamama…

Y se me vienen a la mente tantos recuerdos de una niñez ya tan lejana… "¿Vamos a tomar tecito a la Casita de Piedra?" …Y nos vamos aprontando para salir de excursión… Un "tacho" para el té… ¡¡¡Que té!!! Unas hojitas de una exquisita salvia, fresquita al alcance de la mano… (el "tacho" era un tarro conservero, vacío, con un alambre torcido como asa). Infaltable era la harina para saborear unas ricas churrascas preparadas con todo cariño, que solo mi madre podía darle…si se podía, llevábamos fruta… y vamos caminando cerro arriba…

Se cruza una colorida lagartija, se esconde un oscuro lagarto, las "vaquitas" corren a nuestro lado, las hormigas se saludan y conversan entre ellas… ¿qué secretos compartirán? ¡Cuidado no las vayan a pisar!!! …Nos saludan los yales…se escuchan las "chicharras" a las que llamamos haciendo sonar un tarro con piedras en su interior… vamos con cuidado tratando de no pisar las flores que encontramos a nuestro paso. Las esbeltas añañucas rojas (por este lado, no hay amarillas y dicen que más allá, las hay rosadas y blancas), terciopelos, malvillas y cebollines… ¿azulillos? No, hay más allá, cerca de aquella majada… Y llegamos a la Casita de Piedra, una formación rocosa que era nuestra casita… recuerdos imborrables de una etapa ya lejana…

Hoy estamos viviendo difíciles momentos pero esperemos que Dios, nuestra Pachamama, el Inti Sol y todas las deidades, se confabulen y podamos volver a disfrutar de esta maravilla única en el mundo: nuestro maravilloso DESIERTO FLORIDO…la árida tierra recibe la lluvia escasa y generosa y nos la devuelve transformada en un manto multicolor traducido en bellas y únicas especies de flora y fauna…cuidémosla para que futuras generaciones puedan seguir disfrutando y ser testigos de este, nuestro maravilloso DESIERTO FLORIDO…

Carmen Zepeda Cepeda
Ex Profesora Normalista, Club Adulto Mayor Paz y Amor, Freirina

Folio019668

RELICARIO, SOLDADITO

Tropaeolum tricolor





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de La Araucanía

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea (trepadora)

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos, con corola acampanada o tubular

SUSPIRO
Nolana divaricata

REGOCIJO

El desierto es un manto olvidado
de arenas y silencios,
reino de sol y mineral.
Una sucesión de instantes,
con gigantes dormidos en el horizonte
que lucen sus cuerpos
de rosas y violetas encendidos.

Todo parece ser igual,
una sucesión de días, unos tras otros.
Se dice en el pueblo que el viento norte,
en sus cabellos trae la lluvia,
la que llega hechicera y milagrosa,
casi siempre por la noche.
Cruje la arena, crujen las rocas,
las quebradas recuperan su memoria.
Recuerdan sus caminos y los peregrinan.
Entonces la vida hace correr los relojes
y el pulso bajo la piel de la tierra
Despierta el sueño de siglos de las semillas
acurrucadas por el canto
de una brisa invernal,
abrigadas en la matriz rojiza
y fecunda del suelo.
Se rompen los encantamientos
y la vida baila días coloridos
y noches perfumadas.
Uno a uno los colores del arcoíris encarnan
en este mundo de crisocolas y malaquitas,
Huillis, Amancay, Patas de guanaco,
Terciopelos, Añañucas, Lirios,
Azulillos y Garras de León

Las flores milenarias se abren
al cosmos que las contempla.
Magia de fuerzas y de espíritus vitales
nos recuerdan en el regocijo de florecer,
que en la naturaleza todo es un espejo.

Pilar Triviño González
Artista plástica, Huasco

Folio019670

SUSPIRO

Nolana carnosa





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Tarapacá hasta Región de Atacama

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Subarbusto y arbusto

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos, con corola acampanada o tubular

Folio019671

SUSPIRO

Nolana acuminata



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de Valparaíso

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos unidos, con corola acampanada o tubular



Folio019672

CELESTINA
Zephyra elegans





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Tarapacá hasta Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz fasciculada (bulbo)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras

Folio019673

AZULILLO
Pasithea caerulea



CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta y Región de La Araucanía

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta perenne

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, trímeras



Folio019674

PIOJILLO

Malesherbia humilis





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
No clasificada

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama y Región de Coquimbo

CICLO DE VIDA DE LA ESPECIE
Planta anual

FORMA DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA
Planta herbácea

PARTES SUBTERRÁNEAS DE LA PLANTA
Raíz pivotante (principal)

FORMA DE LAS FLORES
Flores con pétalos libres, pentámeras

Folio019675



QUISCO

Del rocío en la alborada
Se han colmado tus espinas.
La mixtura enmarañada
de tus brazos
recoge de la bruma
…su humedad.

El diseño del traje que te cubre
se ha tejido
con fibras clavadizas.
No conozca tu piel hosca
coqueteos de unas alas
…mariposas y avecillas.

Diadema del desierto,
estandarte irrefutable
de la flora flagelada
por los rayos calcinantes
y los fantasmas polvorientos
de la lluvia primitiva.

Alicia Tapia Pizarro
Canutillo

NAPÍN
Eriosyce napina var. napina

CACTÁCEAS[3]

Como se señaló anteriormente, las cactáceas son plantas que presentan una extraordinaria adaptabilidad a condiciones de aridez, con marcadas diferencias de temperatura entre el día y la noche, gran insolación durante el día y ausencia casi total de precipitaciones.

Su cuerpo o tallo son de consistencia suculenta y puede estar constituido por segmentos de forma aplanada como las tunas, cilíndricas como los quiscos o globosa como la mayoría de los cactos chilenos.

En cuanto a sus formas de crecimiento, estas presentan una gran diversidad, destacándose a nivel regional, las siguientes formas:



Columnar ramificado: crecimiento arbóreo con un tronco individual y ramificaciones no cercanas a la base.



Ramificado: crecimiento arbustivo que presenta numerosas ramificaciones desde la base.



Procumbente: crecimiento de tallos rastreros o tendidos sin que se lleguen a arraigar en el suelo, siendo ligeramente erectos en los extremos superiores.



Cojín: crecimiento de varias cabezas esféricas o cilíndricas desde un solo cuerpo, pudiendo desarrollar estructuras de sólo unas pocas cabezas, a unos pares de cientos de ellas.



Geófitas: crecimiento generalmente a ras de piso o entre rocas con desarrollo de órganos de reserva subterráneos, en los que almacenan agua y nutrientes.

[3] SEÑORET, F., JP. ACOSTA (2013). Cactáceas endémicas de Chile, Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile.



TENEBRIO
Psectrascelis pilipes

Folio019677

TUNILLA, TUNA DE MIGUEL

Miqueliopuntia miquelii



LC

CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN

Preocupación Menor

E

DISTRIBUCIÓN

Región de Atacama y Región de Coquimbo

FORMA DE CRECIMIENTO

Procumbente

TAMAÑO

Medio

DESCRIPCIÓN

Crecimiento desordenado, agrupado en colonias. Tallos cilíndricos con ramificaciones laterales. Flores cerca del ápice, blanquecinas a rosado.



Folio019678

QUISCO DEL DESIERTO

Echinopsis deserticola





CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN

No clasificada

DISTRIBUCIÓN

Región de Antofagasta hasta el norte de la Región de Coquimbo

FORMA DE CRECIMIENTO

Ramificado

TAMAÑO

Medio

DESCRIPCIÓN

Crecimiento arbustivo, ramificándose basalmente con tallos tendidos de color verde-grisáceo. Flores blancas, salen desde cerca del ápice y el tubo floral está levemente cubierto de lanosidad.

Folio019679

COPAO
Eulychnia breviflora



LC
CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
Preocupación Menor

E
DISTRIBUCIÓN
Región de Antofagasta hasta Región de Coquimbo

FORMA DE CRECIMIENTO
Ramificado

TAMAÑO
Grande

DESCRIPCIÓN

Crecimiento arbustivo o arborescente muy ramificado desde abajo. Flores cerca del ápice, de pétalos blanco-rosados y bordes más oscuros. Fruto redondo envuelto en pelos dorados.



Folio019680

COPAO ÁCIDO

Eulychnia acida var. Procumbens





LC

CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN

Preocupación Menor

E

DISTRIBUCIÓN

Región de Atacama y Región de Coquimbo

FORMA DE CRECIMIENTO

Ramificado

TAMAÑO

Grande

DESCRIPCIÓN

Crecimiento por lo general arborescente muy ramificado, habitualmente con tronco único. Flores cerca del ápice y pétalos blancos, usualmente con una franja central rosada.

Folio019681

Copiapoa echinoides var. Cuprea



NT

CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
Casi Amenazada

E

DISTRIBUCIÓN
Región de Atacama

FORMA DE CRECIMIENTO
Cojín

TAMAÑO
Medio

DESCRIPCIÓN

Cuerpo solitario o ramificado, a veces formando cojinetes densos. Flores emergiendo desde la lana del ápice, entre espinas.



Folio019682

COPIAPOA DE CARRIZAL

Copiapoa dealbata





VU

CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN

Vulnerable

E

DISTRIBUCIÓN

Región de Atacama

FORMA DE CRECIMIENTO

Cojín

TAMAÑO

Medio

DESCRIPCIÓN

Cuerpo fuertemente ramificado desde la base, formando cojines densos semiesféricos. Flores amarillo claras.

Folio019683

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

CONAF (2012). Catálogo Flora Silvestre, Parque Nacional Llanos de Challe. Departamento de Áreas Silvestres Protegidas, Región de Atacama, Chile.

GOBIERNO REGIONAL DE ATACAMA (2015). Resolución Exenta General N°483/2015 que actualiza la resolución sobre protección del Desierto Florido de la Región de Atacama, Chile.

HOFFMANN, A., WALTER, H. (2004). Cactáceas en la Flora silvestre de Chile. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile.

HOFFMANN, A., WATSON, J. & FLORES, A. (2015). Flora silvestre de Chile; Cuando el Desierto Florece. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2011). Decreto N°29/2011 que aprueba el Reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación.

RODRÍGUEZ, R., MARTICORENA, C., ALARCÓN, D., BAEZA, C., CAVIERES, L., FINOT, V., FUENTES, N., KIESSLING, A., MIHOC, M., PAUCHARD, A., RUIZ, E., SANCHEZ, P. & MARTICORENA, A. (2018). Catálogo de plantas vasculares de Chile. *Gayana Botánica*, Concepción, Chile.

SEÑORET, F., JP. ACOSTA (2013). Cactáceas endémicas de Chile, Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile.

SQUEO, F., ARANCIO, G., & GUTIERREZ, J. (2008). Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile.

TEILLIER, S., ZEPEDA, H. & GARCÍA, P. (1998). Flores del Desierto de Chile. Marisa Cuneo Ediciones, Valdivia, Chile.



IGUANA CHILENA / MACHO
Callopistes maculatus

Folio019684



IGUANA CHILENA / HEMBRA
Callopistes maculatus

Queremos agradecer a nuestras familias: A Patricia, Karen, Silvia y Fernando, a Vanessa. A Judith, Héctor, Claudio, Francisco, Rayén y Amanda, que siempre nos apoyan en los diferentes caminos y sueños que emprendemos.

Agradecer también a la familia que elegimos en el camino, en especial a tod@s l@s amig@s de la Región de Atacama que nos han compartido sus vivencias y traspasado su amor por este hermoso territorio. Especial gratitud con aquell@s que compartieron su pasión por este patrimonio natural a través de sus narraciones, poemas y pensamientos.

Agradecer especialmente a Sebastián Teillier que nos permitió utilizar su obra como fuente de inspiración, apoyándonos además técnicamente, tal como nuestr@s amig@s Rafael González, Guillermo Cisternas, Luis Faúndez, Nicolas García, Javiera Chinga, Benito Rosende, Josefina Hepp, Jaime Pizarro, Alberto Villegas y Mauricio Torres y especialmente a Susana Gálvez Tapia, que nos regaló su cariño por la naturaleza. Muchas gracias por la disposición y paciencia en esta hermosa iniciativa.

Agradecer a la Corporación Nacional Forestal (CONAF) Región de Atacama, a todas las personas que lo componen, quienes nos han apoyado siempre en todas las iniciativas de educación ambiental que buscan generar conciencia en torno a la protección de nuestro patrimonio natural.

Finalmente queremos de todo corazón y admiración, agradecer a tod@s l@s Guardaparques del país y en especial de la Región de Atacama (Parque Nacional Llanos de Challe, Parque Nacional Pan de Azúcar, Parque Nacional Nevado de Tres Cruces y Reserva Nacional Pingüino de Humboldt), quienes día a día con su esfuerzo y motivación se convierten en la primera línea de la conservación.

Gracias totales!!!



ZORRO CHILLA
Lycalopex griseus

Folio019686

IGNACIO CERDA MEDINA

Geógrafo de profesión y fotógrafo por vocación, busca a través de la creación y participación en proyectos de rescate del patrimonio cultural y natural, poner en valor las diferentes identidades territoriales presentes en nuestro país:

- "Voces de Freirina; Herencias del Mundo Rural" (2013/2015)
- "Voces de Freirina; Costumbres del Borde Costero" (2015)
- "Pirquineros; Oxidación del tiempo" (2018)
- "Sabores del Secano Costero, Guía Culinaria de la comuna de Navidad" (2019)
- "Paisaje y Geología del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces" (2020)

Actualmente trabaja como Guardaparques en el Parque Nacional Nevado de Tres Cruces y como Encargado de Asuntos Indígenas, CONAF Región de Atacama.



FERNANDO MERCADER ARRIAGADA

Ingeniero en Gestión Turística y Magister en Gestión e Innovación del Turismo de Intereses Especiales trabaja para vincular la conservación del patrimonio natural y cultural con la actividad turística a través de la educación ambiental principalmente en Áreas Silvestres Protegidas.

Se ha desempeñado como Guardaparque en el Parque Nacional Torres del Paine y Parque Nacional Pan de Azúcar. Actualmente trabaja como Guardaparque en el Parque Nacional Llanos de Challe.

Folio019687







La presente obra fotográfica busca fomentar la conservación e incentivar la apropiación del Desierto Florido Costero de la Provincia de Huasco y cada una de sus expresiones, visibilizando su belleza escénica e importancia ecológica a través del desarrollo de más de 90 registros fotográficos de flora y fauna de este territorio.

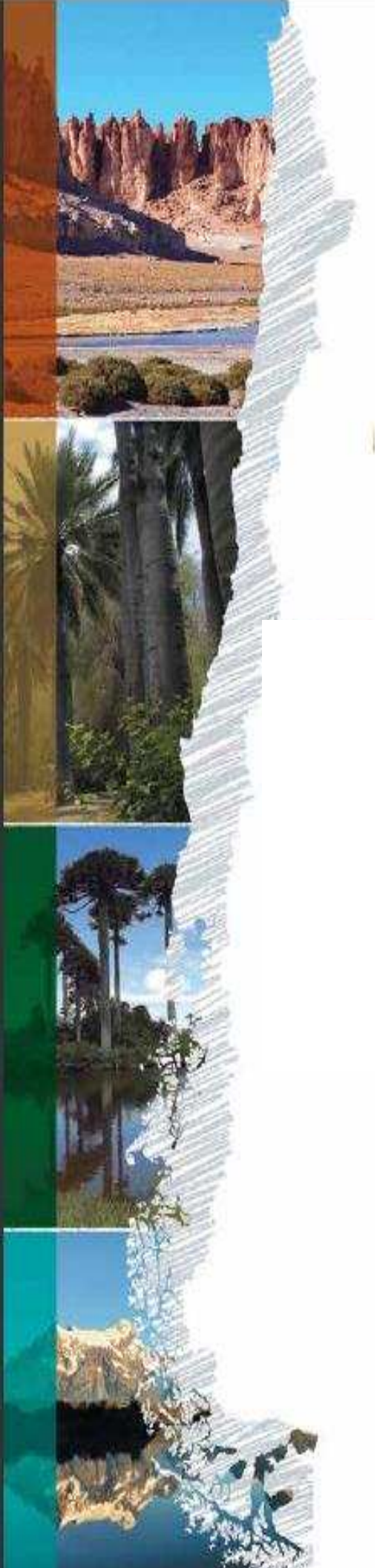
Además, para poder facilitar la identificación de especies de flora silvestre asociadas al fenómeno del Desierto Florido, se desarrolla una descripción de 70 especies, incorporando sus principales características como su Estado de conservación, Distribución geográfica, Ciclo de vida, Forma de crecimiento, Partes subterráneas y Formas de sus flores.

Finalmente, en consideración a la relación histórica que este fenómeno ha desarrollado con los habitantes del territorio, se incorporan diferentes narraciones, poemas y pensamientos de est@s, contribuyendo a la puesta en valor de este importante Patrimonio Natural de la Región de Atacama.

Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio

Gobierno de Chile

Proyecto financiado parcialmente por el Fondo Nacional de Desarrollo Cultural y las Artes, Región de Atacama. Línea de Creación Artística, Convocatoria 2020.



Informe Técnico Justificativo Creación del Parque Nacional Desierto Florido

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
Región de Atacama

2019

PRESENTACIÓN 4
PARTE 1 FUNDAMENTOS DE LA PROPUESTA 6
1.1 Fundamentos Legales 6
1.2 Fundamentos Técnicos 11
a) Directrices Internacionales 11
b) Directrices Institucionales 12
1.3 Fundamentos Políticos 12
PARTE 2 ANTECEDENTES DEL SITIO DE CREACIÓN DESIERTO FLORIDO . 14
2.1 Accesibilidad 14
2.2 Carácter de la Propiedad 15
2.2 Situación actual del SNASPE Regional 18
2.4 Representatividad Ecosistémica Regional 20
2.5 Síntesis Biofísica 23
Vegetación 23
Flora 25
Fauna 26
Clima 27
Geomorfología 28
2.6 Situación del Sitio Prioritario 29
PARTE 3 ANÁLISIS DE VOCACIÓN TERRITORIAL 31
3.1 Amenazas y Oportunidades 31
3.2 Planteamiento de Objetivos 36
Objetivo General 36
Objetivos Específicos 36
2.3 Categorización 37
PARTE 4 COMPONENTES DE LA PROPUESTA 45
4.1 Asociaciones Estratégicas 45
4.2 Gestión Administrativa y Financiera 46
4.3 Propuesta de Decreto de Creación 48
4.4 Cartografía de deslindes de la Recategorización 51
PARTE 5 BIBLIOGRAFÍA 52
PARTE 6 ANEXOS 55

ANEXO 1. Destina al Ministerio de Bienes Nacionales, terrenos fiscales ubicados en el sector de Travesía y Pajaritos. 55

ANEXO 2 Oficio a SEREMI de Bienes Nacionales Región de Atacama 56

ANEXO 3. Catálogo Flora 57

ANEXO 5. Resolución Exenta nº483 sobre Protección del Desierto Florido y Constitución de la Comisión del Desierto Florido de la Región de Atacama 64

ANEXO 6. Resolución Nº 101 sobre postulación del Desierto Florido como 69

Patrimonio Natural de la Humanidad 69

ANEXO 7. Cartografía de deslindes de la Categorización 73

PRESENTACIÓN

El fenómeno natural “Desierto Florido” se emplaza en los llanos y serranías del Desierto de Atacama, destacando por su excepcional belleza y la presencia de una biodiversidad de relevancia mundial. Este fenómeno consiste en la surgencia esporádica y temporal de alrededor de 200 especies de plantas anuales y geófitas (Gutiérrez 2008), desatando una compleja composición de polinizadores, insectos, reptiles, semillas, roedores, bulbos, aves y suelo. Un micro espectáculo biológico sobre placenteros paisajes.

A nivel mundial, se conocen otros fenómenos de similares características -California, Australia, Namibia, Perú-, sin embargo, el Desierto Florido de Atacama en Chile, destaca por desplegarse en la zona más árida del planeta.

Este evento se origina cuando precipitan 15 a 20 mm como mínimo -junto a otros factores-. Esta situación no ocurre todos los años, sin embargo las plantas permanecen en estado de latencia esperando las condiciones ideales para su germinación. Los últimos eventos floridos registrados datan de 2011, 2012, 2015 y 2017.

Esta floración masiva genera importantes contribuciones al sistema natural de la Región, así como grandes aportes que van en directo beneficio de la población, estos beneficios son conocidos como servicios ecosistémicos.

El Desierto Florido es un servicio ecosistémico en sí, ya que la aparición de cubiertas vegetales genera una mayor disponibilidad de agua, una regulación de las condiciones climáticas y menor erosión de los suelos, se abren espacios para la educación ambiental, investigación, recreación y cultura (Bitrán 2015), purificación del aire mediante la absorción de carbono (Schlesinger et al. 2009), generación de actividades económicas asociadas al turismo, entre otros.

Producto de sus singulares características, este lugar es declarado Sitio Prioritario de Conservación de la Biodiversidad en el año 2002, por la Estrategia de Biodiversidad de la Región de Atacama.

Si bien, esta nominación viene a exponer la importancia de estos sitios, no corresponde a una Categoría de Protección incluida en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), generando incertidumbre sobre su estado actual y futuro de conservación, sometiendo a estos ecosistemas a una situación de vulnerabilidad ante los múltiples intereses y amenazas que atentan contra la biodiversidad del Desierto Florido.

De esta manera, el siguiente informe busca generar una evaluación y análisis sobre una posible categorización de un fragmento del Sitio Prioritario Desierto Florido, conformado por 86.260,1 Ha, bajo la denominación de Parque Nacional Desierto Florido. Se evaluaron los antecedentes de la propuesta, definición de objetivos, análisis de vocación territorial y de los fundamentos legales, técnicos y políticos, confección de inventarios de flora y fauna mediante trabajo de campo, entre otras actividades.

Se entiende que la declaración de este sitio como un Área Silvestre Protegida significaría un importante avance en la protección del patrimonio natural de nuestro país y de la Región de Atacama. Se daría cumplimiento a los tratados y acuerdos nacionales e internacionales adquiridos por el Estado y se generarían acciones concretas en la lucha contra la pérdida de la biodiversidad y el cambio climático.

PARTE 1 FUNDAMENTOS DE LA PROPUESTA

1.1 Fundamentos Legales

a) Sobre Afectación de Áreas Protegidas:

La normativa legal que ampara y establece directrices para la afectación de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (ASPE), bajo la categoría Parque Nacional, está constituida por el mandato legal del más alto nivel, la Constitución Política, y por leyes y acuerdos internacionales, que se detallan a continuación:

Constitución Política de la República de Chile de 1980: Su texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el Decreto Supremo N° 100 del Ministerio Secretaría General de la República de fecha 17 de septiembre de 2005. En su artículo 19, Nº 8 establece el deber del Estado de "*tutelar la preservación de la naturaleza*".

Decreto Supremo N°531 del Ministerio de Relaciones Exteriores de 1967: Promulga como Ley de la República la *Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América* (Convención de Washington), adoptada como Ley de la República en 1967 a través del D.S. N° 531 del MINREL.

La Convención define en su artículo I la categoría *Reserva Nacional* como "*Las regiones establecidas para la conservación y utilización, bajo vigilancia oficial, de las riquezas naturales, en las cuales se dará a la flora y la fauna toda protección que sea compatible con los fines para los que son creadas estas reservas*". Luego en su artículo II establece que "*Los Gobiernos Contratantes estudiarán inmediatamente la posibilidad de crear, dentro del territorio de sus respectivos países, las reservas nacionales*," y

agrega que: "*En todos aquellos casos que dicha creación sea factible se comenzará la misma tan pronto como sea conveniente después de entrar en vigor la presente Convención*".

Decreto Supremo N° 1.963 del Ministerio de Relaciones Exteriores de 1994: Promulga como Ley de la República el *Convenio sobre la Diversidad Biológica*, suscrito por Chile en Río de Janeiro en 1992. Este Convenio establece entre sus objetivos prioritarios la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes, y observa que "*la exigencia fundamental para la conservación de la diversidad biológica es la conservación in situ de los ecosistemas*", cuyo contenido programático, señalado en su artículo 8°, orienta a los países a: "*Establecer sistemas de áreas protegidas, en donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica*" (letra a del artículo 8°); y "*Elaborar directrices para la selección, el establecimiento y la ordenación de áreas protegidas donde también haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica*" (letra b, artículo 8°).

Ley 19.300 de 1994 sobre Bases Generales del Medio Ambiente: Establece en su artículo 34° como objetivos legales del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado: "*Conservar el patrimonio ambiental, asegurar la diversidad biológica y tutelar la preservación de la naturaleza*". Este último, la misma Ley lo define como "*el conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones, destinadas a asegurar la mantención de las condiciones que hacen posible la evolución y el desarrollo de las especies y de los ecosistemas del país*" (Artículo 2°, letra p).

Decreto Ley 1.939 de 1977 sobre Normas sobre Adquisición, Administración y Disposición de Bienes del Estado: El artículo 1°de este Decreto Ley establece que "*Las facultades de adquisición,*

administración y disposición sobre los bienes del Estado o fiscales que corresponden al Presidente de la República, las ejercerá por intermedio del Ministerio de Tierras y Colonización (Ministerio de Bienes Nacionales), *sin perjuicio de las excepciones legales".* Luego en su artículo 15° se establece que "… *los terrenos fiscales cuya ocupación y trabajo en cualquiera forma comprometan el equilibrio ecológico, sólo podrán destinarse o concederse en uso a organismos del Estado o a personas jurídicas regidas por el Título XXXIII del Libro 1° del Código Civil, para finalidades de conservación y protección del medio ambiente*".

Decreto Supremo N° 40 de 2012 del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental: Establece en su artículo 8° que por *áreas protegidas* se entiende "*Cualesquiera porciones de territorio, delimitadas geográficamente y establecidas mediante un acto administrativo de autoridad competente, colocadas bajo protección oficial, con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza o conservar el patrimonio ambiental*.

Ley 20.550: En su Título IV sobre Participación Ciudadana en la Gestión Pública, incluye dos artículos claves sobre participación:
Artículo 69°: El estado reconoce a /as personas el derecho de participar en sus políticas, planes y acciones.
Artículo 70°: Cada órgano de la administración del Estado deberá establecer las modalidades formales y específicas de participación que tendrán las personas y organizaciones en el ámbito de su competencia.

b) Sobre la Suscripción de Decretos de Ampliación de ASPE:

Constitución Política de la República de Chile de 1980: Dispone en su artículo 7° que "*Los órganos del Estado actúan válidamente previa investidura regular de sus integrantes, dentro de su competencia y en la forma que prescriba la ley*".

Ley 19.880 de 2003: Establece en su artículo 3º el concepto de "*acto administrativo*" como un acto realizado "*en el ejercicio de una potestad pública*".

Decreto Supremo N°186 del Ministerio de Agricultura de 1994: Considerando la necesidad de agilizar el despacho de los decretos expedidos a través del Ministerio de Agricultura, este decreto delega en el Ministro de Agricultura la facultad de suscribir bajo la fórmula "*Por orden del Presidente de la República*", los decretos supremos relativos a la "*Creación de Reserva Nacionales de acuerdo con lo dispuesto en el Decreto N°531, de 1967, del Ministerio de Relaciones Exteriores, que aprobó la Convención para la Protección de la Flora, Fauna y bellezas Escénicas Naturales de América - Convención de Washington*.

Decreto Supremo N°19 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de 2011: Establece en su Título XIV, Nº8, la facultad del Ministerio de Bienes Nacionales de firmar decretos para "*Destinaciones de inmuebles fiscales… para fines de conservación ambiental, protección del patrimonio*".

Constitución Política de la República: En su artículo 19, Nº8 asigna al Estado el deber de "tutelar la preservación de la naturaleza". Por su parte la Ley N°19.300 en su artículo 34° establece este mismo deber como uno de los objetivos del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE), sistema que incluye de acuerdo con el mismo articulado a las Reservas Nacionales.

La misma Ley 19.300 define en su artículo 2°, letra p, el concepto de "Preservación de la Naturaleza" como "el conjunto de normas destinadas a asegurar la mantención de las condiciones que hacen posible la evolución y el desarrollo de las especies y de los ecosistemas del país". Como ya se explicitó, las especies y ecosistemas a preservar en Isla Gaviota, no podrían evolucionar y desarrollarse naturalmente sin asegurar su integridad, lo que necesariamente incluye el borde costero de dicha isla.

Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las bellezas Escénicas Naturales de América (D.S. N°531 del Ministerio de relaciones exteriores de 1967): Esta Convención define las Reservas Nacionales como "Las regiones establecidas para la conservación y utilización, bajo vigilancia oficial, de las riquezas naturales, en las cuales se dará a la flora y la fauna toda protección que sea compatible con los fines para los que son creadas estas reservas".
El término Región que utiliza la Convención para referirse al ámbito de una Reserva Nacional, a falta de una definición legal, debe entenderse en su sentido común para interpretar el alcance de la definición de esta categoría. La palabra Región, término de uso amplio en la ciencia geográfica, designa indistintamente a un área o extensión de tierra o agua. Así, las regiones naturales a las cuales indudablemente se refirió la Convención, se asientan en cuatro tipos de medios (terrestres, subterráneo, orgánico), incluido el medio acuático.

Ley 19.300 sobre Bases Generales del medio Ambiente: El artículo de la Ley 19.300 establece que "Formarán parte de las áreas protegidas las porciones de mar, terrenos de playa, playas de mar y otros humedales, situados dentro de su perímetro". Agrega este mismo articulado que "Sobre estas áreas protegidas mantendrán sus facultades los demás organismos públicos, en lo que les corresponda".

1.2 Fundamentos Técnicos

a) Directrices Internacionales

La Décima Reunión de la Conferencia de las Partes (CP10) de la Convención de Diversidad Biológica (CDB): Efectuada en Nagoya, Japón, en el 2010, incluyó en el "Plan Estratégico del CDB para el período 2011-2020" la meta AICHI N°11, la que estableció que "Para 2020, al menos el 17 por ciento de las zonas terrestres y de aguas continentales y el 10 por ciento de las zonas marinas y costeras, especialmente aquellas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, se conservan por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados y otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y están integradas en los paisajes terrestres y marinos más amplios".

Sexto Congreso Mundial sobre Áreas Protegidas, o Congreso Mundial de Parques, de la UICN de Sidney, Australia, de 2014: Genera como documento final "La promesa de Sidney", el cual describe, entre otras opciones, una vía para lograr la meta de Diversidad Biológica de AICHI, mediante un enfoque innovador y haciendo hincapié en que "hay una necesidad urgente de tomar medidas audaces para evitar la pérdida de diversidad biológica, incluso mediante el establecimiento de más Áreas Protegidas, mejor administradas, y de metas ambiciosas" (Corriente 1).

Asamblea General de la ONU desarrollada en septiembre del año 2015: Se aprobó la denominada Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, iniciativa en la que se han identificado 17 objetivos, uno de los cuales (Objetivo 15) establece lo siguiente en relación con la conservación de ecosistemas: "Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible de los

bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica".

b) Directrices Institucionales

La Misión Institucional de CONAF además de su planteamiento respecto de la gestión forestal del país, incluye el "contribuir a la conservación de la diversidad biológica a través del SNASPE, en beneficio de la sociedad", y como Objetivo Estratégico "Conservar la diversidad biológica a través del fortalecimiento del SNASPE".

En el marco de lo anterior, la CONAF impulsa la Optimización del SNASPE concibiendo esta como un proceso que busca en el marco de las definiciones estratégicas de la CONAF, contribuir a asegurar los objetivos y la gestión eficaz del SNASPE, mediante, entre otros, el mejoramiento en este de la representación de los ecosistemas naturales del país, creando y ampliando las áreas silvestres protegidas del Estado (ASPE) para el SNASPE.

1.3 Fundamentos Políticos

Los Instrumentos de Política Nacional mas relevantes y que tienen relación con el fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable (1998): Aprobada en su momento por el Consejo Directivo de Ministros de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), planteo como uno de sus objetivos específicos "fomentar la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales", y como compromisos específicos para cumplir con este objetivo planteó "Se habrá avanzado en la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado".

Política Nacional de Áreas Protegidas (2005): Aprobada en su momento por el Consejo Directivo de Ministros de la CONAMA, establece como uno de sus

Principios la “Representatividad”, definiendo aquel como “Asegurar la protección de la diversidad de ecosistemas relevantes, en muestras que permitan la sobrevivencia de la mayoría de las especies chilenas, basado en una selección científica y técnicamente fundada, la evaluación de factores de amenaza y viabilidad de largo plazo, así como su relación de costo-efectividad”. En el marco de este Principio, la Política estableció una serie de objetivos y metas relacionadas a la identificación de ecosistemas a representar y sobre disponibilidad de terrenos fiscales para la ampliación del SNASPE

Convenio para la Optimización, Consolidación y Regularización del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado: Celebrado en el año 2015 entre la Corporación Nacional Forestal y el Ministerio de Bienes Nacionales, entre cuyos propósitos de dicho instrumento está el de optimizar el actual SNASPE mediante la creación de nuevas ASPE y la consolidación del dominio fiscal del SNASPE.

Estrategia para Mejorar la Representatividad de los Ecosistemas de la Zona Central del País en el SNASPE: Se apoya en una Visión de mediano plazo (2016-2020). Su Objetivo General es “mejorar la actual representatividad de los ecosistemas naturales en las áreas silvestres Protegidas del SNASPE de la Zona Central, incorporando aquellos no representados y ampliando la cobertura de aquellos sub-representados”.

PARTE 2 ANTECEDENTES DEL SITIO DE CREACIÓN DESIERTO FLORIDO

2.1 Accesibilidad

El área de estudio conformado por 86.260,1 Ha se localiza en la comuna de Copiapó a 60 km al sur de la ciudad de Copiapó y 66 km al norte de la ciudad de Vallenar (**Figura 1**).

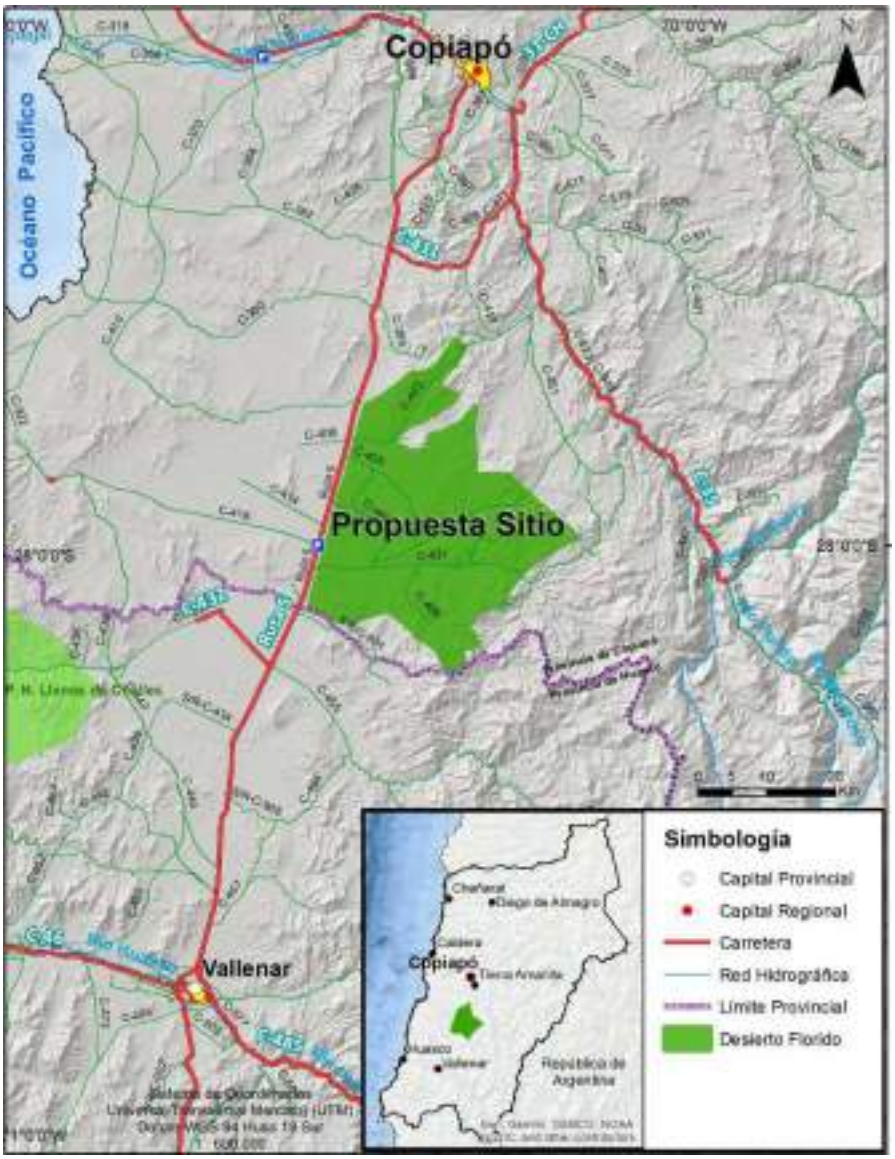


Figura 1. Accesibilidad vial al sitio propuesto.

El sitio propuesto se conoce como Pajaritos y se encuentra al costado de la principal vía de acceso, la Ruta 5 Norte que une las principales ciudades del país, ubicado equidistante entre las ciudades de Copiapó y Vallenar.

Para introducirse en el área por el extremo sur se debe tomar un desvío de la Ruta 5 Norte hacia el Este por el camino C-451 sector Cerro Blanco. Esta Ruta -de buena calidad- atraviesa de oeste a este todo el sitio propuesto hasta las serranías que definen el límite sureste.

El sitio posee un acceso Norte hacia el Este por el camino C-423. Esta ruta conduce al Mineral de Chañarcillo y el poblado de Juan Godoy.

Otra opción para acceder al Sitio es tomar la vía C-439 conectando la comuna de Tierra Amarilla con la ruta 5 Norte. El trayecto se puede iniciar en Copiapó, siguiendo por la Ruta C-35 hasta el fundo Villa María, a 40 km de Copiapó. Luego se empalma a la vía C-431 subiendo por los cerros que conforman el Valle. A la altura del Parque Fotovoltaico Los Loros, se debe tomar un desvío por la Ruta C-439 hasta entrar al Sitio Propuesto. Esta opción es la de mayor dificultad y distancia, ya que utiliza las vías de menor capacidad y el desplazamiento implica varios niveles de altitud.

Las distancias aproximadas para llegar al Sitio Propuesto Desierto Florido, son:
Desde Copiapó por Ruta 5 Norte son 60 Km.
Desde Vallenar por Ruta 5 Norte son 66 Km.
Desde Chañaral por Ruta 5 Norte son 195 Km.

2.2 Carácter de la Propiedad

En primera instancia el sector pajaritos contiene terrenos fiscales, desconociendo aún las propiedades existentes, ya que se espera respuesta de oficio solicitando informen sobre la propiedad fiscal y servidumbres en el polígono propuesto.

Al noroeste del polígono propuesto existe una auto destinación de Bienes Nacionales (**Anexo 1**). Esta designación se realizó en 2009 con el objetivo de

conservar el patrimonio natural y la biodiversidad de los sectores Llanos de Travesía (**Figura 2**). Estos sectores tienen una extensión total de 38.905 ha.

En el sitio propuesto se encuentra el Mineral de Chañarcillo y pueblo de Juan Godoy. A su vez, es posible distinguir numerosos piques en la zona, los cuales deben regirse por pedimentos de carácter minero.

Desde CONAF se han realizado gestiones con la SEREMI de Bienes Nacionales de Atacama (**Anexo 2**) con el objetivo de dilucidar cuales son las propiedades fiscales que pudiesen estar disponibles para el polígono a proponer como área silvestre protegida. Resulta relevante realizar esta misión de calificación de territorios para planificar los sectores que estén afectos a una declaración de Área Protegida.

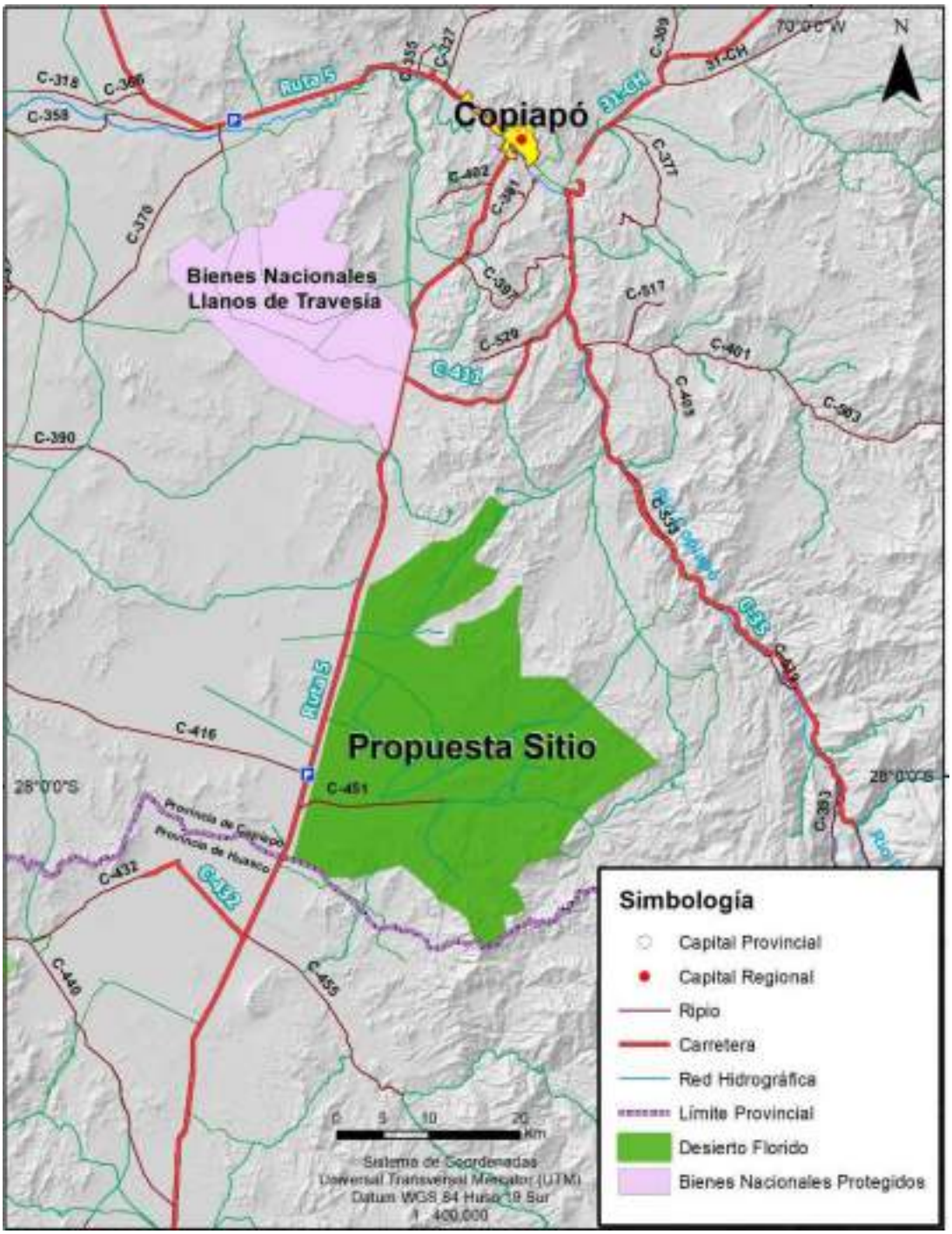


Figura 2. Bienes Nacionales Protegidos en el Sitio Propuesto.

2.2 Situación actual del SNASPE Regional

El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), es administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Actualmente, el Sistema cuenta con 105 unidades, cubriendo aproximadamente el 21,13% del territorio continental (este cálculo excluye a la R.N. Kawésqar al estar en territorio marítimo)

El **Cuadro 1** detalla la superficie y los porcentajes de cobertura que aportan cada una de las unidades que componen el SNASPE regional.

Cuadro 1. Áreas Silvestres Protegidas de la Región de Atacama

Unidad	Superficie (ha)	Cobertura (%) SNASPE Regional	Cobertura (%) ASPE en Región	Cobertura (%) ASPE en SNASPE
Parque Nacional Pan de Azúcar	43.754,00	29,35	0,58	0,28
Parque Nacional Nevado de Tres Cruces	59.081,87	39,63	0,79	0,38
Parque Nacional Llanos de Challe	45.708,00	30,6	0,60	0,29
Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Isla Chañaral)	516,74	0,3	0,006	0,003
SNASPE Regional	**149.060,61**	**100%**	**1,98**	**0,95**
Región de Atacama	**7.517.600**			
SNASPE Nacional	**15.459.910,61**			

Destaca la declaración del Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Isla Grande de Atacama, ubicada al sur de Bahía Inglesa. Esta Área Protegida fue declarada en 2004 y su objetivo es conservar los ecosistemas costeros y recursos bentónicos de la Región. Es gestionada por la Secretaria Regional ministerial de Medio Ambiente.

En la Región existe un Área Privada Protegida, la Reserva Nacional Privada Huascoaltinos, fue declarada en 2006 y su administración está a cargo de la

Comunidad Agrícola Huascoaltinos. Se ubica en la comuna de Alto del Carmen, protege una importante porción de la cordillera de los Andes en la provincia de Huasco, abarcando una extensión de 218.310 ha (**Figura 3**)

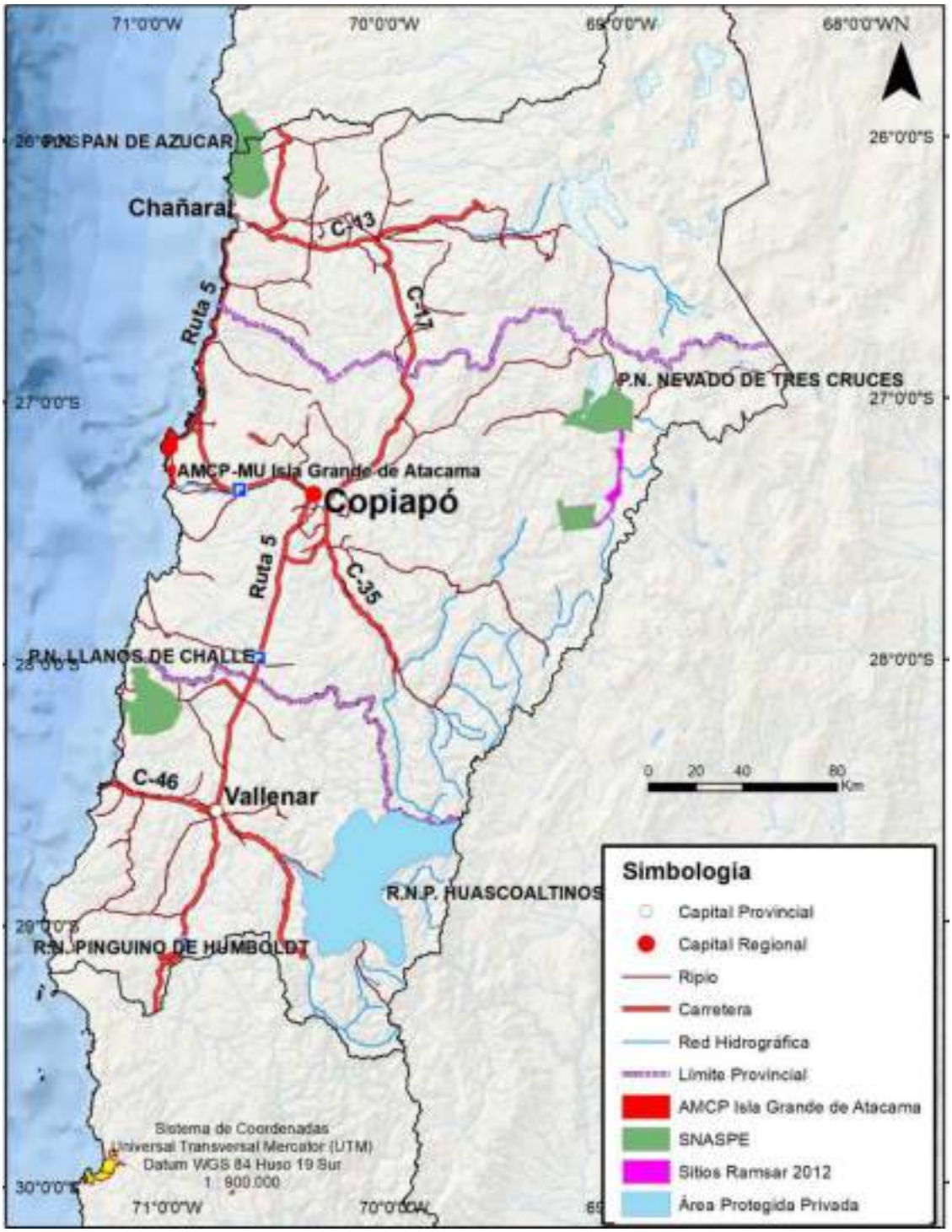


Figura 3. Áreas Silvestres Protegidas de la Región de Atacama.

2.4 Representatividad Ecosistémica Regional

Los análisis de representatividad permiten reconocer qué Objetos de Conservación están adecuadamente protegidos, cuales están inadecuadamente representados y los que no tienen protección alguna en los sitios de conservación.

Para estos análisis se ha utilizado históricamente la Clasificación Vegetacional de Gajardo (1994). Actualmente, se utiliza la Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Luebert & Pliscoff (2006) la cual tiene un mayor detalle de análisis.

En el análisis de Representatividad Ecosistémica se consideró las 4 áreas protegidas correspondientes al SNASPE de la región. No se consideraron los sitios prioritarios ya que actualmente no representan una Categoría de Protección considerada en el SNASPE.

Dentro del Sitio Propuesto Desierto Florido se identificaron tres pisos vegetacionales según la clasificación de Luebert y Pliscoff (**Figura 4**) (**Cuadro 2**):

- Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de *Adesmia hystrix y Ephedra breana*
- Matorral desértico mediterráneo interior de *Skytanthus acutus* y *Atriplex desertícola*
- Matorral desértico mediterráneo interior de *Adesmia argentea* y *Bulnesia chilensis*

Cuadro 2. Superficie y protección de los Pisos Vegetacionales.

Pisos Vegetacionales	Superficie Total (ha)	Superficie bajo protección	Superficie Protegida (%)	Aporte de protección del Sitio Prioritario	Nueva Superficie protegida (%)
Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de *Adesmia hystrix y Ephedra Breana*	1.486.736	10.930	0,73 %	140,4	0,74%
Matorral desértico mediterráneo interior de *Skytanthus acutus y Atriplex desertícola*	1.829.165	22.697	1,24%	78020,7	5,5%
Matorral desértico mediterráneo interior de *Adesmia argentea y Bulnesia chilensis*	1.260.854	5.864	0,46 %	9098,4	1,18%

Un estudio realizado por Pliscoff (2015), aplicó los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) para evaluar los riesgos de los ecosistemas terrestres de Chile. Según este estudio, los pisos vegetacionales Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de *Adesmia hystrix* y *Ephedra breana;* Matorral desértico mediterráneo interior de *Skytanthus acutus* y *Atriplex deserticola* y Matorral desértico mediterráneo interior de *Adesmia argentea* y *Bulnesia chilensis* se encuentran bajo la categoría Preocupación Menor (LC).

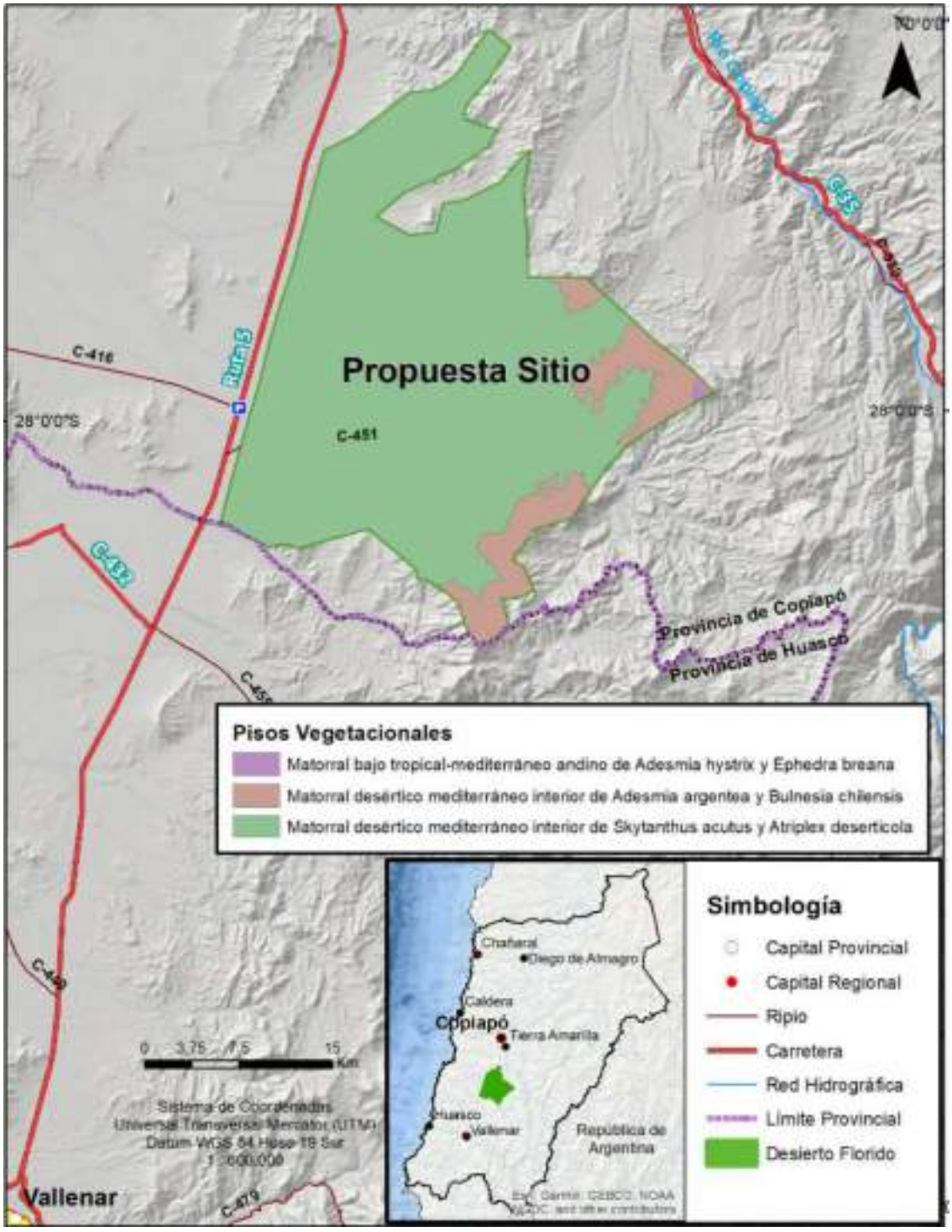


Figura 4. Pisos Vegetacionales en el Sitio Propuesto.

2.5 Síntesis Biofísica

Vegetación

La vegetación que alberga la Región de Atacama es de relevancia mundial, donde destacan los altos índices de endemismo en flora. Esta zona representa el límite norte del hotspot “Chile Central”. A nivel mundial existen 35 hotspot, los cuales son territorios que concentran los mayores valores de biodiversidad del planeta (Myers et al. 2000).

Según la Clasificación Vegetacional de Gajardo (1994) el Sitio Prioritario se encuentra dentro de dos formaciones vegetacionales: Desierto Florido de las serranías y Desierto Florido de los llanos (**Figura 5**). Ambas formaciones fueron definidas como Priorización de Ecosistemas Relevantes por la Estrategia de Biodiversidad de la Región de Atacama 2010-2017.

Según Gajardo (1994), estas subregiones del Desierto Florido se localizan en la parte Sur de la cuenca del Rio Salado hasta la cuenca del Rio Choros, en el límite sur de la región de Atacama, principalmente en el llano interior, reemplazando al Desierto Absoluto. Los paisajes de esta subregión lo predominan matorrales de mediana altura de densidad variable en sectores principalmente arenosos.

El Sitio Prioritario se encuentra inserto dentro del Desierto de Atacama, el ecosistema más árido del planeta. Los desiertos y semidesiertos del norte de Chile tienen la particularidad de guardar un banco de semillas de gran variedad y con excelente potencial de germinación y floración (Cereceda et al. 2000), junto con la presencia de un importante número de especies endémicas (Gutiérrez et al. 2008).

Esta situación ha despertado el interés de variados botánicos e investigadores por estudiar los componentes naturales del Desierto. Últimamente destaca el gran trabajo realizado por investigadores locales, materializado en el “Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama”.



Figura 5. Formaciones Vegetacionales de Gajardo. **Fuente:** Elaborado en base a Gajardo (1994).

Una de las expresiones vegetativas más representativas del Desierto de Atacama es el Desierto Florido. Este fenómeno consiste en la surgencia de alrededor de 200 especies anuales y geófitas (Gutiérrez 2008), muchas de ellas endémicas y

con ámbitos de distribución altamente restringidos. Un estudio de la CONAMA registró más de 300 especies en el Sitio Prioritario Desierto Florido (CONAMA 2005).

Uno de los principales factores que originan este fenómeno natural es la precipitación. Luego de la caída de 15 a 20 mm de agua se espera que se produzca un Desierto Florido, Sin embargo, el comportamiento de las precipitaciones, tanto en su comportamiento espacial y temporal, no permiten explicar el fenómeno del Desierto Florido (Cereceda et al. 2000).

Es así como en el año 1991, luego de intensas precipitaciones en el mes de Mayo, se evidenció una importante formación en la costa y llanos de Región. En el año 1992 llovió más que en 1991, y prácticamente no floreció el desierto (Cereceda et al. 2000).

Flora

La flora de la Región de Atacama está conformada por 980 especies, pertenecientes a 325 géneros y 104 familias. Las familias con mayor diversidad de especies son *Asteraceae* (155), *Poaceae* (60) y *Fabaceae* (57). Los géneros con mayor diversidad de especies son *Senecio* (57) *Adesmia* (41) *y Nolana* (29). La flora nativa de la Región representa el 19,3% del total de la flora nativa de Chile continental (Letelier et al. 2008).

De las 980 especies descritas para la región, 366 especies son endémicas de la Región de Atacama y vecinas (II a IV región). El 15% de estas especies son endémicas de la Región de Atacama (77 especies) (Letelier et al. 2008).

Producto del análisis bibliográfico, la revisión de base datos y del trabajo en terreno se han identificado 181 especies de flora en el Sitio Propuesto. De ellas, el 69% (125 especies) son Endémicas, 28% (51) son nativas y el 3% (5) son especies introducidas (**Anexo 3**).

Una situación preocupante respecto al conocimiento de la flora, es la gran cantidad de especies que no poseen categorías de protección. El 77% (140) de las

especies presentes en el área de estudio no han sido clasificadas, por lo que su actual estado de conservación es desconocido.

Flora En Peligro

El 9,6% de la flora vascular de Atacama presenta problemas de conservación, 26 especies se encuentran clasificadas como En Peligro de Extinción y 68 especies como Vulnerables. Dentro del área de estudio se identificaron 2 especies de flora En Peligro de Extinción (ambas endémicas) y 10 especies Vulnerables (**Tabla 1**).

Tabla 1. Especies de Flora con Categoría de Protección

Especie	Categoría de Protección	Patrón de Distribución
Adesmia argyrophylla	Vulnerable	Endémica
Adesmia godoyae	Vulnerable	Endémica
Balsamocarpon brevifolium (Algarrobilla)	Vulnerable	Endémica
Bridgesia incisifolia	En Peligro	Endémica
Buddleja suaveolens	Vulnerable	Endémica
Chenopodium papulosum	Vulnerable	Nativa
Eryngium macracanthum	Vulnerable	Endémica
Heliotropium filifolium	Vulnerable	Endémica
Pintoa chilensis	En Peligro	Endémica
Prosopis chilensis (Algarrobo)	Vulnerable	Nativa
Prosopis flexuosa	Vulnerable	Nativa
Spergularia pycnantha	Vulnerable	Endémica

Fauna

A pesar de la reducida disponibilidad de recursos hídricos y vegetacionales del Desierto de Atacama, variadas especies de fauna habitan estos ecosistemas hiperáridos. Si bien, no es posible observarlos en abundancia, algunas especies tienen un rol ecológico fundamental como el cóndor *(Vultur gryphus),* guanaco (*Lama guanicoe),* y el puma *(Puma concolor).*

La Estrategia de Biodiversidad de la región Atacama señala que la fauna de esta Región es la menos estudiada y considerada en la Investigación Científica de Chile. Se requieren mayores esfuerzos para conocer sobre la ecología de la fauna de la Región y así poder elaborar estrategias efectivas de conservación.

Producto del análisis bibliográfico, la revisión de base datos y del trabajo en terreno se han identificado 68 especies de Fauna en el Sitio Propuesto. De ellas, el 16% (11 especies) son Endémicas, 82% (56) son nativas y el 2% (1) son especies introducidas (**Anexo 4**).

Fauna En Peligro

Dentro del área de estudio se identificaron 4 especies con problemas de conservación, todas ellas tienen la Categoría de Protección Vulnerable (**Tabla 2**).

Tabla 2. Especies de Fauna con Categorías de Protección

Especie	Nombre común	Categoría de Protección	Patrón de Distribución
Vultur gryphus	Cóndor	Vulnerable	Nativa
Lama guanicoe cacsilensis	Guanaco del norte	Vulnerable	Nativa
Ctenomys fulvus	Tuco tuco de Atacama	Vulnerable	Nativa
Rhinella atacamensis	Sapo de Atacama	Vulnerable	Endémica

Clima

El Desierto de Atacama y la Región costera del Norte de Chile son reconocidos por su extrema aridez. En esta zona se mezclan una serie de factores que permiten esta situación: el efecto barrera de la alta Cordillera de los Andes, la permanencia del anticiclón del Pacífico Suroriental y la existencia del sistema Corriente de Humboldt, una surgencia costera que explica que esta región no reciba las masas de aire húmedo y que la poca humedad que se evapora del

Pacífico quede bloqueada bajo la forma de "camanchaca" en una estrecha franja al pie de la Cordillera de la costa (Ortilieb 1995).

Las precipitaciones son prácticamente nulas, tanto en la costa como en la Cordillera de la Costa, en la depresión central y al oeste de la Cordillera de los Andes. Los valores de pluviometría anuales, que son del orden de unos cuantos milímetros, son calculados en base a promedios interanuales que abarcan varios decenios. En el Desierto de Atacama, las lluvias son tan escasas que pueden pasar varios años, y hasta decenios, sin que se registren "precipitaciones" de más de unos cuantos milímetros (Almeyda 1948).

Sin embargo, la historia del Desierto más árida es relativamente reciente, las evidencias paleobotánicas, paleontológicas y geológicas sugieren que el clima hiperárido del Desierto de Atacama se desarrolló muy recientemente en el Holoceno (considerando los últimos 10.000 años), después de una historia Pleistocénica de periodos altamente húmedos/fríos y cálido/seco.

Por otro lado, el cambio climático está modificando las condiciones meteorológicas en esta Región -y el mundo entero-. Los modelos indican para el año 2065 un aumento de la temperatura de 2 a 3º C y de 5º C en sectores altos de la cordillera y disminuciones en los montos de precipitación (Squeo et al. 2008). (Juliá et al. 2008). Los efectos del Cambio Climático sobre la neblina costera son inciertos, sin embargo, es esperable que estas sigan manteniéndose (Juliá et al. 2008).

En ese sentido, es esperable que las condiciones ambientales empeoren, limitando el desarrollo de la biodiversidad. Entendiendo que esta zona se encuentra en el límite Norte del hotspot “Chile Central”, este Sitio será un importante indicador de los efectos del Cambio Climático.

Geomorfología

La distribución espacial del desierto florido en el Desierto de Atacama está fuertemente condicionada por las estructuras geomorfológicas.

El fenómeno del desierto florido ocurre de preferencia en los substratos arenosos de poco espesor existentes en sitios de topografía subhorizontal correspondiente a la estructura de las terrazas marinas y llanos, y también en los planos inclinados situados en la base de la cordillera de la Costa. El desierto florido también ocurre en las dunas estabilizadas y/o dunas semiestabilizadas, y dicho fenómeno no se desarrolla en el cuerpo de las dunas activas (Castro et al. 2014)

En efecto, en las llanuras con sustratos arenosos correspondientes a las terrazas marinas y los piedemontes por debajo de los 700 metros sobre el nivel del mar, germina el desierto florido (Castro et al. 2014).

2.6 Situación del Sitio Prioritario

El Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad “Desierto Florido” fue declarado en 2002 por la “Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama 2010-1217”. Esta denominación buscaba generar acciones de conservaciones en los pisos vegetacionales Desierto Florido de los Llanos y Desierto Florido de las Serranías (Gajardo 1994). Ambos con intensidades de protección muy inferior a lo exigido. El Sitio Prioritario comprende una extensión de 670.732 ha de llanos y serranías del Desierto de Atacama de las cuales se propone declarar como Parque Nacional solo 86.260,1 Ha (**Figura 6**), equivalente 16% del total Sitio Prioritario.

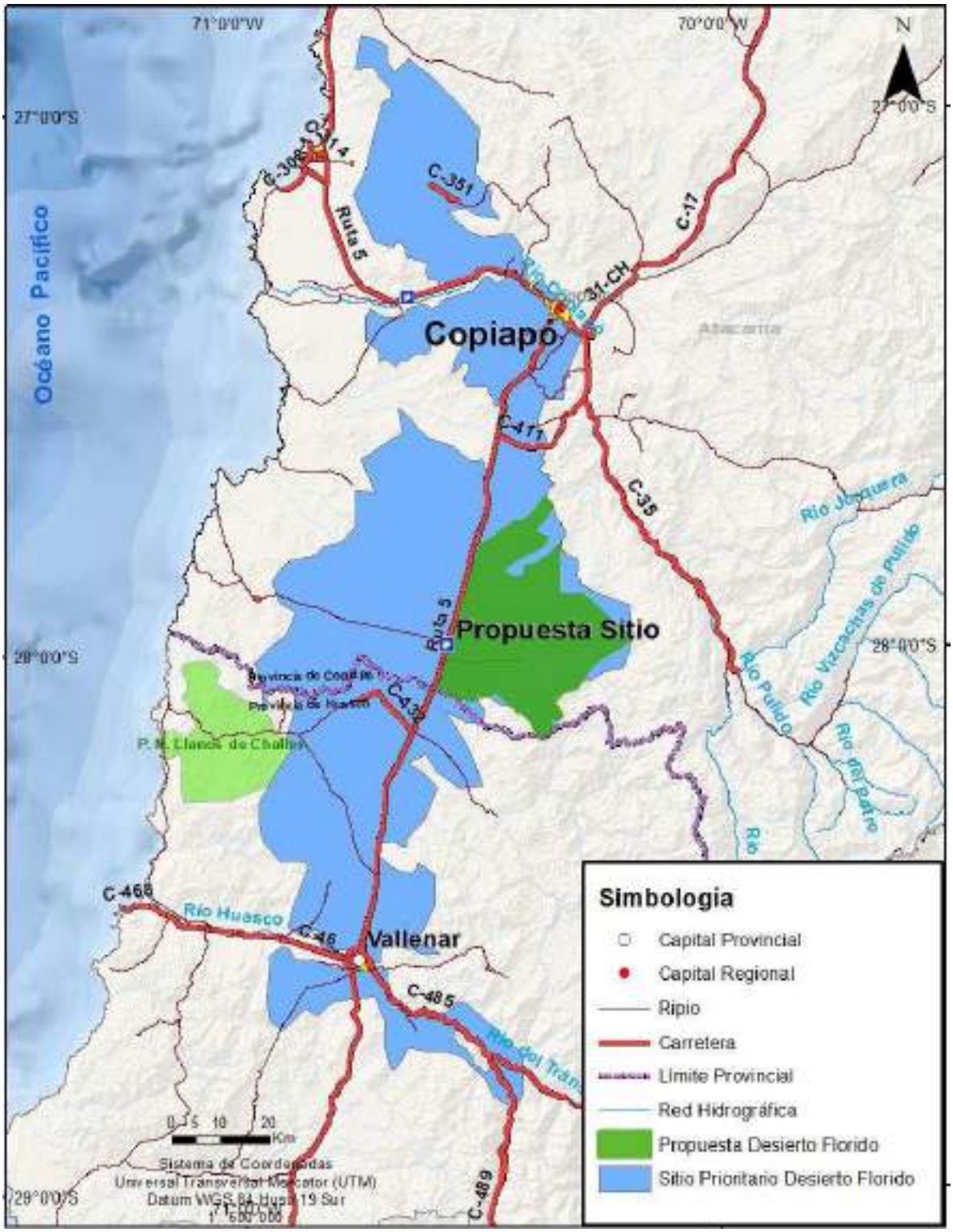


Figura 6. Sitio Prioritario Desierto Florido

PARTE 3 ANÁLISIS DE VOCACIÓN TERRITORIAL

3.1 Amenazas y Oportunidades

El análisis de *Amenazas y Oportunidades* define aquellas amenazas que se pueden desencadenar bajo la nueva categoría propuesta y/o las oportunidades que se presentarían bajo la nueva categoría.

Amenazas

El sitio propuesto se emplaza en una región con un evidente predominio de actividades económicas asociadas a la minería, por tanto, existe una importante presión en el territorio por desarrollar iniciativas de este tipo.

Conflicto de Actividades

El área propuesta al estar emplazada a un costado de la ruta 5 Norte, es un área privilegiada para la conectividad, tanto para la llegada de visitantes a contemplar el Desierto Florido, cuando este se desencadena, pero también es un área de interés para la conectividad eléctrica u otros insumos utilizados para fines industriales mineros.

Las zonas adyacentes al sitio propuesto presentan un desarrollo de actividades asociadas a la industria minera, agricultura y energías renovables. A pocos km se encuentran la Mina Manto Negro, Mina Oso Negro y el Parque Fotovoltaico Los Loros. Estas actividades no son totalmente compatibles con acciones de conservación, por tanto, se deben generar mecanismos para conciliar el desarrollo económico y el resguardo de los recursos naturales del Desierto Florido.

La declaración de un Área Protegida puede generar un conflicto de intereses con las actividades mencionadas, así como otros grupos que tengan algún interés en el territorio, ya sean, comunidades indígenas, ganaderos, propietarios privados, etc.

Instrumentos de Planificación Territorial (IPT)

La declaración de Parque Nacional otorgará protección efectiva al sitio propuesto, sin embargo, no resguardará los sectores continuos, los cuales se encuentran permanentemente expuestos ante las amenazas mencionadas Esta situación se puede abordar desde los Instrumentos de Planificación Territorial.

En este caso, los dos IPT disponibles en el área de estudio son el Plan Regulador Intercomunal (PRI) y el Plan Regulador Comunal (PRC) de Copiapó.

El PRC de Copiapó se encuentra en actualización, la versión vigente se encuentra obsoleta y no considera Seccionales para el área de estudio.

El PRI de Atacama tienen énfasis en las comunas costeras, el sitio propuesto no está considerado completamente en el Plan, ni incluye algún Sitio de Resguardo Ecológico.

Oportunidades

Turismo (Potencial aumento de visitantes)

La declaración del Sitio Propuesto como un área protegida significaría una serie de beneficios y oportunidades para un territorio que posee importantes atributos ambientales y económicos que no han sido desarrollados turísticamente tanto por lo llamativo y atractivo del fenómeno para visitantes nacionales y extranjeros, como por el lugar estratégico en que está ubicado, entre las ciudades de Copiapó y Vallenar con acceso directo desde la comuna de Tierra Amarilla y conexión hacia ruta costera.

Con la declaración del Área Protegida se genera una importante oportunidad para el desarrollo de actividades turísticas, diversificando las actividades productivas de la Región. En vista de las inigualables bondades paisajísticas y una propicia accesibilidad, este Sitio contiene atributos de sobra para conformarse como un Destino Turístico de relevancia para la Región.

La vocación turística de la Región está enfocada a un Turismo de Sol y Playa y un turismo enfocado en la minería. El turismo de Sol y Playa está asociado a los principales balnearios de la región -y el país-, destaca Bahía Inglesa, Playa Las Machas, Puerto Viejo, etc. El Turismo Minero posee una Ruta en la Provincia de Copiapó, la cual considera Pukara de Punta Brava, Museo Minero, Museo Regional y el Ex Campamento Esperanza. Dentro de Sitio Propuesto se encuentra el poblado de Juan Godoy, un asentamiento despoblado con un invaluable legado histórico-minero para nuestro país. Sería un importante aporte a la Ruta Minera de la Región.

El Plan de Acción de Turismo de la Región de Atacama señala la necesidad de diversificar experiencias y mejorar la puesta en valor del patrimonio natural y cultural (SERNATUR 2014).

En esta oportunidad también hay una amenaza, la explosión de un turismo no regulado, o descontrolado, por lo tanto una adecuada planificación desde el resguardo de los Objetos de Conservación hasta un modelo de gestión acorde al territorio tanto en infraestructuras como en servicios.

Estrategias de Conservación

Al declararse un área protegida, uno de los primeros requerimientos es la elaboración de un Plan de Manejo con estándares abiertos para la conservación el cual identifica y cualifica los Objetos de Conservación, sus amenazas y las estrategias para abordar dichas amenazas, además zonifica los usos territoriales todo en un trabajo participativo con actores público-privados en participación plena.

A continuación, algunas estrategias para la conservación según las amenazas relevadas en trabajo de campo en el sitio:

1. **Recuperación de pasivos ambientales**: Se aprecia una gran cantidad de piques abandonados con sus respectivas rutas mineras, favoreciendo la erosión y desluciendo del paisaje.

2. **Medidas de erradicación de especies exóticas invasoras (EEI)**: A nivel de flora se identificaron cinco especies invasivas en el Sitio Prioritario: hierba del rocío (*Mesembryanthemum crystallinum)*, Alfilerillo (*Erodium cicutarium)*, Caña Brava (*Arundo donax*), Tamarindo Rosa (*Tamarix ramosissima*) y Chépica (*Paspalum vaginatum)*.

Representatividad Ecosistémica

Un aspecto importante a destacar es la nula representación del fenómeno Desierto Florido en el SNASPE. De acuerdo a la clasificación Gajardo (1994) los porcentajes de protección son alarmantes:

Desierto Florido de los Llanos: ***4,18%***

Desierto Florido de las Serranías: ***0%***

Estepa Altoandina de la Cordillera de Doña Ana: ***0%***

Considerando la Clasificación de Pisos Vegetacionales de Luebert & Pliscoff (2006), los Pisos presentes en el Sitio Prioritario exhiben una situación similar:

Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de *Adesmia hystrix y Ephedra Breana:* **0,74%**

Matorral desértico mediterráneo interior de *Skytanthus acutus* y *Atriplex desertícola*: **5,5%**

Matorral desértico mediterráneo interior de *Adesmia argentea* y *Bulnesia chilensis:* **1,18%**

Resulta urgente dar protección a estas formaciones vegetacionales, siendo el AP Desierto Florido una buena oportunidad para concretarlo. En el supuesto escenario en que se formalice el Área Protegida, los porcentajes se protección de estos pisos no superarán el 10%, por tanto, se necesitarán más esfuerzos para cumplir con el 17% de protección que exige la Estrategia Nacional de

Biodiversidad 2017-2030 y las metas propuestas por la Estrategia Aichi 2011-2020.

Vigilancia y Protección

En primer lugar, el territorio contaría con la protección efectiva de un Cuerpo de Guardaparques encargados de la protección de la biodiversidad, de los valores naturales y culturales, vigilancia y control de visitantes, apoyo a los investigadores, educación e interpretación ambiental.

La vigilancia y protección del Sitio Prioritario Desierto Florido a través de los Guardaparques evitará una serie de amenazas que se han registrado en la zona, ya sean: desarrollo de rallys y raids a campo abierto, el desplazamiento de vehículos particulares en zonas sin intervención que no están autorizadas, caza ilegal de guanacos, introducción de mascotas, disposición de desechos, extracción y comercialización de cactáceas, corta de especies de flora con fines ornamentales, colectas de semillas, captura y comercialización de reptiles, desarrollo de actividades ganaderas, turismo no regulado, etc.

Áreas Protegidas Privadas

El potencial modelo de gestión en el sitio propuesto puede generar el interés de particulares con grandes extensiones de territorio a replicar el modelo, en distintas escalas, pero comprendiendo que el Desierto Florido es un fenómeno de oportunidad efectiva.

El desafío consiste en generar una articulación Público-Privada y fomentar la instauración de áreas protegidas en terrenos privados otorgando bonificaciones, incentivos y asesorías técnicas. Sería una alternativa ante la baja disponibilidad de terrenos fiscales para avanzar las metas de conservación definidas en la Estrategia Regional de Biodiversidad, más aun en tiempos de crisis climática global.

3.2 Planteamiento de Objetivos

Objetivo General

Proponer la creación del Parque Nacional Desierto Florido considerando los diferentes ambientes que lo componen: llanos, serranías y quebradas; conservando el patrimonio genético, es especies y ecosistema; generando un espacio regulado de visitación turística, fomentando la investigación científica de sus componentes ambientales y culturales, impulsando actividades de educación e interpretación ambiental y permitiendo el desarrollo de actividades de recreación acorde a los objetivos y capacidades según la aptitud del área protegida.

Objetivos Específicos

1) Conservar una muestra representativa de los ecosistemas: 1) Matorral desértico mediterráneo interior de *Skytanthus acutus* y *Atriplex desertícola*, 2) Matorral desértico mediterráneo interior de *Adesmia argentea* y *Bulnesia chilensis*, los cuales se encuentran subrepresentados en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).

2) Investigar y generar planes de acción para las poblaciones de especies de fauna con problemas de conservación como el Sapo de Atacama (Vulnerable), Guanaco del norte (Vulnerable), Cóndor (Vulnerable) y Tuco tuco de Atacama (Vulnerable).

3) Impulsar acciones para la investigación, conservación y/o recuperación especies de Flora nativa con énfasis en las que se encuentran en estado de conservación En Peligro como *Pintoa chilensis* y *Bridgesia incisifolia.*

4) Dar cumplimiento a los compromisos ambientales, técnicos y políticos adquiridos por el Estado, considerando los acuerdos de carácter Nacional e Internacional.

5) Generar un Plan de Manejo con estándares abiertos para la Conservación que defina metas y acciones con el objetivo de hacer efectiva la protección del Sitio Prioritario, fomentando actividades que reduzcan las amenazas actuales y futuras a la biodiversidad.
6) Conservar y poner en valor el patrimonio cultural y arqueológico, asociado a las culturas de pueblos indígenas asi como de tiempos recientes en el pueblo de Juan Godoy.

7) Incentivar la participación de la sociedad en la protección de la naturaleza, a través de la implementación de programas de interpretación, educación ambiental y extensión, que favorezcan la valoración del patrimonio natural y cultural.

8) Promover actividades recreativas sustentables, compatibles con los objetos de conservación, los objetivos de protección de la biodiversidad.

9) Generar conectividad entre las rutas turísticas del fenómeno Desierto Florido con la ruta minera de Tierra Amarilla.

2.3 Categorización

Los procedimientos desarrollados en la categorización del Sitio Prioritario se rigen por el Manual de Procedimientos para la Gestión de iniciativas de Creación, Ampliación y Categorización de Unidades del SNASPE (CONAF 2018)

El proceso está conformado por 14 pasos o bloques (**Figura 7**). La Categorización corresponde al Bloque 4, y se define como: “Proceso técnico por medio del cual se evalúa un territorio según criterios que satisfacen, espacialmente, los aspectos claves de las definiciones legales de las categorías de manejo que integran el SNASPE (Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales), para establecer la mejor vocación a una categoría y objetivo de manejo para una ASPE a crear, ampliar o recategorizar” (CONAF 2018).

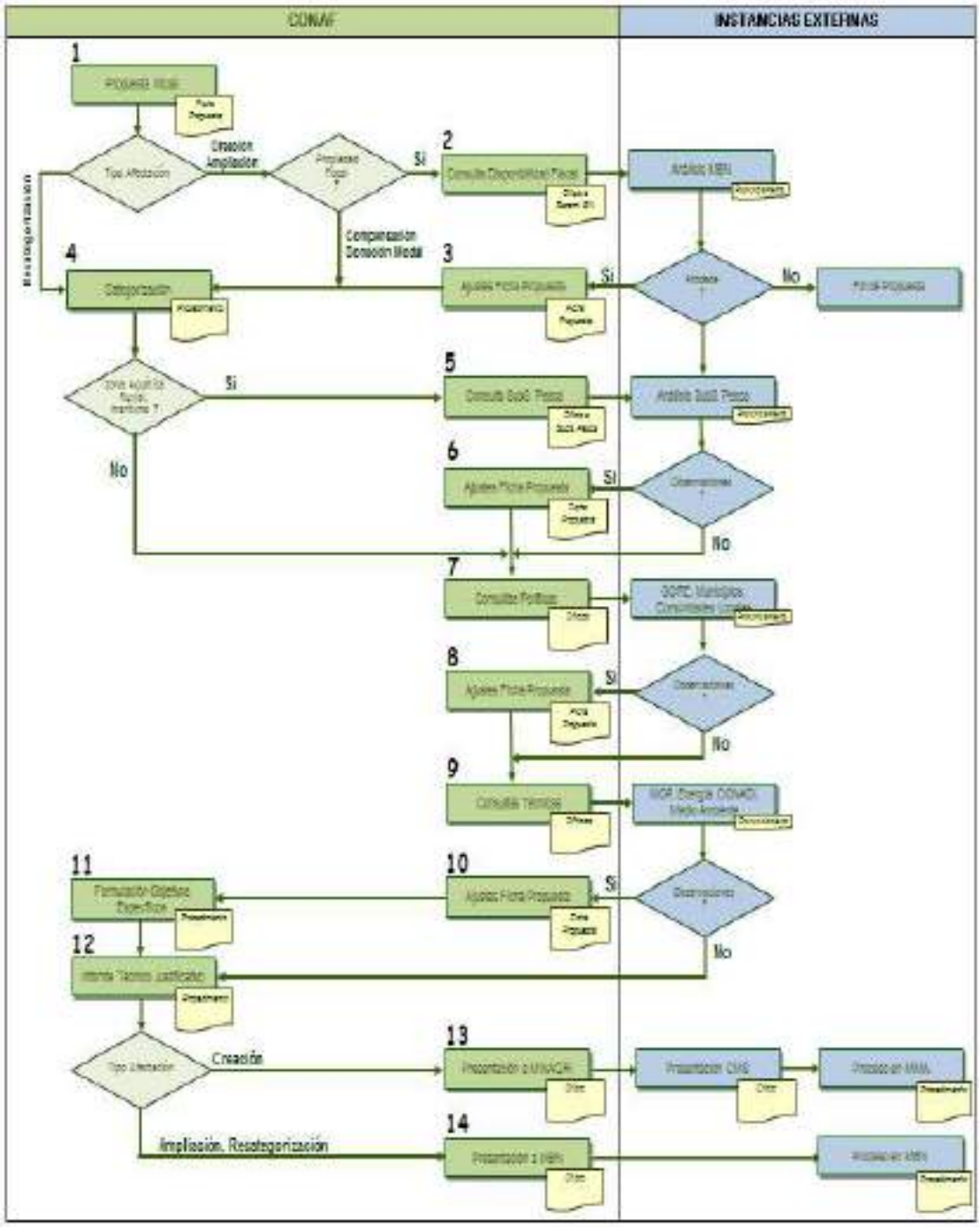


Figura 7. Diagrama de flujos

La siguiente Categorización propone asignar el título de Parque Nacional al sitio Desierto Florido producto de su relevancia ecológica, sus notables bondades escénicas, la subrepresentación de estos ecosistemas en el SNASPE y las capacidades del territorio para la investigación, recreación y educación ambiental

El proceso de ***Categorización*** posee un Manual exclusivo llamado “Manual sobre Categorización para el SNASPE” (CONAF 2018), el cual consta de 7 pasos. Los pasos y sus resultados se describen detalladamente a continuación:

1) Definición de Zonas Homogéneas
2) Integración de Zonas Homogéneas a Plataformas SIG
3) Valoración de Zonas Homogéneas
4) Ponderación de Criterios
5) Valoración de la Aptitud de Zonas Homogéneas
6) Categorización
7) Integración de Matrices de Aptitud/Vocación a Plataforma SIG

1) Definición de Zonas Homogéneas

Las Zonas Homogéneas (ZH) o “ambientes”, son espacios que presenten características y /o cualidades similares en cuanto a las condiciones biofísicas, culturales y/ o usos similares.

Para efectos de este estudio, se han identificado cuatro Zonas Homogéneas:

Serranías Floridas*: 59.770,72 ha.*

Llanos Floridos*: 18.157,47 ha*

Quebradas*: 8.931,97 ha.*

Zona Histórica*: 399,94 ha*

En total el Sitio Propuesto tiene una extensión de 87.260,1 ha.

2) Integración de Zonas Homogéneas a Plataformas SIG

Las Zonas Homogéneas fueron integradas en un SIG definiendo sus deslindes en base a límites naturales: quebradas, divisoria de aguas, etc. A continuación, se muestra la distribución y deslindes de las 4 Zonas Homogéneas definidas: Llanos Floridos, Serranías Floridas, Quebradas y Zona Histórica Juan Godoy (**Figura 8**).

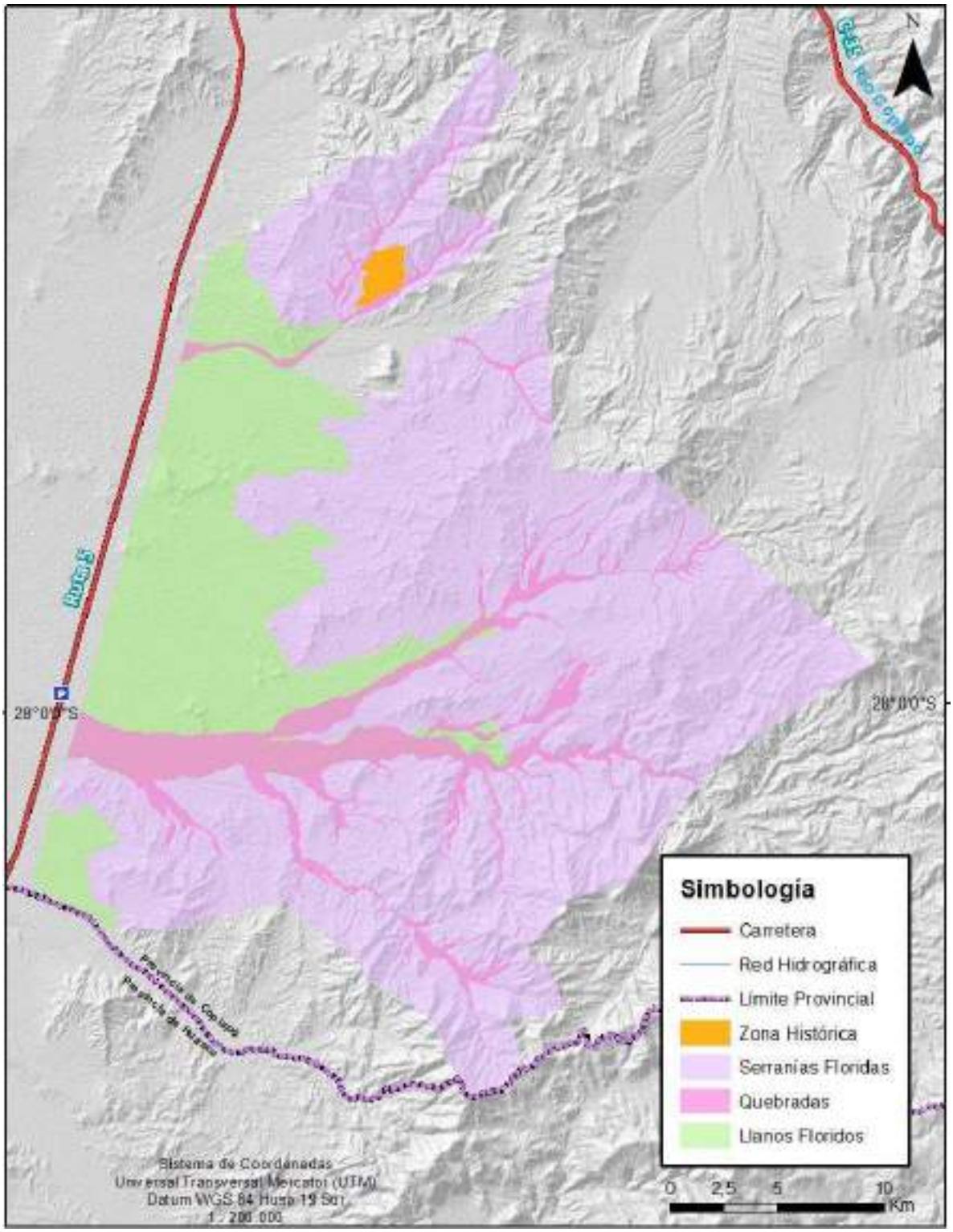


Figura 8. Zonas Homogéneas del Sitio Propuesto.

3) Valoración de Zonas Homogéneas

La valoración de Zonas Homogéneas se realiza a nivel individual, los criterios evaluados son: atributos estéticos, flora endémica, fauna endémica, estado de conservación de flora, estado de conservación flora y uso público (Recreación, Educación e Investigación). Cada criterio tiene un valor asociado el cual se extrae de la Tabla de Valoración. El detalle de los valores de cada Zona Homogénea se muestra en la siguiente tabla (**Cuadro 3**).

Cuadro 3. Valoración de las Zonas Homogéneas.

Zona Homogénea	Llanos Floridos	Serranías Floridas	Quebradas	Zona Histórica Juan Godoy
Atributos estéticos	66,67	100	100	66,67
Endemismo fauna	94,44	94,44	100	94,44
Estado de conservación fauna	88,92	95,79	100	95,79
Endemismo flora	72,25	100	81,92	65,14
Estado de conservación flora	92,29	100	88,32	69,78
Uso Publico Recreación Educación Investigación	100	100	100	36,67

4) Ponderación de Criterios

La ponderación es un proceso de valoración de la importancia de cada criterio de evaluación. EL detalle de los expertos participantes en la ponderación y los valores asignados a cada criterio se muestra a continuación (**Cuadro 4**).

Mauricio Lea: Analista Sección Biodiversidad, Departamento de Áreas Silvestres Protegidas, CONAF Atacama

Cesar Pizarro: Jefe Sección Biodiversidad, Departamento de Áreas Silvestres Protegidas, CONAF Atacama

Jorge Carabantes: Jefe Departamento de Áreas Silvestres Protegidas, CONAF Atacama.

Ivonne Molina: Encargada de Optimización. Sección Optimización y Regularización del SNASPE, CONAF Oficina Central

Victoria Retamal: Encargada Gestión Ambiental. Sección Optimización y Regularización del SNASPE, CONAF Oficina Central

Cuadro 4. Valores de Ponderación de criterios.

Criterio/Investigador	Mauricio Lea	César Pizarro	Jorge Carabantes	Ivonne Molina	Victoria Retamal
Atributos estéticos	5	5	1	5	3
Endemismo fauna	2	2	6	2	2
Estado conservación fauna	4	4	5	4	5
Endemismo flora	1	1	2	1	1
Estado conservación Flora	3	3	3	3	4
Uso Publico Recreación Educación Investigación	6	6	4	6	6

5) <u>Valoración de la Aptitud de Zonas Homogéneas</u>

El Valor de Aptitud surge de la valoración de cada criterio considerando su ponderación. El resultado por cada Zona Homogénea se muestra en el **Cuadro 5**.

Cuadro 5. Valores de Aptitud de las Zonas Homogéneas.

Zona Homogénea	**Valor Aptitud**
Llanos Floridos	72,37
Serranías Floridas	86,49
Quebradas	80,50
Zona Histórica Juan Godoy	62,09

6) Categorización

El proceso de valoración señalado anteriormente indica que las Zonas Homogéneas Serranías Floridas y Quebradas tienen una Vocación Territorial Excelente. Estas Zonas abarcan el 78,8% (68.703 ha) del área propuesta. Las Zonas Llanos Floridos y Zona Histórica tienen una Vocación Aceptable y cubren una superficie de 18.557 ha (21,2%)**. El sitio propuesto** no cuenta con zonas homogéneas que tengan una baja o nula vocación territorial, por lo tanto, cuenta con vocación aceptable y excelente.

Cuadro 6. Valores de Aptitud Territorial y Vocación de las Zonas Homogéneas**.**

Zona Homogénea	Valor Aptitud	Vocación
Llanos Floridos	71,9	Aceptable
Serranías Floridas	85,74	Excelente
Quebradas	79,62	Excelente
Zona Histórica Juan Godoy	61,18	Aceptable

7) Integración de Matrices de Aptitud/Vocación a Plataforma SIG

En este proceso se asocian las matrices de Valoración de Aptitud a la Tabla de Atributos en los shapefile generados de Zonas Homogéneas. La cartografía de Aptitud Territorial se muestra a continuación (**Figura 9**).

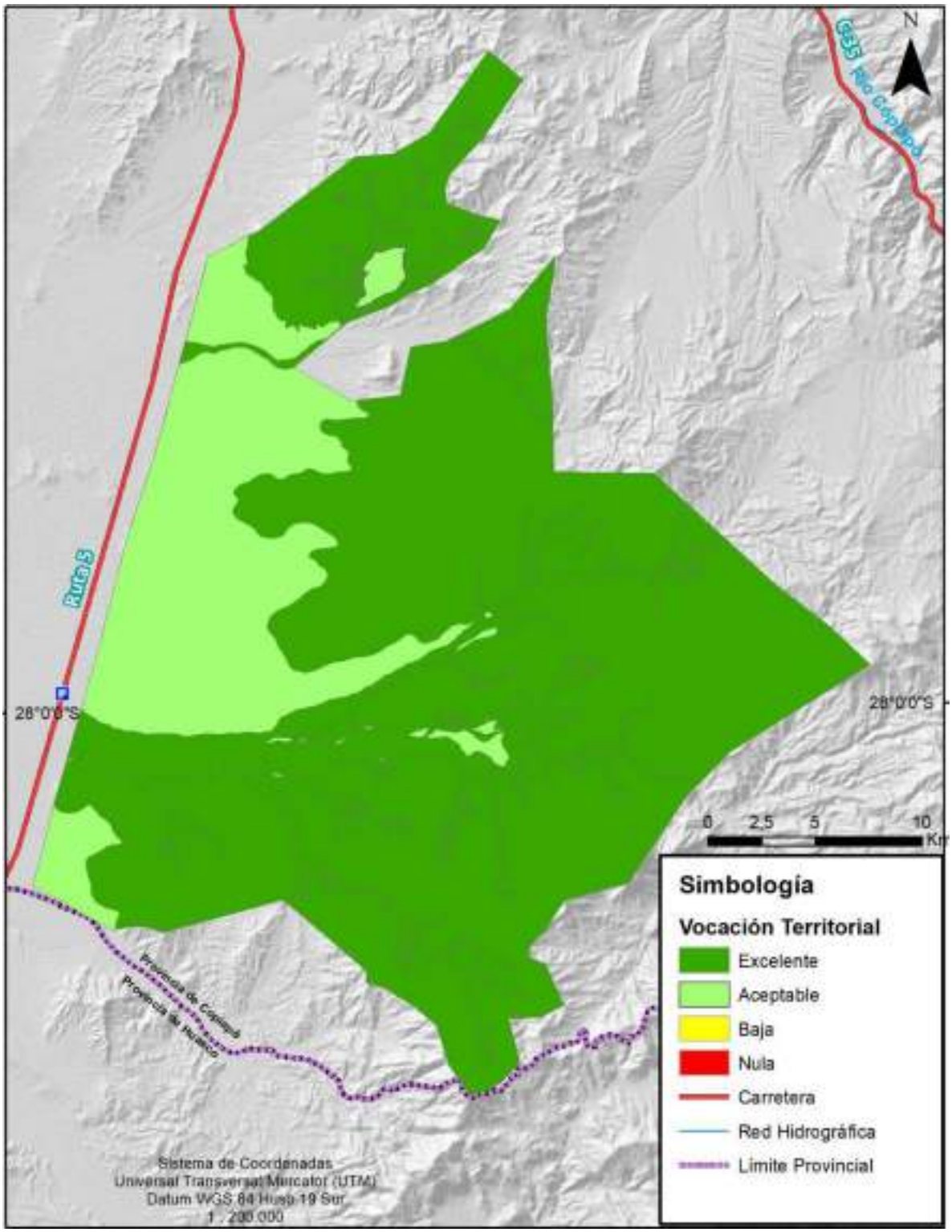


Figura 9. Vocación Territorial de las Zonas homogéneas. **Fuente:** CONAF 2019.

PARTE 4 COMPONENTES DE LA PROPUESTA

4.1 Asociaciones Estratégicas

A nivel nacional existe una iniciativa para declarar el fenómeno desierto florido Patrimonio de la Humanidad solicitado por la Cámara de Diputados a S.E. el Presidente de la República (**Anexo 5**)

A nivel regional existen diversas instancia de ocupación por el fenómeno Desieerto Florido, a nivel de Gobierno Regional existe una Comisión del Desierto Florido conformada por todas las reparticiones públicas del Gobierno Regional de Atacama, incluyendo a los gobiernos provinciales y municipalidades, creada a través de la Resolución Exenta N°483 de 2015 (**Anexo 6**). Desde dicha comisión se ha evaluado la importancia de dar resguardo al desierto florido y la oportunidad que significa para el desarrollo económico regional.

A nivel académico la Universidad de Atacama, así como otras universidades del país están desarrollando estudios en las zonas donde ocurre el fenómeno. A continuación se describen algunos proyectos y estudios ejecutados y en ejecución:

GIMMS NDVI time series reveal the extent, duration, and intensity of“blooming desert” events in the hyper-arid Atacama Desert, Northern Chile. Roberto Chávez &Andrés Moreira. Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

“Huella genética de plantas del Desierto Florido, patrimonio turismo regional”, Roberto Contreras, Universidad de Atacama (en ejecución)

Estudio para determinar las amenazas que enfrenta el Desierto Florido. Instituto de Ecología y Biodiversidad. (en ejecución)

4.2 Gestión Administrativa y Financiera

De acuerdo a la tarea denominada “Elaboración de una cartera de iniciativas a nivel de perfil de mediano y largo plazo de creación, ampliación u optimización de Áreas Silvestres Protegidas del Estado de la región de Atacama” realizada durante el 2018 por el Dasp Atacama, se proyectó que esta futura área protegida debiese tener inicial y preliminarmente al menos 5 guardaparques de planta: 1 administrador y 4 Guardaparques; y 4 guardaparques transitorios por 4 meses, especialmente durante los meses que se gatilla el fenómeno del desierto florido.

Subtítulo 21

Jornales Permanentes

Actividad	N° personas	Renta promedio	periodo	Total	Total
MN Tres Cruces				-	
sueldo 1 guardaparques permanentes, grado 14 (12 en propiedad).	1	1.875	12	22.500	
sueldo 1 guardaparques permanentes, grado 14	2	1.550	12	37.200	
sueldo 1 guardaparques permanentes, grado 20	2	680	12	16.320	-
Total	5			**76.020**	

Jornales Transitorios

Actividad	N° personas	Renta promedio	periodo	Total	Total
sueldo 2 guardaparques transitorios (12 meses)	4	619	4	9.904	
				-	
				9.904	-

Viático Nacional

Actividad	Días de cometido 100%	Días de cometido 40%	Valor diario Viático 100%	Valor Diario Viático 40%	Total
Participación en reuniones en oficina regional	20	60	44	17	
					1.900
					1.900

Horas Extras Jornales Permanentes

Actividad	Cantidad de Horas la 25%	Cantidad de Horas al 50%	Valor promedio hora 25%	Valor promedio hora 50$	Total
Extensión Horaria	200	150	3	4	
					1.200
Total					**1.200**

TOTAL SUBTITULO 21: M$89.024

Subtítulo 22				
Bienes y Servicios de Consumo				
Tipo de Gasto	**Cantidad**	**valor unitario**	**periodo**	**Total**
Vestuario, Accesorios y Prendas Diversas	5	400		**2.000**
Calzado	5	100		**500**
Alimentación	5	750		**3.750**
Combustible para generador	1	1.200		**1.200**
Materiales de Oficina	1	500		**500**
Materiales y Útiles de Aseo	1	520		**520**
Insumos, Repuestos y Accesorios Computacionales	1	200		**200**
Equipos Menores	1	250		**250**
Mantenimiento y Reparación de Mobiliarios y Otros	5	300		**1.500**
Mantención de equipo	1	250		**250**
Arriendo de Máquinas y Equipos	6	200		**1.200**
Cursos de Capacitación	2	560		**1.120**
Elaboración Plan de Manejo	2	2.500		**5.000**
Regularización de permisos ambientales y normativa	1	1.600		**1.600**
Programa de Educación ambiental	1	2.500		**1.250**
Control de especies exoticas	1	3.500		**2.800**
				23.640

TOTAL SUBTITULO 22: M$23.640

Cabe señalar que el presupuesto corriente anual básico necesario para administrar esta área (subtitulo 21 y 22) sería de M$112.664

Subtítulo 29				
Adquisición de Activos no Financieros				
Tipo de Gasto	**Cantidad**	**valor unitario**	**periodo**	**Total**
Equipo base	3	450		**1.350**
Radio portátil	5	260		**1.300**
Binocular	5	100		**500**
monocular	1	600		**600**
GPS	1	150		**150**
Equipo computacional	1	450		**450**
Vehiculo todo terreno	1	18.000		**18.000**
Vehiculo menor todo terreno	1	5.000		**5.000**
Estación repetidora radio	0	35.000		**0**
Centro de Interpretación	1	450.000		**450.000**
Guardería	2	180.000		**360.000**
				837.350

TOTAL SUBTITULO 29: M$837.350

Se contempla igualmente un presupuesto preliminar en el ítem de inversión de a lo menos $837.350.000 para equipamiento y construcción de infraestructura de uso administrativo.

4.3 Propuesta de Decreto de Creación

CRÉASE EL PARQUE NACIONAL "DESIERTO FLORIDO", EN LA REGIÓN DEL ATACAMA.

Santiago, ……..

N° ----------/.-

VISTOS

Estos antecedentes, lo dispuesto en los artículos 19° N° 8 y 32° N° 6 de la Constitución Política de la República; la Ley N° 19.300, de 1994 y sus modificaciones, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que establece en su artículo 34 los objetivos legales del Sistema Nacional de Áreas Silvestres del Estado; el Decreto Supremo N° 531 de 1967, del Ministerio de Relaciones Exteriores, que ordenó cumplir como ley de la República la "Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América", suscrita en Washington D.C., Estados Unidos de Norteamérica, el 12 de octubre de 1940; el Decreto Supremo N°1.963 de 1994 del Ministerio de Relaciones Exteriores, que ordenó cumplir como Ley de la República, el "Convenio sobre Diversidad Biológica"; el Decreto Supremo N°4.363 de 1931 y sus modificaciones, del Ministerio de Tierras y Colonización, que aprueba el texto definitivo de la Ley de Bosques; el D.F.L N° 294, de 1960, Orgánico del Ministerio de Agricultura; el D.L. N° 1.939, de 1977, y sus modificaciones; el Oficio N°…… de … de la Corporación Nacional Forestal y el Informe Técnico Justificativo de este organismo que fundamentó la creación del Parque Nacional Desierto Forido.

CONSIDERANDO:

Que, es deber del Estado tutelar la preservación de la naturaleza, y optimizar el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas para el cumplimiento de ese objetivo, así como también para asegurar la diversidad biológica y conservar el patrimonio ambiental conforme lo dispone el artículo 34° de la Ley 19.300.

Que, en el marco del Convenio de Cooperación sobre Optimización y Regularización Territorial del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, suscrito entre la Corporación Nacional Forestal y el Ministerio del Bienes Nacionales, aprobado por el Decreto Exento N°450 de 27 de abril de 2015 del Ministerio de Bienes Nacionales, se logró identificar áreas que necesariamente requerían de una evaluación territorial con el objeto de determinar su categoría de manejo más adecuada a su vocación territorial.

Que, como resultado de la evaluación territorial efectuada para la Desierto Florido Sector Pajaritos, se determinó la conveniencia, en razón de su vocación territorial para los fines de protección y conservación el cabio de su categoría de manejo por la de Parque Nacional.

Que, conforme el artículo 3º de la Ley 19.880 que establece las Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado, los actos administrativos de tales órganos tomarán la forma de decretos y que estos constituyen una orden escrita que dicta un Ministro "*Por orden del Presidente de la República*", sobre asuntos propios de su competencia.

Que, el Decreto N°186 del Ministerio de Agricultura de 1994, faculta al Ministro de Agricultura para firmar "*Por Orden del Presidente de la Republica*" decretos relativos a Reservas Nacionales y, que el Decreto N°19 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de 2001, faculta al Ministro de Bienes Nacionales para firmar "*Por Orden del Presidente de la Republica*" decretos relativos a

destinaciones para fines de conservación ambiental, protección del patrimonio y/o planificación, gestión y manejo sustentable de sus recursos.

Que, en conformidad con lo establecido en el artículo 71 letra c) de la Ley Nº 19.300, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, mediante Acuerdo Nº XX, de xx de xx de 2019, acordó unánimemente proponer a S.E. el Presidente de la República, otorgar la de categoría de Parque Nacional Desierto Florido.

Que, según los antecedentes tenidos a la vista, existen fundamentos suficientes para aprobar la propuesta de Categorización de Parque Nacional al Desierto Florido de Pajaritos.

DECRETO:

1.- **Créase** el Parque Nacional Desierto Florido sobre el territorio que adquiere por este acto la categoría de Parque Nacional, el que estará conformado por los terrenos fiscales individualizados en el Plano N° 08101-2211CR (revisar) del Ministerio de Bienes Nacionales y que corresponden a un polígono de superficie de **87.260,1 hectáreas** (ochenta y siete mil doscientos sesenta coma uno).

Los deslindes no pueden ser descritos aún, debido a que la Seremi de Bienes Nacional de Atacama, aún no dá respuesta a oficio n°207/2019.

Se deja expresa constancia que el "Cuadro de Coordenadas U.T.M." que completa el Plano antes individualizado, es parte integrante del presente Decreto, para todos los efectos legales.

2.- El Parque Nacional Desierto Florido, quedará bajo la tuición y administración de la Corporación Nacional Forestal, o del órgano que le suceda legalmente y bajo la supervigilancia del Ministerio del Medio Ambiente.

3.- En un plazo de 24 meses desde su declaración, el administrador señalado en el artículo precedente deberá elaborar el instrumento de planificación del Parque Nacional. Dicho instrumento de planificación contendrá las acciones pertinentes para hacer efectiva la protección y conservación del área.

4.- El Plano Oficial del Desierto Florido, quedará archivado en el Ministerio de Bienes Nacionales y copia del mismo en la Corporación Nacional Forestal y el Ministerio del Medio Ambiente

5.- Se deja constancia que el cuadro de coordenadas U.T.M que complementa el plano que individualiza el Parque Nacional Desierto Florido, formarán parte integrante del presente decreto para todos los efectos legales y fue confeccionado en base al DATUM UTM “WGS 84”, Huso 19 S.

Anótese, regístrese en el Ministerio de Bienes Nacionales, tómese razón, comuníquese y publíquese en el Diario Oficial.-

Sebastián Piñera Echeñique, Presidente de la Republica
Julio Isamit Diaz, Ministro de Bienes Nacionales
Antonio Walker Prieto, Ministro de Agricultura.
Carolina Schmidt Zaldivar, Ministra del Medio Ambiente

4.4 Cartografía de deslindes de la Recategorización

La cartografía de deslindes del Parque Nacional Desierto Florido está incluida en el **Anexo 7**

PARTE 5 BIBLIOGRAFÍA

Bitrán, D. (2015) Valoración de Servicios Ecosistémicos culturales para una zona desértica: la Región de Tarapacá, Chile. Seminario de Título. Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile. 71 pp.

Castro, C., Montaña, A., Pattillo, C. & Zuñiga, A. (2014) Detección del área con Desierto Florido en el territorio de Mar de Dunas de Atacama, mediante percepción remota. Revista de Geografía Norte Grande (57): 103-121.

Cereceda, P., Larraín, H., Osses, P., Lázaro, P., Moreira, A., García, L. & Hernández, V. (2000) La floración del Desierto y las precipitaciones en los años "El Niño" 1991 y 1997. Revista Norte Grande (27): 37-52.

CONAMA (2005) Localización espacial y caracterización de núcleos de biodiversidad en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. Comisión Nacional de Medio Ambiente, Santiago de Chile. 69 pp.

CONAF (2018) Manual de Procedimientos para la Gestión de iniciativas de Creación, Ampliación y Categorización de Unidades del SNASPE. Corporación Nacional Forestal. 123 pp.

CONAF (2018) Manual sobre Categorización para el SNASPE. Corporación Nacional Forestal. 29 pp.

Juliá, C, Montecinos, S. & Maldonado, A. (2008) Características Climáticas de la Región de Atacama. En: (Squeo, F., Arancio, G. & Gutiérrez, J. Eds.) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. (3): 25-42.

GORE (2007) Estrategia Regional de Desarrollo de Atacama 2007-2017. Gobierno Regional de Atacama. Copiapó, Chile. 89 pp.

Gajardo, R. (1994) La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago. 165 pp.

Gutiérrez, J. (2008) El Desierto Florido en la Región de Atacama. En: (Squeo, F., Arancio, G. & Gutiérrez, J. Eds.) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. (15): 285-291.

Letelier, L., Squeo, F., Arancio, G., Marticorena, A., Muñoz-Schick, M., Arroyo, M. León-Lobos, P., Montecinos, S. & Gutiérrez, J. (2008) Diversidad Vegetal de la Región de Atacama, Chile. En: (Squeo, F., Arancio, G. & Gutiérrez, J., Eds.) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. (7): 123 – 135.

Luebert, F. & Pliscoff, P. (2006) Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago.

Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., da Fonseca G., Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853–858.

Ortilieb, L. (1995) Eventos El Niño y episodios lluviosos en el Desierto de Atacama: el registro de los dos últimos siglos. Bull. Inst. fr. études andines: 24 (3): 519-537.

Pliscoff, P. (2015) Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Informe Técnico elaborado por Patricio Pliscoff para el Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 63 pp.

Schlesinger, W., Belnap, J. & Marion, G. (2009) On carbon sequestration in desert ecosystem. Global Change Biology: 15, 1488–1490.

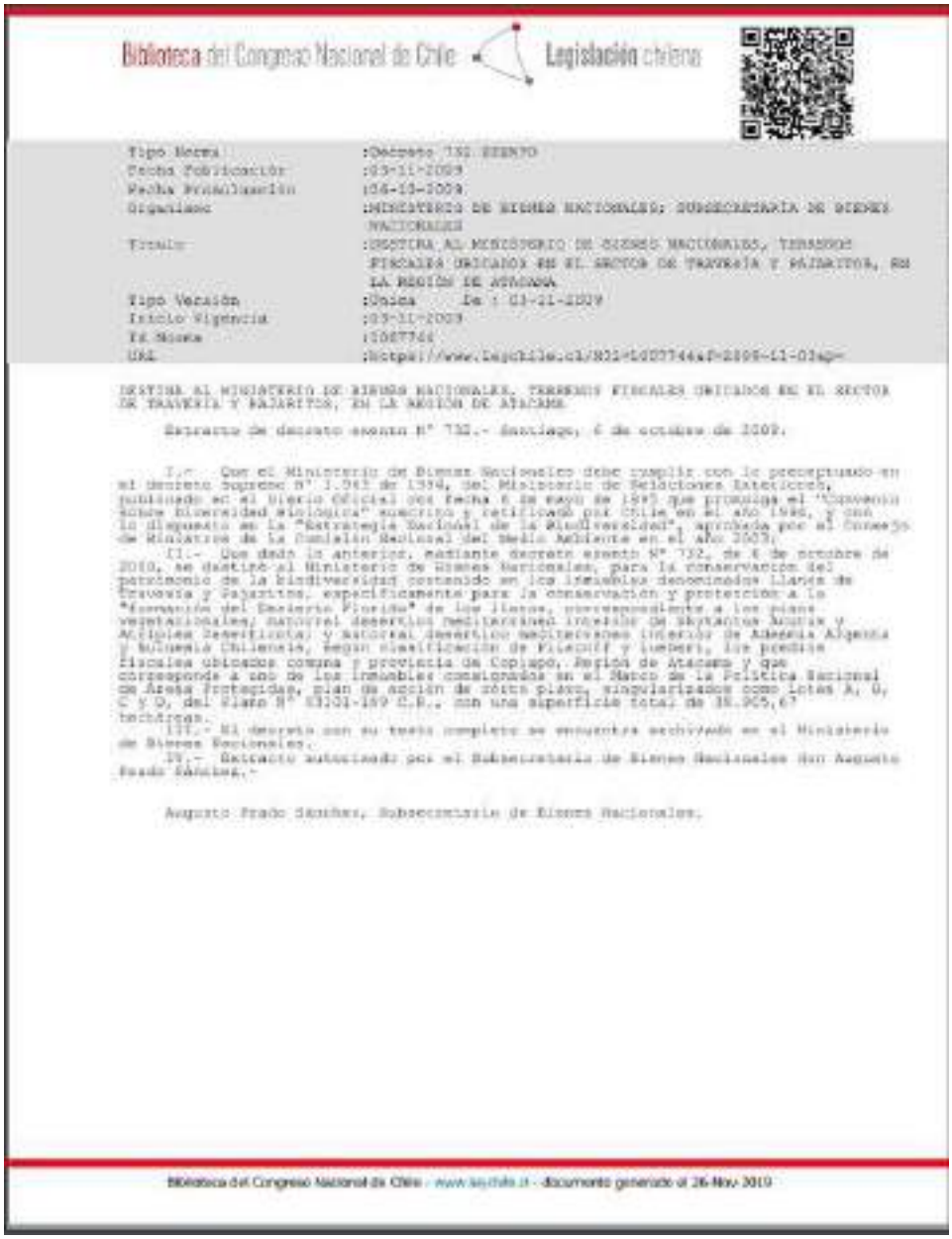
SERNATUR (2014) Plan de Acción, Sector Turismo, Región de Atacama. Servicio Nacional de Turismo. 60 pp.

Squeo. F., Arancio, G., Gutiérrez, J., Letelier, L., Arroyo, M., León-Lobos, P. & Rentería-Arrieta, L: (2008) Conservación de la Biodiversidad. En: (Squeo, F., Arancio, G. & Gutiérrez, J. Eds.) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios

Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. (1): 1-6.

PARTE 6 ANEXOS

ANEXO 1. Destina al Ministerio de Bienes Nacionales, terrenos fiscales ubicados en el sector de Travesía y Pajaritos.



Biblioteca del Congreso Nacional de Chile — Legislación chilena

Tipo Norma :Decreto 732 EXENTO
Fecha Publicación :03-11-2009
Fecha Promulgación :06-10-2009
Organismo :MINISTERIO DE BIENES NACIONALES; SUBSECRETARIA DE BIENES NACIONALES
Título :DESTINA AL MINISTERIO DE BIENES NACIONALES, TERRENOS FISCALES UBICADOS EN EL SECTOR DE TRAVESIA Y PAJARITOS, EN LA REGION DE ATACAMA
Tipo Versión :Única De : 03-11-2009
Inicio Vigencia :03-11-2009
Id Norma :1007746
URL :http://www.leychile.cl/N?i=1007746&f=2009-11-03&p=

DESTINA AL MINISTERIO DE BIENES NACIONALES, TERRENOS FISCALES UBICADOS EN EL SECTOR DE TRAVESIA Y PAJARITOS, EN LA REGION DE ATACAMA

Extracto de decreto exento N° 732.- Santiago, 6 de octubre de 2009.

I.- Que el Ministerio de Bienes Nacionales debe cumplir con lo preceptuado en el Decreto Supremo N° 1.963 de 1994, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el Diario Oficial con fecha 6 de mayo de 1995 que promulga el "Convenio sobre Diversidad Biológica" suscrito y ratificado por Chile en el año 1994, y con lo dispuesto en la "Estrategia Nacional de la Biodiversidad", aprobada por el Consejo de Ministros de la Comisión Nacional del Medio Ambiente en el Año 2003;

II.- Que dado lo anterior, mediante decreto exento N° 732, de 6 de octubre de 2009, se destinó al Ministerio de Bienes Nacionales, para la conservación del patrimonio de la biodiversidad contenido en los inmuebles denominados Llanos de Travesía y Pajaritos, específicamente para la conservación y protección a la "formación del Desierto Florido" de los llanos, correspondiente a los pisos vegetacionales; natural desértico mediterráneo interior de Skytanthus Acutus y Acilotes Teretifolia; y natural desértico mediterráneo interior de Adesmia Algarrobo y Balsamia Chilensis, según clasificación de Pisano y Luebert, los predios fiscales ubicados comuna y provincia de Copiapó, Región de Atacama y que corresponde a uno de los inmuebles consignados en el Marco de la Política Nacional de Áreas Protegidas, plan de acción de corto plazo, singularizados como Lotes A, B, C y D, del Plano N° 03101-189 C.R., con una superficie total de 38.905,67 hectáreas.

III.- El decreto con su texto completo se encuentra archivado en el Ministerio de Bienes Nacionales.

IV.- Extracto autorizado por el Subsecretario de Bienes Nacionales don Augusto Prado Sánchez.-

Augusto Prado Sánchez, Subsecretario de Bienes Nacionales.

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile - www.leychile.cl - documento generado el 26-Nov-2019

ANEXO 2 Oficio a SEREMI de Bienes Nacionales Región de Atacama

Chile en marcha

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
REGIÓN DE ATACAMA
DIRECCIÓN REGIONAL ATACAMA
JCA/CPG

ORD.Nº: 207/2019
ANT. : NO HAY
MAT. : CONSULTA DOMINIO FISCAL

COPIAPO, 09/10/2019

DE : DIRECTOR REGIONAL DIRECCIÓN REGIONAL ATACAMA OR.III

A : SEÑORA CARLA GUAITA CARRIZO SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL SEREMI DE BIENES NACIONALES REGIÓN DE ATACAMA

La Corporación Nacional Forestal, en el marco de su Misión de conservar la diversidad biológica a través del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE) y su objetivo estratégico de fortalecer este Sistema, ha decidido potenciar y enfocar sus esfuerzos en mejorar la representatividad de los ambientes naturales en el Sistema en la Región de Atacama a través de la propuesta de creación de un Parque Nacional Desierto Florido, en la comuna de Copiapó.

Como es de vuestro conocimiento, en virtud de lo dispuesto en la letra c) del artículo 71° de la Ley 19.300 de 1994, modificada por la Ley 20.417 de 2010, corresponde al *Consejo de Ministros para la Sustentabilidad* proponer al Presidente de la República la creación de las áreas silvestres protegidas del Estado. Para efectos de presentar ante el referido Consejo una propuesta consensuada desde las instancias regionales de los ministerios que conforman el Consejo referido, es que hemos considerado de fundamental importancia contar con vuestro pronunciamiento para con respecto a la iniciativa de creación propuesta.

Por lo expuesto, me permito solicitar a Ud. tener a bien informar a esta Dirección Regional, en el marco de las competencias de vuestra Seremía, acerca de la factibilidad territorial de la iniciativa indicando si el predio adjunto es de dominio fiscal, y si en su totalidad no lo fuera por favor indicar aquella superficie de dominio fiscal en formato KML.

Para el efecto anterior, me permito adjuntar a Ud. el Polígono de dicha iniciativa en formato KML, además de una Minuta Ejecutiva Técnica y el acta del Comité Nacional de áreas protegidas 2018.

Saluda atentamente a usted

DIRECTOR

HÉCTOR ALEJANDRO SOTO VERA
DIRECTOR REGIONAL
DIRECCIÓN REGIONAL ATACAMA

Incl.: Documento Digital: Minuta Ejecutiva Técnica
Documento Digital: acta Comisión Nacional Áreas Protegidas 2018
Documento Digital: KML Predio consulta

ANEXO 3. Catálogo Flora

Especies	Patrón de Distribución	Estado de Conservación
Adesmia argentea	**Endémica**	**Fuera de Peligro**
Adesmia argyrophylla	Endémica	Vulnerable
Adesmia elata	Endémica	Fuera de Peligro
Adesmia eremophilla	Endémica	Fuera de Peligro
Adesmia filifolia	Endémica	Fuera de Peligro
Adesmia godoyae	Endémica	Vulnerable
Adesmia kingii	Endémica	Insuficientemente Conocida
Adesmia parviflora	Endémica	Fuera de Peligro
Adesmia tenella	Endémica	Fuera de Peligro
Alstroemeria kingii	Endémica	Casi Amenazada
Amblyopappus pusillus	Nativa	Fuera de Peligro
Argemone hunnemanni	Nativa	Insuficientemente Conocida
Argylia geranioides	Endémica	Fuera de Peligro
Argylia radiata	Nativa	Fuera de Peligro
Aristolochia chilensis	Endémica	Fuera de Peligro
Asphodelus fistulosus	Adventicia	Sin clasificacion
Asteriscium closii	Endémica	Fuera de Peligro
Astragalus coquimbensis	Endémica	Fuera de Peligro
Astragalus dodtii	Endémica	Fuera de Peligro
Atriplex clivicola	Endémica	Fuera de Peligro
Atriplex deserticola	Nativa	Fuera de Peligro
Atriplex leuca	Endémica	Insuficientemente Conocida
Bahia ambrosioides	Endémica	Fuera de Peligro
Balbisia peduncularis	Nativa	Fuera de Peligro
Balsamocarpon brevifolium	Endémica	Vulnerable
Bridgesia incisifolia	Endémica	En Peligro de Extinción
Bromus berteroanus	Nativa	Fuera de Peligro
Bryantiella glutinosa	Nativa	Fuera de Peligro
Buddleja suaveolens	Endémica	Vulnerable
Bulnesia chilensis	Endémica	Fuera de Peligro
Caesalpina angulata	Endémica	Fuera de Peligro
Calandrinia litoralis	Endémica	Fuera de Peligro
Calandrinia longiscapa	Endémica	Fuera de Peligro
Calceolaria glandulosa	Endémica	Fuera de Peligro
Calliandra chilensis	Endémica	Fuera de Peligro
Camissonia dentata	Nativa	Fuera de Peligro
Chaetanthera glabrata	Endémica	Fuera de Peligro
Chenopodium ambrosioides	Nativa	Fuera de Peligro
Chenopodium chilense	Nativa	Insuficientemente Conocida
Chenopodium murale	Adventicia	Sin clasificación
Chenopodium papulosum	Nativa	Vulnerable
Chenopodium petiolare	Nativa	Fuera de Peligro
Chiropetalum berteroanum	Endémica	Insuficientemente Conocida
Chiropetalum cremnophilum	Endémica	Insuficientemente Conocida
Chorizanthe commisuralis	Nativa	Fuera de Peligro

Chuquiraga ulicina	Endémica	Fuera de Peligro
Cistanthe celosoides	Nativa	Fuera de Peligro
Cistanthe densiflora	Nativa	Fuera de Peligro
Colliguaja odorifera	Endémica	Fuera de Peligro
Convolvulus bonariensis	Nativa	Fuera de Peligro
Cordia decandra	Endémica	Fuera de Peligro
Crassula connata	Nativa	Fuera de Peligro
Cristaria argyliifolia	Endémica	Fuera de Peligro
Cristaria cyanea	Endémica	Fuera de Peligro
Cristaria dissecta	Nativa	Fuera de Peligro
Cristaria gracilis	Endémica	Fuera de Peligro
Cristaria integerrima	Endémica	Fuera de Peligro
Cristaria viridiluteola	Endémica	Fuera de Peligro
Cruckshanksia hymenodon	Nativa	Fuera de Peligro
Cruckshanksia pumila	Endémica	Fuera de Peligro
Cruckshanksia verticillata	Endémica	Fuera de Peligro
Crypantha chaetocalyx	Endémica	Fuera de Peligro
Cryptantha globulifera	Nativa	Fuera de Peligro
Cryptantha kingii	Endémica	Fuera de Peligro
Cryptantha parviflora	Nativa	Fuera de Peligro
Cumulopuntia sphaerica	Nativa	Preocupación Menor
Cuscuta micrantha	Endémica	Insuficientemente Conocida
Cuscuta odorata	Nativa	Insuficientemente Conocida
Cynanchum deserticola	Endémica	Fuera de Peligro
Cyphocarpus rigescens	Endémica	Fuera de Peligro
Descurainia cumingiana	Nativa	Fuera de Peligro
Dinemagonum gayanum	Endémica	Fuera de Peligro
Dioscorea fastigiata	Endémica	Fuera de Peligro
Diplolepis boerhaviifolia	Endémica	Fuera de Peligro
Domeykoa oppositifolia	Endémica	Insuficientemente Conocida
Ephedra breana	Nativa	Fuera de Peligro
Ephedra chilensis	Nativa	Fuera de Peligro
Eragrostis pycnantha	Endémica	Insuficientemente Conocida
Erodium cicutarium	Adventicia	Sin clasificacion
Errazurizia multifoliolata	Endémica	Fuera de Peligro
Eryngium macracanthum	Endémica	Vulnerable
Euphorbia copiapina	Endémica	Fuera de Peligro
Fagonia chilensis	Nativa	Fuera de Peligro
Frankenia chilensis	Nativa	Fuera de Peligro
Gilia laciniata	Nativa	Fuera de Peligro
Glandularia atacamensis	Nativa	Insuficientemente Conocida
Glandularia sulphurea	Nativa	Fuera de Peligro
Gymnophyton flexuosum	Endémica	Fuera de Peligro
Haplopappus philippii	Endémica	Fuera de Peligro
Helenium atacamense	Endémica	Fuera de Peligro
Helenium urmenetae	Endémica	Insuficientemente Conocida
Heliotropium chenopodiaceum	Endémica	Fuera de Peligro
Heliotropium filifolium	Endémica	Vulnerable
Heliotropium myosotifolium	Endémica	Fuera de Peligro
Heliotropium sinuatum	Endémica	Fuera de Peligro

Hoffmannseggia glauca	Nativa	Fuera de Peligro
Hoffmannseggia prostrata	Nativa	Fuera de Peligro
Homalocarpus digitatus	Endémica	Insuficientemente Conocida
Homalocarpus intergerrimus	Endémica	Fuera de Peligro
Huidobria chilensis	Endémica	Fuera de Peligro
Jarava speciosa	Nativa	Fuera de Peligro
Jarava tortuosa	Endémica	Fuera de Peligro
Krameria cistoidea	Endémica	Preocupación Menor
Lastarriaea chilensis	Endémica	Fuera de Peligro
Lippia fragrans	Endémica	Insuficientemente Conocida
Loasa illapelina	Endémica	Fuera de Peligro
Lobelia polyphylla	Endémica	Fuera de Peligro
Lotus microcarpus	Adventicia	Sin clasificacion
Lycium stenophyllum	Nativa	Fuera de Peligro
Malacothrix clevelandii	Nativa	Insuficientemente Conocida
Malesherbia humilis	Nativa	Fuera de Peligro
Malesherbia obtusa	Endémica	Fuera de Peligro
Malva parviflora	Adventicia	Sin clasificacion
Mathewsia auriculata	Endémica	Fuera de Peligro
Mathewsia biennis	Endémica	Insuficientemente Conocida
Mathewsia nivea	Endémica	Fuera de Peligro
Menonvillea orbiculata	Endémica	Fuera de Peligro
Menonvillea pinnatifida	Endémica	Fuera de Peligro
Mentzelia pinnatifida	Endémica	Insuficientemente Conocida
Miqueliopuntia Miquelii	Endémica	Fuera de Peligro
Mirabilis elegans	Nativa	Fuera de Peligro
Montiopsis trifida	Endémica	Fuera de Peligro
Muehlenbeckia hastulata	Nativa	Fuera de Peligro
Mutisia cana	Endémica	Fuera de Peligro
Nicotiana acuminata	Nativa	Fuera de Peligro
Nicotiana corymbosa	Nativa	Fuera de Peligro
Nicotiana miiersii	Endémica	Fuera de Peligro
Nolana albescens	Endémica	Fuera de Peligro
Nolata baccata	Endémica	Fuera de Peligro
Nolana carnosa	Endémica	Fuera de Peligro
Nolana crassulifolia	Endémica	Fuera de Peligro
Nolana divaricata	Endémica	Fuera de Peligro
Nolana elegans	Endémica	Fuera de Peligro
Nolana leptophylla	Endémica	Fuera de Peligro
Nolana parviflora	Endémica	Insuficientemente Conocida
Nolana rostrata	Endémica	Fuera de Peligro
Nolana rupicola	Endémica	Fuera de Peligro
Nolana sedifolia	Endémica	Fuera de Peligro
Oenothera coquimbensis	Endémica	Fuera de Peligro
Olsynium junceum	Nativa	Fuera de Peligro
Oxalis atacamensis	Endémica	Insuficientemente Conocida
Oxalis micrantha	Nativa	Fuera de Peligro
Parietaria debilis	Nativa	Fuera de Peligro
Pasithea caerulea	Nativa	Insuficientemente Conocida
Pectocarya dimorpha	Endémica	Fuera de Peligro

Phrodus microphyllus	Endémica	Fuera de Peligro
Pintoa chilensis	Endémica	En Peligro de Extinción
Plantago hispidula	Endémica	Fuera de Peligro
Plantago litorea	Endémica	Fuera de Peligro
Pleocarphus revolutus	Endémica	Fuera de Peligro
Polyachyrus carduoides	Endémica	Fuera de Peligro
Prosopis chilensis	Nativa	Vulnerable
Prosopis flexuosa	Nativa	Vulnerable
Proustia cuneifolia	Endémica	Fuera de Peligro
Proustia ilicifolia	Endémica	Fuera de Peligro
Quinchamalium chilense	Nativa	Fuera de Peligro
Quinchamalium excrescens	Endémica	Fuera de Peligro
Rhodophiala bagnoldii	Endémica	Fuera de Peligro
Salpiglossis spinescens	Endémica	Fuera de Peligro
Schinus polygama	Nativa	Fuera de Peligro
Schizopetalon tenuifolium	Endémica	Fuera de Peligro
Senecio cachinalensis	Endémica	Fuera de Peligro
Senecio chamomillifolius	Endémica	Insuficientemente Conocida
Senevio proteus	Endémica	Fuera de Peligro
Senecio troncosii	Endémica	Fuera de Peligro
Senna cumingii	Endémica	Fuera de Peligro
Sisyrinchium graminifolium	Nativa	Fuera de Peligro
Skytanthus acutus	Endémica	Fuera de Peligro
Solanum paposanum	Endémica	Insuficientemente Conocida
Solanum trinominum	Endémica	Fuera de Peligro
Spergularia pycnantha	Endémica	Vulnerable
Tetragonia angustifolia	Endémica	Fuera de Peligro
Tetragonia copiapina	Endémica	Insuficientemente Conocida
Teucrium nudicaule	Endémica	Fuera de Peligro
Tiquilia litoralis	Nativa	Fuera de Peligro
Tristerix aphyllus	Endémica	Fuera de Peligro
Tropaeolum kingii	Endémica	Insuficientemente Conocida
Tropaeolum tricolor	Endémica	Fuera de Peligro
Viola godoyae	Endémica	Casi Amenazada
Viola pusilla	Endémica	Fuera de Peligro
Werdermannia anethifolia	Endémica	Insuficientemente Conocida

Clase	Especie	Nombre	Patrón de Distribución	Estado de Conservacion
Ave	*Buteo polyosoma*	Aguilucho comun	Nativo	Sin clasificación
	Circus Cinereus	Vari	Nativo	Sin clasificación
	Elanus leucorus	Bailarín	Nativo	Sin clasificación
	Geranoaetus melanoleucus	Águila	Nativo	Sin clasificación
	Parabuteo unicintus	Peuco	Nativo	Sin clasificación
	Caprimulgus longirostris	Gallina Ciega (Sur de Atacama)	Nativo	Sin clasificación
	Catarthes aura	Jote cabeza roja	Nativo	Sin clasificación
	Coragyps atratus	Jote cabeza negra	Nativo	Sin clasificación
	Vultur gryphus	Cóndor	Nativo	Vulnerable
	Oreopholus ruficollis ruficollis	Chorlo de campo	Nativo	Sin clasificación
	Metriopelia melanoptera	Tortola cordillerana	Nativo	Sin clasificación
	Zonotrichia capensis chilensis	Chincol	Nativo	Sin clasificación
	Caracara Plancus	Traro, Caracho	Nativo	Sin clasificación
	Falco femoralis	Halcón Perdiguero	Nativo	Sin clasificación
	Falco Peregrinus	Halcón Peregrino	Nativo	Preocupación Menor
	Falco sparverius	Cernícalo	Nativo	Sin clasificación
	Milvago chimango	Tiuque	Nativo	Sin clasificación
	Phalcoboenus AAAAmegalopterus	Carancho cordillerano	Nativo	Sin clasificación
	Carduelis uropygialis	Jilguero Cordillerano	Nativo	Sin clasificación
	Upucerthia dumetaria hypoleuca	Bandurrilla	Nativa	Sin clasificación
	Pseudasthenes humicola humicola	Canastero	Endémica	Sin clasificación
	Geositta cunicularia fissirostris	Minero	Nativa	Sin clasificación
	Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina dorso negro	Nativa	Sin clasificación
	Pteroptochos megapodius atacamae	Turca de Atacama	Endémica	Sin clasificación
	Athene cunicularia	Pequén	Nativo	Sin clasificación
	Bubo virginianus	Tucúquere	Nativo	Sin clasificación

	Glaucidium nanum	Chuncho	Nativo	Sin clasificación
	Theristicus melanopis	Bandurria	Nativo	Preocupación Menor
	Diuca diuca crassirostris	Diuca	Nativo	Sin clasificación
	Phrygilus fruticeti fruticeti	Yal	Nativo	Sin clasificación
	Phrygilus gayi gayi	Cometocino de Gay	Nativo	Sin clasificación
	Phrygilus unicolor	Pájari plomo	Nativo	Sin clasificación
	Oreotrochilus leucopleurus	Picaflor Cordillerano	Nativo	Sin clasificación
	Patagona gigas	Picaflor Gigante	Nativo	Sin clasificación
	Rhodopis vesper ?	Picaflor del Norte (Arica a Calama)	Nativo	Sin clasificación
	Sephanaoides galeritus	Picaflor chico	Nativo	Sin clasificación
	Sephanoides sephaniodes	Picaflor	Nativo	Sin clasificación
	Tyto alba	Lechuza	Nativo	Sin clasificación
	Histiotus montanus	Murcielago orejudo	nativo	Preocupación Menor
	Histiotus macrotus	Murciélago orejón	Nativo	Preocupación Menor
Mammalia	*Abrocoma bennetti*	Ratón chinchilla común	Endémico	Preocupación Menor
	Lycalopex griseus	Zorro chilla	Nativo	Preocupación Menor
	Lycalopex culpaeus	Zorro culpeo	Nativo	Preocupación Menor
	Lama guanicoe	Guanaco	Nativo	Vulnerable
	Chinchilla brevicaudata	Chinchilla	Nativo	Sin clasificación
	Lagidium viscacia	Vizcacha	Nativo	Preocupación Menor
	Ctenomys fulvus	Tuco tuco de Atacama	Nativo	Vulnerable
	Desmodus rotundus	Piuchén	Nativo	Preocupación Menor
	Thylamys elegans	Yaca	nativo	Preocupación Menor
	Puma concolor	Puma	nativo	Casi Amenazada
	Leopardus colocolo colocolo	Gato colocolo	Endemico	Casi Amenazada

	Akodon olivaceus	Ratón olivaceo	nativo	Sin clasificación
	Abrothrix andinus	Ratón andino	nativo	Sin clasificación
	Abrotrix olivaceus	Ratón lanudo común	nativo	Sin clasificación
	Phyllotis darwinii	Ratón orejudo de Darwin	Nativo	Sin clasificación
	Galictis cuja	Quique	Nativo	Preocupación Menor
	Spalocopus cyanus	Cururo	nativo	Sin clasificación
Reptilia	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	endemico	Preocupación Menor
	Tachymenis chilensis	Culebra de cola corta	endemico	Preocupación Menor
	Homonota gaudichaudi	Salamanqueja del norte chico	endemico	Preocupación Menor
	Callopistes palluma	Iguana chilena	nativo	Casi Amenazada
	Liolaemus atacamensis	Lagartija de Atacama	endemico	Preocupación Menor
	Liolaemus nigromaculatus	Lagartija de Mancha Negra	endemico de la region	Casi Amenazada
	Liolaeums nitidus	Lagarto Nitido	endemico	Casi Amenazada
	Liolaemus platei	Lagartija de Plate	endemico	Preocupación Menor
Amphibia	*Rhinella atacamensis*	Sapo de Atacama	endemico	Vulnerable
	Pleurodema thaul	Sapo de cuatro ojos	nativa	Casi Amenazada
Actinopterygii	*Gambusia holbrooki*	Gambusia	Exótica	sin clasificacion

ANEXO 5. Resolución Exenta nº483 sobre Protección del Desierto Florido y Constitución de la Comisión del Desierto Florido de la Región de Atacama







ACTUALIZA RESOLUCIÓN EXENTA N°643/1997 SOBRE PROTECCIÓN DEL DESIERTO FLORIDO Y APRUEBA LA CONSTITUCIÓN DE COMISIÓN DEL DESIERTO FLORIDO DE LA REGIÓN DE ATACAMA.

RESOLUCIÓN EXENTA GENERAL N° 483

COPIAPÓ, 24 SET. 2015

VISTOS: Lo dispuesto en los Artículos 17, letra c), 18 letra d), 19 letra f), 24 y demás pertinentes de la Ley N° 19.175, Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional; en el Artículo 19 N°8 de la Constitución Política de la República; en el Decreto 1963 de fecha 06 de mayo de 1995 del Ministerio de Relaciones Exteriores, que Promulga Convenio sobre la Diversidad Biológica; en la Estrategia Nacional de Biodiversidad; en la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, en la Ley N°20.417 que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia de Medio Ambiente; en el Decreto N°29 de fecha 27 de abril de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente que aprueba el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación; en la Estrategia Regional de Desarrollo de Atacama 2007-2017; en la Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama 2010-2017; en los Decretos Exentos N°383/2007, N°382/2007, N°613/2012, N°187/2009 y N°732/2009, todos ellos del Ministerio de Bienes Nacionales; DS N°527/1985, que crea el Parque Nacional Pan de Azúcar y DS Nº 946/1994 que crea el Parque Nacional Llanos de Challe, ambos del Ministerio de Bienes Nacionales; en la Resolución Exenta N°643 del 29 de agosto de 1997 del Gobierno Regional de Atacama; en la Resolución N°1.600 de fecha 30 de octubre de 2008 que fija Normas sobre Exención del Trámite de Toma de Razón, de la Contraloría General de la República; y

CONSIDERANDO:

I. Que, es deber del Gobierno Regional de Atacama y las instituciones del Estado, el resguardo del Patrimonio Natural de esta Región Administrativa, con énfasis en el ecosistema del Desierto Florido y toda la diversidad de formas de vida que lo estructuran.

II. Que, la Estrategia Regional de Desarrollo de Atacama tiene un Lineamiento Estratégico denominado "*Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable*", donde uno de sus objetivos generales dispone "*Gestionar el uso sustentable del patrimonio natural regional, promoviendo el desarrollo de una*

Educación para la Sustentabilidad y garantizando el acceso ciudadano a la Información Ambiental".

III. Que, la flora y vegetación de la Región de Atacama establecida por el Libro Rojo de la Flora Nativa de Atacama, está constituida por 980 especies nativas, lo que equivale a casi un quinto de la diversidad presente en Chile. De éstas, 77 especies son endémicas de nuestro país y su distribución mundial es exclusiva en la Región Administrativa de Atacama. Y que, por lo tanto, es un reservorio genético de alto interés para su conservación in situ y ex situ.

IV. Que, según el Reglamento de Clasificación de especies y sus Decretos Supremos, hasta la fecha hay un total de 114 especies de flora y vegetación clasificadas para la Región de Atacama, lo que equivale al 11,6% del total regional. De éstas, hay 5 Extintas, 1 En Peligro Crítico, 19 En Peligro, 5 En Peligro–Rara, 44 Vulnerables, 1 Vulnerable–Rara, 21 Casi Amenazada y 18 Preocupación menor.

V. Que, en las Áreas Protegidas de la Región de Atacama: Parque Nacional Pan de Azúcar y Parque Nacional Llanos de Challe y, en los Bienes Nacionales Protegidos: Quebrada de Leones, Punta Morro – Desembocadura del Río Copiapó y Desierto Florido de los Llanos de Travesía, se resguarda una importante muestra de los ecosistemas relevantes de la Región de Atacama.

VI. Que, la Estrategia Regional de Biodiversidad de Atacama identifica al Ecosistema del Desierto Florido como un Sitio Prioritario para la conservación de la Biodiversidad.

VII. Que, el Desierto Florido es un complejo ecosistema, de trascendencia mundial y de vital importancia para el desarrollo local que requiere gestión permanente, cuyo fenómeno visible es la floración y que en periodos sin precipitaciones este material genético permanece latente en el suelo al igual que otras formas de vida a la espera de condiciones favorables. La complejidad de la vida silvestre en el Desierto Florido se manifiesta a través de las especies residentes que son visibles en forma permanente tales como guanacos, zorros, cururos, reptiles, aves, arbustos y cactáceas. Además de otro conjunto de especies que permanecen en estado latente por años y que son visibles cuando se producen condiciones favorables de humedad y temperatura en el suelo, tales como plantas efímeras surgidas a partir de semillas, plantas geófitas que surgen a la superficie a partir de bulbos, rizomas y tubérculos; además de insectos, arañas, escorpiones y caracoles.

VIII. Que, el fenómeno de la floración del Desierto ocurre en una gran proporción de territorio fiscal, por lo que la institucionalidad vigente debe velar por su cuidado y preservación.

IX. Que el Desierto Florido y su complejidad ecosistémica, es un fenómeno natural que se produce asimismo en propiedades de particulares, por lo que se hace necesario instar a éstos a que contribuyan a la protección del patrimonio ambiental, atendida la función social de la propiedad, velando siempre por el respeto y cumplimiento de la normativa vigente de protección y conservación del Medio Ambiente.

X. Que, el Desierto Florido, es característico de la Región de Atacama y posee territorios de alta importancia para su gestión, tales como: Pan de Azúcar, Llanos de Challe, Punta Morro – Desembocadura del

Río Copiapó, Quebrada de Leones, Llanos de Travesía y el polígono asociado al Sitio Prioritario para conservación de la Biodiversidad Desierto Florido. Al grupo anterior se agregan los Llanos de Caldera, Totoral, Hacienda Castilla, la Serranías Costeras de Chañaral, los sectores de Copiapó, Freirina, Huasco y Vallenar, Pajaritos, Carrizalillo, Peralillo, Punta Alcalde, entre otros.

XI. Que, asimismo, "El Desierto Florido" es de gran interés ambiental, científico, educativo, cultural, turístico y recreativo. En este contexto es posible destacar la singularidad de un conjunto de especies: Garra de león, Suspiros de campo, Patas de Guanaco, Lirios de campo, Añañucas, Terciopelos, Coronillas del Fraile, Huillis o Cebollines; además de Caracoles, Mariposas, Vaquitas del Desierto, Arañas y Escorpiones, cada uno de los cuales cumple funciones ecológicas específicas. Todas estas formas de vida se integran e interactúan, con arbustos y cactáceas y con el grupo vertebrados conformado por mamíferos, reptiles y aves.

XII. Que, con o sin floración, en períodos húmedos y secos, producto de las actividades antrópicas, se producen impactos sobre las especies de flora y fauna y el recurso suelo. Las actividades que producen impactos son las siguientes: rallys y raids realizados a campo traviesa, el desplazamiento de vehículos particulares en zonas sin intervención que no están autorizadas, extracción y comercialización de cactáceas, colecta de semillas, captura y comercialización de reptiles, extracción de especies geófitas, atropellos de guanacos y zorros, caza ilegal de guanacos, corta de ejemplares de flora con fines ornamentales y el turismo no regulado. Por lo señalado, el resguardo del territorio y la conservación del suelo es esencial para la viabilidad de este ecosistema.

XIII. Que, desde hace años, ha existido la preocupación de la institucionalidad pública para el reconocimiento, la protección y el cuidado del patrimonio natural que representa el Desierto Florido en la Región de Atacama, y que asimismo, se hace necesario fortalecer la institucionalidad regional encargada de la preservación de éste.

RESUELVO:

1.- ACTUALÍCESE la Resolución Exenta N°643 de fecha 29 de agosto de 1997, del Gobierno Regional de Atacama, reafirmando las declaraciones contenidas en ésta, en atención a los considerandos precedentes.

2.- CONSTITÚYASE, a contar de la firma de este documento, la **Comisión del Desierto Florido de la Región de Atacama**, la que tendrá el carácter de permanente en cuanto a su funcionamiento y cuyo objetivo será la gestión del territorio a través de la protección, fiscalización, la educación ambiental, la investigación científica, la promoción y el ordenamiento de las actividades turísticas; estableciendo procedimientos y requisitos para la ejecución de las actividades antrópicas que se realizan en el territorio, ya sean en terrenos de propiedad fiscal o privados, velando siempre por el cumplimiento de la normativa vigente.

3.- DETERMÍNESE que la **Comisión del Desierto Florido de la Región de Atacama,** estará conformada por el Intendente de la Región de Atacama, quien la presidirá; y se designará como Secretaría Técnica a la División de Planificación y Desarrollo del Gobierno Regional de Atacama. Además, formarán parte de esta comisión, los representantes debidamente facultados de la

Secretaría Regional Ministerial de Economía, la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura, la Secretaría Regional Ministerial de Bienes Nacionales de Atacama, la Dirección Regional de la Corporación Nacional Forestal de la Región de Atacama, la Dirección Regional del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama, la Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente de la Región de Atacama, la Dirección Regional del Servicio Nacional de Turismo de la Región de Atacama, la Prefectura Atacama de Carabineros de Chile, la Tercera Región Policial de la Policía de Investigaciones de Chile, las Gobernaciones Provinciales de la Región de Atacama y los Municipios de la Región de Atacama.

Las facultades, atribuciones y competencias de la Comisión del Desierto Florido de la Región de Atacama, así como su funcionamiento interno, serán reguladas a través de un Reglamento Interno, que se dicte al efecto.

4.- ESTABLÉZCASE el **Territorio de Gestión del Desierto Florido en la Región de Atacama**, aquel conformado por las siguientes Formaciones Vegetacionales: Desierto Costero de Taltal, Desierto Costero del Huasco, Desierto Florido de los Llanos de Travesía, Desierto Florido de las Serranías, Desierto Estepario de las Serranías costeras, Desierto Interior de Taltal, Desierto Estepario del Salvador.

Las instituciones públicas de la Región de Atacama, dentro del ámbito de sus funciones, deberán siempre velar por la adecuada preservación, conservación y desarrollo sostenible de éste. Sin perjuicio de lo anterior, y sólo para los efectos de las acciones que derivan de la presente Resolución, dentro de este Territorio de Gestión del Desierto Florido, se han establecido dos áreas de gestión, la primera de ellas denominada **Área de Mayor Expresión Desierto Florido** está constituido por las Formaciones Vegetacionales Desierto Costero de Taltal, Desierto Costero del Huasco, Desierto Florido de los Llanos de Travesía y el Desierto Florido de las Serranías. Esta área concentra la mayor diversidad de especies tanto de flora como de fauna, y otras formas de vida. Existe una base de especies que se observan en forma permanente y con mayores abundancias producto de las camanchacas que humectan las laderas de la cordillera de la costa y los llanos interiores, lo cual posibilita la presencia de cactáceas y arbustos que interactúan con mamíferos, aves y reptiles, sosteniendo la vida del ecosistema. Las precipitaciones invernales incrementan la diversidad de especies de flora, que son visibles en la estación de primavera, lo cual se traduce en un mayor inventario de especies e intensas interacciones entre las diversas formas de vida.

Asimismo, dentro de este mismo Territorio de Gestión del Desierto Florido, el **Área con Menor Expresión Desierto Florido** está conformado por la Formaciones Vegetaciones Desierto Estepario de las Serranías Costeras, Desierto Interior de Taltal y Desierto Estepario del Salvador. Cabe señalar que en este espacio territorial la visibilización de la floración es menos frecuente y más esporádica producto de las escasas precipitaciones. Si bien la diversidad de especies, tanto de flora como de fauna, es menor respecto del polígono señalado en el párrafo anterior, en ningún caso es menos relevante dado que las especies que sobreviven y permanecen en el tiempo, han evolucionado para sostenerse en condiciones de extrema aridez.

Finalmente, para el **Área de Mayor Expresión Desierto Florido** se identifican los Instrumentos de Gestión para la conservación de la Biodiversidad que implementa el Estado de Chile en el Desierto Florido y que corresponde a las siguientes: Áreas Protegidas que administra CONAF: Parque Nacional Pan de Azúcar, Parque Nacional Llanos de Challe; Bienes Nacionales Protegidos: Quebrada de Leones, Punta Morro – Desembocadura del Río Copiapó y Desierto Florido de los Llanos

de Travesía; y el Sitio Prioritario para la conservación de la Biodiversidad que gestiona el Ministerio de Medio Ambiente: Desierto Florido.

La Información cartográfica está contenida en los documentos planos anexos de esta Resolución. En el **Anexo 1** se visualiza el Territorio de Gestión del Desierto Florido, las Áreas de Mayor y Menor Expresión del Desierto Florido y las Comunas de la región de Atacama. En el **Anexo 2** se cruza el Territorio de Gestión del Desierto Florido, las Áreas de Mayor y Menor Expresión del Desierto Florido, los Instrumentos de Gestión para Conservar la Biodiversidad, los asentamientos humanos y la infraestructura caminera regional.

5.- ELABÓRESE, a través de la Comisión del Desierto Florido, un modelo de Ordenanza Municipal General que resguarde la complejidad ecosistémica del Desierto Florido que se señala en esta Resolución y **SOLICÍTESE** a las Municipalidades que conforman la Región de Atacama, que promuevan su aprobación dentro de sus respectivas comunas.

6.- VERIFÍQUESE, por parte de los servicios públicos competentes en materias ambientales y territoriales, que todas las actividades antrópicas que se inserten en el polígono de mayor relevancia del Desierto Florido, principalmente productivas, se ajusten a la legislación vigente.

7.- ESTABLÉZCASE, a través de la Comisión Desierto Florido, procedimientos y requisitos, para actividades que no se enmarcan en la legislación vigente, tales como investigaciones científicas, rallys y raids, actividades turísticas y recreativas.

ANÓTESE, PUBLÍQUESE Y COMUNÍQUESE

GOBIERNO REGIONAL DE ATACAMA
INTENDENTE

MIGUEL VARGAS CORREA
INTENDENTE REGIONAL
GOBIERNO REGIONAL DE ATACAMA

MVC/[illegible]/mrr
Distribución:
- Gobernación Provincial de Chañaral
- Gobernación Provincial de Copiapó
- Gobernación Provincial del Huasco
- Municipalidad de Chañaral
- Municipalidad de Diego de Almagro
- Municipalidad de Caldera
- Municipalidad de Copiapó
- Municipalidad de Tierra Amarilla
- Municipalidad de Freirina
- Municipalidad de Huasco
- Municipalidad de Vallenar
- Municipalidad de Alto del Carmen
- Secretaría Regional Ministerial de Economía
- Secretaría Regional Ministerial de Agricultura

ANEXO 6. Resolución Nº 101 sobre postulación del Desierto Florido como Patrimonio Natural de la Humanidad

[redacted]

Ministerio Secretaría General de la Presidencia

ORD. (D.J.L.) Nº 1073 /

ANT.: Resolución Nº 101 de 11.07.2018, de la H. Cámara de Diputados.

MAT.: Lo que indica.

SANTIAGO, 20 JUL 2018

OFICINA DE PARTES 20 JUL 2018 MEDIO AMBIENTE

MC/12157

A : SEÑORA MARCELA CUBILLOS SIGALL
MINISTRA DEL MEDIO AMBIENTE

DE : FERNANDA GARCÉS RAMÍREZ
JEFA DIVISIÓN JURÍDICO-LEGISLATIVA
MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA

1. La División Jurídico-Legislativa del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, ha recibido la resolución del antecedente, cuya copia se acompaña, mediante la cual, la H. Cámara de Diputados solicita a S.E. el Presidente de la República, que requiera la colaboración de vuestra Cartera, con el objeto de patrocinar la postulación del fenómeno del Desierto Florido de la Región de Atacama, como Patrimonio Natural de la Humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO.

2. Por lo anterior, solicito a usted, si lo tiene a bien, responder directamente a la H. Cámara de Diputados, en el ámbito de su competencia y enviar a esta División copia de su respuesta, con el fin de guardar registro.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

REPÚBLICA DE CHILE * MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA

FERNANDA GARCÉS RAMÍREZ
Jefe División Jurídico-Legislativa
Ministerio Secretaría General de la Presidencia

FGR/sao
DISTRIBUCIÓN
1. Sra. Ministra del Medio Ambiente
2. Sra. Presidenta de la H. Cámara de Diputados
3. MINSEGPRES (División Jurídico-Legislativa)
4. MINSEGPRES (Oficina de Partes)

VALPARAÍSO, 11 de julio de 2018

RESOLUCIÓN N° 101

La Cámara de Diputados, en sesión 47° de fecha de hoy, ha prestado aprobación a la siguiente

RESOLUCIÓN

S. E. EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Considerando que:

La lista de patrimonio de la humanidad de la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura), distingue entre el patrimonio cultural, el patrimonio natural y el patrimonio mixto.

Hasta el año 2018, la UNESCO considera un total de 1.073 bienes o sitios que contienen un "Valor Universal Excepcional" repartidos en todo el orbe, de los cuales sólo 35 son de patrimonio mixto, y 206 han sido considerados patrimonio de la humanidad en la categoría patrimonio natural (23% del total).

El patrimonio natural se define como aquél que está constituido por "monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas, o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico" (1). Es decir, se trata de este tipo de formaciones que fueron creadas poco a poco a lo largo del tiempo por la naturaleza, logrando tener un valor universal excepcional desde el punto de vista estético y científico, además de cultural.

En los criterios utilizados por la UNESCO para la selección de este tipo de patrimonio natural, destacan las siguientes categorías: protección de la "Belleza Excepcional", de la "Historia de la Tierra", de un "Ecosistema", o de una "Especie"; que contengan todos el denominado "Valor Universal Excepcional".

Dentro de los 10 sitios más relevantes en el mundo, calificados como patrimonio natural de la humanidad, podemos encontrar algunos de reconocimiento universal como lo es el complejo de conservación de la Amazonia Central en Brasil, la Gran Barrera de Coral de Australia, las Islas de Galápagos en Ecuador; y otras que desde Latinoamérica son más difíciles de conocer como el lago Baikal de Rusia, o

la reserva de caza de Selous en Tanzania.

Chile en la actualidad ha declarado 6 sitios como patrimonio de la humanidad desde el año 1995 a la fecha, todos bajo la categoría de patrimonio cultural (Parque Nacional Rapa Nui 1995, Iglesias de Chiloé 2000, Barrio histórico de la ciudad portuaria de Valparaíso 2003, Oficinas Salitreras de Humberstone y Santa Laura 2005, Ciudad Minera de Sewell 2006 y el Sistema Vial Andino — Qhapaq Ñan 2014).

No obstante lo anterior, nuestro país en la región de Atacama posee un fenómeno natural absolutamente excepcional por su belleza. Un patrimonio incipientemente visibilizado por el turismo nacional e internacional y que es necesario proteger. Este fenómeno denominado "Desierto Florido" es único en el mundo, ocurrido en el desierto más árido del mundo. Su indiscutible belleza, diversidad territorial, adversidad geográfica, fragilidad ecosistémica, y particular temporalidad lo configuran como un patrimonio chileno de excepcionales proporciones. Un proceso de floración que contempla más de 70 especies de vegetación, muchas de ellas endémicas. Es entonces de vital importancia reconocerlo y resguardarlo.

La declaratoria del "Desierto Florido" como Patrimonio Natural de la Humanidad, por tanto, es una iniciativa muy sentida para los habitantes de la Región de Atacama, que lleva varias décadas en la intención de grupos tales como la organización Consejos Ciudadanos de la ciudad de Copiapó y otros de la sociedad civil, máxime en base a la suscripción del Estado de Chile como ley de la República, de la Convención de Diversidad Biológica del año 1992, publicado oficialmente en nuestro país como ley, en el año 1995.

Tales grupos de personas valoran el patrimonio e interés turístico generado por este fenómeno, pues les resulta algo muy relevante para la región, pero también les preocupa cómo se puede resguardar la fragilidad de este evento natural para velar por su sustentabilidad en el tiempo, como por ejemplo, lo hizo la actuación diligente y certera de la Alcaldesa de Caldera quien denunció como amenazas graves las 10 avionetas que utilizaron como pista de aterrizaje el desierto florido el año recién pasado.

LA CÁMARA DE DIPUTADOS RESUELVE:

Solicitar a S.E. el Presidente de la República, que patrocine la postulación de declaración del fenómeno "Desierto Florido" de la Región de Atacama, como Patrimonio Natural de la Humanidad ante la UNESCO y para cumplir dicho objetivo, requiera de la colaboración y liderazgo de su Ministra del Medio Ambiente, de tal forma de que se

instruyan los estudios y programas de investigación que sean necesarios a fin de dar viabilidad técnica a dicha postulación, permitiendo de esta manera la conservación, difusión y visibilización del patrimonio natural de nuestro país.

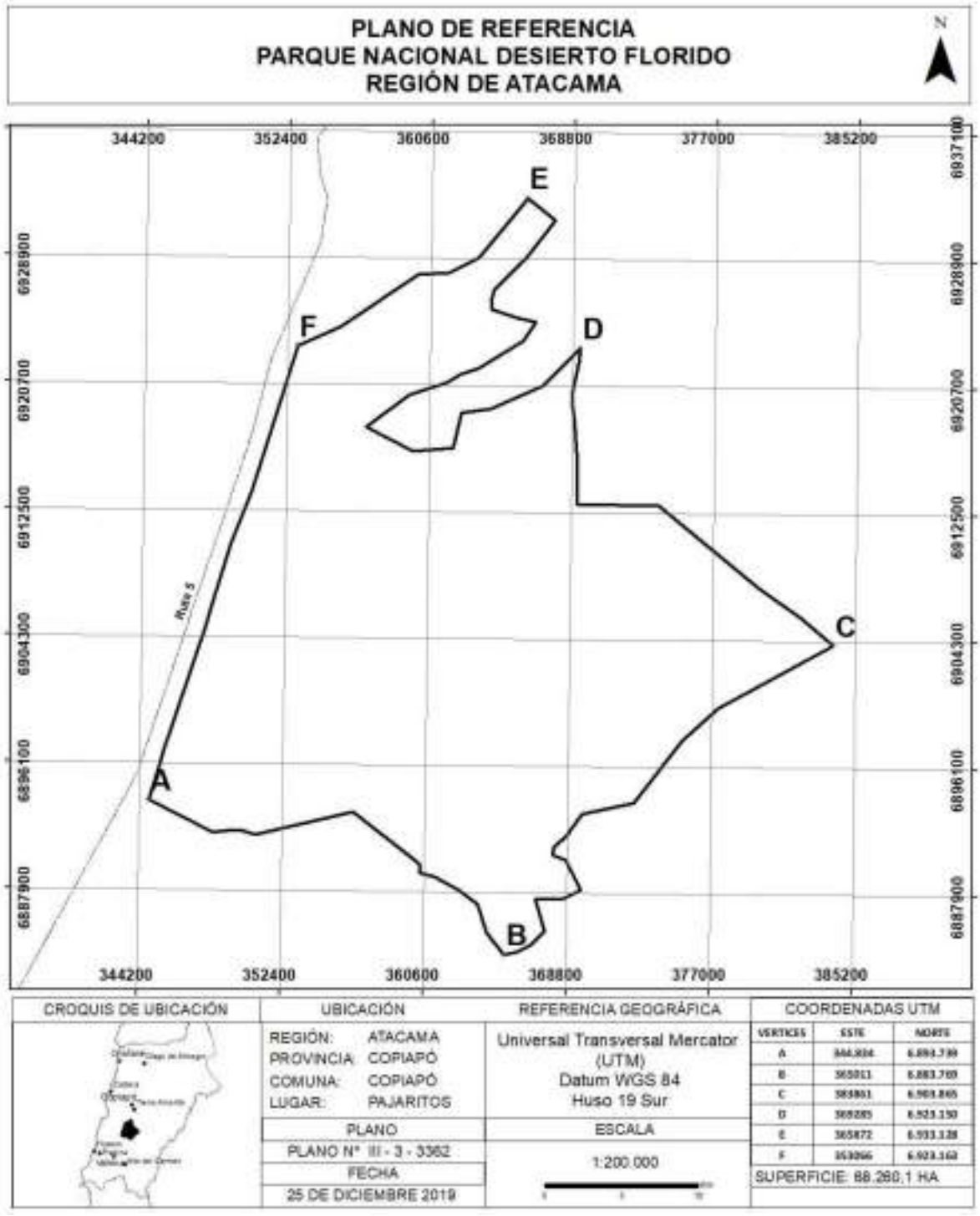
Lo que me corresponde poner en conocimiento de V.E.

Dios guarde a V.E.,

JAIME MULET MARTÍNEZ
Primer Vicepresidente de la Cámara de Diputados

JUAN PABLO GALLEGUILLOS JARA
Prosecretario accidental de la Cámara de Diputados

ANEXO 7. Cartografía de deslindes de la Categorización



GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE
REGIÓN DE ATACAMA

INFORME
“LOCALIZACIÓN ESPACIAL Y CARACTERIZACIÓN DE NÚCLEOS DE BIODIVERSIDAD EN EL SITIO PRIORITARIO DESIERTO FLORIDO, REGIÓN DE ATACAMA”.

Autor:
Luis Faúndez Yancas.

Folio019762

INDICE DE CONTENIDOS

Pag.

INTRODUCCIÓN 5

ANTECEDENTES 6

OBJETIVOS 11

OBJETIVO GENERAL 11

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11

METODOLOGÍA 12

RESULTADOS 15

CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA. 16

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA LOCAL. 17

REPRESENTATIVIDAD DE LA FLORA LOCAL. 19

NATURALIDAD 21

ÍNDICES DE VALORACIÓN DE LOS NÚCLEOS DE DIVERSIDAD 23

Índice de Especies con Problemas de Conservación (EP). 23

Índice de Exclusividad de flora o Grado de Asociatividad (E). 24

Índice de Representatividad de la Flora Local (R). 25

Índice de Naturalidad (N). 27

VALOR PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS NÚCLEOS DE BIODIVERSIDAD 29

Superficie y Número de Unidades 29

Composición y Representatividad Florística 30

- Composición Florística 30
- Exclusividad 31
- Similitud 31
- Representación de la Flora Amenazada. 32

ESTADÍSTICAS GENERALES 34

ESTADÍSTICAS FLORA LOCAL 34

ESTADISTICAS NUCLEOS BIODIVERSIDAD (Polígonos) 35

CONCLUSIONES 36

ANEXO TABLAS 38

ANEXO FIGURAS 65

INDICE DE TABLAS

Tablas incluidas en el Texto.

Pag.

Tabla 3: Numero de especies representantes de cada uno de las Divisiones y Clases taxonómicas presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama, Diciembre 2005. 17

Tabla 5: Listado de especies con problemas de conservación presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. 18

Tabla 6: Número y porcentaje, según grado de exclusividad de la flora presente en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. 19

Tabla 8: Número y porcentaje de especies autóctonas en cada unidad discriminada en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. (Los valores se presentan en orden decreciente respecto del porcentaje de la flora local respectivo). 21

Tabla 9: Listado de especies aloctonas presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. 22

Tabla 11: Nº de polígonos, superficie y porcentaje de la superficie total, de los polígonos que presentan especies con problemas de conservación, según valor de índice EP, en las unidades discriminadas en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.. 24

Tabla 12: Número de especies, superficie y porcentaje respecto de la superficie total, de los polígonos afectos al índice de exclusividad, según el valor del índice E obtenido por cada uno. Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. 25

Tabla 13: Número de especies, superficie y porcentaje respecto de la superficie total, de los polígonos afectos al índice de representatividad, según el valor del índice R obtenido por cada uno. Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. 26

Tabla 14: Número de especies (alóctonas y autóctonas), superficie y porcentaje respecto de la superficie total, de los polígonos afectos al índice de Naturalidad, según el valor N obtenido, Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. 28

Tabla 16: Resumen de la valoración en términos de número y superficie de los polígonos incluidos en cada una de las categorías de valor para la conservación de las unidades del Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. 30

Tabla 17: Resumen del número de especies según origen, para cada una de las categorías de valor para la conservación de los núcleos de biodiversidad presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. 31

Tabla 18: Resumen del número de especies exclusivas para cada una de las categorías de valor para la conservación de los núcleos de biodiversidad presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. 31

Tabla 19: Valores porcentuales del Índice de Similitud (Índice de Sorensen) aplicado sobre las categorías de valor para la conservación de los núcleos de biodiversidad presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama..... 32

Tabla 20: Representación de las especies amenazadas en las distintas categorías para el valor de conservación establecidas para el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. 33

Folio019764

Tabla 21: Resúmen estadístico de los parámetros mas relevantes, según las categorías de Valor para la Conservación de los núcleos de biodiversidad detectados en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. 35

Tablas incluidas en Anexo Tablas.

Pag.

Tabla 1: Nivel de Información existente en cada una de las unidades identificadas en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. 38

Tabla 2: Composición florística y distribución degún polígonos del Sitio Prioritario Desierto Florido, Región De Atacama..... 40

Tabla 4: Listado taxonómico de la flora vascular presente en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. 48

Tabla 7: Listado de especies exclusivas, según grado de asosiatividad, presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. 58

Tabla 10: Parámetros utilizados en el cálculo del Valor para la Conservación (VC) de las unidades discriminadas en el Sitio Prioritario Desierto Florido. 59

Tabla 15: Resumen de los antecedentes incluidos en la cobertura digital disponible para los núcleos de biodiversidad detectados en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama 61

INDICE DE FIGURAS

Pag.

Figura 1: Área de Estudio y Marco Biogeográfico, Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama 10

Figura 2: Nivel de información y distribución de la flora local en las distintas unidades del Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama 65

Figura 3: Vista general de los núcleos de biodiversidad, según categoría de valor para la conservación, Sitio Prioritarios Desierto Florido, Región de Atacama. 66

Figura 3 – A: Vista parcial de los núcleos de biodiversidad, según categoría de valor para la conservación, ubicados en la porción norte del Sitio Prioritarios Desierto Florido, Región de Atacama. 67

Figura 3 – B: Vista parcial de los núcleos de biodiversidad, según categoría de valor para la conservación, ubicados en la porción central del Sitio Prioritarios Desierto Florido, Región de Atacama. 68

Figura 3 – C: Vista parcial de los núcleos de biodiversidad, según categoría de valor para la conservación, ubicados en la porción sur del Sitio Prioritarios Desierto Florido, Región de Atacama. 69

Folio019765

INTRODUCCIÓN

El Sitio Prioritario Desierto Florido fue definido en la Estrategia de Biodiversidad de la Región de Atacama en el año 2002, caracterizada como una zona de alto valor biológico por la concentración y variedad de especies las que alcanzarían un número superior a las 200, identificándose como una zona de un incalculable valor genético de interés mundial. La mayoría de estas especies son endémicas, con limitadas coberturas territoriales y con problemas de conservación, lo cual asociado a la fuerte influencia antrópica en los periodos en que se desarrolla el fenómeno necesita de efectividad para la protección.

No obstante, los antecedentes indicados en el párrafo anterior, dicho espacio territorial y el fenómeno en si, carecen de una caracterización fina que especialice la concentración y riqueza de biodiversidad de este fenómeno. En este sentido el trabajo consistirá en identificar los principales núcleos de biodiversidad con el objetivo de facilitar la "conservación efectiva" de aquellos sectores que el estudio determine prestar una mayor atención teniendo en cuenta los criterios de "endemismo", "cobertura territorial", estado de conservación" y "ocurrencia temporal", lo que será uno de los resultados de la presente consultoría a la que se postula esta propuesta.

Los antecedentes para la fundamentación de este trabajo serán los estudios, publicaciones y referencias bibliográficas que han elaborado científicos nacionales e internacionales. El trabajo en terreno no será posible dada la temporalidad del fenómeno que sólo ocurre cuando la precipitación caída supera ciertos umbrales en función de la localización geográfica dentro de la Región de Atacama, sin embargo antecedentes inéditos de campañas de evaluación florística, efectuadas en temporadas pasadas con pluviometría apropiada, serán incluidos dentro de la información a analizar.

Folio019766

ANTECEDENTES

Dentro de la diversidad ambiental de Chile, el Desierto de Atacama corresponde a una vasta superficie perárida, donde la carencia casi absoluta de lluvia condiciona la presencia de determinadas especies vegetales que conforman cuadros de vegetación característicos de los diferentes ecosistemas que es posible encontrar en este desierto.

El Desierto Florido, fenómeno asociado al ENOS (El Niño Oscilación del Sur), produce un profundo cambio en la fisonomía del paisaje debido a la gran profusión de flores de asombroso colorido y admirable belleza para quienes tienen la oportunidad de verlo. Producto de las diversas estrategias de dormancia y germinación que presentan las especies efímeras durante los primeros estadíos del fenómeno, la cubierta o tapiz vegetal aumenta en participación relativa, llegando en algunos sectores a casi a un 100%. El rápido crecimiento vegetativo mas una combinación adecuada de fotoperíodo y de temperatura ambiente permite que estas especies inicien sus procesos reproductivos y con ello el aspecto y el color de estos cuadros de vegetación se transforman con la profusa floración.

La flora y vegetación del Desierto de Atacama ha sido poco estudiada, desde el punto de vista vegetacional. La importancia del fenómeno del Desierto Florido reside en que permite la aparición de especies vegetales que, en su gran mayoría, son propias y exclusivas – endémicas – de esta zona o a lo más alcanzan áreas muy cercanas en su distribución. Ya en 1838 Claudio Gay vaticinó el fenómeno de degradación de suelos que sufriría la región, con posterioridad Phillipi (1869) inició estudios mas sistemáticos sobre la vegetación de la región. En el siglo XX, a pesar que varios autores hacen aportes al conocimiento vegetacional de la zona, aún no se logra hacer un acopio de información lo suficientemente amplio como para entregar bases sólidas para la conservación de la flora y vegetación de esta zona.

En este sentido resulta significativo el aporte de Gajardo (1983[1], 1994[2]), quien en un análisis de escala nacional establece los tipos vegetacionales característicos de los ecosistemas nacionales a diferentes escalas. Dentro de este trabajo, se establece que el desierto de Atacama, se incluye en la **Región del Desierto**, diferenciándose según atributos florísticas y ambientales, cuatro subregiones, las cuales se encuentran representadas en la región de Atacama: El Desierto Costero, el Desierto Absoluto, el Desierto de Altura y el Desierto Florido.

La subregión del Desierto Costero corresponde a una franja de ancho variable, que se ubica en la vertiente occidental del sistema de cerros litorales desde prácticamente el límite norte, hasta la latitud de La Serena, recorriendo la región completamente en una banda litoral, caracterizada por importantes formaciones vegetacionales dominadas por cactáceas columnares y/o conglomeradas y/o globoso-cilíndricas y arbustos, las cuales, gracias al aporte hídrico de las neblinas costeras, soportan la ausencia casi permanente de lluvias. El Desierto Absoluto, como subregión vegetacional, corresponde a la porción central o depresión que se encuentra entre el cordón de cerros litorales y la vertiente occidental de la cordillera de los Andes, desde el límite norte del país hasta el sur de la cuenca media del río Salado (provincia de Chañaral), caracterizado por la

1 GAJARDO, R. 1983. Sistema Básico de clasificación de la Vegetación Nativa Chilena. U. de Chile- Conaf. Santiago de Chile. 319 p, mapas.

2 GAJARDO, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Edit. Universitaria, Santiago. 166 p.

ausencia casi total de actividad biológica, salvo en sectores aledaños a cursos de agua superficial permanentes o esporádicos y en aquellas áreas donde los acuíferos se acercan ala superficie. En el piedmont de la vertiente occidental de la cordillera de los Andes, hasta los 2000-3500 m de altitud, desde el límite norte hasta la cuenca del río Copiapó, se establece la subregión del Desierto de Altura, con una marcada estratificación altitudinal de diferentes formaciones arbustivas de bajo cubrimiento acompañados en ciertos sectores por cactáceas columnares endémicas de la subregión.

La subregión del Desierto Florido, según Gajardo, se establece entre la parte sur de la cuenca del río Salado hasta la cuenca del río Choros, en el límite sur de la región de Atacama, principalmente en el llano interior, reemplazando al Desierto Absoluto, en donde se desarrolla una estrata heterogénea de arbustos de hoja persistente, con densidad variable, a la cual se asocia una estrata herbácea ocasional de densidad variable y cuyas especies presentan generalmente una notoria y colorida floración.

Si bien es cierto, los diferentes cuadros de especies herbáceas no son exclusivos de esta subregión, encontrándose también en otras regiones desérticas, e incluso mas al sur inclusive en la región del Matorral y Bosque Esclerófilo, es en esta región donde su participación relativa resulta fundamental en el profundo cambio en la fisonomía del paisaje que resulta cada vez que el fenómeno Desierto Florido de manifiesta.

Esta zona, que como ya se señaló va por el sur desde la quebrada Los Choros, en el límite sur de la región de Atacama, hasta el río Salado por el norte, incluyendo sectores costeros áridos e interiores peráridos y que no considera los sectores cordilleranos, se caracteriza por la ocurrencia de un fenómeno cíclico de precipitaciones por sobre el promedio de la zona, las que, combinadas con temperaturas apropiadas, resultan en un fenómeno vegetacional de asombroso colorido y admirable belleza para quienes tienen la oportunidad de apreciarlo.

El paisaje de esta subregión habitualmente corresponde a un cuadro heterogéneo de matorrales claros a escasos de mediana altura mezclados con sectores, principalmente arenosos, en donde prácticamente no se desarrolla una cubierta vegetacional; todos ellos ubicados en un área fisiográficamente de poca pendiente y lomajes suaves.

Sin embargo, cada vez que se manifiesta el fenómeno del desierto florido, los atributos fisonómicos de estos paisajes sufren una transformación sustancial, con lo cual lugares habitualmente muy familiares se vuelven hermosamente irreconocibles. La cubierta o tapiz vegetal aumenta en participación relativa, llegando casi a un 100%, gracias al aporte y del establecimiento y desarrollo de las especies efímeras, las que con un suculento crecimiento de su cuerpo vegetativo pintan de un vivo verde estos paisajes, en los primeros estadíos del fenómeno. Al aumentar la temperatura, estas especies inician sus procesos reproductivos y con ello el aspecto y color de estos cuadros de vegetación nuevamente se transforman con la profusa floración.

El fenómeno corrientemente denominado "Desierto Florido", corresponde precisamente al establecimiento eventual y esporádico de una importante estrata de especies herbáceas anuales y perennes, de las cuales un importante número presenta floración conspicua y colorida, las que llegan a cubrir vastas extensiones. Al definírsele como eventual y esporádico, se hace énfasis a que ocurre periódicamente cada cierto número de años, sin que se pueda precisar la duración de estos períodos, y si bien es cierto que el monto de la precipitación es esencial, la época y distribución del agua caída, en forma conjunta con temperaturas adecuadas, resultan fundamentales en la magnitud del fenómeno.

Por otra parte, aunque este proceso no es exclusivo del desierto de Atacama, respecto de los demás desiertos mundiales, ni tampoco está ajeno a ocurrir en ecosistemas menos desérticos, es lejos importantísimo para los sistemas chilenos de ambientes áridos y peráridos y las especies que lo conforman, en su gran mayoría, son propias y exclusivas de ésta área o a lo sumo alcanzan áreas cercanas en su distribución. Además, día a día, los ambientes o ecosistemas planetarios son afectados por procesos de deterioro de distintas escalas, desde la global hasta la local, con lo cual la búsqueda de conocimiento de este proceso en sus dimensiones biológicas es trascendental.

A pesar de la importancia y trascendencia del fenómeno mencionado, los estudios de que ha sido objeto son escasos y ligeros, al menos desde el punto de vista vegetacional. Es así que la flora y vegetación del desierto de Atacama ha sido estudiada en diversas oportunidades por autores en épocas ya pasadas y en publicaciones descasa distribución. Esta aparente falta de interés, se explica en parte, por el hecho que este tipo de trabajos implica necesariamente largos años de paciente recopilación de notas de terreno y un conocimiento acabado de la flora que es posible encontrar en las distintas formaciones vegetales que se reparten geoclimática y edáficamente sobre la superficie desértica de Atacama.

Trabajos como los de Philippi (1860)[3], Reiche (1934)[4], Johnston (1929)[5], son algunos de los que se preocuparon de la flora y entregan descripciones florísticas de la zona; posteriormente Fuenzalida (1950)[6], Pisano (1966)[7], presentan mapas de vegetación con criterio climático, fitosociológico o fitoecológico, con denominaciones geográficas, fisiográficas, ecológicas o florísticas, los que en muchos casos han aumentado la confusión respecto a la nomenclatura de una u otra zona de formaciones vegetales o formaciones particulares.

Respecto a la identidad de cada zona vegetacional particular, en lo que concierne a su composición florística o a listados de especies que es posible encontrar en ellas, solo Gajardo (1983)[8] entrega antecedentes que permiten caracterizar a estas comunidades vegetales; lamentablemente el nivel de percepción de este trabajo es demasiado pequeño (escala 1:500.000) como para describir precisamente el área, quedando sectores de gran importancia florística encubiertos por otros de menor relevancia pero de mayor distribución.

En la **Figura 1** se muestra la zonificación vegetacional de la región de Atacama, destacándose las dos formaciones vegetacionales que integran el núcleo que tradicionalmente corresponde al área en donde el fenómeno del Desierto Florido tiene una mayor significación ambiental y ecosistémica, resaltando el sector definido como sitio prioritario.

---

[3] PHILIPPI, R. A. 1860. Viage al desierto de Atacama; Fl. Atacam.: N º 373.

[4] REICHE, K. 1934-37. Geografía Botánica de Chile. Traducido del alemán por Gualterio Looser. Santiago. Vol I. pág. 188-189.

[5] JOHNSTON IM (1929) *Papers on the flora of northern* Chile. 1. *The coastal flora of the departments of* Chañaral *and* Taltal; 2. *The flora of the nitrate coast*; 3. *Undescribed species from the cordilleras of* Atacama. *Contributions Gray Herbarium* 85: 1-172 (+ 2 láminas).

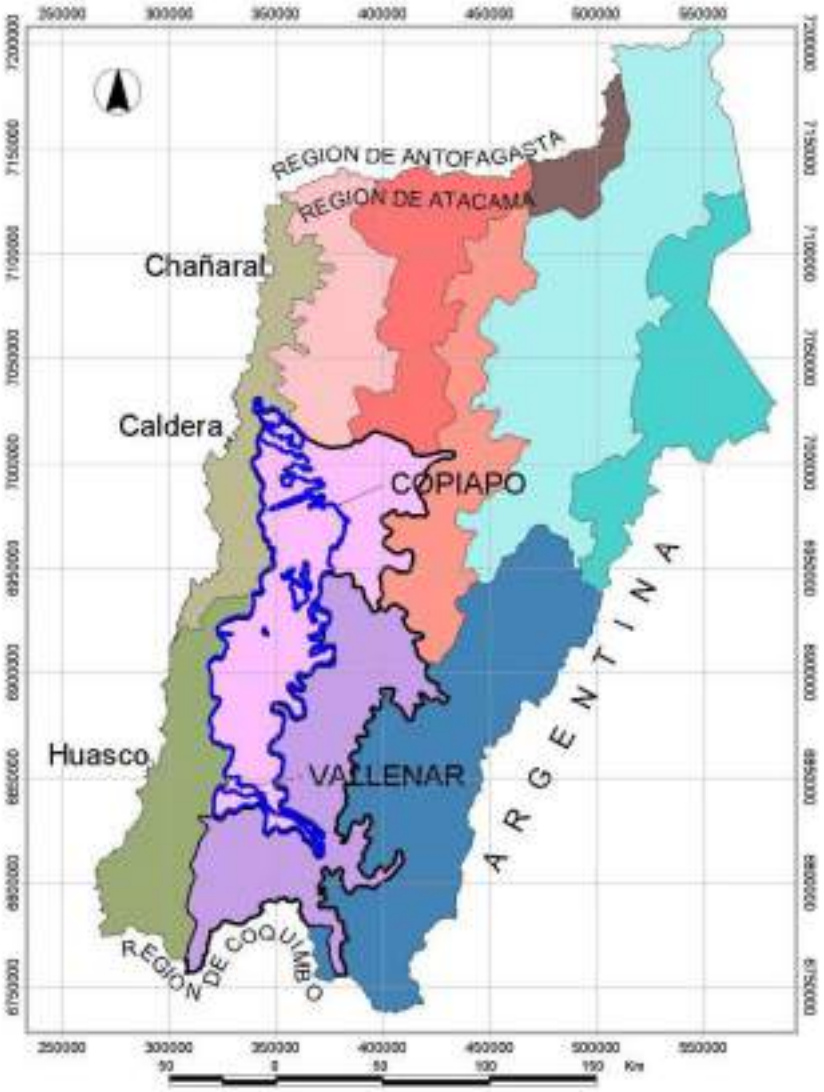
[6] FUENZALIDA VH (1950) Biogeografía. Pp 371-475, en Geografía Económica de Chile. Corporación de Fomento de la Producción. Aguirre CT Santiago

[7] PISANO, E. 1966. Zonas biogeográficas. En: Geografía Económica de Chile, Primer Apéndice, pp.62-73. Corporación de Fomento de la Producción, Santiago

[8] GAJARDO, R. 1983. Op.cit.

Así en el presente informe se presenta una recopilación de la información florística disponible, tanto publicada como inédita, de la formación vegetacional Desierto Florido de los Llanos, relacionada con el sector definido como priritario para conservacíon en la región de Atacama y su análisis de modo de diferenciar dentro de ella zonas de diferente valoración, en el entendido que es la etapa que corresponde para iniciar los trabajos tendientes a buscar y conseguir proteción efectiva del sitio prioritario Desierto Florido.

Figura 1: Área de Estudio y Marco Biogeográfico, Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.



AREA DE ESTUDIO Y MARCO BIOGEOGRÁFICO, SITIO PRIORITARIO SECTOR DESIERTO FLORIDO, Región de Atacama.

Leyenda Temática

Límite Área Prioritaria Desierto Florido

Sistema Básico de Clasificación de la Vegetación Natural de Chile

REGIÓN DEL DESIERTO

Sub Región del Desierto Absoluto

Formación del Desierto Interior de Taltal

Formación del Desierto Estepario de las Serranías Costeras

Sub Región del Desierto Andino

Formación del Desierto Montano de la Cordillera de Domeyko

Formación del Desierto Estepario de El Salvador

Sub Región del Desierto Costero

Formación del Desierto Costero de Tal-Tal

Formación del Desierto Costero de Huasco

Sub Región del Desierto Florido

Formación del Desierto Florido de los Llanos

Formación del Desierto Florido de las Serranías

REGION DE LA ESTEPA ALTOANDINA

Sub Región del Altiplano y la Puna

Formación de la Estepa Desértica de los Salares Andinos

Formación del Desierto Alto-andino del Ojos del Salado

Sub Región de los Andes Mediterráneos

Formación de la Estepa Alto-andina de la Cordillera de Doña Ana

GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE
REGIÓN DE ATACAMA

Encargado Estudio: Luis Faúndez Y.

Fuente: (Gajardo, R. 1994)

Datos Geodésicos
Datum: WGS 84
Proyección: UTM
USO: 19 sur.

Diseño Cartográfico: Miguel Escobar

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Identificar y caracterizar la composición florística de los núcleos de Biodiversidad asociados al Sitio prioritario Desierto Florido en la Región de Atacama con fines de “conservación efectiva” mediante instrumentos de protección oficial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer y desarrollar una metodología que establezca áreas prioritarias de conservación tomando en cuenta los criterios de “endemismo”, “cobertura territorial”, “estado de conservación” y “presencia temporal de la especie”.

- Categorizar los núcleos de biodiversidad y establecer usos potenciales o alternativos asociados a la “conservación efectiva” (turismo, preservación estricta, investigación, recreación, etc).

- Representar cartográficamente y clasificar los núcleos de biodiversidad asociados a las especies asociadas al fenómeno del Desierto Florido, cactáceas y especies arbustivas de la zona relacionado a una visión integral del ecosistema.

- Caracterizar florísticamente cada de los sectores identificados y representados en la cartografía del documento.

- Difundir y discutir los resultados del documento en la Mesa regional de Biodiversidad integrada por CONAF, SAG, SERNATUR, SERNAPESCA y CONAMA.

Folio019772

METODOLOGÍA

Esta consultoría se completamente, de acuerdo a las bases técnicas, mediante una exhaustiva revisión de antecedentes previos publicados y aquellos inéditos con que se cuenta, producto de campañas de evaluación, principalmente de los eventos ENSO 1991-92, 1997 y 2004. Esta información fue debidamente georeferenciada e incorporada a una cartografía digital (Arcview).

En él área total en que se incluye el sitio prioritario Desierto Florido, corresponde en alto grado a la Formación del Desierto Florido de los Llanos (Gajardo, 1994)[9], se realizo una zonificación según atributos ambientales, tales como exposición , pendiente, altitud, y con apoyo de imágenes satelitales (Landsat ETM+)[10] se calculó el Índice de Vegetación Normalizado (NDVI), mediante correcciones estándar para zonas áridas, de modo tal de generar polígonos geográficos sobre los cuales establecer la riqueza florística de cada uno de ellos.

Cada especie presente en estos polígonos fue evaluada en términos de su frecuencia, singularidad, endemismo, antecedentes históricos sobre su utilización, forma y ciclo de vida, de modo tal de construir para cada polígono ambiental los parámetros requeridos para asignarles, según inicialmente se planificó, mediante un análisis de Parsimonia de endemismos, su valor o prioridad para la conservación. Esto, sin embargo, no fue posible, debido a los bajos niveles de información existente para muchos de los polígonos discriminados, por lo cual se decidió un cambio en la metodología, asignándose un valor para la conservación en función del algoritmo siguiente:

Valor para la conservación (VC)

$$\mathbf{VC} = f\ \mathbf{(EP, E, R, N)};$$

donde

EP: Especies con problemas de conservación, se refiere al número de especies que presentan problemas de conservación en el polígono respectivo, según las listas rojas existentes, incluyendo especies clasificadas como En Peligro (P), Vulnerables (V), Raras (R) e Insuficientemente Conocidas (IC), tanto a nivel nacional como regional (Benoit, 1989[11], Belmonte *et al*, 1998[12], Ravenna *et al*, 1998[13], Baeza *et al*, 1998[14]). Para calcular este valor se tomo el total de especies con problemas de conservación de cada unidad y se dividió por el número total de especies con problemas de conservación presentes en el total del sitio prioritario.

---

[9] GAJARDO, R. 1994.Op. cit.

[10] U.S. Geological Survey. (2000-05-25). Landsat (sensor: ETM+) Scene, WRS-(2) Path (001), Row (079), Level (Orthorectified, GeoCover). Sioux Falls, South Dakota: USGS.

[11] BENOIT, I (Ed.). 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Primera Parte). Corporación Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura. Stgo. 151 p.

[12] BELMONTE E, FAUNDEZ L, FLORES J, HOFFMANN A, MUÑOZ M, Y TEILLIER S. 1998. Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. Bol Mus. Nac. Hist. Nat. 47: 69- 89.

[13] RAVENNA P, TEILLIER S, MACAYA J, RODRIGUEZ R, Y ZOLLNER O. 1998. Categorías de conservación de las plantas bulbosas nativas de Chile. Bol Mus. Nac. Hist. Nat. 47: 47- 68.

[14] BAEZA M, BARRERA E, FLORES J,RAMIREZ C Y RODRIGUEZ R. 1998. Categorías de conservación de Pteridophyta nativas de Chile. Bol Mus. Nac. Hist. Nat. 47: 23-46.

Entonces:

EP = (Nº de Especies con problemas de conservación del polígono) / (Nº total de especies con problemas de conservación del sitio)

E: Exclusividad de flora, se refiere al número de especies exclusivas, es decir especies que sólo han sido registradas en el ámbito de estudio, que en este caso corresponde a los diferentes polígonos discriminados, a este respecto se debe señalar que la jerarquización y atributación de las especies de acuerdo al grado de exclusividad o grado de asociatividad se definió considerando la frecuencia de cada especie en los distintos polígonos o sub-unidades que componen el sitio en estudio y el nivel de información que de cada entidad se obtuvo, considerando aquellos antecedentes que indicaran que ha pesar de que una especie estuviese registrada en un solo polígono, pudiese ser considerada como una especie Dominante dentro del área. El calculo se realizó dividiendo el número de especies exclusivas del polígono por el total de especies exclusivas del sitio.

Entonces:

E = (Nº de especies exclusivas del polígono) / (Nº Total de especies exclusivas del sitio).

R: Representatividad de la flora, se refiere al porcentaje de la flora presente en cada polígono respecto al total de la flora registrada para el sitio prioritario. Se calculó como el cuociente entre el número de especies autóctonas presentes en el polígono y el numero total de especies detectadas en el sitio priorizado.

Entonces:

R = (Nº Especies autóctonas del polígono) / (Nº total de especies en el sitio prioritario)

N: Naturalidad, entendida como la proporción de especies introducidas presentes en cada polígono, con respecto a la flora total en él, y esto en función de la flora autóctona (nativa) total del sitio prioritario. Su índice fue calculado dividiendo el cuociente entre el numero de especies alóctonas y el total de especies del polígono con el número total de especies del sitio prioritario.

Entonces:

N = ((Nº Alóctonas del polígono / Nº Especies del polígono) / (Nº Total especies del sitio)

De este modo el valor para la conservación se calculó para aquellos polígonos en donde la información existente resultaba suficiente, valores que posteriormente fueron agrupados en tres categorías: bajo valor, valor medio y alto valor para la conservación.

De esta manera se discriminó un total de 73 sub-unidades dentro del área designada como sitio prioritario Desierto Florido en la Región de Atacama, las cuales fueron clasificadas según el valor para la conservación (VC) de acuerdo a la siguiente escala de valores:

VC = 0 = Polígonos sin información
VC = 0,001 – 0,09 = Valor Bajo
VC = 0,1 – 0,29 = Valor Medio

VC = 0,3 – 0,8 = Valor Alto.

Se obtiene así la localización y caracterización (prioridad) de los núcleos de biodiversidad florística presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, de acuerdo al nivel de información disponible para la realización del presente estudio.

Una vez establecidas las categorías de valor para la conservación se procede a evaluar los cortejos florísticos resultantes de la agrupación de las distintas unidades en cada categoría en términos de composición florística, exclusividad, grado de similitud y representación de la flora amenazada.

El grado de similitud fue medido a través del índice de Sorensens, según la metodología de Krebs (1989)15 utilizando el programa KREBS/Win versión 0.95 (1999). Según el siguiente algoritmo.

$$IS = (1 - (\frac{2C}{A + B})) \times 100$$

Donde: IS = Índice de Sorensen
A = Número de especies encontradas en la categoría A.
B = Número de especies encontradas en la categoría B
C = Número de especies compartidas en ambas categorías.

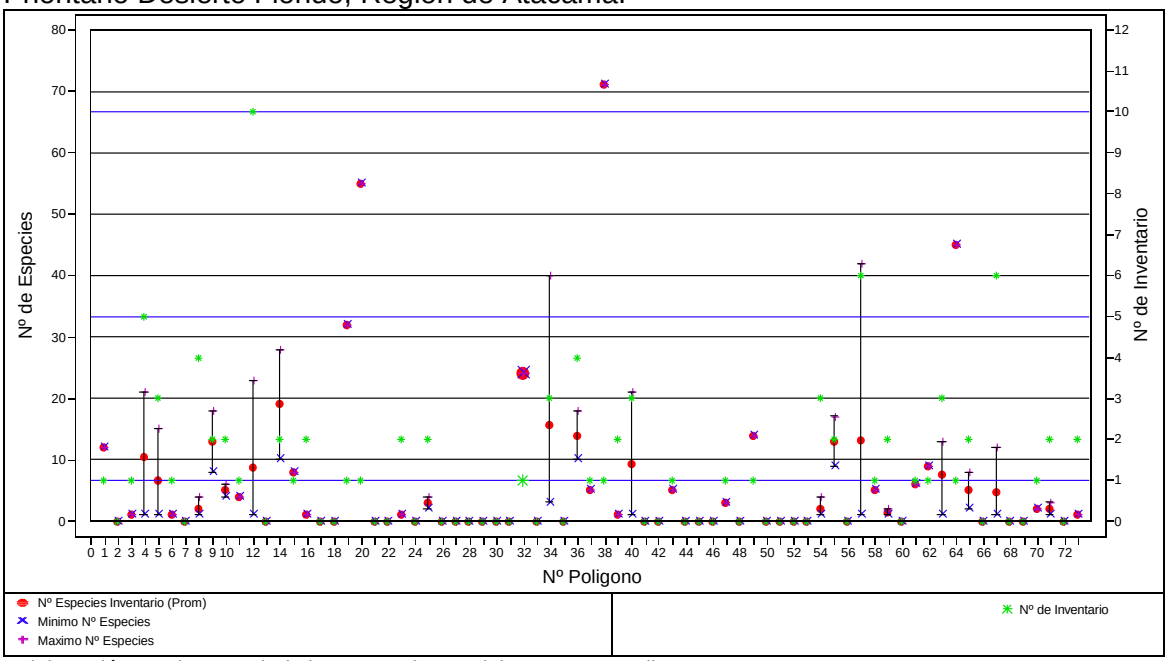
[15] Krebs Charles J.1989, Metodología Ecológica, pp. 294-301

RESULTADOS

De las 73 unidades identificadas dentro del sitio prioritario, sólo 41 unidades poseen un nivel información adecuado, las 32 restantes carecen de antecedentes que permitan realizar la evaluación de estos sectores. Tomando en cuenta lo anterior, existe una disparidad notable en el nivel de información que existe entre las distintas unidades, tanto a nivel de número de inventarios florísticos realizados dentro de cada unidad, cuyo valor varía entre valor cero, en aquellos polígonos que no poseen información y un máximo de diez inventarios por unidad, como es el caso de la unidad 12, como también varía el número de especies detectadas en cada inventario, existiendo unidades en las cuales en un solo inventario se han detectado mas de 70 especies y otros, como es el caso de la unidad 57 la cual posee un total de seis inventarios, con un promedio de 13 especies por inventario y un rango de variación que va desde una especie por registro hasta 40 especies en un inventario.

De lo anterior se establece que el nivel de información actual sobre las unidades delimitadas en el Sitio prioritario Desierto Florido (SPDF) es bajo y variable, por lo cual se hace necesario realizar un levantamiento de información en terreno exhaustivo, que permita obtener un nivel de información adecuado para realizar una caracterización y valoración de las unidades incluidas en esta porción de territorio. El **Gráfico 1** muestra el nivel y la variación de la información disponible para cada una de las unidades discriminadas dentro del sitio prioritario, la tabulación de estos datos se presenta en el **Anexo Tablas, Tabla 1**

Gráfico 1: Nivel y variación de la información de cada una de las unidades discriminadas en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.



Fuente: Elaboración propia, a partir de los antecedentes del presente estudio.

Por otra parte, la composición florística y distribución de las especies presentes en el Sitio Prioritario, se entrega en el **Anexo Tablas – Tabla 2**. Esta información se apoya gráficamente en la **Figura 2** (ver Anexo Figuras) en la cual se muestra la distribución de las especies en las

distintas unidades del Sitio Prioritario presentando los listados florísticos de todas las unidades que presentan información de flora.

A continuación se presentan los resultados de la identificación y caracterización florística de los núcleos de Biodiversidad asociados al SPDF en la Región de Atacama, desarrollado durante el mes de Septiembre del año 2005.

CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA.

La zona del desierto florido se compone, tal como se señalara anteriormente, de un cortejo florístico que habitualmente determina un cuadro heterogéneo de matorrales claros a escasos de mediana altura mezclados con sectores, principalmente arenosos, en donde prácticamente no se desarrolla una cubierta vagetacional. Sin embargo al manifestarse el fenómeno del desierto florido, en estos sectores, se produce un profundo cambio en la fisonomía del paisaje producto del desarrollo de especies efímeras, las que a través de distintas estrategias de dormancia y germinación, sumado a un rápido crecimiento vegetativo más una combinación adecuada de fotoperíodo, temperatura y humedad ambiental, aumentan la participación relativa de la cubierta o tapiz herbácea, desarrollando su período reproductivo y con ello el aspecto y colorido de estos cuadros de vegetación se transforman rápidamente con la profusa floración que ellas presentan.

El cortejo florístico esta compuesto por un total de 336 especies vasculares las cuales representan a tres Divisiones taxonómicas: *Pinophytas, Polypodiophytas y Magnoliophytas* con dos, cinco y 329 especies vegetales respectivamente. Dentro de éste último grupo, es la Clase *Magnoliopsida* la que presenta el mayor número de especies, con 298 entidades, siendo las Familias: *Asteraceae, Boraginaceae, Fabaceae, Solanaceae y Nolanaceae* las que poseen casi el 50% de la flora de este grupo con 148 entidades. En cuanto a los Géneros con mayor número de especies, destacan, *Cryptanta (Boraginaceae), Cristaria (Malvaceae), Nolana (Nolanaceae), Senecio (Asteraceae), Calandrinia (Portulacaceae) y Adesmia (Fabaceae)* con un total de 84 especies vegetales, que representa el 25% de la flora total del sitio..

La **Tabla 3** muestra el número de especies detectadas para cada una de las Divisiones y Clases taxonómicas presentes en el Sitio prioritario Desierto Florido.

El catálogo florístico correspondiente al Sitio Prioritario Desierto Florido (SPDF) se presenta en el **Anexo Tablas, Tabla 4**: "Listado taxonómico del Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama", en ella se detalla el Origen, Estado de Conservación (solo de aquellas que presentan problemas) y Grado de Asociatividad, que se refiere a si se trata de una especie Exclusiva, Acompañante, Característica o Dominante dentro de los distintos núcleos de diversidad discriminados en el SPDF.

Tabla 3: Numero de especies representantes de cada uno de las Divisiones y Clases taxonómicas presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama, Diciembre 2005.

División		
	Clase	**Nº Especies**
Pinophyta		
	Gnetopsida	2
Total Pinophyta		2
Polypodiophyta		
	Polypodiopsida	4
	Sphenopsida	1
Total Polypodiophyta		5
Magnoliophyta		
	Liliopsida (Monocotiledóneas)	31
	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)	298
Total Magnoliophyta		329
Total general		336

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA LOCAL.

La flora local se evaluó en su estado de conservación, para cada uno de los polígonos identificados, según las listas rojas existentes, incluyendo especies clasificadas como En Peligro (EP), Vulnerables (V), Raras (R) e Insuficientemente Conocidas (IC), tanto a nivel nacional como regional (Benoit, 1989[16], Belmonte *et al*, 1998[17], Ravenna *et al*, 1998[18], Baeza *et al*, 1998[19]).

El número de especies que se encuentran catalogadas en alguna de las categorías antes mencionadas corresponde a nueve entidades, de las cuales cuatro se encuentran en la categoría de Vulnerables, dos en la categoría de Raras ambos grupos considerados a nivel Nacional. A nivel regional se detectaron una especie Vulnerable, una Rara y una Insuficientemente conocida. La **Tabla 5** muestra el listado de especies con problemas de conservación presentes en el SPDF.

[16]BENOIT, I . 1989. Op. cit.

[17] BELMONTE *et al* . 1998. Op. cit.

[18] RAVENNA *et al* . 1998. Op. cit

[19] BAEZA *et al* . 1998. Op. cit.

Tabla 5: Listado de especies con problemas de conservación presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Estado de Conservación	Símbolo	Especie
Vulnerable a nivel nacional	V	Cordia decandra H. et A.
		Krameria cistoidea H. et A.
		Prosopis flexuosa DC. var. flexuosa
		Prosopis strombulifera (Lam.) Benth.
Vulnerable a nivel regional	V®	Balsamocarpon brevifolium Clos
Rara a nivel nacional	R	Eulychnia acida Phil.
		Pintoa chilensis Gay
Rara a nivel regional	R®	Bulnesia chilensis Gay
Insuficientemente Conocida a nivel regional	IC®	Heliotropium glutinosum Phil.

® Categoría a nivel Regional.

GRADO DE ASOCIATIVIDAD DE LA FLORA LOCAL

El grado de asociatividad o grado de exclusividad de la flora, se relaciona con la distribución que las distintas entidades presentan dentro del sitio prioritario en estudio. Se determinó en función de la frecuencia de cada especie en las distintas unidades, considerando el nivel de información con que se cuenta para cada una de ellas, de modo de establecer lo más preciso posible si la especie en cuestión presenta una amplia o restringida distribución dentro del área de estudio.

De esta manera las especies se clasificaron en cuatro categorías a saber:

- Especies Exclusivas, se trata de entidades que presentan una restringida distribución dentro de las distintas unidades, siendo detectada en su mayoría solo en una unidad.
- Especies Acompañantes, muy relacionadas al grupo anterior, ya que presentan una distribución baja dentro de los polígonos, sin embargo pueden estar presentes en mas de una de las unidades.
- Especies Características: corresponde a aquellas entidades que presentan una distribución mayor a los dos grupos anteriores y que son propias de este sector, generalmente están asociadas a la estrata dominante en cada una de las unidades identificadas.
- Especies Dominantes, son aquellas especies que marcan la fisonomía habitual de las distintas unidades descritas, se distribuyen ampliamente dentro del área de estudio, presentándose en la mayoría de las unidades de las cuales se obtuvo información.

El número de especies que componen cada uno de los grupos muestra que el grupo con el mayor número de entidades corresponde a las especies Acompañantes, con un total de 197 especies lo que equivale a poco más del 58% de las especies presentes en el sector. El segundo grupo en importancia corresponde a aquellas entidades Exclusivas, las que representan poco mas del 28% de la flora total con 96 entidades. En tercer lugar se encuentran las especies Dominantes y Características, ambas con 14 especies representando poco mas del 8% de la flora local en conjunto. Un quinto grupo discriminado corresponde a aquellas especies, en su mayoría alóctonas o introducidas, las cuales no presentan una asociación directa con la flora local y están mas bien asociadas a las zonas de uso antrópico, razón por lo cual no fueron clasificadas en ninguna de las categorías anteriores, representan el 4,5% de la flora local con 15 entidades.

La **Tabla 6** muestra el número y porcentaje de especies clasificadas en cada una de las categorías. En la Tabla 2 (ver anexo tablas) se indica para cada una de las especies el grado de exclusividad que cada especie posee.

Tabla 6: Número y porcentaje, según grado de exclusividad de la flora presente en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Nivel de Exclusividad	Número de especies	%
Exclusiva	96	28,6
Acompañante	197	58,6
Caracteristica	14	4,2
Dominante	14	4,2
Sin categoría (alóctonas)	15	4,5

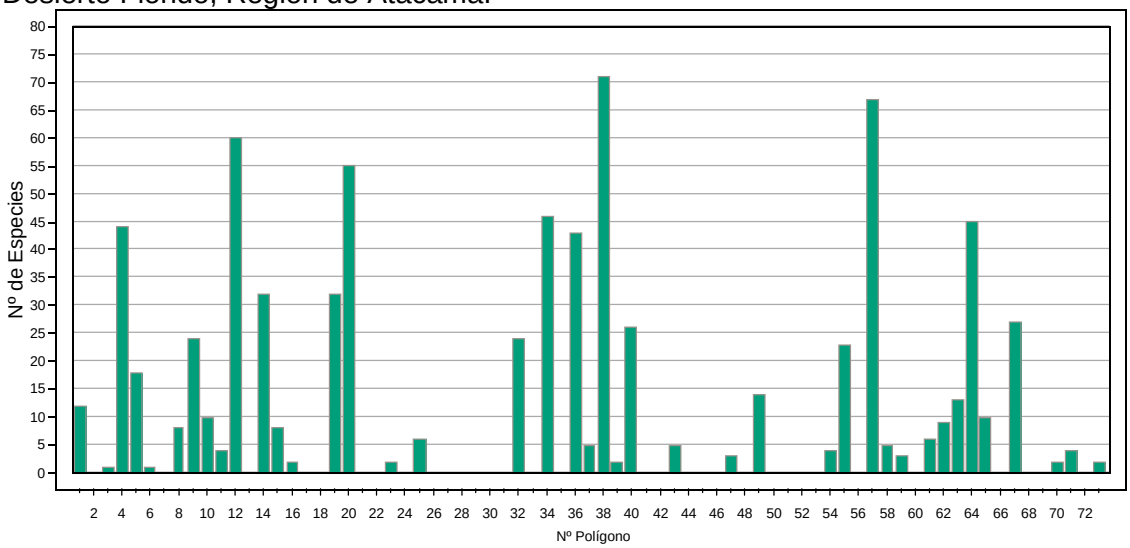
Para objeto de cálculo del valor para la conservación de cada una de las unidades se consideró solamente el número de especies exclusivas, según lo establecido en la metodología aplicada. El listado de especies exclusivas se presenta en el **Anexo Tablas, Tabla 7** "Listado de especies exclusivas presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido".

REPRESENTATIVIDAD DE LA FLORA LOCAL.

La representatividad de la flora, se refiere al porcentaje de la flora presente en cada polígono respecto al total de la flora registrada para el sitio prioritario. Este factor considera la distribución de las especies a nivel local y la riqueza florística de cada una de las unidades.

En cuanto al número de especies presentes en cada una de las unidades, se presenta un promedio general de 10,7 especies por unidad, con un rango que va desde cero como mínimo a 71 especies como valor máximo , tal como ocurre en la unidad 38, que presenta el mayor numero entidades registradas. Existe sin embargo un total de 32 unidades que no poseen información, por lo cual estos son valores que podrían variar al realizarse nuevas evaluaciones que mejoren el nivel de información actual. El **Gráfico 2** muestra el número de especies presentes en cada unidad, de acuerdo a los resultados obtenidos en la presente evaluación.

Gráfico 2: Número de especies presentes en cada unidad discriminada en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.



Fuente: Elaboración propia, a partir de los antecedentes del presente estudio.

La distribución de la flora local, en las distintas unidades discriminadas, es heterogénea y presenta un alto grado de exclusividad de especies en las unidades, al respecto se puede señalar que un 89% de la flora local no sobrepasa las cinco unidades en las cuales esta presente, y corresponden a especies "Exclusivas" y "Acompañantes" dentro de las comunidades presentes. Las especies de mas amplia distribución dentro del sitio, que corresponde a aquellas especies "Características" y "Dominantes" del área, presentan en el primer caso una frecuencia en las unidades que va desde seis, como mínimo, a ocho, como valor máximo. En al caso de las especies Dominantes, el rango de frecuencia en las unidades va desde nueve a 14 unidades, como valores extremos.

Con fines de evaluar la representatividad de la flora en para cada una de las unidades, se consideraron sólo aquellas especies autóctonas (321 taxas), dejando fuera de este análisis aquellas especies que presentan un origen alóctono (15 especies introducidas). Considerando este valor la unidad que presenta el mayor número de entidades registradas corresponde a la unidad 38 con 66 entidades autóctonas, lo que equivale al 19,64% de la flora local, en el otro extremo, las unidades que presentan el menor número de entidades autóctonas en el sector corresponden a las unidades tres y seis, ambas con una especie lo que representa en ambos casos el 0,3% de la flora total. El número de especies autóctonas y su respectivo porcentaje, para cada unidad que cuenta con información, se presenta en la **Tabla 8**.

Tabla 8: Número y porcentaje de especies autóctonas en cada unidad discriminada en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. (Los valores se presentan en orden decreciente respecto del porcentaje de la flora local respectivo).

Polígono	Nº Autóctonas	% Flora Local	Polígono	Nº Autóctonas	% Flora Local
38	66	19,64	62	9	2,68
57	62	18,45	8	8	2,38
12	57	16,96	15	8	2,38
20	55	16,37	25	6	1,79
34	46	13,69	61	6	1,79
4	44	13,10	37	5	1,49
64	43	12,80	43	5	1,49
36	42	12,50	58	5	1,49
19	32	9,52	11	4	1,19
14	31	9,23	54	4	1,19
67	27	8,04	71	4	1,19
40	25	7,44	47	3	0,89
9	24	7,14	59	3	0,89
32	24	7,14	73	2	0,60
55	22	6,55	16	2	0,60
5	18	5,36	23	2	0,60
1	12	3,57	39	2	0,60
49	12	3,57	70	2	0,60
63	12	3,57	3	1	0,30
10	10	2,98	6	1	0,30
65	10	2,98			

NATURALIDAD

La Naturalidad se entiende como la proporción de especies introducidas presentes en cada polígono, con respecto a la flora total en él, y esto en función de la flora autóctona (nativa) total del sitio prioritario.

Este factor pretende dar una idea del nivel de intervención antrópica que presenta cada unidad, representada por el número de introducciones o presencias de especies alóctonas en cada sector. En general el sitio prioritario presenta un bajo porcentaje de especies alóctonas, las que alcanzan un total de 15 entidades, que representan un 4,8% de la flora total presente en el área. El listado de especies alóctonas presentes en el Sitio Prioritario se muestra en la **Tabla 9.**

El número de unidades que presentan especies introducidas es igual a 10, de las cuales las unidades 57 y 38 son las que contienen el más alto número de entidades de este tipo con cinco registros. Le sigue la unidad 12 con tres especies; las unidades 64 y 49 presentan 2 taxas, finalmente las unidades 14, 36, 40, 55 y 63 presentan una especie alóctona cada una. El resto de las unidades no presentan especies de este tipo o bien corresponden a unidades sin información.

Folio019782

Tabla 9: Listado de especies aloctonas presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Apium nodiflorum (L.) Reichenb. f. var. vulgare
Aristida adscensionis L.
Artemisia absinthium L.
Atriplex semibaccata R. Br.
Cynodon dactylon (L.) Pers.
Erodium cicutarium (L.) L'Hérit. ex Aiton
Erodium malacoides (L.) L'Hérit. ex Aiton var. malacoides
Melilotus alba Desr.
Nasturtium officinale R. Br. var. officinale
Phyla reptans (H.B.K.) Greene
Poa pratensis L.
Rapistrum rugosum (L.) All.
Silene gallica L.
Taraxacum officinale Weber
Urtica dioica L. var. mollis

ÍNDICES DE VALORACIÓN DE LOS NÚCLEOS DE DIVERSIDAD

A continuación se analizan cada una de las variables establecidas en el algoritmo de valoración, en relación con los resultados obtenidos y las unidades afectas a cada índice en términos de número de unidades y su superficie. La totalidad de los antecedentes utilizados en el cálculo de las distintas variables y finalmente el valor para la conservación de cada una de las unidades se presenta en el **Anexo Tablas, Tabla 10.**

Índice de Especies con Problemas de Conservación (EP).

De acuerdo con los resultados obtenidos, este índice, considerando sólo aquellos polígonos que presentan especies con problemas de conservación,. posee un rango que va desde un valor mínimo de 0,1 a un valor máximo de 0,6. Se incluyen un total de 11 polígonos, que abarcan una superficie de 166.283,64 ha, lo que equivale al 28,71% de la superficie total del sitio prioritario, cuya superficie aproximada es de 579.274,05 ha.

La unidad que presento el mayor valor de este índice corresponde a la unidad 64, con un valor de 0.56, esta unidad posee una superficie de 1243,01 ha y equivale al 0,21% del total. Las unidades 10,12 y 67 tienen un valor de índice de 0,22, mientras que las unidades 14, 15, 38, 49, 58, 59 y 62 alcanzan el valor más bajo de este índice, 0,11 en todos los casos. El resto de las unidades no presentan especies con problemas de conservación, por lo cual no quedan afectos a este índice. La **Tabla 11** muestra los polígonos según valor de índice obtenido, indicando además especies involucradas, superficie y porcentaje respectiva de cada unidad, ordenadas de acuerdo al valor de índice obtenido.

Tabla 11: Nº de polígonos, superficie y porcentaje de la superficie total, de los polígonos que presentan especies con problemas de conservación, según valor de índice EP, en las unidades discriminadas en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama..

Índice EP	Nº Polígono	Nº de especies con Problemas	Especies / Estado	Superficie (ha)	% de la Superficie Total
0.556	64	5	Heliotropium glutinosum Phil. / (IC) Bulnesia chilensis Gay / (R ®) Krameria cistoidea H. et A. / (V) Cordia decandra H. et A. / (V) Balsamocarpon brevifolium Clos / (V®)	1243,01	0,21
0.222	10	2	Eulychnia acida Phil. / (R) Krameria cistoidea H. et A./ (V)	958,24	0,17
	12	2	Pintoa chilensis Gay / (R) Eulychnia acida Phil. / (R)	112493,99	19,42
	67	2	Pintoa chilensis Gay / (R) Bulnesia chilensis Gay / (R®)	14374,9	2,48
0.111	14	1	Krameria cistoidea H. et A. / (V)	10445,04	1,80
	15	1	Pintoa chilensis Gay / (R)	638,75	0,11
	38	1	Prosopis flexuosa DC. var. flexuosa / (V)	3293,47	0,57
	49	1	Cordia decandra H. et A. / (V)	3321,94	0,57
	58	1	Krameria cistoidea H. et A. / (V)	4513,12	0,78
	59	1	Prosopis strombulifera (Lam.) Benth. / (V)	14751,73	2,55
	62	1	Krameria cistoidea H. et A. / (V)	249,45	0,04

Índice de Exclusividad de flora o Grado de Asociatividad (E).

Tal como se señalara anteriormente, el Sitio Prioritario Desierto Florido, presenta un alto número de especies que son exclusivas de una unidad ambiental dentro del sector, cuyo número alcanza las 96 entidades.

El análisis muestra la existencia de 26 unidades en donde es posible encontrar especies que le son exclusivas, representan una superficie cercana a las 325.000 ha, representando un 56,1% de la superficie total del sitio prioritario. Se presenta, considerando sólo las unidades que poseen este tipo de especies, un promedio 3,7 especies por unidad, en un rango que va desde uno hasta 12 especies por unidad.

El índice de exclusividad (E) toma valores que van desde 0,01 como valor mínimo a un máximo de 0,125. La unidad que presenta el mayor número de estas entidades corresponde a la unidad 38 con 12 entidades, con un valor de **E** de 0,125, mientras que las unidades 11, 25, 40, 59, 62, 63 y 70 son las que presentan los valores mínimos de este índice con una especie cada uno y un valor **E** igual a 0,01.

La **Tabla 12**, muestra los valores obtenidos para este índice, se indica además, el numero de especies, superficie y porcentaje respecto del total, para cada uno de los polígonos que poseen

especies exclusivas en el área prioritaria. El listado de especies exclusivas presentes en el área se presenta en el **Anexo Tablas, Tabla 5.**

Tabla 12: Número de especies, superficie y porcentaje respecto de la superficie total, de los polígonos afectos al índice de exclusividad, según el valor del índice E obtenido por cada uno. Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Índice E	Nº Especies Exclusivas	Nº Polígono	Superficie (ha)	% de la Superficie Total
0,125	12	38	3293,5	0,57
0,083	8	4	16903,4	2,92
		12	112494,0	19,42
		19	3999,8	0,69
		20	5681,8	0,98
		57	13922,9	2,40
0,042	4	34	10842,4	1,87
		64	1243,0	0,21
		67	14374,9	2,48
0,031	3	1	7659,0	1,32
		5	3206,6	0,55
		14	10445,0	1,80
		36	26899,1	4,64
		37	3468,6	0,60
0,021	2	9	9012,7	1,56
		55	15095.4	2.61
		61	1747,3	0,30
		65	731,3	0,13
		71	636,3	0,11
0,01	1	11	1378,6	0,24
		25	10248,3	1,77
		40	25922,0	4,48
		59	14751,7	2,55
		62	249,5	0,04
		63	8949,3	1,54
		70	1786,0	0,31
Superficie con especies exclusivas (ha)			**324942,2**	**56,10**
Superficie Sitio Prioritario (ha)			**579247,1**	**100**

Índice de Representatividad de la Flora Local (R).

La totalidad de las unidades que poseen información sobre su cortejo florístico quedan afectas a este índice, se incluyen así un total de 41 unidades con una superficie de 493.476 ha equivalente al 85,19% de la superficie del Sitio Prioritario. Se debe indicar que para efecto de cálculo de este índice solo se incluyen aquellas especies autóctonas, dejando fuera de análisis a las especies alóctonas presentes en sector.

La unidad que presenta el valor más alto para este índice y por ende la que presenta el mayor número de especies a su haber, es la unidad 38, con un valor **R** de 0,196 y un total de 66 especies

autóctonas. Por otra parte los valores mínimos para este índice lo poseen las unidades 3 y 6 con un valor **R** de 0,003 compuestos ambos por una especie autóctona cada uno. El resto de las unidades presentan valores de **R** dentro de estos límites.

La **Tabla 13**, muestra los resultados obtenidos en cada uno de los polígonos afectos a este índice, se indica además el número de especies autóctonas, superficie y porcentaje respecto de la superficie total para cada uno de los polígonos según el valor de índice obtenido.

Tabla 13: Número de especies, superficie y porcentaje respecto de la superficie total, de los polígonos afectos al índice de representatividad, según el valor del índice R obtenido por cada uno. Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Índice R	Nº Polígono	Nº Especies Autóctonas	Superficie (ha)	Porcentaje respecto a la Superficie total.
0,196	38	66	3293,47	0,57
0,185	57	62	13922,92	2,40
0,17	12	57	112493,99	19,42
0,164	20	55	5681,76	0,98
0,137	34	46	10842,39	1,87
0,131	4	44	16903,39	2,92
0,128	64	43	1243,01	0,21
0,125	36	42	26899,1	4,64
0,095	19	32	3999,75	0,69
0,092	14	31	10445,04	1,80
0,08	67	27	14374,9	2,48
0,074	40	25	25922,01	4,48
0,071	9	24	9012,74	1,56
	32	24	12504,79	2,16
0,065	55	22	15095,41	2,61
0,054	5	18	3206,58	0,55
0,036	1	12	7658,95	1,32
	49	12	3321,94	0,57
	63	12	8949,28	1,54
0,03	10	10	958,24	0,17
	65	10	731,29	0,13
0,027	62	9	249,45	0,04
0,024	8	8	50420,19	8,70
	15	8	638,75	0,11
0,018	25	6	10248,33	1,77
	61	6	1747,26	0,30
0,015	37	5	3468,64	0,60
	43	5	5489,8	0,95
	58	5	4513,12	0,78
0,012	11	4	1378,55	0,24
	54	4	13042,61	2,25
	71	4	636,25	0,11
0,009	47	3	8727,75	1,51
	59	3	14751,73	2,55

Índice R	Nº Polígono	Nº Especies Autóctonas	Superficie (ha)	Porcentaje respecto a la Superficie total.
0,006	16	2	11518,13	1,99
	23	2	6842,12	1,18
	39	2	3314,13	0,57
	70	2	1786,04	0,31
	73	2	1108,26	0,19
0,003	3	1	34066,4	5,88
	6	1	12067,97	2,08
Superficie afecta al índice			**493476,43**	**85,19**
Superficie Total Sitio Prioritario			**579247,05**	**100**

Índice de Naturalidad (N).

De acuerdo a los resultados obtenidos, las especies alóctonas se presentan en un total de 10 unidades, que representan el 38,3% de la superficie total del área. Este índice, muestra la proporción entre especies autóctonas y alóctonas presentes en cada unidad, de esta manera aquellas unidades que presentan un índice de naturalidad mayor, presentan una mayor proporción de especies introducidas, lo que no quiere decir que la unidad presente un mayor número de especies alóctonas en términos absolutos.

La unidad que presenta la mayor proporción de especies introducidas en este sector corresponde al polígono 49 con dos especies alóctonas y 12 autóctonas, lo que equivale a un valor de **N** igual a 0,0004. En el otro extremo, se encuentra la unidad 64, que al igual que la unidad anterior presenta dos especies introducidas, pero posee un total de 43 especies autóctonas lo que se traduce en un valor de **N** igual a 0,0001 lo que le da mayor naturalidad que el caso anterior. Aquellas unidades que no presentan especies introducidas, obtienen un valor de **N** igual a cero, el cual no afecta el valor final del Índice de Conservación, según el algoritmo aplicado.

La **Tabla 14** muestra las unidades en las cuales se detectó la presencia de especies alóctonas, se indica además el valor de índice **N** obtenido, el número de especies alóctonas y autóctonas, la superficie y su representación porcentual respecto dela superficie total estudiada.

Tabla 14: Número de especies (alóctonas y autóctonas), superficie y porcentaje respecto de la superficie total, de los polígonos afectos al índice de Naturalidad, según el valor N obtenido, Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Índice N	Nº Polígono	Nº Especies Alóctonas	Nº Total Especies	Superficie (ha)	Porcentaje respecto a la Superficie total
0,0004	49	2	14	3321,94	0,6
	12	3	60	112493,99	19,4
	38	5	71	3293,47	0,6
	57	5	67	13922,92	2,4
0,0002	63	1	13	8949,28	1,5
	14	1	32	10445,04	1,8
	36	1	43	26899,1	4,6
	40	1	26	25922,01	4,5
	55	1	23	15095,41	2,6
0,0001	64	2	45	1243,01	0,2
Superficie con especies aloctonas				221586,17	38,3
Superficie total Sitio Prioritario				579247,05	100

Folio019789

VALOR PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS NÚCLEOS DE BIODIVERSIDAD

A continuación se entrega la valoración final de los núcleos de biodiversidad discriminados en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. Esta información se muestra gráficamente en el **Anexo Figuras – Figuras 3; Figura 3-A; Figura 3-B y Figura 3-C** en ella se entrega la delimitación de unidades y el valor para la conservación de cada una de ellas. El resumen de los antecedentes disponibles para cada una de las unidades, incluidas en la cobertura digital generada para este trabajo, se presenta en el **Anexo Tablas – Tabla 15**.

Superficie y Número de Unidades

Los resultados muestran la existencia de cuatro unidades que presentan un Alto valor para la conservación dentro del sitio prioritario, esto equivale a un 5,5% del total de unidades discriminadas. Sin embargo, la superficie incluida en estas unidades representa un 22,7% de la superficie total evaluada, con un valor de 131.405 ha aproximadamente. En este grupo destaca la unidad 12, la cual ocupa la mayor superficie dentro de esta categoría y se ubica ocupando los sectores bajos y de menor pendiente al sur de la cuidad de Copiapó.

La siguiente categoría de conservación corresponde a aquella unidades que obtuvieron un valor Medio, es decir el rango de valoración estuvo entre 0,1 y 0,29 y corresponden a un total de 13 unidades con una superficie de 113.127 ha, que equivale al 19,5% de la superficie total. Se distribuyen en todo el sitio prioritario ocupando distintas posiciones topográficas, agrupadas principalmente en cuatro sectores, el primero en la rivera norte del Río Copiapó, un segundo grupo en la porción media del sitio, ocupando las cumbres de los cerros en el sector este, un tercer grupo se ubica en la porción media – baja del sitio y por último un cuarto grupo ocupa los cordones que rodean la ciudad de Vallenar.

En tercer lugar se encuentran las unidades con un valor para la conservación Bajo, y corresponden a 24 unidades, estas ocupan la mayor superficie del sitio, equivalente al 43% con 248.943 ha aproximadamente. Ocupan tanto sectores de cerros, como sectores llanos y se distribuyen a lo largo de todo el sitio prioritario.

El cuarto grupo de unidades, corresponden a aquellas unidades que no poseen información respecto de su flora. Estas unidades son de particular interés ya que al no contar con un nivel de información adecuado, no se incluyen dentro del análisis realizado, por ende es importante, al momento de priorizar el manejo y conservación del sitio prioritario, obtener la información necesaria de estas unidades. El numero total de unidades incluidas en esta categoría es de 32 unidades, que abarcan un total de 85.770 hectáreas, lo que equivale al 14,8% de la superficie total del Sitio Prioritario.

La **Tabla 16** muestra el resumen de la valoración realizada en términos de número y superficie de polígonos incluidos en cada una de las categorías establecidas para el Valor de Conservación de los distintos núcleos de biodiversidad discriminados en el Sitio Prioritario.

Folio019790

Tabla 16: Resumen de la valoración en términos de número y superficie de los polígonos incluidos en cada una de las categorías de valor para la conservación de las unidades del Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Categoría Valor para Conservación	Rango Valor Conservación	Nº de Polígonos	Unidades	Porcentaje respecto Nº Total de Polígonos	Superficie (ha)	Porcentaje respecto Superficie Total
Alto	0,3 – 0,8	4	12 – 38 – 64 – 67	5,5	131405,37	22,7
Medio	0,1 – 0,29	13	4 – 10 – 14 – 15 – 19 – 20 – 34 – 36 – 49 – 57 – 58 – 59 - 62	17,8	113127,58	19,5
Bajo	0,001 – 0,8	24	1 – 3 – 5 – 6 – 8 – 9 – 11 – 16 – 23 – 25 – 32 – 37 – 39 – 40 – 43 – 47- 54 – 55 – 61 – 63 – 65 – 70 – 71 - 73	32,9	248943,48	43,0
Sin información	0	32	2 – 7 – 13 – 17 – 18 – 21 – 22 – 24 – 26 – 27 – 28 – 29 – 30 – 31 – 33 – 35 – 41 – 42 – 44 – 45 – 46 – 48 – 50 – 51 – 52 – 53 – 56 – 60 – 66 – 68 – 69 – 72	43,8	85770,62	14,8
Total general		**73**		**100,0**	**579247,05**	**100,0**

Composición y Representatividad Florística

El agrupamiento de los núcleos de biodiversidad en las distintas categorías de conservación definidas para el sitio prioritario, establece una sumatoria de la información florística que cada unidad posee, de esta manera, según la información disponible, cada categoría posee, a nivel de flora, una composición distinta, la cual debe ser considerada al momento de definir las actividades de uso y manejo que en cada una de estas zonas se realice.

A continuación se analiza la composición y representatividad de la flora local, que cada una de las categorías para la conservación posee, en términos de composición florística, exclusividad, grado de similitud y representación de la flora amenazada, con el objeto de caracterizar cada una de estas áreas y entregar los antecedentes necesarios para una adecuada administración de estos sectores.

- *Composición Florística*

En términos del cortejo florístico resultante de la agrupación de los núcleos de biodiversidad según la categoría de conservación (Alta – Media y Baja) establecida para el Sitio Prioritario, se puede señalar que aquellas zonas que resultaron con valor Alto para la conservación concentran un total de 170 especies, lo que equivale al 50,6% de la flora total, se compone de 161 especies autóctonas y nueve alóctonas. La siguiente categoría que agrupa a los polígonos con un valor para la conservación (VC) Medio, se compone de 214 especies de las cuales 208 son especies autóctonas y seis son alóctonas, representando al 63,7% de la flora local. En tercer lugar se encuentran los polígonos con un valor VC Bajo, los cuales poseen en conjunto un total de 131 especies, desglosadas en 129 especies autóctonas y dos alóctonas, representando al 39% de la

flora. El número de especies para cada una de las categorías de conservación, según origen de la flora correspondiente, se entrega en la **Tabla 17.**

Tabla 17: Resumen del número de especies según origen, para cada una de las categorías de valor para la conservación de los núcleos de biodiversidad presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Categoría Valor para Conservación	N°E species Alóctonas	%**	N°Especies Autóctona	%	N°Total de Especies	%
Alto	9	2,7	161	47,9	170	50,6
Medio	6	1,8	208	61,9	214	63,7
Bajo	2	0,6	129	38,4	131	39,0

** El porcentaje esta expresado respecto a la flora total del Sitio Prioritario

- *Exclusividad*

La presencia de especies exclusivas incluidas en cada una de las categorías de conservación muestra que las unidades con valor VC Medio engloban la mayor cantidad de especies de este tipo con 44 entidades lo que corresponde al 45,8% de las 96 especies exclusivas presentes en el área. En segundo lugar, las unidades con un valor VC Alto poseen 28 taxas exclusivas equivalente al 29,2% de las especies de este grupo. Por último, las unidades con un valor VC Bajo, poseen en conjunto un 25% de estas especies con un total de 24 entidades. El número de especies exclusivas para cada una de las categorías de conservación, se entrega en la **Tabla 18.**

Tabla 18: Resumen del número de especies exclusivas para cada una de las categorías de valor para la conservación de los núcleos de biodiversidad presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Categoría Valor para Conservación	Nº Especies Exclusivas	%**
Alto	28	29.2
Medio	44	45.8
Bajo	24	25
Total general	96	100

** El porcentaje esta expresado respecto al numero total de especies exclusivas presentes en el Sitio Prioritario

- *Similitud*

El grado de similitud florística entre distintas unidades permite conocer los elementos, en este caso de flora, que los distintos cortejos florísticos resultantes de la agrupación de unidades de acuerdo al valor VC obtenido, tienen entre si y de esta manera entregar antecedentes que permitan establecer los niveles de protección o medidas a aplicar en las distintas áreas del sitio prioritario. De esta manera la existencia de un alto grado de similitud entre los distintos cortejos florísticos de cada categoría de conservación, permite enfocar los esfuerzos de protección hacia alguna de ellas, en caso contrario, se debe considerar la protección o la toma de medidas especiales hacia la generalidad de los sectores.

Folio019792

El índice de similitud (Índice de Sorensen), aplicado sobre las categorías de valor para la conservación muestra que los distintos cortejos de flora respectivos, presentan un porcentaje de similitud que va desde un 37,9% entre las categorías Alto – Bajo a un 48,1% entre las categorías Medio – Bajo, esto implica la existencia de un alto número de entidades particulares en cada uno de los grupos de flora que los hace distintos unos de otros. Los valores porcentuales obtenidos para el índice de similitud entre las distintas categorías de valor para la conservación establecidas para el Sitio Prioritario se entregan en la **Tabla 19**.

Tabla 19: Valores porcentuales del Índice de Similitud (Índice de Sorensen) aplicado sobre las categorías de valor para la conservación de los núcleos de biodiversidad presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Categoría Valor Para la Conservación	Alto	Medio	Bajo
Alto	100	-----	-----
Medio	45.3	100	-----
Bajo	37.9	48.1	100

- *Representación de la Flora Amenazada.*

Uno de los grupos mas importantes dentro del Sitio Prioritario, esta formado por aquellas especies amenazadas o que presentan problemas de conservación a nivel Local o Nacional, es por ello que la inclusión de estas especies en una u otra categoría debe ser considerada dentro de los criterios de planificación del sitio prioritario.

De esta manera se observa que la categoría Alta concentra un 88,9% de las especies amenazadas presentes en el Sitio Prioritario con 8 de las nueve especies detectadas. De este grupo de unidades, incluidas en esta categoría, es la unidad 64 la que concentra el mayor número de entidades, sumando un total de cuatro especies amenazadas. De esta manera esta unidad toma mayor importancia dentro de este grupo.

La categoría de valor para la conservación Media, tiene a su haber un total de cinco especies amenazadas, de las cuales solo la especie *Prosopis strombulifera* no se encuentra representada en la categoría anterior. Esta especie se encuentra específicamente en el polígono 59, sin haber sido detectada en el resto de las unidades.

Finalmente aquellas unidades que obtuvieron un valor para la conservación Bajo, no presentan especies con problemas de conservación. El listado de especies amenazadas y su localización dentro de las unidades de cada categoría se muestra en la **Tabla 20.**

Tabla 20: Representación de las especies amenazadas en las distintas categorías para el valor de conservación establecidas para el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Categoría Valor Para la Conservación	Estado de Conservación	Especie Amenazada	Polígonos	Nº de Especies	%
Alto	V	Cordia decandra H. et A.	64		
		Krameria cistoidea H. et A.	64		
		Prosopis flexuosa DC. var. flexuosa	38		
	V®	Balsamocarpon brevifolium Clos	64		
	R	Eulychnia acida Phil.	12		
		Pintoa chilensis Gay	12 - 67		
	R®	Bulnesia chilensis Gay	64 - 67		
	IC®	Heliotropium glutinosum Phil.	64		
Nº especies amenazadas categoría Alta				**8**	88.9
Medio	V	Cordia decandra H. et A.	49		
		Krameria cistoidea H. et A.	10 - 14 - 58 - 62		
		Prosopis strombulifera (Lam.) Benth.	59		
	R	Eulychnia acida Phil.	10		
		Pintoa chilensis Gay	15		
Nº especies amenazadas categoría Medio				**5**	56

ESTADÍSTICAS GENERALES

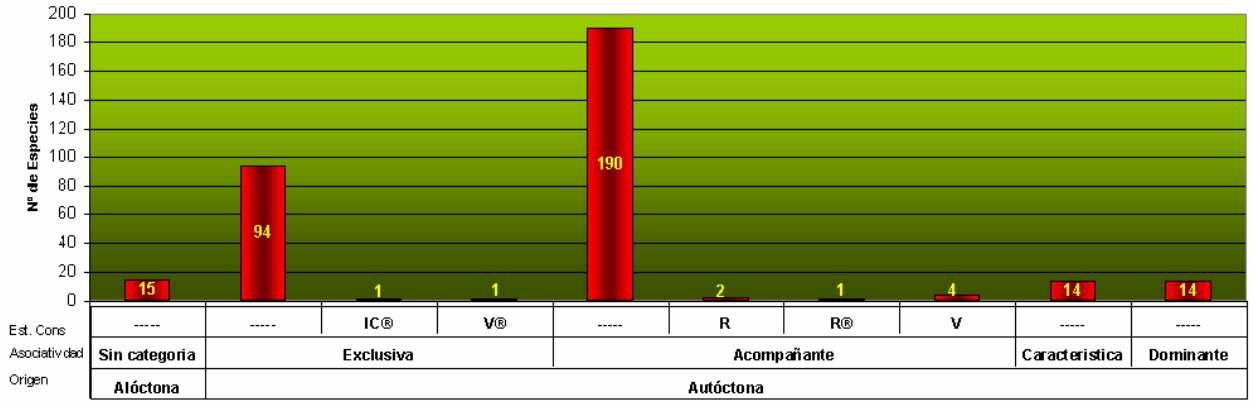
ESTADÍSTICAS FLORA LOCAL

A continuación la **Figura 4** presenta el resúmen de las estadísticas dela flora local emanadas a partir del análisis de los núcleos de biodiversidad florística detectados en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Figura 4: Resumen general de las estadísticas de la flora local correspondientes a los núcleos de biodiversidad florística discriminados en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Estadísticas Flora Local

Origen de las Espcies	Grado de Asociatividad (Exclusividad)	Estado de Conservación	Nº de Especies
Especies Alóctonas	Sin categoria	-----**	15
Nº total especies alóctonas (introducidas)			**15**
Especies Autóctonas	Especies Exclusivas	-----	94
		IC®	1
		V®	1
	Nº especies exclusivas		*96*
	Especies Acompañantes	-----	190
		R	2
		R®	1
		V	4
	Nº especies acompañantes		*197*
	Nº especies caracteristicas	-----	*14*
	Nº especies dominantes	-----	*14*
Nº total especies autóctonas			***321***
Nº total especies vasculares Sitio Prioritario			**336**
Nº total especies amenazadas			**9**



** ----- = Especies que no presentan problemas de conservación o No clasifican en alguna categoría (especies introducidas)

ESTADISTICAS NUCLEOS BIODIVERSIDAD (Polígonos)

La Tabla 21, resume los antecedentes generales correspondientes a los núcloes de biodiversidad detectados en el Sitio Prioritario Desierto Florido, la inofrmación se entrega para cada una de lascategorías establecidas para el Valor para la Conservación considerando los parámetros más relevantes entregados en el presente informe.

Tabla 21: Resúmen estadístico de los parámetros mas relevantes, según las categorías de Valor para la Conservación de los núcleos de biodiversidad detectados en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

		Categoría Valor para la Conservación				
Parámetro	**Estadístico**	**Alto**	**Medio**	**Bajo**	**Sin información**	**Total general**
Nº de Polígonos	Nº de Polígonos	4	13	24	32	73
Superficie (ha)	Total	131405.4	113127.6	248943.5	85770.6	579247.1
	Minimo	1243.0	249.5	636.3	16.0	16.0
	Promedio	32851.3	8702.1	10372.6	2680.3	7934.9
	Maximo	112494.0	26899.1	50420.2	10736.3	112494.0
Valor para la Conservación (VC)	Minimo	0.344	0.126	0.003	0	0
	Promedio	0.49	0.19	0.04	0	0.07
	Maximo	0.73	0.27	0.09	0	0.73
Nº de Especies	Minimo	27.00	3.00	1.00	0	0.00
	Promedio	50.75	28.31	8.63	0	10.66
	Maximo	71.00	67.00	26.00	0	71.00
Nº de Especies Autóctonas	Minimo	27.00	3.00	1.00	0	0.00
	Promedio	48.25	27.62	8.50	0	10.36
	Maximo	66.00	62.00	25.00	0	66.00
Nº de Especies Alóctonas	Minimo	0	0	0	0	0
	Promedio	2.50	0.69	0.13	0	0.30
	Maximo	5.00	5.00	1.00	0	5.00
Nº de Especies Exclusivas	Minimo	4.00	0	0	0	0
	Promedio	7.00	3.38	1.00	0	1.32
	Maximo	12.00	8.00	3.00	0	12.00
Nº de Especies Amenazadas	Minimo	1.00	0	0	0	0.00
	Promedio	2.50	0.62	0	0	0.25
	Maximo	5.00	2.00	0	0	5.00

CONCLUSIONES

- En el Sitio Prioritario Desierto Florido es posible identificar un total de 73 núcleos (polígonos) de biodiversidad. De estos sólo 41 unidades poseen información y 32 carecen de ella. Existiendo además una marcada disparidad en la información que cada unidad posee, tanto a nivel de número de inventarios florísticos como de número de especies detectadas en cada una de ellas.

- El cortejo florístico esta compuesto por un total de 336 especies vasculares las cuales representan a tres Divisiones taxonómicas: *Pinophytas, Polypodiophytas* y *Magnoliophytas*, siendo las Familias *Asteraceae, Boraginaceae, Fabaceae, Solanaceae* y *Nolanaceae* las mas numerosas en cuanto al número de taxas componentes. Las unidades presentan un promedio de 10,7 especies vegetales, con un rango que va desde cero hasta 71 entidades por unidad como valor máximo, la unidad 38 es la que presenta la mayor cantidad de especies dentro del Sitio Prioritario. Se distribuyen en una superficie aproximada de 493.476 hectáreas, que corresponden a las unidades de las cuales se posee información, por lo que no se descarta la existencia de espacies vegetales en el resto de las unidades.

- El origen de la flora muestra la existencia de 321 especies autóctonas y 15 entidades alóctonas o introducidas, esto sugiere un alto grado de naturalidad del sitio prioritario.

- Se presentan un total de nueve especies con problemas de conservación, de las cuales cuatro se encuentran en la categoría Vulnerable, dos en la categoría de Raras, ambos grupos a nivel Nacional. A nivel regional se detectó la presencia de una especie Vulnerable, una Rara y una Insuficientemente Conocida. La unidad 64 es la que presenta la mayor concentración de especies amenazadas, con cinco entidades. Se distribuyen en un total de 11 polígonos, que ocupan una superficie aproximada de 166.283 hectáreas.

- Según el grado de Asociatividad o Exclusividad existe una mayoritaria proporción de especies Acompañantes (203 especies), le siguen las especies Exclusivas (96 especies), en tercer lugar se ubican las especies Dominantes y Características con 14 especies en cada grupo. Un quinto grupo de especies lo constituyen aquellas especies alóctonas que no presentan una relación con la flora local, por lo cual no son clasificadas en alguno de los grupos anteriores, y son un total de 15 entidades. A este respecto se puede señalar que la unidad que posee la mayor proporción de especies Exclusivas corresponde a la unidad 38 con 12 taxas.

- Como resultado del análisis del grado de asociatividad que las especies vasculares presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, se plantea como hipótesis la existencia de una relación entre las especies efímeras del desierto florido y los grupos de especies caracterizadas como Exclusivas y Acompañantes.

- Según el valor para la conservación (VC) se tiene un total de cuatro unidades con un índice Alto, 13 unidades con un valor Medio, 24 núcleos con un Valor Bajo y 32 unidades Sin Información. Esto significa que un 22,7% de la superficie se encuentra en la primera categoría, un 19,5% en la segunda, un 43% en la tercera, siendo ésta la que ocupa la mayor superficie dentro del Sitio Prioritario, y un 14,8% de la superficie carece de información.

- La composición florística resultante del agrupamiento de los núcleos de biodiversidad en las tres categorías de valor para la conservación mencionadas anteriormente, muestra que un 50,6% de la flora local se encuentra en sectores catalogados con un valor VC Alto, un 63,7% en núcleos que resultaron con un valor VC Medio y un 39% en aquellas unidades que obtuvieron la menor ponderación.

- La presencia de un importante grupo de especies exclusivas dentro de las distintas unidades, provoca una marcada diferenciación entre los cortejos florísticos resultantes de la agrupación según el valor VC obtenido por cada unidad. Según el índice de similitud calculado para estos grupos (según valor para la conservación) existe como máximo un 48,1% de similitud entre las unidades en categoría Baja v/s las de categoría Media. Por otra parte las unidades valoradas en la categoría Alta comparten un 45,3% de la flora presente en las unidades con valor Medio y un 37,9% de las especies presentes en las unidades de categoría Baja.

- El cortejo de especies amenazadas o con problemas de conservación quedan incluidas en su mayoría, en aquellas unidades que obtuvieron un valor para la conservación Alto a excepción de la especie *Prosopis strombulifera* la que se detectó solamente en la unidad 59 que resultó con un valor para la conservación Medio.

- Finalmente el nivel de información alcanzado en el presente estudio es bajo para la mayoría de las unidades existentes, es por ello, que el presente trabajo establece principalmente los rasgos generales del sitio prioritario y establece las bases metodológicas para realizar una exhaustiva evaluación en el futuro. Los antecedentes y análisis realizados se ajustan al nivel de información logrado y no pretender ser definitivos, ya que la realización de nuevas investigaciones y estudios en terreno pueden ayudar a mejorar esta información y obtener resultados diferentes a los aquí expuestos.

ANEXO TABLAS

Tabla 1: Nivel de Información existente en cada una de las unidades identificadas en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Nº Polígono	Nº de Inventarios	Nº Especies por Inventario (Promedio)	Mínimo Nº Especies	Máximo Nº Especies
1	1	12.0	12	12
2	0	0.0	0	0
3	1	1.0	1	1
4	5	10.4	1	21
5	3	6.7	1	15
6	1	1.0	1	1
7	0	0.0	0	0
8	4	2.0	1	4
9	2	13.0	8	18
10	2	5.0	4	6
11	1	4.0	4	4
12	10	8.8	1	23
13	0	0.0	0	0
14	2	19.0	10	28
15	1	8.0	8	8
16	2	1.0	1	1
17	0	0.0	0	0
18	0	0.0	0	0
19	1	32.0	32	32
20	1	55.0	55	55
21	0	0.0	0	0
22	0	0.0	0	0
23	2	1.0	1	1
24	0	0.0	0	0
25	2	3.0	2	4
26	0	0.0	0	0
27	0	0.0	0	0
28	0	0.0	0	0
29	0	0.0	0	0
30	0	0.0	0	0
31	0	0.0	0	0
32	1	24.0	24	24
33	0	0.0	0	0
34	3	15.7	3	40
35	0	0.0	0	0
36	4	14.0	10	18
37	1	5.0	5	5
38	1	71.0	71	71
39	2	1.0	1	1
40	3	9.3	1	21
41	0	0.0	0	0

Nº Polígono	Nº de Inventarios	Nº Especies por Inventario (Promedio)	Mínimo Nº Especies	Máximo Nº Especies
42	0	0.0	0	0
43	1	5.0	5	5
44	0	0.0	0	0
45	0	0.0	0	0
46	0	0.0	0	0
47	1	3.0	3	3
48	0	0.0	0	0
49	1	14.0	14	14
50	0	0.0	0	0
51	0	0.0	0	0
52	0	0.0	0	0
53	0	0.0	0	0
54	3	2.0	1	4
55	2	13.0	9	17
56	0	0.0	0	0
57	6	13.2	1	42
58	1	5.0	5	5
59	2	1.5	1	2
60	0	0.0	0	0
61	1	6.0	6	6
62	1	9.0	9	9
63	3	7.5	1	13
64	1	45.0	45	45
65	2	5.0	2	8
66	0	0.0	0	0
67	6	4.7	1	12
68	0	0.0	0	0
69	0	0.0	0	0
70	1	2.0	2	2
71	2	2.0	1	3
72	0	0.0	0	0
73	2	1.0	1	1

Tabla 2: Composición florística y distribución degún polígonos del Sitio Prioritario Desierto Florido, Región De Atacama

Nº Polígono	1	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	15	16	19	20	23	25	32	34	36	37	38	39	40	43	47	49	54	55	57	58	59	61	62	63	64	65	67	70	71	73	
Nº de Inventarios por unidad	1	1	5	3	1	4	2	2	1	10	2	1	2	1	1	2	2	1	3	4	1	1	2	3	1	1	1	3	2	6	1	2	1	1	3	1	2	6	1	2	2	
Especies por Polígono	12	1	44	18	1	8	24	10	4	60	32	8	2	32	55	2	6	24	46	43	5	71	2	26	5	3	14	4	23	67	5	3	6	9	13	45	10	27	2	4	2	Frecuencia
Especie																																										
Acaena magellanica (Lam.) Vahl																						X																					1
Adesmia argentea Meyen										X										X														X				X				4
Adesmia argyrophylla Phil.																			X																							1
Adesmia bracteata H. et A.																	X																									1
Adesmia filifolia Clos			X							X								X	X																							4
Adesmia kingii Phil.																			X																							1
Adesmia parviflora Clos																			X						X																	2
Adesmia pedicellata H. et A.																						X														X						2
Adesmia sp.2 (aff. rahmeri)			X																																X							2
Adesmia sp.5 (serie glutinosa)										X																																	1
Adesmia sp.7																					X																					1
Adesmia tenella H. et A. var. tenella			X							X								X	X	X																						5
Adiantum chilense Kaulf.																													X													1
Adiantum chilense Kaulf. var. hirsutum																																				X						1
Adiantum sp.																														X												1
Alona coelestis Lindl.																														X			X	X		X						4
Alona filifolia (H. et A.) I. M. Johnst.			X				X			X	X									X																						5
Alona rostrata Lindl.														X																X							X					3
Aloysia salviifolia (H. et A.) Mold.																			X																	X		X				3
Alstroemeria kingii Phil.							X			X	X				X	X		X				X		X					X													9
Alstroemeria leporina Bayer et Grau																													X						X	X						3
Alstroemeria paupercula Phil.															X																											1
Alstroemeria polyphylla Phil.																						X																				1
Anisomeria littoralis (P. et E.) Moq.																				X																						1
Aphyllocladus denticulatus (Remy) Cabr. var. calvus															X																								X			2
Apium laciniatum (DC.) Urban var. hispidulum										X																																	1
Apium nodiflorum (L.) Reichenb. f. var. vulgare																						X																				1
Argemone crassifolia Ownbey																																							X				1
Argylia geranioides DC.						X									X							X																				3
Argylia potentillifolia DC.																														X										X		2
Argylia radiata (L.) D. Don			X				X				X			X					X					X		X			X	X				X								10
Argythamnia canescens (Phil.) F. Phil.																						X															X						2
Argythamnia sp.																																					X						1
Aristida adscensionis L.																																				X						1
Aristolochia chilensis Bridges ex Lindl.																																					X						1
Artemisia absinthium L.																														X												1
Asteriscium closii (O.K.) Math. et Const.			X	X			X			X				X	X					X				X						X												9
Astragalus bustillosii Clos			X																																							1
Astragalus chamissonis (Vogel) Reiche																																						X				1
Astragalus cruckshanksii (H. et A.) Griseb.																													X													1
Astragalus dodtii Phil.				X										X																												2
Atriplex clivicola I. M. Johnst.			X				X			X	X							X	X	X									X	X												9

Nº Polígono	1	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	15	16	19	20	23	25	32	34	36	37	38	39	40	43	47	49	54	55	57	58	59	61	62	63	64	65	67	70	71	73	
Nº de Inventarios por unidad	1	1	5	3	1	4	2	2	1	10	2	1	2	1	1	2	2	1	3	4	1	1	2	3	1	1	1	3	2	6	1	2	1	1	3	1	2	6	1	2	2	
Especies por Polígono	12	1	44	18	1	8	24	10	4	60	32	8	2	32	55	2	6	24	46	43	5	71	2	26	5	3	14	4	23	67	5	3	6	9	13	45	10	27	2	4	2	Frecuencia
Atriplex deserticola Phil.			X				X		X																																	3
Atriplex leuca Phil.													X	X								X	X												X			X				6
Atriplex mucronata Phil.	X	X							X	X												X	X	X																		7
Atriplex semibaccata R. Br.																											X			X					X							3
Atriplex sp.																																			X							1
Baccharis juncea (Lehm.) Desf.																						X																				1
Baccharis linearis (R. et P.) Pers.																														X								X				2
Baccharis pingraea DC.																														X												1
Baccharis sagittalis (Less.) DC.																														X												1
Baccharis salicifolia (R. et P.) Pers.																														X												1
Baccharis spartioides (H. et A.) Remy																						X																				1
Bahia ambrosioides Lag.										X									X																								2
Balbisia peduncularis (Lindl.) D. Don															X															X					X								3
Balsamocarpon brevifolium Clos																																				X							1
Bromus berteroanus Colla							X			X									X			X														X	X						6
Bulnesia chilensis Gay																																				X		X					2
Caesalpinia angulata (H. et A.) Baillon																																		X		X							2
Calandrinia bandurriae Phil.															X																												1
Calandrinia calycina Phil.											X																																1
Calandrinia capitata H. et A. var. capitata																														X												1
Calandrinia discolor Schrad.													X											X																			2
Calandrinia longiscapa Barn.							X	X		X							X	X	X	X							X		X														9
Calandrinia sp.										X									X		X			X																			4
Calandrinia sp.2			X							X									X																								3
Calandrinia sp.3							X			X	X																																3
Calandrinia sp.4								X											X																								2
Calandrinia sp.5							X												X																								2
Calandrinia spicata Phil.																						X																					1
Calandrinia thyrsoidea Reiche																						X																					1
Calandrinia trifida H. et A.										X									X	X																							3
Calliandra chilensis Benth.																																				X							1
Camassia biflora (R. et P.) Coc.				X						X					X																												3
Camissonia dentata (Cav.) Reiche ssp. dentata																						X																					1
Centaurea sp2.																				X																								1
Chaetanthera glabrata (DC.) Meigen			X								X										X																							3
Chaetanthera lanata (Phil.) I. M. Johnst.																	X																											1
Chaetanthera limbata (D. Don) Less.																																				X							1
Chaetanthera linearis Poepp. ex Less. var. linearis																			X																									1
Chaetanthera linearis Poepp. ex Less. var. taltalensis						X				X					X																													3
Chaetanthera sp.																	X																											1
Cheilanthes mollis (Kze) Presl																													X							X							2
Chenopodium papulosum Moq.															X																													1
Chenopodium petiolare H.B.K.										X										X							X																	3
Convolvulus chilensis Pers.																														X					X								2
Cordia decandra H. et A.																											X									X							2

Nº Polígono	1	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	15	16	19	20	23	25	32	34	36	37	38	39	40	43	47	49	54	55	57	58	59	61	62	63	64	65	67	70	71	73	
Nº de Inventarios por unidad	1	1	5	3	1	4	2	2	1	10	2	1	2	1	1	2	2	1	3	4	1	1	2	3	1	1	1	3	2	6	1	2	1	1	3	1	2	6	1	2	2	
Especies por Polígono	12	1	44	18	1	8	24	10	4	60	32	8	2	32	55	2	6	24	46	43	5	71	2	26	5	3	14	4	23	67	5	3	6	9	13	45	10	27	2	4	2	Frecuencia
Cressa truxillensis H.B.K.				X																																						1
Cristaria argyliifolia Phil.				X			X		X	X					X							X																					6
Cristaria aspera Gay var. pilosa			X																																							1
Cristaria calderana M. Muñoz			X																																							1
Cristaria cyanea Phil. ex E. Baker			X				X			X					X		X	X		X		X							X													9
Cristaria divaricata Phil. ex E. Baker			X			X	X	X	X					X	X			X	X	X		X				X	X	X		X					X		X					17
Cristaria glomerulata I. M. Johnst.															X																												1
Cristaria heterophylla (Cav.) H. et A. var. loasifolia														X																												1
Cristaria integerrima Phil.																								X																			1
Cristaria lobulata Phil.																								X																			1
Cristaria molinae Gay															X																												1
Cristaria multiflora Gay																																						X				1
Cristaria saniculifolia Phil. ex E. Baker														X																													1
Cristaria sp.																					X																						1
Cristaria univittata Hochr.							X																																				1
Cristaria urmenetae Phil.																																		X								1
Cristaria viridi-luteola Gay var. viridi-luteola			X	X										X	X			X																								5
Cruckshanksia hymenodon H. et A. var. hymenodon											X																												X				2
Cruckshanksia montiana Clos	X																																									1
Cruckshanksia pumila Clos											X								X										X							X						4
Cruckshanksia verticillata Phil.															X																												1
Cryptantha carrizalensis Reiche																						X																					1
Cryptantha chaetocalyx (Phil.) I. M. Johnst.			X					X		X	X				X			X		X							X															8
Cryptantha diffusa (Phil.) I. M. Johnst.																			X	X				X					X								X	X				6
Cryptantha filaginea (Phil.) Reiche			X	X																																						2
Cryptantha globulifera (Clos) Reiche			X											X	X							X																					4
Cryptantha gnaphalioides (A.DC.) Reiche															X							X			X																		3
Cryptantha haplostachya (Phil.) I. M. Johnst.			X																																							1
Cryptantha kingii (Phil.) Reiche															X														X														2
Cryptantha oligantha Reiche			X																																							1
Cryptantha parviflora (Phil.) Reiche														X	X																												2
Cryptantha sp.11																													X													1
Cryptantha sp.3										X										X																							2
Cryptantha sp.4																																				X							1
Cryptantha sp.5																													X													1
Cryptantha sp.7											X																																1
Cryptantha virens (Phil.) Reiche														X																													1
Cumulopuntia berteri Ritt.											X																																1
Cynodon dactylon (L.) Pers.																														X													1
Descurainia cumingiana (Fisch. et Mey.) Prantl var. cumingiana																			X											X							X						3
Dinemagonum bridgesianum A.H.L. Juss.																			X																								1
Dinemagonum gayanum A.H.L. Juss. var. albicaule																														X													1
Dinemagonum maculigerum Phil.																			X																								1
Dioscorea auriculata Poepp.																						X																					1
Dioscorea humifusa Poepp. var. humifusa																						X																					1

Nº Polígono	1	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	15	16	19	20	23	25	32	34	36	37	38	39	40	43	47	49	54	55	57	58	59	61	62	63	64	65	67	70	71	73	
Nº de Inventarios por unidad	1	1	5	3	1	4	2	2	1	10	2	1	2	1	1	2	2	1	3	4	1	1	2	3	1	1	1	3	2	6	1	2	1	1	3	1	2	6	1	2	2	
Especies por Polígono	12	1	44	18	1	8	24	10	4	60	32	8	2	32	55	2	6	24	46	43	5	71	2	26	5	3	14	4	23	67	5	3	6	9	13	45	10	27	2	4	2	Frecuencia
Distichlis spicata (L.) Greene var. spicata																						X																					1
Domeykoa oppositifolia Phil.			X	X										X																												3
Encelia canescens Lam. var. canescens																		X		X				X													X					4
Ephedra breana Phil.								X																			X			X						X					4
Ephedra chilensis C. Presl																																						X				1
Epilobium puberulum H. et A.																						X																				1
Equisetum bogotense H.B.K.																																						X				1
Eremocharis fruticosa Phil.	X																			X				X					X							X	X				6
Erodium cicutarium (L.) L'Hérit. ex Aiton																																				X						1
Erodium malacoides (L.) L'Hérit. ex Aiton var. malacoides																						X		X																		2
Errazurizia multifoliolata (Clos) I. M. Johnst.																						X													X							2
Eryngium coquimbanum Phil. ex Urban										X										X										X												3
Eulychnia acida Phil.								X		X																																2
Euphorbia copiapina Phil.			X	X			X											X																								4
Euphorbia lactiflua Phil.																														X												1
Euphorbia thinophila Phil.																															X					X						2
Fagonia chilensis H. et A. var. chilensis			X									X																					X									3
Frankenia chilensis K. Presl ex Roem. et Schult.			X		X	X									X	X			X	X		X		X						X											10
Gamochaeta sp.										X																																1
Gnaphalium sp.							X																																			1
Gutierrezia resinosa (H. et A.) Blake										X																																1
Gymnophyton flexuosum Clos															X																							X				2
Haplopappus braviradiatus Reiche																														X												1
Haplopappus parvifolius (DC.) A. Gray																																				X						1
Haplopappus philippii (O.K.) Hall																						X																				1
Haplopappus sp.																						X																				1
Haplopappus sp.2																																	X									1
Haplopappus sp.3																																	X									1
Helenium atacamense Cabr.											X				X			X						X			X			X					X							7
Helenium sp.										X																																1
Helenium urmenetae (Phil.) Cabr. var. leguiffei																														X												1
Helenium vallenariense (Phil.) Bierner																			X											X												2
Heliotropium chenopodiaceum (A.DC.) Clos var. chenopodiaceum												X										X																					2
Heliotropium chenopodiaceum (A.DC.) Clos var. ericoideum												X		X					X								X										X						5
Heliotropium filifolium (Miers) I. M. Johnst.																		X		X					X					X												4
Heliotropium floridum (A.DC.) Clos															X					X																							2
Heliotropium glutinosum Phil.																																				X						1
Heliotropium longistylum Phil.																					X																					1
Heliotropium megalanthum I. M. Johnst.															X																											1
Heliotropium myosotifolium (A.DC.) Reiche			X							X	X				X				X	X		X		X						X											9
Heliotropium sinuatum (Miers) I. M. Johnst.															X				X																				X	X			4
Homalocarpus dichotomus (Poepp. ex DC.) Math. et Const.																		X																								1
Homalocarpus digitatus (Phil.) Math. et Const.										X								X	X																		X	X				5
Homalocarpus integerrimus (Turcz.) Math. et Const.																				X								X		X												3
Hypochoeris scorzonerae (DC.) F. Muell. var. scorzonerae																						X							X													2

Nº Polígono	1	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	15	16	19	20	23	25	32	34	36	37	38	39	40	43	47	49	54	55	57	58	59	61	62	63	64	65	67	70	71	73	
Nº de Inventarios por unidad	1	1	5	3	1	4	2	2	1	10	2	1	2	1	1	2	2	1	3	4	1	1	2	3	1	1	1	3	2	6	1	2	1	1	3	1	2	6	1	2	2	
Especies por Polígono	12	1	44	18	1	8	24	10	4	60	32	8	2	32	55	2	6	24	46	43	5	71	2	26	5	3	14	4	23	67	5	3	6	9	13	45	10	27	2	4	2	Frecuencia
Hypochoeris sp.														X																													1
Hypsela reniformis (H.B.K.) K. Presl																						X																					1
Krameria cistoidea H. et A.								X			X																				X			X		X						5
Lepidium angustissimum Phil.																				X																						1
Lepidium morrisonii C. Hitch.																			X																							1
Leucheria cerberoana Remy															X																											1
Leucheria sp.										X																																1
Leucocoryne narcissoides Phil.							X								X																											2
Leucocoryne sp.																														X												1
Leucocoryne spp. (indeterminable)			X	X						X																															3
Lippia geisseana (Phil.) Solereder															X																											1
Loasa chilensis (Gay) Urban et Gilg												X																														1
Loasa illapelina Phil. var. illapelina																			X																							1
Loasa sp.																						X																					1
Lobelia ovata (Phil.) Reiche														X																													1
Lupinus microcarpus Sims																				X																							1
Lycium chilense Miers. ex A. DC.			X			X			X													X								X												5
Lycium deserti Phil.			X																			X																					2
Lycium minutifolium Remy																						X																					1
Lycium stenophyllum Remy										X				X	X							X								X						X	X					7
Malesherbia humilis Poepp. var. parviflora														X				X	X					X										X									5
Malesherbia multiflora Ricardi											X							X									X			X							X						5
Malesherbia obtusa Phil. var. obtusa															X																												1
Malesherbia paniculata D. Don																																					X			X		2
Mathewsia incana Phil.	X																																									1
Mathewsia sp.						X								X	X																											3
Maytenus boaria Mol.																																					X					1
Melilotus alba Desr.										X																																1
Menonvillea linearis DC. var. linearis																			X																							1
Menonvillea orbiculata Phil. var. orbiculata							X							X				X		X				X			X		X							X						8
Mesembryanthemum sp.										X																																1
Microphyes litoralis Phil.			X												X					X																						3
Mimulus luteus L. var. luteus																						X																					1
Moscharia pinnatifida R. et P.										X																																1
Muehlenbeckia hastulata (J.E. Sm.) I. M. Johnst.																														X												1
Muhlenbergia asperifolia (Nees et Meyen ex Trin.) Parodi																						X								X												2
Nasturtium officinale R. Br. var. officinale																						X																					1
Nicotiana acuminata (Graham) Hook. var. acuminata																			X																								1
Nicotiana miersii Remy var. lychnoides																										X		X																2
Nicotiana miersii Remy var. miersii										X	X				X																													3
Nicotiana pauciflora Remy															X					X																							X	3
Nicotiana solanifolia Walp.	X																		X	X																							3
Nolana albescens (Phil.) I. M. Johnst.			X																																								1
Nolana baccata (Lindl.) Dunal				X																																							1
Nolana crassulifolia Poepp.	X			X			X			X	X			X	X					X		X		X						X		X					X						13

Nº Polígono	1	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	15	16	19	20	23	25	32	34	36	37	38	39	40	43	47	49	54	55	57	58	59	61	62	63	64	65	67	70	71	73	
Nº de Inventarios por unidad	1	1	5	3	1	4	2	2	1	10	2	1	2	1	1	2	2	1	3	4	1	1	2	3	1	1	1	3	2	6	1	2	1	1	3	1	2	6	1	2	2	
Especies por Polígono	12	1	44	18	1	8	24	10	4	60	32	8	2	32	55	2	6	24	46	43	5	71	2	26	5	3	14	4	23	67	5	3	6	9	13	45	10	27	2	4	2	Frecuencia
Nolana divaricata (Lindl.) I. M. Johnst.	X		X	X			X			X	X			X					X			X							X														10
Nolana leptophylla (Miers) I. M. Johnst.								X		X				X	X																												4
Nolana paradoxa Lindl. ssp. atriplicifolia										X	X									X									X													4
Nolana parviflora (Phil.) Phil.				X																																						1
Nolana peruviana (Gaud.) I. M. Johnst.												X																						X									2
Nolana pterocarpa Phil. ex Wettst.			X																																							1
Nolana rostrata (Lindl.) Miers var. carnosa			X											X																					X							3
Nolana rostrata (Lindley) Miers var. rostrata							X			X	X	X		X	X			X	X			X					X			X					X			X		X		14
Nolana sedifolia Poepp.	X		X			X				X				X	X									X						X						X						9
Nolana sp.	X		X																																							2
Nolana villosa (Phil.) I. M. Johnst.														X																													1
Nolana werdermannii I. M. Johnst.																																						X				1
Nothoscordum sp.										X																																1
Oenothera affinis Cambess.																																								X		1
Oenothera coquimbensis Gay			X				X			X					X																											4
Oenothera sp.																																								X		1
Ophryosporus triangularis Meyen											X													X																		2
Oxalis paniculata Reiche																				X				X																		2
Oxalis peraltae Phil.																						X							X							X						3
Oxalis puberula Phil.																						X																				1
Oxybaphus elegans Choisy																																				X						1
Pabellonia incrassata (Phil.) Quez. et Martic.																		X				X		X						X	X						X					6
Pabellonia oxypetala (Phil.) Quez. et Martic.																																					X					1
Pabellonia sp.																																						X				1
Pasithea coerulea (R. et P.) D. Don var. coerulea																																				X						1
Pectocarya dimorpha (I. M. Johnst.) I. M. Johnst.			X							X	X				X				X	X		X							X	X											9
Pennisetum chilense (Desv.) Jacks. ex R.E. Fries																														X												1
Perityle emoryi Torr.										X	X																		X	X												4
Philippiamra amaranthoides (Phil.) O.K.																														X												1
Philippiamra celosioides (Phil.) O.K.						X				X	X											X								X												5
Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.																						X																				1
Phrodus microphyllus (Miers) Miers																		X	X			X								X						X						6
Phyla reptans (H.B.K.) Greene																														X												1
Pintoa chilensis Gay										X		X																										X				3
Plagiobotrys sp2.										X																																1
Plantago hispidula R. et P. var. hispidula										X	X							X	X	X									X	X												7
Plantago litorea Phil. var. litorea			X												X							X																				3
Plantago pachyneura Steud.																						X																				1
Plantago rancaguae Phil.																														X												1
Pleocarphus revolutus D. Don																								X																		1
Pleurophora pungens D. Don f. pungens																				X		X																				2
Poa pratensis L.																						X																				1
Polyachyrus carduoides Phil.			X											X																												2
Polyachyrus fuscus Meyen et Walp.	X										X			X																												3
Polyachyrus poeppigii (Kunze ex Less.) Less. ssp. poeppigii			X	X									X	X				X				X		X																		7

Nº Polígono	1	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	15	16	19	20	23	25	32	34	36	37	38	39	40	43	47	49	54	55	57	58	59	61	62	63	64	65	67	70	71	73	
Nº de Inventarios por unidad	1	1	5	3	1	4	2	2	1	10	2	1	2	1	1	2	2	1	3	4	1	1	2	3	1	1	1	3	2	6	1	2	1	1	3	1	2	6	1	2	2	
Especies por Polígono	12	1	44	18	1	8	24	10	4	60	32	8	2	32	55	2	6	24	46	43	5	71	2	26	5	3	14	4	23	67	5	3	6	9	13	45	10	27	2	4	2	Frecuencia
Polypogon linearis Trin.																						X																					1
Prosopis flexuosa DC. var. flexuosa																						X																					1
Prosopis strombulifera (Lam.) Benth.																																X										1
Proustia ilicifolia H. et A. f. baccharoides												X																						X									2
Proustia ilicifolia H. et A. f. ilicifolia																														X													1
Ranunculus cymbalaria Pursh f. cymbalaria																						X																					1
Rapistrum rugosum (L.) All.																											X															1
Relbunium hypocarpium (L.) Hemsl. ssp. hypocarpium																														X													1
Reyesia chilensis Gay																														X						X		X					3
Reyesia parviflora (Phil.) Hunz.																									X																			1
Salpiglossis spinescens Clos														X								X																					2
Schinus polygamus (Cav.) Cabr. var. polygamus																			X																									1
Schizanthus candidus Lindl.																						X								X													2
Schizanthus integrifolius Phil.																						X								X								X					3
Schizanthus litoralis Phil.										X																																		1
Schizopetalon gayanum Barn. var. tenuifolium							X							X	X				X																									4
Schizopetalon sp.				X			X													X																								3
Schizopetalon walkeri Hook. var. brongniartii														X																														1
Senecio brachylobus Phil.																																							X				1
Senecio cachinalensis Phil. var. cachinalensis	X																																										1
Senecio cachinalensis Phil. var. copiapinus	X			X																																							2
Senecio chamomillifolius Phil.														X																														1
Senecio crepidioides Phil.			X														X													X													3
Senecio glabratus H. et A.										X																																		1
Senecio hirtus Cabr.			X																																								1
Senecio illinitus Phil.																				X																								1
Senecio jorquerae Phil.																																				X							1
Senecio leucus Phil.									X																																		1
Senecio myriophyllus Phil.																								X						X				X				X					3
Senecio sp.											X																																	1
Senecio troncosii Phil.																														X													1
Senna acuta (Meyen) Zollner et San Martín.										X																								X				X					3
Sicyos bryoniifolius Moris var. bryoniifolius																				X										X								X					3
Silene gallica L.										X																																	1
Sisymbrium philippianum I. M. Johnst.																									X																			1
Sisymbrium sp.														X																														1
Sisyrinchium graminifolium Lindl.															X																														1
Sisyrinchium junceum E. Mey. ex K. Presl															X																														1
Skytanthus acutus Meyen										X												X								X													3
Solanum nigrum L. var. nigrum																														X													1
Solanum remyanum Phil.										X									X	X										X													4
Solanum sp. 2																																X											1
Spergularia pycnantha Rossb.															X															X													2
Stipa plumosa (Steud.) ??																																				X							1
Stipa speciosa Trin. et Rupr.																														X						X							1

Nº Polígono	1	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	15	16	19	20	23	25	32	34	36	37	38	39	40	43	47	49	54	55	57	58	59	61	62	63	64	65	67	70	71	73	
Nº de Inventarios por unidad	1	1	5	3	1	4	2	2	1	10	2	1	2	1	1	2	2	1	3	4	1	1	2	3	1	1	1	3	2	6	1	2	1	1	3	1	2	6	1	2	2	
Especies por Polígono	12	1	44	18	1	8	24	10	4	60	32	8	2	32	55	2	6	24	46	43	5	71	2	26	5	3	14	4	23	67	5	3	6	9	13	45	10	27	2	4	2	Frecuencia
Stipa tortuosa Desv.																													X									X				2
Suaeda divaricata Moq.																						X																				1
Suaeda sp.				X																																						1
Taraxacum officinale Weber																						X																				1
Tetragonia angustifolia Barn.											X									X				X																		3
Tetragonia copiapina Phil.																			X	X										X												3
Tetragonia macrocarpa Phil. var. macrocarpa							X				X									X																X						4
Tetragonia pedunculata Phil.										X																																1
Teucrium nudicaule Hook.																						X																				1
Tiquilia litoralis (Phil.) Richardson			X					X		X																	X															4
Triglochin striata R. et P.																														X												1
Tristagma sp.															X																												1
Tristerix aphyllus (Miers ex DC.) Van Tiegh. ex Barlow et W var. iens																																				X						1
Tristerix verticillatus (R. et P.) Barlow et Wiens																			X																							1
Tropaeolum kingii Phil.																						X																				1
Tropaeolum tricolor Sweet															X							X														X						3
Urtica dioica L. var. mollis																														X												1
Verbena berterii (Meisn.) Schauer f. berterii																																				X						1
Verbena litoralis H.B.K.																														X												1
Verbena sulphurea D. Don var. sulphurea f. sulphurea																				X																							1
Verbesina encelioides (Cav.) B. et H. ex A. Gray																		X	X																								2
Viola godoyae Phil.																						X																				1
Viola polypoda Turcz.																						X									X											2
Viviania marifolia Cav.																														X												1

Tabla 4: Listado taxonómico de la flora vascular presente en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

División						
	Clase					
		Familia				
			Especie	**Origen**	**Est. Conserv.**	**Asociatividad**
Polypodiophyta						
	Polypodiopsida					
		Adiantaceae				
			Adiantum chilense Kaulf.	Autóctona	FP©	Acompañante
			Adiantum chilense Kaulf. var. hirsutum	Autóctona		Acompañante
			Adiantum sp.	Autóctona		Exclusiva
			Cheilanthes mollis (Kze) Presl	Autóctona		Acompañante
	Sphenopsida					
		Equisetaceae				
			Equisetum bogotense H.B.K.	Autóctona		Acompañante
Pinophyta						
	Gnetopsida					
		Ephedraceae				
			Ephedra breana Phil.	Autóctona		Acompañante
			Ephedra chilensis C. Presl	Autóctona		Acompañante
Magnoliophyta						
	Magnoliopsida					
		Aizoaceae				
			Mesembryanthemum sp.	Autóctona		Exclusiva
			Tetragonia angustifolia Barn.	Autóctona		Acompañante
			Tetragonia copiapina Phil.	Autóctona		Acompañante
			Tetragonia macrocarpa Phil. var. macrocarpa	Autóctona		Acompañante
			Tetragonia pedunculata Phil.	Autóctona		Acompañante
		Anacardiaceae				
			Schinus polygamus (Cav.) Cabr. var. polygamus	Autóctona		Acompañante
		Apiaceae				
			Apium laciniatum (DC.) Urban var. hispidulum	Autóctona		Acompañante
			Apium nodiflorum (L.) Reichenb. f. var. vulgare	Alóctona		Sin categoría
			Asteriscium closii (O.K.) Math. et Const.	Autóctona		Dominante
			Domeykoa oppositifolia Phil.	Autóctona		Acompañante
			Eremocharis fruticosa Phil.	Autóctona		Característica
			Eryngium coquimbanum Phil. ex Urban	Autóctona		Acompañante
			Gymnophyton flexuosum Clos	Autóctona		Acompañante
			Homalocarpus dichotomus (Poepp. ex DC.) Math. et Const.	Autóctona		Acompañante
			Homalocarpus digitatus (Phil.) Math. et Const.	Autóctona		Acompañante
			Homalocarpus integerrimus (Turcz.) Math. et Const.	Autóctona		Acompañante
		Apocynaceae				
			Skytanthus acutus Meyen	Autóctona		Acompañante
		Aristolochiaceae				
			Aristolochia chilensis Bridges ex Lindl.	Autóctona		Acompañante

División / Clase / Familia / Especie	Origen	Est. Conserv.	Asociatividad
Asteraceae			
Aphyllocladus denticulatus (Remy) Cabr. var. calvus	Autóctona		Acompañante
Artemisia absinthium L.	Alóctona		Sin categoría
Baccharis juncea (Lehm.) Desf.	Autóctona		Acompañante
Baccharis linearis (R. et P.) Pers.	Autóctona		Acompañante
Baccharis pingraea DC.	Autóctona		Acompañante
Baccharis sagittalis (Less.) DC.	Autóctona		Acompañante
Baccharis salicifolia (R. et P.) Pers.	Autóctona		Acompañante
Baccharis spartioides (H. et A.) Remy	Autóctona		Acompañante
Bahia ambrosioides Lag.	Autóctona		Acompañante
Centaurea sp2.	Autóctona		Exclusiva
Chaetanthera glabrata (DC.) Meigen	Autóctona		Acompañante
Chaetanthera lanata (Phil.) I. M. Johnst.	Autóctona		Acompañante
Chaetanthera limbata (D. Don) Less.	Autóctona		Acompañante
Chaetanthera linearis Poepp. ex Less. var. linearis	Autóctona		Acompañante
Chaetanthera linearis Poepp. ex Less. var. taltalensis	Autóctona		Acompañante
Chaetanthera sp.	Autóctona		Exclusiva
Encelia canescens Lam. var. canescens	Autóctona		Acompañante
Gamochaeta sp.	Autóctona		Exclusiva
Gnaphalium sp.	Autóctona		Exclusiva
Gutierrezia resinosa (H. et A.) Blake	Autóctona		Acompañante
Haplopappus breviradiatus Reiche	Autóctona		Exclusiva
Haplopappus parvifolius (DC.) A. Gray	Autóctona		Acompañante
Haplopappus philippii (O.K.) Hall	Autóctona		Exclusiva
Haplopappus sp.	Autóctona		Exclusiva
Haplopappus sp.2	Autóctona		Exclusiva
Haplopappus sp.3	Autóctona		Exclusiva
Helenium atacamense Cabr.	Autóctona		Característica
Helenium sp.	Autóctona		Exclusiva
Helenium urmenetae (Phil.) Cabr. var. leguiffei	Autóctona		Exclusiva
Helenium vallenariense (Phil.) Bierner	Autóctona		Acompañante
Hypochoeris scorzonerae (DC.) F. Muell. var. scorzonerae	Autóctona		Acompañante
Hypochoeris sp.	Autóctona		Exclusiva
Leucheria cerberoana Remy	Autóctona		Acompañante
Leucheria sp.	Autóctona		Exclusiva
Moscharia pinnatifida R. et P.	Autóctona		Acompañante
Ophryosporus triangularis Meyen	Autóctona		Acompañante
Perityle emoryi Torr.	Autóctona		Acompañante
Pleocarphus revolutus D. Don	Autóctona		Acompañante
Polyachyrus carduoides Phil.	Autóctona		Acompañante
Polyachyrus fuscus Meyen et Walp.	Autóctona		Acompañante

División / Clase / Familia	Especie	Origen	Est. Conserv.	Asociatividad
	Polyachyrus poeppigii (Kunze ex Less.) Less. ssp. poeppigii	Autóctona		Característica
	Proustia ilicifolia H. et A. f. baccharoides	Autóctona		Acompañante
	Proustia ilicifolia H. et A. f. ilicifolia	Autóctona		Acompañante
	Senecio brachylobus Phil.	Autóctona		Exclusiva
	Senecio cachinalensis Phil. var. cachinalensis	Autóctona		Exclusiva
	Senecio cachinalensis Phil. var. copiapinus	Autóctona		Acompañante
	Senecio chamomillifolius Phil.	Autóctona		Exclusiva
	Senecio crepidioides Phil.	Autóctona		Acompañante
	Senecio glabratus H. et A.	Autóctona		Exclusiva
	Senecio hirtus Cabr.	Autóctona		Exclusiva
	Senecio illinitus Phil.	Autóctona		Exclusiva
	Senecio jorquerae Phil.	Autóctona		Exclusiva
	Senecio leucus Phil.	Autóctona		Exclusiva
	Senecio myriophyllus Phil.	Autóctona		Acompañante
	Senecio sp.	Autóctona		Exclusiva
	Senecio troncosii Phil.	Autóctona		Exclusiva
	Taraxacum officinale Weber	Alóctona		Sin categoría
	Verbesina encelioides (Cav.) B. et H. ex A. Gray	Autóctona		Acompañante
Bignoniaceae				
	Argylia geranioides DC.	Autóctona		Acompañante
	Argylia potentillifolia DC.	Autóctona		Acompañante
	Argylia radiata (L.) D. Don	Autóctona		Dominante
Boraginaceae				
	Cordia decandra H. et A.	Autóctona	V	Acompañante
	Cryptantha carrizalensis Reiche	Autóctona		Exclusiva
	Cryptantha chaetocalyx (Phil.) I. M. Johnst.	Autóctona		Característica
	Cryptantha diffusa (Phil.) I. M. Johnst.	Autóctona		Característica
	Cryptantha filaginea (Phil.) Reiche	Autóctona		Acompañante
	Cryptantha globulifera (Clos) Reiche	Autóctona		Acompañante
	Cryptantha gnaphalioides (A.DC.) Reiche	Autóctona		Acompañante
	Cryptantha haplostachya (Phil.) I. M. Johnst.	Autóctona		Exclusiva
	Cryptantha kingii (Phil.) Reiche	Autóctona		Acompañante
	Cryptantha oligantha Reiche	Autóctona		Exclusiva
	Cryptantha parviflora (Phil.) Reiche	Autóctona		Acompañante
	Cryptantha sp.11	Autóctona		Exclusiva
	Cryptantha sp.3	Autóctona		Acompañante
	Cryptantha sp.4	Autóctona		Exclusiva
	Cryptantha sp.5	Autóctona		Exclusiva
	Cryptantha sp.7	Autóctona		Exclusiva
	Cryptantha virens (Phil.) Reiche	Autóctona		Exclusiva
	Heliotropium chenopodiaceum (A.DC.) Clos var. chenopodiaceum	Autóctona		Acompañante

División				
Clase				
Familia				
Especie	**Origen**	**Est. Conserv.**	**Asociatividad**	
Heliotropium chenopodiaceum (A.DC.) Clos var. ericoideum	Autóctona		Acompañante	
Heliotropium filifolium (Miers) I. M. Johnst.	Autóctona		Acompañante	
Heliotropium floridum (A.DC.) Clos	Autóctona		Acompañante	
Heliotropium glutinosum Phil.	Autóctona	IC®	Exclusiva	
Heliotropium longistylum Phil.	Autóctona		Exclusiva	
Heliotropium megalanthum I. M. Johnst.	Autóctona		Exclusiva	
Heliotropium myosotifolium (A.DC.) Reiche	Autóctona		Dominante	
Heliotropium sinuatum (Miers) I. M. Johnst.	Autóctona		Acompañante	
Pectocarya dimorpha (I. M. Johnst.) I. M. Johnst.	Autóctona		Dominante	
Plagiobotrys sp2.	Autóctona		Exclusiva	
Tiquilia litoralis (Phil.) Richardson	Autóctona		Acompañante	
Brassicaceae				
Descurainia cumingiana (Fisch. et Mey.) Prantl var. cumingiana	Autóctona		Acompañante	
Lepidium angustissimum Phil.	Autóctona		Exclusiva	
Lepidium morrisonii C. Hitch.	Autóctona		Exclusiva	
Mathewsia incana Phil.	Autóctona		Exclusiva	
Mathewsia sp.	Autóctona		Acompañante	
Menonvillea linearis DC. var. linearis	Autóctona		Exclusiva	
Menonvillea orbiculata Phil. var. orbiculata	Autóctona		Característica	
Nasturtium officinale R. Br. var. officinale	Alóctona		Sin categoría	
Rapistrum rugosum (L.) All.	Alóctona		Sin categoría	
Schizopetalon gayanum Barn. var. tenuifolium	Autóctona		Acompañante	
Schizopetalon sp.	Autóctona		Acompañante	
Schizopetalon walkeri Hook. var. brongniartii	Autóctona		Exclusiva	
Sisymbrium philippianum I. M. Johnst.	Autóctona		Acompañante	
Sisymbrium sp.	Autóctona		Exclusiva	
Cactaceae				
Cumulopuntia berteri Ritt.	Autóctona		Acompañante	
Eulychnia acida Phil.	Autóctona	R	Acompañante	
Campanulaceae				
Hypsela reniformis (H.B.K.) K. Presl	Autóctona		Acompañante	
Lobelia ovata (Phil.) Reiche	Autóctona		Exclusiva	
Caryophyllaceae				
Microphyes litoralis Phil.	Autóctona		Acompañante	
Silene gallica L.	Alóctona		Sin categoría	
Spergularia pycnantha Rossb.	Autóctona		Acompañante	
Celastraceae				
Maytenus boaria Mol.	Autóctona		Acompañante	
Chenopodiaceae				
Atriplex clivicola I. M. Johnst.	Autóctona		Dominante	
Atriplex deserticola Phil.	Autóctona		Acompañante	
Atriplex leuca Phil.	Autóctona		Característica	

División / Clase / Familia / Especie	Origen	Est. Conserv.	Asociatividad
Atriplex mucronata Phil.	Autóctona		Característica
Atriplex semibaccata R. Br.	Alóctona		Sin categoría
Atriplex sp.	Autóctona		Exclusiva
Chenopodium papulosum Moq.	Autóctona		Acompañante
Chenopodium petiolare H.B.K.	Autóctona		Acompañante
Suaeda divaricata Moq.	Autóctona		Acompañante
Suaeda sp.	Autóctona		Exclusiva
Convolvulaceae			
Convolvulus chilensis Pers.	Autóctona		Acompañante
Cressa truxillensis H.B.K.	Autóctona		Acompañante
Cucurbitaceae			
Sicyos bryoniifolius Moris var. bryoniifolius	Autóctona		Acompañante
Euphorbiaceae			
Argythamnia canescens (Phil.) F. Phil.	Autóctona		Acompañante
Argythamnia sp.	Autóctona		Exclusiva
Euphorbia copiapina Phil.	Autóctona		Acompañante
Euphorbia lactiflua Phil.	Autóctona		Acompañante
Euphorbia thinophila Phil.	Autóctona		Acompañante
Fabaceae			
Adesmia argentea Meyen	Autóctona		Acompañante
Adesmia argyrophylla Phil.	Autóctona		Acompañante
Adesmia bracteata H. et A.	Autóctona		Acompañante
Adesmia filifolia Clos	Autóctona		Acompañante
Adesmia kingii Phil.	Autóctona		Acompañante
Adesmia parviflora Clos	Autóctona		Acompañante
Adesmia pedicellata H. et A.	Autóctona		Acompañante
Adesmia sp.2 (aff. rahmeri)	Autóctona		Acompañante
Adesmia sp.5 (serie glutinosa)	Autóctona		Exclusiva
Adesmia sp.7	Autóctona		Exclusiva
Adesmia tenella H. et A. var. tenella	Autóctona		Acompañante
Astragalus bustillosii Clos	Autóctona		Exclusiva
Astragalus chamissonis (Vogel) Reiche	Autóctona		Exclusiva
Astragalus cruckshanksii (H. et A.) Griseb.	Autóctona		Acompañante
Astragalus dodtii Phil.	Autóctona		Acompañante
Balsamocarpon brevifolium Clos	Autóctona	V®	Exclusiva
Caesalpinia angulata (H. et A.) Baillon	Autóctona		Acompañante
Calliandra chilensis Benth.	Autóctona		Acompañante
Errazurizia multifoliolata (Clos) I. M. Johnst.	Autóctona		Acompañante
Lupinus microcarpus Sims	Autóctona		Acompañante
Melilotus alba Desr.	Alóctona		Sin categoría
Prosopis flexuosa DC. var. flexuosa	Autóctona	V	Acompañante
Prosopis strombulifera (Lam.) Benth.	Autóctona	V	Acompañante
Senna acuta (Meyen) Zollner et San Martín.	Autóctona		Acompañante

División / Clase / Familia / Especie	Origen	Est. Conserv.	Asociatividad
Frankeniaceae			
Frankenia chilensis K. Presl ex Roem. et Schult.	Autóctona		Dominante
Geraniaceae			
Erodium cicutarium (L.) L'Hérit. ex Aiton	Alóctona		Sin categoría
Erodium malacoides (L.) L'Hérit. ex Aiton	Alóctona		Sin categoría
Krameriaceae			
Krameria cistoidea H. et A.	Autóctona	V	Acompañante
Lamiaceae			
Teucrium nudicaule Hook.	Autóctona		Exclusiva
Ledocarpaceae			
Balbisia peduncularis (Lindl.) D. Don	Autóctona		Acompañante
Loasaceae			
Loasa chilensis (Gay) Urban et Gilg	Autóctona		Acompañante
Loasa illapelina Phil. var. illapelina	Autóctona		Acompañante
Loasa sp.	Autóctona		Exclusiva
Loranthaceae			
Tristerix aphyllus (Miers ex DC.) Van Tiegh. ex Barlow et W var. iens	Autóctona		Acompañante
Tristerix verticillatus (R. et P.) Barlow et Wiens	Autóctona		Acompañante
Lythraceae			
Pleurophora pungens D. Don f. pungens	Autóctona		Acompañante
Malesherbiaceae			
Malesherbia humilis Poepp. var. parviflora	Autóctona		Acompañante
Malesherbia multiflora Ricardi	Autóctona		Acompañante
Malesherbia obtusa Phil. var. obtusa	Autóctona		Exclusiva
Malesherbia paniculata D. Don	Autóctona		Acompañante
Malpighiaceae			
Dinemagonum bridgesianum A.H.L. Juss.	Autóctona		Exclusiva
Dinemagonum gayanum A.H.L. Juss. var. albicaule	Autóctona		Exclusiva
Dinemagonum maculigerum Phil.	Autóctona		Acompañante
Malvaceae			
Cristaria argyliifolia Phil.	Autóctona		Característica
Cristaria aspera Gay var. pilosa	Autóctona		Exclusiva
Cristaria calderana M. Muñoz	Autóctona		Exclusiva
Cristaria cyanea Phil. ex E. Baker	Autóctona		Dominante
Cristaria divaricata Phil. ex E. Baker	Autóctona		Dominante
Cristaria glomerulata I. M. Johnst.	Autóctona		Exclusiva
Cristaria heterophylla (Cav.) H. et A. var. loasifolia	Autóctona		Exclusiva
Cristaria integerrima Phil.	Autóctona		Acompañante
Cristaria lobulata Phil.	Autóctona		Exclusiva
Cristaria molinae Gay	Autóctona		Exclusiva
Cristaria multiflora Gay	Autóctona		Exclusiva
Cristaria saniculifolia Phil. ex E. Baker	Autóctona		Exclusiva
Cristaria sp.	Autóctona		Exclusiva

División / Clase / Familia / Especie	Origen	Est. Conserv.	Asociatividad
Cristaria univittata Hochr.	Autóctona		Exclusiva
Cristaria urmenetae Phil.	Autóctona		Exclusiva
Cristaria viridi-luteola Gay var. viridi-luteola	Autóctona		Acompañante
Nolanaceae			
Alona coelestis Lindl.	Autóctona		Acompañante
Alona filifolia (H. et A.) I. M. Johnst.	Autóctona		Acompañante
Alona rostrata Lindl.	Autóctona		Acompañante
Nolana albescens (Phil.) I. M. Johnst.	Autóctona		Exclusiva
Nolana baccata (Lindl.) Dunal	Autóctona		Exclusiva
Nolana crassulifolia Poepp.	Autóctona		Dominante
Nolana divaricata (Lindl.) I. M. Johnst.	Autóctona		Dominante
Nolana leptophylla (Miers) I. M. Johnst.	Autóctona		Acompañante
Nolana paradoxa Lindl. ssp. atriplicifolia	Alóctona		Sin categoría
Nolana parviflora (Phil.) Phil.	Autóctona		Exclusiva
Nolana peruviana (Gaud.) I. M. Johnst.	Autóctona		Acompañante
Nolana pterocarpa Phil. ex Wettst.	Autóctona		Exclusiva
Nolana rostrata (Lindl.) Miers var. carnosa	Autóctona		Acompañante
Nolana rostrata (Lindley) Miers var. rostrata	Autóctona		Dominante
Nolana sedifolia Poepp.	Autóctona		Dominante
Nolana sp.	Autóctona		Acompañante
Nolana villosa (Phil.) I. M. Johnst.	Autóctona		Acompañante
Nolana werdermannii I. M. Johnst.	Autóctona		Exclusiva
Nyctaginaceae			
Oxybaphus elegans Choisy	Autóctona		Acompañante
Onagraceae			
Camissonia dentata (Cav.) Reiche ssp. dentata	Autóctona		Acompañante
Epilobium puberulum H. et A.	Autóctona		Acompañante
Oenothera affinis Cambess.	Autóctona		Exclusiva
Oenothera coquimbensis Gay	Autóctona		Acompañante
Oenothera sp.	Autóctona		Exclusiva
Oxalidaceae			
Oxalis paniculata Reiche	Autóctona		Acompañante
Oxalis peraltae Phil.	Autóctona		Acompañante
Oxalis puberula Phil.	Autóctona		Exclusiva
Papaveraceae			
Argemone crassifolia Ownbey	Autóctona		Acompañante
Phytolaccaceae			
Anisomeria littoralis (P. et E.) Moq.	Autóctona		Acompañante
Plantaginaceae			
Plantago hispidula R. et P. var. hispidula	Autóctona		Característica
Plantago litorea Phil. var. litorea	Autóctona		Acompañante
Plantago pachyneura Steud.	Autóctona		Acompañante
Plantago rancaguae Phil.	Autóctona		Acompañante

División / Clase / Familia	Especie	Origen	Est. Conserv.	Asociatividad
Polygonaceae				
	Muehlenbeckia hastulata (J.E. Sm.) I. M. Johnst.	Autóctona		Acompañante
Portulacaceae				
	Calandrinia bandurriae Phil.	Autóctona		Exclusiva
	Calandrinia calycina Phil.	Autóctona		Exclusiva
	Calandrinia capitata H. et A. var. capitata	Autóctona		Exclusiva
	Calandrinia discolor Schrad.	Autóctona		Acompañante
	Calandrinia longiscapa Barn.	Autóctona		Dominante
	Calandrinia sp.	Autóctona		Acompañante
	Calandrinia sp.2	Autóctona		Acompañante
	Calandrinia sp.3	Autóctona		Acompañante
	Calandrinia sp.4	Autóctona		Acompañante
	Calandrinia sp.5	Autóctona		Acompañante
	Calandrinia spicata Phil.	Autóctona		Exclusiva
	Calandrinia thyrsoidea Reiche	Autóctona		Exclusiva
	Calandrinia trifida H. et A.	Autóctona		Acompañante
	Philippiamra amaranthoides (Phil.) O.K.	Autóctona		Exclusiva
	Philippiamra celosioides (Phil.) O.K.	Autóctona		Acompañante
Ranunculaceae				
	Ranunculus cymbalaria Pursh f. cymbalaria	Autóctona		Acompañante
Rosaceae				
	Acaena magellanica (Lam.) Vahl	Autóctona		Acompañante
Rubiaceae				
	Cruckshanksia hymenodon H. et A. var. hymenodon	Autóctona		Acompañante
	Cruckshanksia montiana Clos	Autóctona		Exclusiva
	Cruckshanksia pumila Clos	Autóctona		Acompañante
	Cruckshanksia verticillata Phil.	Autóctona		Exclusiva
	Relbunium hypocarpium (L.) Hemsl. ssp. hypocarpium	Autóctona		Acompañante
Scrophulariaceae				
	Mimulus luteus L. var. luteus	Autóctona		Acompañante
Solanaceae				
	Lycium chilense Miers. ex A. DC.	Autóctona		Acompañante
	Lycium deserti Phil.	Autóctona		Acompañante
	Lycium minutifolium Remy	Autóctona		Acompañante
	Lycium stenophyllum Remy	Autóctona		Característica
	Nicotiana acuminata (Graham) Hook. var. acuminata	Autóctona		Exclusiva
	Nicotiana miersii Remy var. lychnoides	Autóctona		Acompañante
	Nicotiana miersii Remy var. miersii	Autóctona		Acompañante
	Nicotiana pauciflora Remy	Autóctona		Acompañante
	Nicotiana solanifolia Walp.	Autóctona		Acompañante
	Phrodus microphyllus (Miers) Miers	Autóctona		Característica

División / Clase / Familia / Especie	Origen	Est. Conserv.	Asociatividad
Reyesia chilensis Gay	Autóctona		Acompañante
Reyesia parviflora (Phil.) Hunz.	Autóctona		Acompañante
Salpiglossis spinescens Clos	Autóctona		Acompañante
Schizanthus candidus Lindl.	Autóctona		Acompañante
Schizanthus integrifolius Phil.	Autóctona		Acompañante
Schizanthus litoralis Phil.	Autóctona		Acompañante
Solanum nigrum L. var. nigrum	Autóctona		Acompañante
Solanum remyanum Phil.	Autóctona		Acompañante
Solanum sp. 2	Autóctona		Exclusiva
Tropaeolaceae			
Tropaeolum kingii Phil.	Autóctona		Exclusiva
Tropaeolum tricolor Sweet	Autóctona		Acompañante
Urticaceae			
Urtica dioica L. var. mollis	Alóctona		Sin categoría
Verbenaceae			
Aloysia salviifolia (H. et A.) Mold.	Autóctona		Acompañante
Lippia geisseana (Phil.) Solereder	Autóctona		Exclusiva
Phyla reptans (H.B.K.) Greene	Alóctona		Sin categoría
Verbena berterii (Meisn.) Schauer f. berterii	Autóctona		Acompañante
Verbena litoralis H.B.K.	Autóctona		Acompañante
Verbena sulphurea D. Don var. sulphurea f. sulphurea	Autóctona		Acompañante
Violaceae			
Viola godoyae Phil.	Autóctona		Exclusiva
Viola polypoda Turcz.	Autóctona		Acompañante
Vivianiaceae			
Viviania marifolia Cav.	Autóctona		Acompañante
Zygophyllaceae			
Bulnesia chilensis Gay	Autóctona	R®	Acompañante
Fagonia chilensis H. et A. var. chilensis	Autóctona		Acompañante
Pintoa chilensis Gay	Autóctona	R	Acompañante
Liliopsida			
Amaryllidaceae			
Alstroemeria kingii Phil.	Autóctona		Dominante
Alstroemeria leporina Bayer et Grau	Autóctona		Acompañante
Alstroemeria paupercula Phil.	Autóctona		Acompañante
Alstroemeria polyphylla Phil.	Autóctona		Exclusiva
Dioscoreaceae			
Dioscorea auriculata Poepp.	Autóctona		Exclusiva
Dioscorea humifusa Poepp. var. humifusa	Autóctona		Acompañante
Iridaceae			
Sisyrinchium graminifolium Lindl.	Autóctona		Acompañante
Sisyrinchium junceum E. Mey. ex K. Presl	Autóctona		Acompañante
Juncaginaceae			

División						
	Clase					
		Familia				
			Especie	**Origen**	**Est. Conserv.**	**Asociatividad**
			Triglochin striata R. et P.	Autóctona		Acompañante
		Liliaceae				
			Camassia biflora (R. et P.) Coc.	Autóctona		Acompañante
			Leucocoryne narcissoides Phil.	Autóctona		Acompañante
			Leucocoryne sp.	Autóctona		Exclusiva
			Leucocoryne spp. (indeterminable)	Autóctona		Acompañante
			Nothoscordum sp.	Autóctona		Exclusiva
			Pabellonia incrassata (Phil.) Quez. et Martic.	Autóctona		Característica
			Pabellonia oxypetala (Phil.) Quez. et Martic.	Autóctona		Exclusiva
			Pabellonia sp.	Autóctona		Exclusiva
			Pasithea coerulea (R. et P.) D. Don var. coerulea	Autóctona		Acompañante
			Tristagma sp.	Autóctona		Exclusiva
		Poaceae				
			Aristida adscensionis L.	Alóctona		Sin categoría
			Bromus berteroanus Colla	Autóctona		Característica
			Cynodon dactylon (L.) Pers.	Alóctona		Sin categoría
			Distichlis spicata (L.) Greene var. spicata	Autóctona		Acompañante
			Muhlenbergia asperifolia (Nees et Meyen ex Trin.) Parodi	Autóctona		Acompañante
			Pennisetum chilense (Desv.) Jacks. ex R.E. Fries	Autóctona		Acompañante
			Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.	Autóctona		Acompañante
			Poa pratensis L.	Alóctona		Sin categoría
			Polypogon linearis Trin.	Autóctona		Acompañante
			Stipa plumosa (Steud.) ??	Autóctona		Acompañante
			Stipa speciosa Trin. et Rupr.	Autóctona		Acompañante
			Stipa tortuosa Desv.	Autóctona		Acompañante

Tabla 7: Listado de especies exclusivas, según grado de asosiatividad, presentes en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama.

Adesmia sp.5 (serie glutinosa)	Helenium urmenetae (Phil.) Cabr. var. leguiffei
Adesmia sp.7	Heliotropium glutinosum Phil.
Adiantum sp.	Heliotropium longistylum Phil.
Alstroemeria polyphylla Phil.	Heliotropium megalanthum I. M. Johnst.
Argythamnia sp.	Hypochoeris sp.
Astragalus bustillosii Clos	Lepidium angustissimum Phil.
Astragalus chamissonis (Vogel) Reiche	Lepidium morrisonii C. Hitch.
Atriplex sp.	Leucheria sp.
Balsamocarpon brevifolium Clos	Leucocoryne sp.
Calandrinia bandurriae Phil.	Lippia geisseana (Phil.) Solereder
Calandrinia calycina Phil.	Loasa sp.
Calandrinia capitata H. et A. var. capitata	Lobelia ovata (Phil.) Reiche
Calandrinia spicata Phil.	Malesherbia obtusa Phil. var. obtusa
Calandrinia thyrsoidea Reiche	Mathewsia incana Phil.
Centaurea sp2.	Menonvillea linearis DC. var. linearis
Chaetanthera sp.	Mesembryanthemum sp.
Cristaria aspera Gay var. pilosa	Nicotiana acuminata (Graham) Hook. var. acuminata
Cristaria calderana M. Muñoz	Nolana albescens (Phil.) I. M. Johnst.
Cristaria glomerulata I. M. Johnst.	Nolana baccata (Lindl.) Dunal
Cristaria heterophylla (Cav.) H. et A. var. loasifolia	Nolana parviflora (Phil.) Phil.
Cristaria lobulata Phil.	Nolana pterocarpa Phil. ex Wettst.
Cristaria molinae Gay	Nolana werdermannii I. M. Johnst.
Cristaria multiflora Gay	Nothoscordum sp.
Cristaria saniculifolia Phil. ex E. Baker	Oenothera affinis Cambess.
Cristaria sp.	Oenothera sp.
Cristaria univittata Hochr.	Oxalis puberula Phil.
Cristaria urmenetae Phil.	Pabellonia oxypetala (Phil.) Quez. et Martic.
Cruckshanksia montiana Clos	Pabellonia sp.
Cruckshanksia verticillata Phil.	Philippiamra amaranthoides (Phil.) O.K.
Cryptantha carrizalensis Reiche	Plagiobotrys sp2.
Cryptantha haplostachya (Phil.) I. M. Johnst.	Schizopetalon walkeri Hook. var. brongniartii
Cryptantha oligantha Reiche	Senecio brachylobus Phil.
Cryptantha sp.11	Senecio cachinalensis Phil. var. cachinalensis
Cryptantha sp.4	Senecio chamomillifolius Phil.
Cryptantha sp.5	Senecio glabratus H. et A.
Cryptantha sp.7	Senecio hirtus Cabr.
Cryptantha virens (Phil.) Reiche	Senecio illinitus Phil.
Dinemagonum bridgesianum A.H.L. Juss.	Senecio jorquerae Phil.
Dinemagonum gayanum A.H.L. Juss. var. albicaule	Senecio leucus Phil.
Dioscorea auriculata Poepp.	Senecio sp.
Gamochaeta sp.	Senecio troncosii Phil.
Gnaphalium sp.	Sisymbrium sp.
Haplopappus breviradiatus Reiche	Solanum sp. 2
Haplopappus philippii (O.K.) Hall	Suaeda sp.
Haplopappus sp.	Teucrium nudicaule Hook.
Haplopappus sp.2	Tristagma sp.
Haplopappus sp.3	Tropaeolum kingii Phil.
Helenium sp.	Viola godoyae Phil.

Tabla 10: Parámetros utilizados en el cálculo del Valor para la Conservación (VC) de las unidades discriminadas en el Sitio Prioritario Desierto Florido.

Nº Polígono	Nº Total Especies	Nº Especies Autóctonas	Nº Especies Exclusivas	Nº Especies Alóctonas	Nº Especies Amenazadas	Valor para la Conservación	Categoría Conservación
1	12	12	3	0	0	**0.067**	Bajo
2	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
3	1	1	0	0	0	**0.003**	Bajo
4	44	44	8	0	0	**0.214**	Medio
5	18	18	3	0	0	**0.085**	Bajo
6	1	1	0	0	0	**0.003**	Bajo
7	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
8	8	8	0	0	0	**0.024**	Bajo
9	24	24	2	0	0	**0.092**	Bajo
10	10	10	0	0	2	**0.252**	Medio
11	4	4	1	0	0	**0.022**	Bajo
12	60	57	8	3	2	**0.475**	Alto
13	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
14	32	31	3	1	1	**0.234**	Medio
15	8	8	0	0	1	**0.135**	Medio
16	2	2	0	0	0	**0.006**	Bajo
17	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
18	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
19	32	32	8	0	0	**0.178**	Medio
20	55	55	8	0	0	**0.247**	Medio
21	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
22	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
23	2	2	0	0	0	**0.006**	Bajo
24	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
25	6	6	1	0	0	**0.028**	Bajo
26	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
27	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
28	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
29	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
30	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
31	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
32	24	24	0	0	0	**0.071**	Bajo
33	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
34	46	46	4	0	0	**0.179**	Medio
35	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
36	43	42	3	1	0	**0.156**	Medio
37	5	5	3	0	0	**0.046**	Bajo
38	71	66	12	5	1	**0.432**	Alto
39	2	2	0	0	0	**0.006**	Bajo
40	26	25	1	1	0	**0.084**	Bajo
41	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
42	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
43	5	5	0	0	0	**0.015**	Bajo

Nº Polígono	Nº Total Especies	Nº Especies Autóctonas	Nº Especies Exclusivas	Nº Especies Alóctonas	Nº Especies Amenazadas	Valor para la Conservación	Categoría Conservación
44	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
45	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
46	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
47	3	3	0	0	0	**0.009**	Bajo
48	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
49	14	12	0	2	1	**0.147**	Medio
50	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
51	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
52	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
53	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
54	4	4	0	0	0	**0.012**	Bajo
55	23	22	2	1	0	**0.086**	Bajo
56	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
57	67	62	8	5	0	**0.268**	Medio
58	5	5	0	0	1	**0.126**	Medio
59	3	3	1	0	1	**0.130**	Medio
60	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
61	6	6	2	0	0	**0.039**	Bajo
62	9	9	1	0	1	**0.148**	Medio
63	13	12	1	1	0	**0.046**	Bajo
64	45	43	4	2	5	**0.726**	Alto
65	10	10	2	0	0	**0.051**	Bajo
66	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
67	27	27	4	0	2	**0.344**	Alto
68	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
69	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
70	2	2	1	0	0	**0.016**	Bajo
71	4	4	2	0	0	**0.033**	Bajo
72	0	0	0	0	0	**0**	Sin información
73	2	2	0	0	0	**0.006**	Bajo

Folio019821

Tabla 15: Resumen de los antecedentes incluidos en la cobertura digital disponible para los núcleos de biodiversidad detectados en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama

Polígono	Formación vegetal	Superfice (ha)	Nº de Especies según Grado de Asociatividad					Nº de Espcies según origen				Indices valor para la conservación				Valor Conservación (VC)	Categoría Valor para la Conservación
			Exclusivas	Acompañantes	Características	Dominantes	Sin categoría (Aloctonas)	Aloctonas	Autócyonas	Amenazadas	Nº Total Espcies	EP	E	R	N		
1	Desierto Florido de las Serranías	7658.95	3	4	2	3	0	0	12	0	12	0.000	0.031	0.036	0.0000	0.067	Bajo
2	Desierto Florido de las Serranías	10736.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
3	Desierto Florido de las Serranías	34066.40	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0.000	0.000	0.003	0.0000	0.003	Bajo
4	Desierto Florido de las Serranías	16903.39	8	24	2	10	0	0	44	0	44	0.000	0.083	0.131	0.0000	0.214	Medio
5	Desierto Florido de las Serranías	3206.58	3	10	2	3	0	0	18	0	18	0.000	0.031	0.054	0.0000	0.085	Bajo
6	Desierto Florido de las Serranías	12067.97	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0.000	0.000	0.003	0.0000	0.003	Bajo
7	Desierto Florido de las Serranías	827.43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
8	Desierto Florido de Los Llanos	50420.19	0	5	0	3	0	0	8	0	8	0.000	0.000	0.024	0.0000	0.024	Bajo
9	Desierto Florido de las Serranías	9012.74	2	9	3	10	0	0	24	0	24	0.000	0.021	0.071	0.0000	0.092	Bajo
10	Desierto Florido de Los Llanos	958.24	0	7	1	2	0	0	10	2	10	0.222	0.000	0.030	0.0000	0.252	Medio
11	Desierto Florido de Los Llanos	1378.55	1	1	1	1	0	0	4	0	4	0.000	0.010	0.012	0.0000	0.022	Bajo
12	Desierto Florido de las Serranías	112493.99	8	33	6	11	2	3	57	2	60	0.222	0.083	0.170	0.0002	0.475	Alto
13	Desierto Florido de las Serranías	9484.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
14	Desierto Florido de las Serranías	10445.04	3	17	4	8	1	1	31	1	32	0.111	0.031	0.092	0.0001	0.234	Medio
15	Desierto Florido de las Serranías	638.75	0	7	0	1	0	0	8	1	8	0.111	0.000	0.024	0.0000	0.135	Medio
16	Desierto Costero de el Huasco	11518.13	0	1	1	0	0	0	2	0	2	0.000	0.000	0.006	0.0000	0.006	Bajo
17	Desierto Florido de las Serranías	15.99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
18	Desierto Florido de las Serranías	8921.54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
19	Desierto Florido de las Serranías	3999.75	8	14	3	7	0	0	32	0	32	0.000	0.083	0.095	0.0000	0.178	Medio
20	Desierto Florido de las Serranías	5681.76	8	31	6	10	0	0	55	0	55	0.000	0.083	0.164	0.0000	0.247	Medio

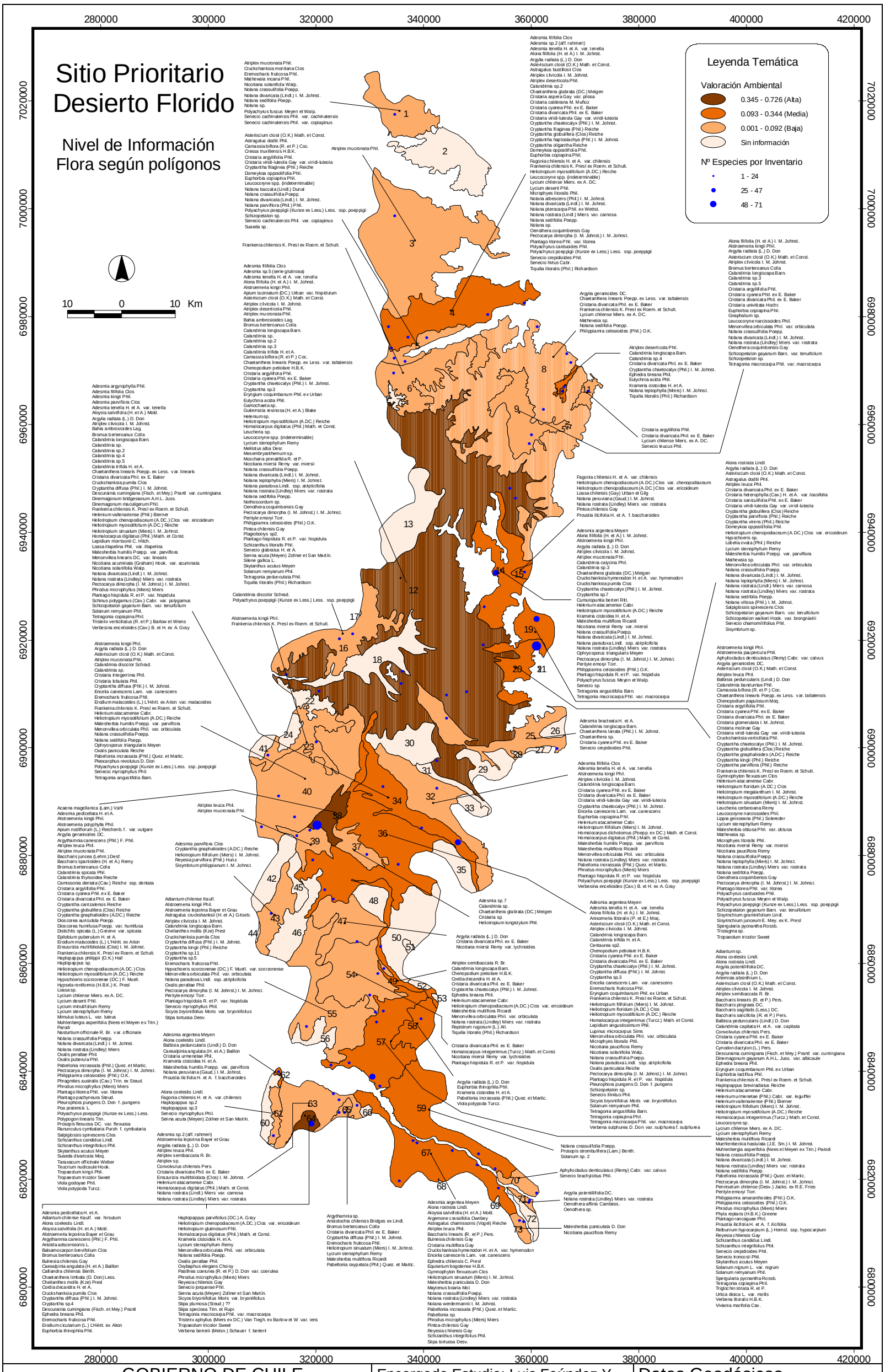
Polígono	Formación vegetal	Superfice (ha)	Nº de Especies según Grado de Asociatividad					Nº de Espcies según origen				Indices valor para la conservación				Valor Conservación (VC)	Categoría Valor para la Conservación
			Exclusivas	Acompañantes	Características	Dominantes	Sin categoría (Aloctonas)	Aloctonas	Autócyonas	Amenazadas	Nº Total Espcies	EP	E	R	N		
21	Desierto Florido de las Serranías	20.77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
22	Desierto Costero de el Huasco	2428.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
23	Desierto Florido de las Serranías	6842.12	0	0	0	2	0	0	2	0	2	0.000	0.000	0.006	0.0000	0.006	Bajo
24	Desierto Costero de el Huasco	1566.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
25	Desierto Florido de las Serranías	10248.33	1	3	0	2	0	0	6	0	6	0.000	0.010	0.018	0.0000	0.028	Bajo
26	Desierto Florido de las Serranías	1216.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
27	Desierto Florido de las Serranías	429.41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
28	Desierto Florido de las Serranías	106.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
29	Desierto Florido de las Serranías	3900.54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
30	Desierto Florido de las Serranías	6120.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
31	Desierto Florido de las Serranías	1675.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
32	Desierto Florido de las Serranías	12504.79	0	11	7	6	0	0	24	0	24	0.000	0.000	0.071	0.0000	0.071	Bajo
33	Desierto Florido de las Serranías	1427.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
34	Desierto Florido de las Serranías	10842.39	4	29	4	9	0	0	46	0	46	0.000	0.042	0.137	0.0000	0.179	Medio
35	Desierto Florido de las Serranías	3149.98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
36	Desierto Florido de las Serranías	26899.10	3	26	5	9	1	1	42	0	43	0.000	0.031	0.125	0.0001	0.156	Medio
37	Desierto Florido de las Serranías	3468.64	3	2	0	0	0	0	5	0	5	0.000	0.031	0.015	0.0000	0.046	Bajo
38	Desierto Florido de las Serranías	3293.47	12	40	8	9	5	5	66	1	71	0.111	0.125	0.196	0.0002	0.432	Alto
39	Desierto Florido de Los Llanos	3314.13	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0.000	0.000	0.006	0.0000	0.006	Bajo
40	Desierto Costero de el Huasco	25922.01	1	11	7	7	1	1	25	0	26	0.000	0.010	0.074	0.0001	0.084	Bajo
41	Desierto Costero de el Huasco	1284.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
42	Desierto Costero de el Huasco	4538.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
43	Desierto Costero de el Huasco	5489.80	0	5	0	0	0	0	5	0	5	0.000	0.000	0.015	0.0000	0.015	Bajo

Polígono	Formación vegetal	Superfice (ha)	Nº de Especies según Grado de Asociatividad					Nº de Espcies según origen				Indices valor para la conservación				Valor Conservación (VC)	Categoría Valor para la Conservación
			Exclusivas	Acompañantes	Características	Dominantes	Sin categoría (Aloctonas)	Aloctonas	Autócyonas	Amenazadas	Nº Total Espcies	EP	E	R	N		
44	Desierto Costero de el Huasco	119.58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
45	Desierto Florido de las Serranías	1984.66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
46	Desierto Costero de el Huasco	5938.41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
47	Desierto Florido de las Serranías	8727.75	0	1	0	2	0	0	3	0	3	0.000	0.000	0.009	0.0000	0.009	Bajo
48	Desierto Florido de las Serranías	2830.77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
49	Desierto Florido de las Serranías	3321.94	0	7	3	3	2	2	12	1	14	0.111	0.000	0.036	0.0004	0.147	Medio
50	Desierto Florido de las Serranías	9978.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
51	Desierto Florido de las Serranías	333.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
52	Desierto Florido de las Serranías	432.42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
53	Desierto Florido de las Serranías	122.77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
54	Desierto Florido de las Serranías	13042.61	0	2	1	1	0	0	4	0	4	0.000	0.000	0.012	0.0000	0.012	Bajo
55	Desierto Costero de el Huasco	15095.41	2	13	4	4	1	1	22	0	23	0.000	0.021	0.065	0.0001	0.086	Bajo
56	Desierto Costero de el Huasco	2195.39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
57	Desierto Florido de las Serranías	13922.92	8	41	4	12	5	5	62	0	67	0.000	0.083	0.185	0.0002	0.268	Medio
58	Desierto Florido de las Serranías	4513.12	0	3	1	1	0	0	5	1	5	0.111	0.000	0.015	0.0000	0.126	Medio
59	Desierto Florido de las Serranías	14751.73	1	1	0	1	0	0	3	1	3	0.111	0.010	0.009	0.0000	0.130	Medio
60	Desierto Costero de el Huasco	2120.71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
61	Desierto Florido de las Serranías	1747.26	2	4	0	0	0	0	6	0	6	0.000	0.021	0.018	0.0000	0.039	Bajo
62	Desierto Costero de el Huasco	249.45	1	8	0	0	0	0	9	1	9	0.111	0.010	0.027	0.0000	0.148	Medio
63	Desierto Florido de las Serranías	8949.28	1	7	2	3	1	1	12	0	13	0.000	0.010	0.036	0.0002	0.046	Bajo
64	Desierto Florido de las Serranías	1243.01	4	32	6	1	2	2	43	5	45	0.556	0.042	0.128	0.0001	0.726	Alto
65	Desierto Florido de las Serranías	731.29	2	3	4	1	0	0	10	0	10	0.000	0.021	0.030	0.0000	0.051	Bajo
66	Desierto Florido de las Serranías	359.91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información

Polígono	Formación vegetal	Superfice (ha)	Nº de Especies según Grado de Asociatividad					Nº de Espcies según origen				Indices valor para la conservación				Valor Conservación (VC)	Categoría Valor para la Conservación
			Exclusivas	Acompañantes	Características	Dominantes	Sin categoría (Aloctonas)	Aloctonas	Autócyonas	Amenazadas	Nº Total Espcies	EP	E	R	N		
67	Desierto Florido de Los Llanos	14374.90	4	18	3	2	0	0	27	2	27	0.222	0.042	0.080	0.0000	0.344	Alto
68	Desierto Florido de las Serranías	25.68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
69	Desierto Florido de las Serranías	104.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
70	Desierto Florido de las Serranías	1786.04	1	1	0	0	0	0	2	0	2	0.000	0.010	0.006	0.0000	0.016	Bajo
71	Desierto Florido de las Serranías	636.25	2	1	0	1	0	0	4	0	4	0.000	0.021	0.012	0.0000	0.033	Bajo
72	Desierto Florido de las Serranías	1374.48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	Sin información
73	Desierto Florido de las Serranías	1108.26	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0.000	0.000	0.006	0.0000	0.006	Bajo

ANEXO FIGURAS

Figura 2: Nivel de información y distribución de la flora local en las distintas unidades del Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama



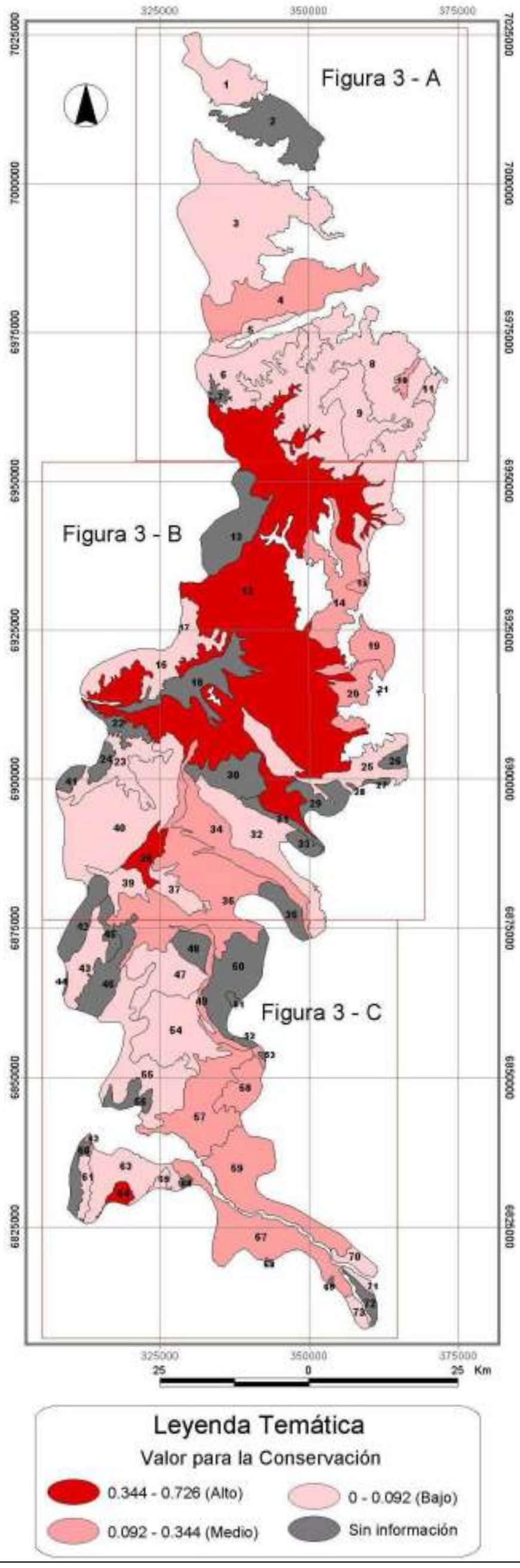
GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE
REGIÓN DE ATACAMA

Encargado Estudio: Luis Faúndez Y.

Diseño Cartográfico: Miguel Escobar V Y

Datos Geodésicos
Datum: WGS 84
Proyección: UTM
USO: 19 sur. .

Figura 3: Vista general de los núcleos de biodiversidad, según categoría de valor para la conservación, Sitio Prioritarios Desierto Florido, Región de Atacama.



VALOR PARA LA CONSERVACIÓN , SITIO PRIORITARIO SECTOR DESIERTO FLORIDO, Región de Atacama.

Parámetros valoración y Valor para la conservación de los núcleos de biodiversidad.

Nº Pol.	Nº Esp.	Nº	Nº	Nº Prob.	Valor	Categoría
1	12	3	0	0	0.067	Bajo
2	0	0	0	0	0	Sin información
3	1	0	0	0	0.003	Bajo
4	44	8	0	0	0.214	Medio
5	18	3	0	0	0.085	Bajo
6	1	0	0	0	0.003	Bajo
7	0	0	0	0	0	Sin información
8	8	0	0	0	0.024	Bajo
9	24	2	0	0	0.092	Bajo
10	10	0	0	2	0.252	Medio
11	4	1	0	0	0.022	Bajo
12	60	8	3	2	0.475	Alto
13	0	0	0	0	0	Sin información
14	32	3	1	1	0.234	Medio
15	8	0	0	1	0.135	Medio
16	2	0	0	0	0.006	Bajo
17	0	0	0	0	0	Sin información
18	0	0	0	0	0	Sin información
19	32	8	0	0	0.178	Medio
20	55	8	0	0	0.247	Medio
21	0	0	0	0	0	Sin información
22	0	0	0	0	0	Sin información
23	2	0	0	0	0.006	Bajo
24	0	0	0	0	0	Sin información
25	6	1	0	0	0.028	Bajo
26	0	0	0	0	0	Sin información
27	0	0	0	0	0	Sin información
28	0	0	0	0	0	Sin información
29	0	0	0	0	0	Sin información
30	0	0	0	0	0	Sin información
31	0	0	0	0	0	Sin información
32	24	0	0	0	0.071	Bajo
33	0	0	0	0	0	Sin información
34	46	4	0	0	0.179	Medio
35	0	0	0	0	0	Sin información
36	43	3	1	0	0.156	Medio
37	5	3	0	0	0.046	Bajo
38	71	12	5	1	0.432	Alto
39	2	0	0	0	0.006	Bajo
40	26	1	1	0	0.084	Bajo
41	0	0	0	0	0	Sin información
42	0	0	0	0	0	Sin información
43	5	0	0	0	0.015	Bajo
44	0	0	0	0	0	Sin información
45	0	0	0	0	0	Sin información
46	0	0	0	0	0	Sin información
47	3	0	0	0	0.009	Bajo
48	0	0	0	0	0	Sin información
49	14	0	2	1	0.147	Medio
50	0	0	0	0	0	Sin información
51	0	0	0	0	0	Sin información
52	0	0	0	0	0	Sin información
53	0	0	0	0	0	Sin información
54	4	0	0	0	0.012	Bajo
55	23	2	1	0	0.086	Bajo
56	0	0	0	0	0	Sin información
57	67	8	5	0	0.268	Medio
58	5	0	0	1	0.126	Medio
59	3	1	0	1	0.130	Medio
60	0	0	0	0	0	Sin información
61	6	2	0	0	0.039	Bajo
62	9	1	0	1	0.148	Medio
63	13	1	1	0	0.046	Bajo
64	45	4	2	5	0.726	Alto
65	10	2	0	0	0.051	Bajo
66	0	0	0	0	0	Sin información
67	27	4	0	2	0.344	Medio
68	0	0	0	0	0	Sin información
69	0	0	0	0	0	Sin información
70	2	1	0	0	0.016	Bajo
71	4	2	0	0	0.033	Bajo
72	0	0	0	0	0	Sin información
73	2	0	0	0	0.006	Bajo

GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE
REGIÓN DE ATACAMA

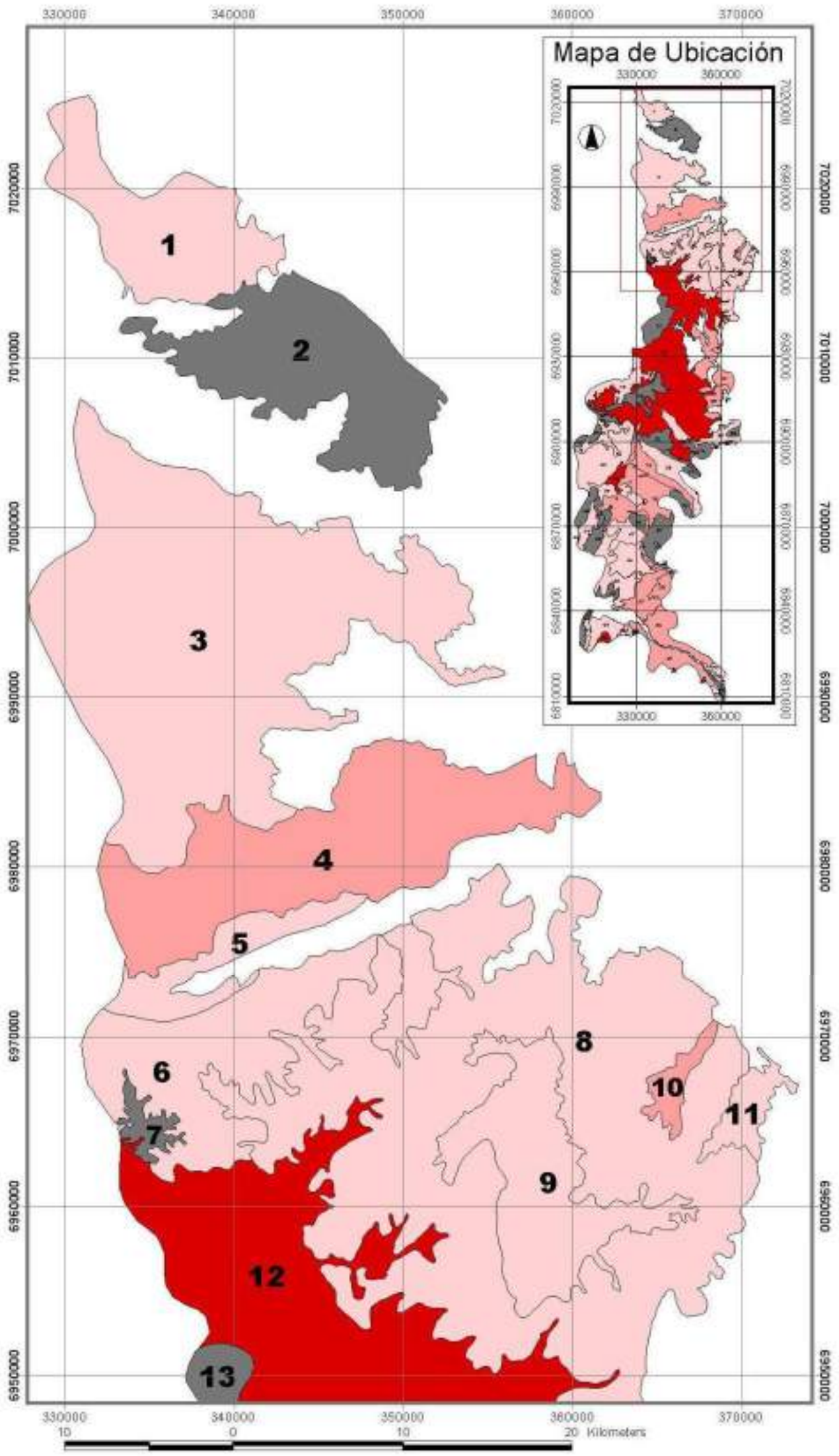
Datos Geodésicos
Datum: WGS 84
Proyección: UTM
USO: 19 sur.

Encargado Estudio: Luis Faúndez Y.

Diseño Cartográfico: Miguel Escobar

Figura 3 – A: Vista parcial de los núcleos de biodiversidad, según categoría de valor para la conservación, ubicados en la porción norte del Sitio Prioritarios Desierto Florido, Región de Atacama.

VALOR PARA LA CONSERVACIÓN , SITIO PRIORITARIO SECTOR DESIERTO FLORIDO, Región de Atacama.	**Figura 3 - A**



GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE
REGIÓN DE ATACAMA

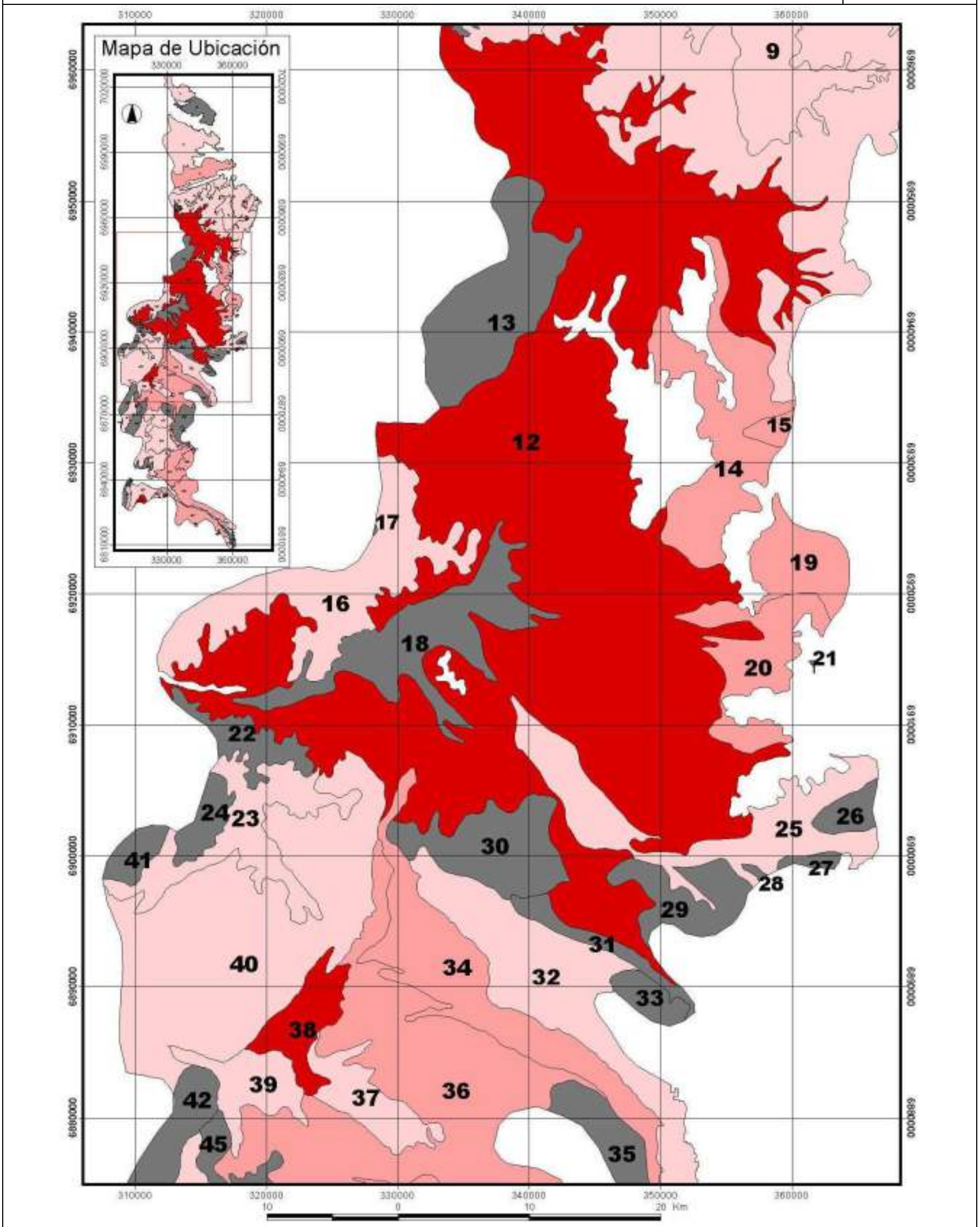
Encargado Estudio: Luis Faúndez Y
Septiembre 2005.

Datos Geodésicos
Datum: WGS 84
Proyección: UTM
USO: 19 sur.

Diseño Cartográfico:
Miguel Escobar

Figura 3 – B: Vista parcial de los núcleos de biodiversidad, según categoría de valor para la conservación, ubicados en la porción central del Sitio Prioritarios Desierto Florido, Región de Atacama.

VALOR PARA LA CONSERVACIÓN , SITIO PRIORITARIO SECTOR DESIERTO FLORIDO, Región de Atacama.	**Figura 3 - B**



GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE
REGIÓN DE ATACAMA

Encargado Estudio: Luis Faúndez Y
Septiembre 2005.

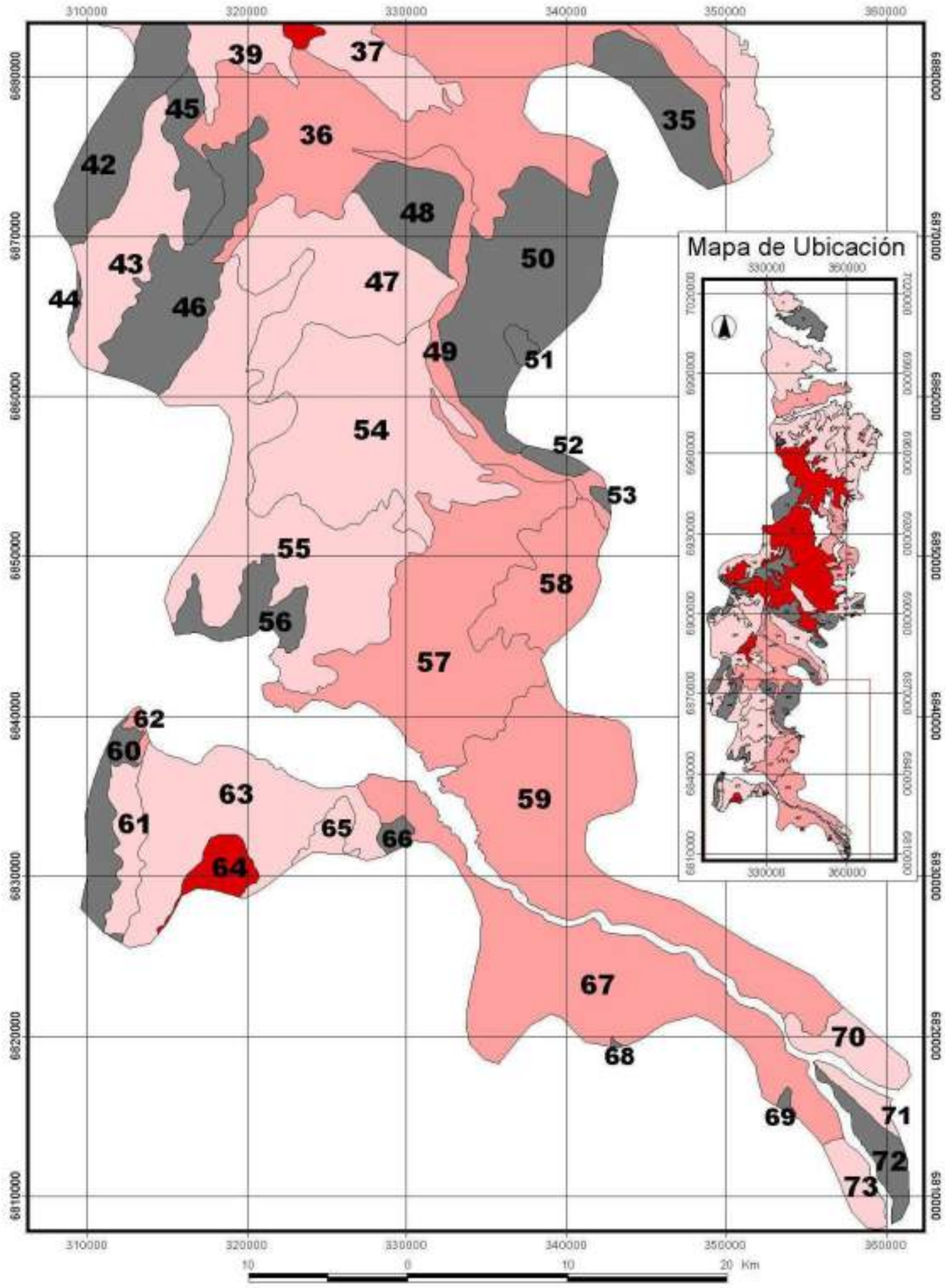
Datos Geodésicos
Datum: WGS 84
Proyección: UTM
USO: 19 sur.

Diseño Cartográfico:
Miguel Escobar

Figura 3 – C: Vista parcial de los núcleos de biodiversidad, según categoría de valor para la conservación, ubicados en la porción sur del Sitio Prioritarios Desierto Florido, Región de Atacama.

VALOR PARA LA CONSERVACIÓN , SITIO PRIORITARIO SECTOR DESIERTO FLORIDO, Región de Atacama.

Figura 3 - C



Leyenda Temática

Valor para la Conservación

- 0.344 - 0.726 (Alto)
- 0.092 - 0.344 (Medio)
- 0 - 0.092 (Bajo)
- Sin información

GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE
REGIÓN DE ATACAMA

Encargado Estudio: Luis Faúndez Y
Septiembre 2005.

Datos Geodésicos
Datum: WGS 84
Proyección: UTM
USO: 19 sur.

Diseño Cartográfico:
Miguel Escobar

Folio019830

César Esteban Pizarro Gacitúa < >

RV: Solicita mayores antecedentes por evento rally.

1 mensaje

Francisco Galleguillos Severino < > 4 de mayo de 2023, 12:30
Para:

Cc:

Estimados/as:

Junto con saludarlos(as) y esperando que se encuentren bien. Por medio del presente, tengo a bien en solicitar a Uds., de acuerdo a sus facultades y jurisprudencia, sus pronunciamientos en cuanto a la solicitud de evento rally, que se desarrollaría en el presente mes, específicamente en los días del 26 al 28, según se indica en Plan de Contingencia adjunto.

En cuanto a los servicios tales como: SEREMI de Medio Ambiente; SERNATUR; CONAF y el Depto. de Medio Ambiente de la Municipalidad de Copiapó, en específico, puedan verificar que las rutas a utilizar por el organizador y que se visualizan mediante los formatos KMZ adjuntos, no afecten o intervengan en zonas de biodiversidad o turística respectivamente.

Finalmente solicitar por favor que, vuestros pronunciamientos puedan ser respondidos en formato Word adjunto, denominado: “Acta Evento Rally Travesía Atacama”.

Sin otro particular, le saluda atentamente a Uds.,

Ministerio del Interior y Seguridad Pública

Francisco Galleguillos Severino
Operador de la Oficina de Gestión de Emergencias y Catástrofe
Delegación Presidencial Región de Atacama
Ministerio del Interior y Seguridad Pública
https://www.dpratacama.gob.cl

De: rallytravesia atacama [r]
Enviado el: jueves, 04 de mayo de 2023 11:34
Para: Francisco Galleguillos Severino
Asunto: Re: Solicita mayores antecedentes por evento rally.

ADVERTENCIA: REMITENTE EXTERNO

Folio019831

El remitente de este correo, es externo al Ministerio del Interior y Seguridad Publica. Si no tiene certeza de su origen, por seguridad, NO abra archivos adjuntos y NO haga click en enlaces (puede verificar el destino de un enlace, pasando el cursor sobre éste). Ante sospechas o dudas, reporte a la mesa de ayuda.

Buenos días.

Junto con saludar, envío en archivo adjunto plan de contingencia y a su vez los kmz referentes a las rutas a recorrer en la fecha del travesía atacama.

los kmz van por separados, Etapa 1 con la Etapa 2 mas los controles de paso.

Favor me confirma la recepción conforme.

Saludos cordiales.

Víctor Silva M.

Cel.:

Director y Productor de Rally Cross Country.

El jue, 20 abr 2023 a las 17:20, Francisco Galleguillos Severino (<fgalleguillos@interior.gob.cl>) escribió:

> Estimados Travesía Atacama.
>
> Junto con saludar cordialmente, de acuerdo a la solicitud presentada en esta Delegación Presidencial Regional y como es de vuestro conocimiento, es requerido para la evaluación de toda actividad que revista como evento público. Para ello, adjunto el formato respecto y solicito a Uds., enviar los antecedentes solicitados a la brevedad posible para evaluar.
>
> A su vez, enviar por formato KMZ o KML, los trazados de las rutas que utilizarán en los días en que se ejecutará el evento en cuestión. Por otra parte, si realizarán la construcción de algún sistema eléctrico, se requiere de la certificación de la TE-1 de la SEC. Finalmente, si se involucrará cierre de calles, las solicitudes deberán realizaras en el Gobierno Regional.
>
> Sin otro particular, le saluda atentamente a Uds.,

Folio019832

Ministerio del Interior y Seguridad Pública

Francisco Galleguillos Severino
Coordinador de Eventos y Estadio Seguro
Delegación Presidencial Región de Atacama
Ministerio del Interior y Seguridad Pública
https://www.dpratacama.gob.cl

CONFIDENCIALIDAD Y USO EXCLUSIVO:

La información contenida en este mensaje y/o en los archivos adjuntos son de carácter confidencial y está destinada al uso exclusivo del emisor y/o de la persona o entidad a quien va dirigida, y por lo mismo pueden ser consultados y revisados por la entidad emisora o propietaria de los sistemas desde donde fueron enviados.- Si usted no es el destinatario, cualquier almacenamiento, divulgación, distribución o copia de esta información está estrictamente prohibida y sancionada por la ley. Si recibió este mensaje por error, por favor infórmenos inmediatamente respondiendo este mismo mensaje y borre éste y todos los archivos adjuntos. Considerando que no existe certidumbre de que el presente mensaje no será modificado como resultado de su transmisión por correo electrónico, el emisor original no será responsable si el contenido del mismo ha sido modificado.

Ministerio del Interior y Seguridad Publica

CONFIDENCIALIDAD Y USO EXCLUSIVO:

La información contenida en este mensaje y/o en los archivos adjuntos son de carácter confidencial y está destinada al uso exclusivo del emisor y/o de la persona o entidad a quien va dirigida, y por lo mismo pueden ser consultados y revisados por la entidad emisora o propietaria de los sistemas desde donde fueron enviados.- Si usted no es el destinatario, cualquier almacenamiento, divulgación, distribución o copia de esta información está estrictamente prohibida y sancionada por la ley. Si recibió este mensaje por error, por favor infórmenos inmediatamente respondiendo este mismo mensaje y borre éste y todos los archivos adjuntos. Considerando que no existe certidumbre de que el presente mensaje no será modificado como resultado de su transmisión por correo electrónico, el emisor original no será responsable si el contenido del mismo ha sido modificado.

Ministerio del Interior y Seguridad Publica

4 adjuntos

- **SS1_RTACOPIAPO2023.kmz**
  3K
- **SS2_RTACOPIAPO2023.kmz**
  5K
- **PLAN CONTINGENCIA TRAVESÍA ATACAMA CORREGIDO - COPIAPÓ.MAYO23.pdf**
  652K
- **ACTA EVENTO RALLY TRAVESIA ATACAMA.docx**
  82K

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno el 09 de julio 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

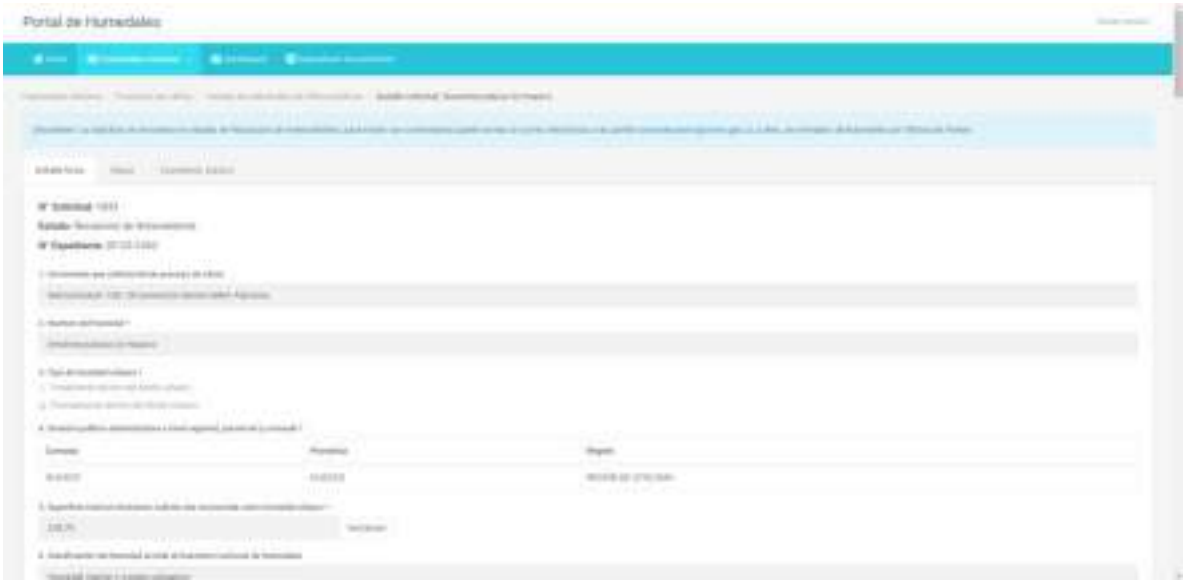
“Area germoplasma Desierto Florido 2021-2022.kmz”



CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales disponibles en el repositorio digital de Sistemas de Humedales del MMA, cuyo link de acceso es el siguiente:

https://sistemahumedales.mma.gob.cl/OficioHU/DetailsPublico/1043



HUMEDAL DESEMBOCADURA RÍO HUASCO

El humedal de la desembocadura del río Huasco representa un importante foco de concentración de biodiversidad en el norte de Chile, formando parte del Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad denominado "Estuario Río Huasco y Carrizal", establecido en la *Estrategia Regional de Biodiversidad 2002,* y la *Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama 2010 -2017*. De esta manera este humedal es parte de los Sitios prioritarios, Ley 19.300 art. 11, letra d).
Ficha técnica Sitio Prioritario: http://bdrnap.mma.gob.cl/recursos/SINIA/Biblio%20SP-64/78.pdf

INSTANCIAS DE PROTECCIÓN ACTUAL

1. Humedal urbano Desembocadura río Huasco

Este humedal formará parte del 4to Proceso de Declaración del Ministerio del Medio Ambiente, los antecedentes y propuesta de humedal urbano, han tenido presente el cumplimiento de los criterios de delimitación, trabajo de campo a partir de una consultoría, y el apoyo del municipio de Huasco. Particularmente:
Guía de Delimitación y Caracterización de Humedales Urbanos de Chile. MMA, 2022.
https://humedaleschile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/03/GUIA_HUMEDALES_2022_BAJA.pdf
Delimitación de humedal urbano y bien nacional uso público de humedal de la desembocadura del río Huasco, Región de Atacama.
http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=170021f2-3e49-437f-9e74-9e04b3399d81&fname=Informe%20Final%20Delimitacion%20de%20humedal%20urbano.pdf&access=public
Ord N°1.034/2023 Ilustre Municipalidad de Huasco. Responde a propuesta de humedal urbano.
Se adjunta expediente preliminar para iniciar su declaratoria como humedal urbano.

2. Sitio prioritario para efectos Ley 21.600

Recientemente inició el proceso determinación de sitios prioritarios a regirse por lo establecido en la ley Nº 21.600, cuyos principales efectos de la declaración de un sitio prioritario en virtud de la nueva regulación se encuentra: disposición que prohíbe expresamente la "alteración física de los humedales que constituyan sitios prioritarios" (artículo N° 41), y disposición de conductas prohibidas en sitios prioritarios: "extraer tierra de hoja o turba; capturar, herir o dar muerte a ejemplares de la fauna nativa; destruir nidos, lugares de aposentamiento, reproducción o crianza, o ejecutar acciones que interfieran o impidan el cumplimiento del ciclo de reproducción de las especies nativas, cortar o extraer ejemplares de especies nativas de plantas, algas, hongos o líquenes; cuando tales acciones produzcan cambios significativos en las características ecológicas del sitio" (artículo N° 116 literal a)).
Si bien es un proceso en desarrollo, de forma preliminar el humedal y el sitio prioritario que constituye reúnen las características para integrar la lista de Sitios Prioritarios para efectos Ley 21.600. Esta categoría debería estar resuelta en septiembre de 2025.

3. Sitio Ramsar

El Humedal Costero Estuario del Río Huasco, junto al Humedal Costero de Carrizal Bajo, Humedal Costero de Totoral, y Humedal Desembocadura Río Copiapó, forman parte del “Sistema Humedales Costeros de Atacama”, priorizado para designación de Sitio Ramsar.
http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=93f516b5-d90e-4791-9cb9-70714022273f&fname=Informe%20Final_Programa%20Sitios%20Ramsar_Final_.pdf&access=public

OTRAS FIGURAS DE PROTECCIÓN

Dada la naturaleza privada de la propiedad donde tiene lugar el humedal, anteriormente se realizaron distintas iniciativas para la declaración como Santuario de la Naturaleza:

1. Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza “Humedal Estuario del Río Huasco”. CONAMA, 2005.

http://bdrnap.mma.gob.cl/recursos/SINIA/Biblio%20SP-64/76.pdf

2. Caracterización del Humedal Costero Estuario del río Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza. CEA-MMA, 2017.
   http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=2f85fa82-e639-401a-a3b6-0d120894e498&fname=CNM018_Informe_Final_V2.pdf&access=public
3. Apoyo proceso de declaratoria de Santuario de la Naturaleza y propuestas de medidas de gestión de los sitios prioritarios para la conservación, humedal estuario del río Huasco y humedal costero de Carrizal Bajo. CEA-MMA, 2019.
   Se adjunta informe.
4. Ord 647/2019 Seremi Medio Ambiente de Atacama. Envía propuesta de expediente de postulación "Santuario de la Naturaleza Humedal costero río Huasco".
   Se adjunta oficio, y propuesta entregada al municipio.

INFORMACIÓN AMBIENTAL RELEVANTE

1. "Red de monitoreo ambiental de ecosistemas acuáticos de Chile 2019-21: Insumo para plataforma de humedales de Chile". Universidad de Valparaíso – MMA, 2021.
http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=be763e6e-c7d4-425b-9efd-f891cf591387&fname=Informe%20final%20Red%20Humedales%2007.12.21.pdf&access=public
2. "Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, en el Sitio Prioritario De Conservación De Biodiversidad Estuario Del Río Huasco". GMA, 2005.
http://bdrnap.mma.gob.cl/recursos/SINIA/Biblio%20SP-64/75.PDF
3. "Dinámica espacio temporal del ensamble avial del humedal de la desembocadura del río Huasco iii región (28° 27's – 71°12'o) durante el periodo 2004 – 2005". Tesis Universidad Arturo Prat, 2006.
https://biblioteca.cehum.org/bitstream/123456789/1026/1/Olivares.%20Din%c3%a1mica%20espacio%20temporal%20del%20ensamble%20avial%20del%20humedal%20de%20la%20desembocadura%20del%20R%c3%ado%20Huasco%20III%20Regi%c3%b3n%20%2828%c2%b0%2027%e2%80%99s%20%e2%80%93%2071%c2%b012%e2%80%99o%29%20durante%20el%20periodo%202004%20%e2%80%93%202005.pdf
4. "Monitoreo de humedales boca Maule (región del Bíobío), Estero Campiche (Puchuncaví, región de Valparaíso) y desembocadura del río Huasco (región de Atacama), en el contexto de la red de monitoreo de ecosistemas acuáticos del Ministerio de Medio Ambiente". BIOMA-MMA, 2020.
http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=7a68934c-c44f-482a-a49d-89931cc5d2ba&fname=2019_PRAS_FINAL_29042020.pdf&access=public
5. "Observatorio Humedal de Huasco: divulgación de sus valores ambientales y culturales". Proyecto Ciencia Pública UC, 2021.
https://guiastematicas.bibliotecas.uc.cl/c.php?g=1276961&p=9369792
6. "Rehabilitación y conservación de humedales urbanos costeros en contextos de vulnerabilidad hídrica Caso de estudio: Humedal de Huasco". Ximena Arizaga y Osvaldo Moreno, 2022.
https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8746924.pdf
7. "Chapter 5 Coastal Wetlands of Northern Chile. In The Ecology and Natural History of Chilean Saltmarshes". Editions Universidad Católica de Chile, 2012.
   Se adjunta libro.

DICTAMENES

Ley de humedales urbanos 21.202.
Dictamen Contraloría General de la República N° E157665 de 2021.
Dictamen Contraloría General de la República N° E420195 de 2023.

INFORME FINAL

“APOYO AL PROCESO DE DECLARATORIA DE SANTUARIO DE LA NATURALEZA Y PROPUESTAS DE MEDIDAS DE GESTION DE LOS SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACION, HUMEDAL ESTUARIO DEL RIO HUASCO Y HUMEDAL COSTERO DE CARRIZAL BAJO"

HUMEDAL ESTUARIO RÍO HUASCO



Febrero, 2020

CENTRO DE ECOLOGIA APLICADA

Folio019838

Control revisión documentos				
Versión	Fecha	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Avance	11-09-2019	Nicolás Contreras Felipe Díaz Andrea Fuentealba Natalia Sandoval	Natalia Sandoval	Elizabeth Araya
V0	20-12-2019	Felipe Diaz Paul Granado Scarlet Soto Natalia Sandoval	Natalia Sandoval	Elizabeth Araya
V1	03-02-2020	Felipe Diaz Paul Granado Natalia Sandoval	Natalia Sandoval	José María Peralta

Folio019839

RESUMEN

El Ministerio del Medio Ambiente solicita iniciar el proceso de actualización de antecedentes del Humedal estuario río Huasco, recopilados durante el año 2016 por el Centro de Ecología Aplicada Ltda., con el objetivo de postular al sector como Santuario de la Naturaleza (SN), dentro del contexto del Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022.

Bajo este escenario, el área de estudio corresponde al Humedal Costero Estuario del río Huasco, el cual se emplaza a 1.5 km de la comuna de Huasco perteneciente a la provincia homónima, que dentro de la región de Atacama limita al norte con la provincia de Copiapó y hacia el sur con la región de Coquimbo.

El proceso de actualización de antecedentes para definir el área como Santuario de la Naturaleza consistió en una revisión bibliográfica además de: i) campaña de terreno en las variables biológicas, físicas y químicas, ii) consulta ciudadana a través de talleres expositivos y reuniones con autoridades locales, ii) Contacto y reuniones expositivas con propietarios del humedal costero en cuestión, iv) Actualización de la condición de propiedad privada del humedal.

-Los resultados de la campaña de terreno realizada en primavera de 2019 y revisión bibliográfica describen nuevamente al humedal como un área rica por su biodiversidad. El análisis histórico de la fauna terrestre, acuática y semi acuática indica que se ha registrado un total de seis grupos taxonómicos en el Humedal del Río Huasco entre ellas: aves, macro y micromamíferos, peces, crustáceos, reptiles y anfibios. A lo largo de los años, el grupo de las aves es el que contribuye con más del 70% de la riqueza y diversidad del Humedal, mientras que los anfibios solo fueron reportados durante 2005.

La fauna terrestre registra 175 especies: 143 aves, diez reptiles, dos anfibios y 20 mamíferos, de los cuales 16 micromamíferos y cuatro macromamíferos. De estas especies, 40 se encuentran incluidas en alguna categoría de conservación según el Reglamento de Clasificación de especies (correspondiendo al 22,8%): Tres de ellas se encuentran En Peligro (EN), nueve Vulnerables (VU), 21 en Preocupación menor (LC), seis Casi amenazadas (NT) y una como Insuficientemente conocida (IC).

Referido a la fauna acuática los peces nativos descrito para la cuenca son 5 de ellos solo se ha registrado 2 especies en el sector de la desembocadura desde 2016, una nativa y una introducida (*Mugil cephalus* y *Gambusia holbrooki* respectivamente)

Para la flora presente en el humedal costero de Huasco, los antecedentes bibliográficos indican que, esta posee una riqueza de 50 especies, de estas, cinco pertenecen a la clase Liliopsida y 45 a la clase Magnoliopsida. La clase Liliopsida se compone de cinco géneros y cuatro familias. Durante 2019 se registró una especie clasificada en categoría de conservación Preocupación menor según RCE (*Eulychnia acida var. Procumbens*), además de cuatro taxa clasificadas en Categoría de Conservación Vulnerable por el Libro Rojo de la Región de Atacama.

Folio019840

Entre las características físicas del Humedal, la presencia de la barra que en algunos periodos se cierra aislando el sistema dulceacuícola del salino, y en otros momentos permanece abierto conectando directamente el río con el mar. La frecuencia de cambio en la zona de la desembocadura justifica la amplitud de conservación de esta zona. Además de ello la presencia de dunas se presenta como componente estructural del ecosistema además de ser hábitat para especies de fauna y vegetación bajo amenaza.

Los parámetros fisicoquímicos medidos en la columna de agua en un solo punto (H3) indican que el río tanto para el año 2016 como 2019, presenta condiciones aptas para la vida acuática. En 2019 sólo para el riego presenta excepciones ya que parámetros como conductividad, solidos disueltos, boro total y coliformes fecales están sobre la norma (NCh1333.Of78).

-En relación con la consulta ciudadana en los talleres fue posible definir los servicios ecosistémicos asociados al humedal costero y sus amenazas, las que coinciden en su mayoría con los descritos en el informe de CEA, 2016. Los talleres comunitarios contaron con una amplia participación (32 personas) e interacción con distinto actores que pudieron manifestar su interés por conservar el área de desembocadura del río Huasco.

-La reunión con autoridades locales y con propietarios del humedal revelan los amplios esfuerzos por declarar el humedal como Santuario de la Naturaleza y cómo la propiedad privada se ha ido transformando en parte de la columna vertebral de la iniciativa. Dentro de la actualización de la información de quienes poseen dominio de las áreas más extensas dentro del humedal se registran pocas variaciones, más bien asociadas a fallecimientos y por tanto sucesiones (padres-hijos). La mayor parte de los propietarios contactados (7) aseguran estar de acuerdo con la iniciativa, pero siempre solicitando más información al respecto. Cabe destacar que en las reuniones se realizó una presentación con la mayoría de los resultados de este estudio, además de la asesoría de un abogado consultor. Se establece contacto con la sucesión de 3 propietarios, alcalde y autoridades marítimas de la zona (vía telefónica, correos, reuniones presenciales) de ellos, el alcalde y la autoridad marítima extienden carta de conformidad y 1 sucesión manifiesta el apoyo al proceso de postulación de humedal costero como Santuario de la Naturaleza, sin enviar aún la carta de conformidad. De las personas contactadas su mayoría piden aún más información para firmar una carta de apoyo. 5 personas no han podido ser contactadas. 0 propietarios contactados rechazan la iniciativa.

Referido a los títulos de dominio del humedal, estos fueron revisados en el Conservador de Bienes Raíces de Freirína. Los resultados indicaron que se redefinieron tres sitios con cambios en los titulares, a causa de sucesión padre-hijos. Los demás sitios permanecen sin modificaciones. Uno de ellos representa una menor área por expropiación para construcción de carretera en Huasco.

Posterior al análisis integral de lo anteriormente descrito se avanzó en la definición del polígono como Santuario de la Naturaleza, para ello fueron definidos y georreferenciados los objetos de conservación, que corresponden a aquellas características o valores que

queremos conservar en un área de interés, éstas pueden ser especies, ecosistemas u otros aspectos importantes de la biodiversidad, al igual que bienes y servicios económicos, culturales y sociales entre otros. Los objetos de conservación más numerosos corresponden a componentes de la biodiversidad, luego objetos culturales/sociales.

Los objetos de conservación (OC) son: para el caso de las aves todas las que se encuentren clasificadas en el RCE. No obstante, dado el alto número de especie y para facilitar el manejo de este taxa, se definen objetos de conservación específicos a aquellas que además se encuentran en niveles más críticos o que su condición poblacional y de riesgo, hace que actualmente estén en categoría de conservación En Peligro y/o tienen alguna singularidad territorial o de comportamiento ligado a este ecosistema. Conforme con esto las especies objeto de conservación son: *Coscoroba coscoroba* (Cisne coscoroba), *Phoenicopterus chilensis* (Flamenco chileno), *Cygnus melancoryphus* (Cisne Cuello negro), *Spatula platalea* (Pato cuchara), *Calidris canutus*, (Playero ártico), *Plegadis chihi* (Cuervo de pantano), *Gallinago paraguaiae* (Becacina) y *Ixobrychus involucris* (Huairavillo).

En el caso de reptiles son OC: la Lagartija de Platei (*Liolaemus platei*), Lagartija de Silva (*Liolaemus silvai*) y Corredor de Atacama (*Microlophus atacamensis*). En cuanto a los mamíferos, éstos corresponden a Cururo (*Spalacopus cyanus*) y Coipo (*Myocastor coypus*).

En relación con la fauna acuática, OC es considerada: la especie acuática Lisa (*Mugil cephalus*) en categoría de Preocupación menor y el crustáceo (*Cryphiops caementarius* o camarón de río), especie registrada en el RCE como Vulnerable para la región de Atacama.

Para la flora y vegetación se registraron especies arbustivas y hierbas perennes, de las cuales es considerada como objeto de conservación la cactácea suculenta *Eulychnia acida var. Procumbens* descrita por el DS 41/2011, MMA como una especie en preocupación menor. En el caso de las formaciones vegetacionales el Matorral de *Nolana salsoloides* destaca por relacionarse con tres especies de importancia de conservación.

Se ha definido también como OC formaciones esenciales para la conformación de este humedal. Nos referimos a las dunas costeras, estas importantes masas de arena compacta constituyen zonas de protección de los humedales litorales.

Como Objetos de conservación culturales es reconocido el valor paisajístico del ecosistema y su potencial turístico.

Una vez definiendo el polígono de Santuario de la Naturaleza corresponde avanzar el Plan de manejo. Para ello fueron definidas por consulta ciudadana y antecedentes bibliográficos las amenazas que presenta actualmente el ecosistema y sus objetos de conservación. Entre ellas, las más relevantes son las Amenazas directas (regulables) como: basura, fauna doméstica, contaminación del agua, quemas o incendios producidos.

Las medidas de gestión sobre estas amenazas se basan en la zonificación del área, donde se establece un primer sector o zona núcleo definida en base a cuerpo de agua y su ribera de mínima interacción, componente estructurador del ecosistema (222 ha); una zona de

Folio019842

amortiguación (533,2 ha), que corresponde a una extensión de la zona núcleo donde se incluyen los campos dunares y una zona de transición amplia (21.601,9 ha), que incluye los márgenes de la subcuenca del río Huasco.

En base a esta delimitación se proponen medidas físicas (infraestructura) y educativas para el manejo del ecosistema (creación de un sendero, implementación de señalética, delimitación de áreas conforme a su uso, entre otras). Finalmente se propone medidas de seguimiento y monitoreos para evaluar permanentemente la condición ambiental del humedal. Para establecer el éxito de las medidas propuestas se establecen indicadores para todos los componentes evaluados (flora, fauna, vegetación, calidad de agua, etc.)

En conclusión, el Humedal costero Estuario del río Huasco constituye un ecosistema que reúne todas las condiciones para ser postulado como Santuario de la Naturaleza por: i) presentar una alta biodiversidad, ii) albergar numerosas especies bajo amenaza, iii) presentar aguas en buenas condiciones para la vida acuática y iv) constituir un área de alto valor para Huasco bajinos que ven en este ecosistema un espacio natural limpio, de bienestar y una zona con alto potencial de desarrollo turístico.

Se propone avanzar en el proceso de postulación a Santuario de la Naturaleza, de manera conjunta con los propietarios interesados en apoyar esta iniciativa. He insistir en aquellos que ha sido difícil contactar, por dificultades geográficas o falta de antecedentes.

Folio019843

INDICE

RESUMEN iii
INDICE vii
1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA A DECLARAR 1
1.1 Localización 1
1.2 Nombre 3
1.3 Descripción del lugar más puntos en UTM del polígono a conservar. 3
2 CARACTERÍSTICAS DE LOS HUMEDALES 6
2.1 Definición de humedal 6
2.2 Importancia de los humedales 7
2.3 Conservación (políticas nacionales e internacionales) 8
2.4 Humedales de la región 9
2.5 Humedal costero estuario del rio Huasco (Antecedentes) 9
2.6 Definición y requisitos de un Santuario de la Naturaleza 10
2.7 Jurisdicción y responsabilidad del Santuario de la Naturaleza 11
2.8 Amenazas 12
2.8.1 Amenazas directas 12
2.8.2 Amenazas indirectas 12
2.9 Servicios Ecosistémicos (definición y antecedentes) 13
3 DESCRIPCIÓN DEL SITIO POR CONSERVAR 14
3.1 Clima 14
3.1.1 Precipitaciones 14
3.1.2 Temperatura 14
3.2 Hidrología 15
3.2.1 Evaluación de los recursos hídricos subterráneos 18
3.3 Geología 19
3.4 Arqueología 19
3.5 Comunidad y su relación con el ecosistema 20
3.5.1 Derechos de Extracción de Agua 20
3.6 Cambios físicos del humedal 23

Folio019844

3.7 Calidad del Agua en el Humedal 24
3.8 Estado Biológico del Humedal 32
3.8.1 Estado de la Fauna 32
3.8.2 Estado de la Flora 52
3.8.3 Estado de la Vegetación 58
3.9 Objetos de conservación (OC) 77
3.9.1 Los objetos de conservación (OC) ecológicos son: 77
3.9.2 Objeto de conservación físico 80
3.9.3 Objetos de conservación social y cultural 80
3.10 Presiones y/o Amenazas sobre el Sitio Propuesto o los objetos de conservación 81
3.10.1 Amenazas directas 81
3.10.2 Amenazas indirectas 81
4 DESCRIPCIÓN DE VALORES COMPLEMENTARIOS DEL SITIO PROPUESTO 83
4.1 Historia 83
4.2 Demografía 84
4.3 Estado actual de la conservación de los objetos y/o del sitio propuesto 84
4.4 Uso actual del suelo 84
5 ZONIFICACIÓN SANTUARIO DE LA NATURALEZA 86
6 GESTIÓN DEL SITIO PROPUESTO 90
6.1 Actualización del estado de propietario/os del sitio postulado como Santuario de la Naturaleza 90
6.2 Contacto con propietarios y su apoyo a la declaración del Santuario de la Naturaleza 100
6.3 Plan de Manejo 103
6.3.1 Área y zonificación considerada en el plan de manejo 103
6.3.2 Vinculación comunitaria 105
6.3.3 Control de amenazas 105
6.3.4 Educación y sensibilización 109
6.3.5 Para aumentar la vigilancia 110
6.3.6 Monitoreo y evaluación de los objetos de protección 110
6.3.7 Evaluación y seguimiento del plan de manejo 112
6.3.8 Programa de monitoreo de plan de manejo 114

Folio019845

6.4 Medidas previas a la instauración del plan de manejo, para cumplir con requerimientos establecidos 115
7 CONCLUSIONES 116
8 REFERENCIAS 118
9 ANEXOS 121
9.1 Metodología 122
9.1.1 Estado de la Calidad de agua 122
9.1.2 Biota acuática 124
9.1.3 Fauna 125
9.1.4 Permiso de pesca 129
9.2 Tablas de resultados 130
10 ACTIVIDADES SOCIALES Y COMUNITARIAS 131
10.1 Recopilación de antecedentes propietarios del humedal costero estuario del río Huasco 131
10.1.1 Introducción 131
10.1.2 Materiales y métodos 132
10.1.3 Resultados 133
10.1.4 Discusión 134
10.1.5 Conclusiones 136
10.1.6 Referencias bibliográficas 138
10.2 Reuniones expositivas 139
10.2.1 Reunión con propietarios del sitio a declarar Santuario de la Naturaleza .. 139
10.3 Actividades comunitarias 142
10.3.1 Taller comunitario 1 142
10.3.2 Taller comunitario 2 154
10.3.3 Taller comunitario 3 161
10.3.4 Talleres comunitarios para las Autoridades 166

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Coordenadas del polígono a conservar 3
Tabla 3-1 Detalle de derechos de agua modificados en la subcuenca del río Huasco entre los años 2016-2019 22
Tabla 3-2 Parámetros de calidad de agua, tomados en 2016 y 2019 en H3 y su referencia a la norma 26

Folio019846

Tabla 3-3 Estudios e Informes referidos a la biodiversidad del Humedal Costero Estuario Rio Huasco, entre los años 1995-2019. 32
Tabla 3-4 Listado de especies registradas entre los años 1995-2019 en el Humedal Costero Estuario del Rio Huasco. 36
Tabla 3-5 Listado de Especies con una Categoría de Estado de Conservación (RCE). ... 44
Tabla 3-6 Listado de Especies identificadas como Objetos de conservación. 46
Tabla 3-7 Especies de peces presentes en el río Huasco y zona estuarina. En negrita especie registrada en 2016 y 2019. 50
Tabla 3-8 Listado de especies registradas en Humedal Río Huasco. 52
Tabla 3-9 Listado de especies florísticas que presenten alguna categoría de conservación. 54
Tabla 6-1 Información de los predios existentes en el sector 92
Tabla 6-2 Estatus propietarios del humedal costero Huasco..... 100
Tabla 6-3 Establecimiento de indicadores y monitoreo para los objetos de conservación del Santuario de la Naturaleza 110
Tabla 6-4 Especificaciones del programa de monitoreo Santuario de la Naturaleza humedal costero Carrizal bajo 114
Tabla 9-1 Métodos de muestreo y análisis de los parámetros físico y químicos monitoreados en la columna de agua del Humedal Huasco 2019. 122
Tabla 9-2 Codificación “abundancia relativa de flora” según criterio de Braun-Blanquet (1979). 128
Tabla 9-3 Especies ícticas registradas en el sitio H3 2019. En negrita especie nativa ... 130

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Localización Humedal Costero estuario del río 2
Figura 1-2 Vértices del área propuesta como Santuario de la Naturaleza..... 5
Figura 2-1 Humedal costero estuario del río Huasco 7
Figura 3-1 Precipitaciones promedio anual en estación meteorológica Huasco bajo 14
Figura 3-2 Temperaturas promedio anuales de la estación meteorológica La Compañía entre 2011-2019. 15
Figura 3-3 Red hídrica Cuenca del río Huasco 16
Figura 3-4 Subsubcuencas de la red hídrica Cuenca del río Huasco. 17
Figura 3-5 Distribución de derechos de agua 2016-2019..... 18
Figura 3-6 Río Huasco cercano a la desembocadura 21
Figura 3-7. Comportamiento histórico del Humedal costero Estuario del río Huasco, donde de izquierda a derecha observamos la barra en los años 2005, 2007 y 2013. Extraído: Google Earth. 23
Figura 3-8. Actualización del comportamiento histórico del Humedal costero Estuario del río Huasco, donde de izquierda a derecha observamos la barra en los años 2015, 2017 y 2019 Extraído: Google Earth. 24
Figura 3-9 Punto limnológico de monitoreo..... 25

Folio019847

Figura 3-10 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Donde: A) Aluminio Total, B) Boro Total, y C) Cloruro, en el humedal Huasco. Campañas primavera 2016(H3a)-2019 (H3b) 28
Figura 3-11 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Dónde: A) Cobre Total, B) Coliformes fecales, y C) Hierro Total, en el humedal Huasco. Campañas primavera 2016(H3a)-2019 (H3b). 29
Figura 3-12 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Dónde: A) Conductividad eléctrica, B) Litio Total, y C) Manganeso Total, en el humedal Huasco. Campañas primavera 2016-2019 punto H3. 30
Figura 3-13 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Dónde: A) Sulfato, B) Oxígeno disuelto, y C) Sólidos Totales disueltos, en el humedal Huasco. Campañas primavera 2016(H3a)-2019 (H3b). 31
Figura 3-14 Mapa Puntos de monitoreo de fauna. 34
Figura 3-15 Distribución de los Grupos Taxonómicos. Fuente: Elaboración Propia, 2019. 35
Figura 3-16 Variación temporal en la riqueza de avifauna (1998-2019). 43
Figura 3-17 Frecuencia de avistamiento de especies de aves (en categoría de amenaza) en censos. 45
Figura 3-18 Distribución espacial de los objetos de conservación de fauna terrestre identificados en el Humedal Costero Estuario del río Huasco en 2019. Fuente: CEA, 2019 49
Figura 3-19 Ubicación especies florísticas singulares por presentar alguna categoría de conservación. Donde RCE: Registro de Calificación de Especies y LRA: Libro Rojo de Atacama. 55
Figura 3-20 Aves en el Humedal costero estuario del río Huasco 78
Figura 3-21 Distribución de especies objeto de conservación referenciadas 79
Figura 4-1 COT humedal costero estuario del río Huasco 85
Figura 5-1 Hábitat para especies dentro del Humedal costero estuario del río Huasco, vista desde mirador al costado de la carretera 86
Figura 5-2 Criterio de delimitación ecológica del Santuario de la Naturaleza 87
Figura 5-3 Zona delimitada como Santuario de la Naturaleza Humedal costero estuario del río Huasco. 88
Figura 5-4 Zona corregida por el MMA como Santuario de la Naturaleza Humedal costero estuario del río Huasco. 89
Figura 6-1 Zona Santuario de la Naturaleza y Propietarios del Humedal costero estuario del río Huasco 91
Figura 6-2 Propietarios del humedal Estuario del río Huasco 2019 102
Figura 6-3 Zonificación para Plan de Manejo Humedal costero Estuario del río Huasco 104
Figura 6-4 Plan manejo en el área propuesta como Santuario de la Naturaleza 107

Folio019848

1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA A DECLARAR

1.1 Localización

El área de estudio, correspondiente al Humedal Costero Estuario Huasco (28°26'49" S; 71°12'00" W), se encuentra emplazada a 1.5 km de la comuna de Huasco, en la región de Atacama (Figura 1-1). Limitada al norte con la provincia de Copiapó y hacia el sur con la región de Coquimbo.

La comuna de Huasco se caracteriza por emplazarse al interior del subsistema transversal del valle de Huasco donde se desarrolla fuertemente la agricultura y con menor intensidad la industria de generación de energía eléctrica y la minera. Las características climáticas de esta zona dan paso a una zona transicional de vegetación, fauna e hidrología entre la Sub-región del Desierto Costero hacia la zona Central de Chile, por lo que el humedal costero Estuario Huasco es el último de los escasos humedales litorales de la zona Semiárida de Chile (Sielfeld *et al*. 2012).

El humedal costero lo conforma la zona de desembocadura del río Huasco en su dimensión longitudinal, en su dimensión latitudinal incluye la planicie de inundación y la ribera rica en vegetación. A medida que nos acercamos al mar se integran en este ecosistema las dunas costeras, elemento fundamental en las características físicas del humedal, ya que actúan como barrera natural frente al viento y la marea (Figura 1-1). La extensión de un humedal costero actualmente es variable, ya que el avance de transformaciones realizadas por presencia de carreteras, crecimiento urbano y otros usos, reducen el área natural que normalmente se desarrolla en zonas bajas de la desembocadura. En este sentido, la amplitud del humedal costero y los límites del Santuario de la Naturaleza son definidos multidimensionalmente, poniendo énfasis en lo que reconocemos como hábitat para especies de importancia de conservación (Figura 1-2).



Figura 1-1 Localización Humedal Costero estuario del río
Fuente: CEA, 2019

Folio019850

1.2 Nombre

"Santuario de la Naturaleza Humedal Costero Estuario del Rio Huasco"

1.3 Descripción del lugar más puntos en UTM del polígono a conservar.

Desde el punto de vista biogeográfico, el humedal costero del río Huasco corresponde a una zona de transición de flora y fauna, ya que para muchas especies este lugar representa su límite sur de distribución, en tanto que para otras corresponde a su límite norte, conformando así un sitio de importancia para la avifauna a nivel regional y nacional en términos de su abundancia y diversidad. Lo anterior, hace que este lugar sea considerado un "Hot Spots" a nivel mundial, debido a su biodiversidad (Myers 1990, WCMC 1992).

Esta área presenta diversidad de ambientes, en los que se destaca una gran franja de borde costero, una extensa área de rivera de humedal y la presencia de plantaciones forestales, además de los sistemas dunares y cuerpos de agua, lo que en su conjunto conforma una importante diversidad de unidades de paisaje (CONAMA, 2005).

A continuación, se muestran en la Tabla 1-1 las coordenadas del polígono a conservar en el sector y en la Figura 1-2 el polígono.

Tabla 1-1 Coordenadas del polígono a conservar

WGS84 Huso 19					
Id	ESTE	SUR	Id	ESTE	SUR
1	284994	6854483	26	285343	6849457
2	285010	6854111	27	285051	6849499
3	285013	6853724	28	284749	6849337
4	285249	6853519	29	284413	6849264
5	285379	6853176	30	284076	6849217
6	285423	6852821	31	283902	6849437
7	285518	6852452	32	283695	6849594
8	285658	6852157	33	283360	6849603
9	285641	6851775	34	283173	6849609
10	285593	6851392	35	283223	6849730
11	285525	6851013	36	283475	6849988
12	285676	6850733	37	283671	6850305
13	285801	6850461	38	283810	6850658
14	285589	6850298	39	283950	6851011
15	285801	6850085	40	284077	6851370
16	285844	6849816	41	284194	6851733
17	285828	6849524	42	284330	6852087
18	286029	6849242	43	284393	6852466
19	286282	6848989	44	284441	6852849
20	286598	6848847	45	284463	6853236
21	286753	6848690	46	284467	6853623

WGS84 Huso 19					
Id	ESTE	SUR	Id	ESTE	SUR
22	286458	6848867	47	284459	6854010
23	286141	6848971	48	284421	6854389
24	285834	6849111	49	284586	6854607
25	285625	6849331	50	284806	6854828

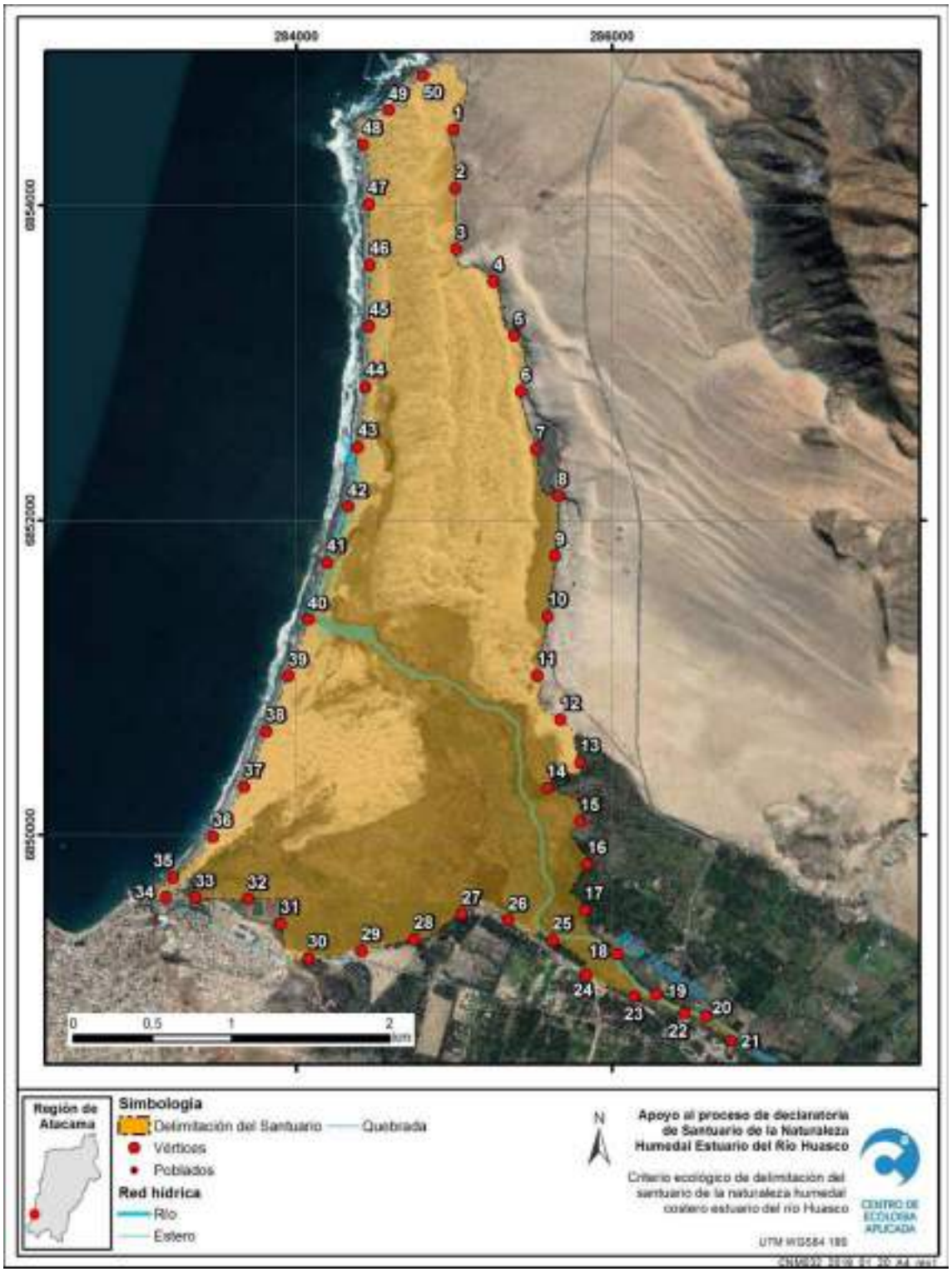


Figura 1-2 Vértices del área propuesta como Santuario de la Naturaleza
Fuente: CEA, 2019

Folio019853

2 CARACTERÍSTICAS DE LOS HUMEDALES

2.1 Definición de humedal

Los humedales son sistemas intermedios entre ambientes permanentemente inundados y ambientes normalmente secos, que muestran una enorme diversidad de acuerdo a su origen, localización geográfica, su régimen acuático y químico, características del suelo o sedimento y vegetación dominante (Hauenstein *et al*.1999). Según lo descrito en la convención RAMSAR, que es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos (RAMSAR, 2014), podemos encontrar diferente tipos de humedales que van desde zonas de aguas quietas, temporales o permanentes, a ecosistemas que se mantienen en activo movimiento hídrico, producto del flujo natural de los ríos o por cuerpos de agua que son movilizados generalmente por el viento y que en algunos casos interactúan con el mar. Son estos últimos los que identificamos como humedales costeros.

Los humedales costeros se caracterizan por la interacción entre la desembocadura de uno o más ríos y el mar, es decir, por estar influenciados por la marea y viento oceánico. La mezcla que aquí se produce entre el agua salada y dulce proveniente desde el continente da a estos ecosistemas características únicas, lo que justifica la gran diversidad y productividad registrada en estos puntos del litoral. Por este motivo el hombre históricamente vive asociado a estas zonas desarrollando diferentes actividades productivas (Castro, 2012), no obstante, el uso sustentable del ecosistema no es siempre posible debido al desconocimiento y falta de regulación del uso del territorio, lo que produce daños al sistema a diferente escala.



Figura 2-1 Humedal costero estuario del río Huasco

2.2 Importancia de los humedales

La presencia de los humedales cobra real importancia cuando comprendemos los innumerables beneficios de su presencia y buen estado de salud. Los humedales costeros se caracterizan por presentar servicios ecosistémicos, definidos como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Estos incluyen la *provisión* de servicios tales como alimentos y agua, servicios de *regulación* (como control de inundaciones, sequías, degradación de tierras y enfermedades), servicios de *soporte* (como formación de suelos y ciclos de nutrientes) y servicios *culturales* (como recreación, espirituales o religiosos, así como, otros beneficios no materiales) (Convención RAMSAR, Resolución IX.1 Annex A.j).

Por otro lado, los humedales costeros son ambientes esenciales para sustentar poblaciones de aves playeras migratorias (Bala *et al*. 2008). Un ejemplo de ello es la presencia de la especie Zarapito (*Limosa haemastica*) registradas en el humedal costero estuario del río Huasco. Esta ave neártica, recorre anualmente entre 25.000 y 30.000 km uniendo la tundra Ártica y la costa patagónica sur. Sin embargo, quizás lo más destacado de estas migraciones, reside en los pocos sitios donde hacen parada durante sus desplazamientos (Senner *et al*. 2017). En este sentido, los escasos humedales presentes a esta latitud son importantes zonas de descanso y de conexión natural entre ambos hemisferios, lo que hacen aún más relevante su protección

Folio019855

2.3 Conservación (políticas nacionales e internacionales)

Chile se ha hecho partícipe de variados tratados internacionales que pretenden proteger ecosistemas y especies de alto valor de conservación.

El tratado internacional asociado directamente a ecosistemas de humedales es la Convención RAMSAR (1981). Este tratado protege a los humedales en una amplia definición. No obstante, no es realmente restrictivo, ya que, si quisiéramos realizar algún tipo de actividad en el lugar protegido, será el SEIA quien determine su aplicación.

Actualmente existen diferentes formas de proteger un humedal, que consisten en incluir estos ecosistemas en figuras como: Reserva o Parque Nacional, Monumento Natural, Sitio Prioritario de Conservación y Parques o Reservas Marinas. Una figura más específica es el Santuario de la Naturaleza.

Durante las últimas décadas Chile ha avanzado en materia de protección ambiental, por lo que lleva desarrollando diferentes estrategias de protección a ecosistemas en riesgo y su biodiversidad. Comenzando el 2003 con la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su respectivo Plan de Acción País, el cual fue el principal instrumento de política pública hasta el 2010. De ella derivaron tres instrumentos para ámbitos temáticos más específicos: la Política Nacional para la Protección de Especies Amenazadas, la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile y la Política Nacional de Áreas Protegidas (aprobadas en 2005).

Posterior a ello en 2017 y con el objetivo de reunir esta iniciativas se crea la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030, la cual reemplaza lo anterior y fija los lineamientos para la protección de biodiversidad a través de la incorporación de una serie de acuerdos y compromisos adoptados por Chile en los últimos años, como el Plan Estratégico de Diversidad Biológica 2011–2020 del Convenio sobre Biodiversidad Biológica, los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) de la Agenda Global de Sostenibilidad al 2030, impulsados por Naciones Unidas, las recomendaciones de la Evaluación de Desempeño Ambiental de Chile por parte de OCDE (2016).

Actualmente se encuentra en ejecución el Plan Nacional de Protección de Humedales para establecer los humedales prioritarios a lo largo del país y detener su deterioro. Entre los 40 ecosistemas incluidos en esta iniciativa se encuentra el Río Huasco (MMA, 2018), el cual se está postulando a Santuario de la Naturaleza, cuya definición es "*Son Santuarios de la Naturaleza todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado".* Estos se encuentran bajo la tuición del Consejo de Monumentos Nacionales. De acuerdo con la Ley de Caza, se establece la prohibición de caza y captura de fauna silvestre en los Santuarios de la Naturaleza, no obstante, el Servicio Agrícola y Ganadero podrá autorizar la caza o captura en dichos lugares, pero sólo para fines científicos; podrá controlar la acción de animales que causen graves perjuicios al ecosistema; para establecer centros de reproducción o criaderos; o para permitir una utilización sostenible del recurso. En estos casos, deberá contarse también con el permiso de la autoridad que tiene a su cargo la

Folio019856

administración del Santuario; es decir, el Consejo de Monumentos Nacionales (CONAMA, 2005).

2.4 Humedales de la región

Cuando hablamos de la región de Atacama, sabemos que su estructura y singularidad está marcada por la imponente presencia de la cordillera de los Andes que genera la región ecológica denominada Puna Árida que posee características únicas que la diferencian de otras regiones ecológicas del Norte de Chile. Es por ello por lo que en esta zona son identificados y estudiados los humedales altoandinos. Estos escasos y vulnerables ecosistemas se constituyen a partir de dinámicas de escorrentía, afloramientos subterráneos y evaporación, siendo estos últimos los más abundantes (CONAMA, 2005).

Entre los humedales altoandinos de la región de Atacama destacan los presentes en:

-El Parque Nevado Tres Cruces (Salar de Maricunga, río Lamas)

-El corredor biológico Palltanillo-Ciénaga Redonda (*e.g*. vega Redonda, Quebrada Villalobos, Ciénaga Redonda)

-En la Laguna Santa Rosa y la Laguna Negro Francisco, ubicadas en el parque Nacional Nevado de Tres Cruces, ambas declaradas sitios RAMSAR el año 1996.

-Reserva Natural Los Huasco altinos (Laguna grande y Laguna chica)

En tanto en el lado opuesto a la cordillera casi como un espejismo de biodiversidad nos encontramos con la zona costera, la que actúa como sumidero de las aguas de deshielo, escaza lluvia y floraciones que llegan por ríos y quebradas hasta la zona litoral. En ella comienzan a aflorar pastos, hierbas y matorrales que junto a pequeñas dunas originan ecosistemas llamados humedales costeros.

Entre los humedales costeros más importantes destacan tres que son parte del Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022, estos son el Santuario de la Naturaleza Laguna de Carrizal Bajo, estuario del río Huasco y Humedal Totoral. Todos caracterizados por albergar una gran biodiversidad y por ser ecosistemas altamente amenazados

2.5 Humedal costero estuario del rio Huasco (Antecedentes)

Los antecedentes históricos del humedal costero Estuario del río Huasco, describen a esta zona como un área de concentración de la biodiversidad. Donde la confluencia del río Huasco con las aguas oceánicas brindan un hábitat rico en nutrientes y hábitat apropiado para innumerables especies animales y vegetales, muchas de ellas consideradas amenazadas por el Registro de Calificación de Especies y otros estudios que indican la vulnerabilidad regional como el Libro Rojo de la región de Atacama.

En su desembocadura, el río alcanza los dos kilómetros de ancho, abriéndose en un extenso llano, que se asocia al norte con los llanos de Los Hornitos y del Chuical, este último ubicado en la vertiente sur de la quebrada de Carrizalillo; la morfología del área

Folio019857

está representada por terrazas fluvio-marinas, indicadoras del engranaje entre los procesos del río con los del océano. El área presenta diversidad de ambientes, en los que destaca una gran franja de borde costero, una extensa área de rivera de humedal y la presencia de plantaciones forestales, a todos ellos se adiciona los sistemas dunares y cuerpos de agua, conformando una importante diversidad de unidades de paisaje (CONAMA, 2005).

El taxa más abundante y por tanto el que presenta más especies en categoría de conservación según el RCE (2018) son las aves. Hasta el año 2019 se han registrado más de 139 especies de aves que habitan de manera permanente o transitoria este humedal costero. Entre ellas 39 están en categoría de conservación (RCE).

Además de ello, los peces descritos en la cuenca son en su mayoría endémicos y se encuentran en categoría de conservación (cinco especies). Durante los últimos monitoreos solo ha sido registrado *Mugil cephalus* (Lisa), dentro del área de estudio. Los peces actúan a la vez como indicadores de la calidad de agua, que junto con los análisis químicos y biológicos (ver 3.7 Calidad del Agua en el Humedal) describen a este humedal costero como un ecosistema saludable con parámetros en rangos acordes a características de un sistema estuarino con alta capacidad de retención de nutrientes, sedimentos y niveles de descomposición constantes, pero equilibrados a la actualidad.

Entre los taxa menos abundantes se describen dos especies de anfibios hasta el año 2005, diez especies de reptiles y 20 mamíferos, de los cuales cuatro son macromamíferos y 16 especies micromamíferos, especialmente roedores.

El humedal costero también representa un sistema de alta interacción con la comunidad aledaña. Los habitantes de Huasco se refieren a este ecosistema como un sitio de esparcimiento, de alto valor paisajístico, un de valor de conservación por su alta biodiversidad donde reconocen principalmente al grupo de las aves.

Respecto a las características físicas del Humedal, este se encuentra localizado en la desembocadura del río Huasco, por lo que en este lugar se generan aportes de nutrientes terrestres y surgencia de aguas profundas, por lo que son zonas de alta productividad, condición que propicia la presencia de especies en el área. Este humedal es de origen natural y su importancia se centra, principalmente, en que funciona como refugio de vida silvestre, protección costera, provisión de agua, regulación del clima y como parte de la recreación de turistas y el disfrute de la sociedad en general (CONAMA, 2005).

2.6 Definición y requisitos de un Santuario de la Naturaleza

Conforme a la LEY N.º 17.288, DE 1970, que legisla sobre Monumentos Nacionales. Publicada en el Diario Oficial el 4 de febrero de 1970, señala:

En el artículo 1 establece que: Son monumentos nacionales y quedan bajo la tuición y protección del Estado los santuarios de la naturaleza.

Luego, en conformidad al N° 1 de su artículo 6°, compete al Consejo de Monumentos Nacionales pronunciarse sobre la conveniencia de efectuar la declaración de un

monumento nacional, como asimismo “solicitar de la autoridad competente la dictación del decreto supremo correspondiente”.

En su artículo 31 los define como: “Son santuarios de la naturaleza todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado”.

Los incisos segundo y tercero señalan que dichos sitios quedarán bajo la custodia del Ministerio del Medio Ambiente y que no se podrá iniciar en ellos trabajos de construcción o excavación, ni desarrollar actividades como pesca, caza, explotación rural o cualquiera otra actividad que pudiera alterar su estado natural, sin la autorización previa del “Servicio”. Se debe mencionar que el servicio a que se refiere la norma es el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, que aún no existe y de que la potestad para otorgar el aludido permiso la tiene actualmente el Consejo de Monumentos Nacionales, mientras aquél no exista.

2.7 Jurisdicción y responsabilidad del Santuario de la Naturaleza

Los sitios mencionados que fueren declarados Santuarios de la Naturaleza (SN) quedarán bajo la custodia del Ministerio del Medio Ambiente, el cual se hará asesorar para estos efectos por especialistas en ciencias naturales. No se podrá, sin la autorización previa del Servicio, iniciar en ellos trabajos de construcción o excavación, ni desarrollar actividades como pesca, caza, explotación rural o cualquiera otra actividad que pudiera alterar su estado natural. Se debe señalar que, si estos sitios estuvieren situados en terrenos privados, sus dueños deberán velar por su debida protección, denunciando ante el servicio los daños a que se refiere, en tanto que el inciso quinto establece que la declaración de santuario de la naturaleza deberá contar siempre con informe previo del Consejo de Monumentos Nacionales.

En relación con las restricciones que la declaración de santuario de la naturaleza conlleva para el dueño del terreno respectivo, es menester señalar que el artículo 19, N° 24, de la Constitución Política de la República, dispone que sólo la ley puede establecer el modo de adquirir la propiedad, de usar, gozar y disponer de ella y las limitaciones y obligaciones que deriven de su función social, debiendo precisar que ésta comprende cuanto exijan los intereses generales de la Nación, la seguridad nacional, la utilidad y salubridad públicas y la conservación del patrimonio ambiental. Así, en virtud de esa norma constitucional, el legislador ha establecido ciertas limitaciones y obligaciones para los propietarios de predios privados que sean declarados santuario de la naturaleza con la finalidad de conservar el patrimonio ambiental. Debido a esta norma es que se puede declarar santuario de la naturaleza en un terreno privado.

Respecto de la publicidad en el proceso de la declaratoria de santuario el artículo 39 de la ley N° 19.880 dispone, en sus incisos primero y segundo, que el órgano al que corresponda la resolución del procedimiento, cuando la naturaleza de éste lo requiera, podrá ordenar un período de información pública, para cuyo efecto se anunciará en un

Folio019859

diario de circulación nacional, a fin de que cualquier persona pueda examinar el procedimiento, o la parte de este que se indique.

Al Consejo de Monumentos Nacionales le corresponde pronunciarse dentro del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), ante cualquier proyecto, programas o actividades que pretendan realizarse al interior de los SN, de esta forma el CMN es el Órgano del Estado que entrega el Permiso Ambiental Sectorial N ° 78 (PAS 78), y que autoriza actividades como trabajos de construcción o excavación, pesca, caza, explotación rural o cualquiera otra actividad que de alguna forma afecte el estado natural de los SN.

2.8 Amenazas

Reconocemos como amenaza a toda acción cuya consecuencia involucre un efecto negativo o de deterioro de nuestro objeto a conservar. Estas amenazas tienen diferente origen (natural o antrópico) y pueden ser definidas como directas (regulables) o indirectas.

2.8.1 Amenazas directas

Se entiende como amenaza directa, aquella que es posible de regular y que tienen su origen en las actividades antrópicas.

De acuerdo con estimaciones recientes del Ministerio del Medio Ambiente, se ha catastrado que los humedales en Chile comprenden una superficie aproximada de 4,5 millones de hectáreas, lo que representa cerca del 5,9% del territorio nacional. No obstante, esta superficie también se caracteriza por estar fuertemente amenazada. El Estuario del río Huasco no representa la excepción a ello, hasta el año 2016 (cea) las amenazas principales definidas como originadas por el hombre eran: microbasurales, cambios en el régimen hídrico, presencia de perros vagos, cambio de uso de la tierra.

Las amenazas descritas son amenazas directas y posibles de regular. Sin embargo, algunas de ellas como el cambio de uso de la tierra y cambios en el régimen hídrico son regulables a largo plazo. En relación con la disponibilidad hídrica, la cuenca del río Huasco el 2016, ya fue declarada por la Dirección General de Aguas como área de restricción producto del agotamiento de la cuenca del río Huasco y sus afluentes.

2.8.2 Amenazas indirectas

Son consideradas como amenazas indirectas, aquellas poco regulables y que tienen su origen en factores naturales, los cuales pueden tener o no, como causa indirecta la acción del hombre, como lo es, por ejemplo, el cambio climático.

La zona litoral de Chile se caracteriza por enfrentar modificaciones importantes por perturbaciones de origen natural. Entre ellas el alzamiento o hundimiento de la plataforma continental, observada en varios humedales costeros posterior al terremoto del 2010 (27F) y el impacto de grandes olas sobre estos ecosistemas aún están en la memoria de las personas que conviven con los humedales costeros (Valdovinos *et al* 2017). Además de estos, las grandes tormentas, marejadas, trombas marinas entre

Folio019860

otras, son amenazas indirectas que causan importantes alteraciones en los humedales costeros y sus servicios ecosistémicos (Sandoval *et al* 2019).

2.9 Servicios Ecosistémicos (definición y antecedentes)

El hombre se relaciona diferenciadamente con los ecosistemas, dependiendo de los beneficios que puede o no obtener de cada uno de ellos. Es esta relación, la que busca ser explicada por la definición de servicios ecosistémicos, a modo de ejemplificar los innumerables beneficios que obtienen el hombre de los recursos naturales (Constanza *et al*. 2007, Daily 1997). En este sentido, los humedales poseen características que los hacen útiles y necesarios tanto para los humanos que dependen de ellos o viven a su alrededor, como para el medio ambiente en general.

Entre los servicios ecosistémicos más relevantes identificados en los humedales costeros se encuentran: la capacidad de absorber y retener una gran cantidad de agua para luego liberarla de manera lenta y así influir en los flujos de agua superficiales y subsuperficial (Díaz *et al*., 2008), así también la capacidad de almacenamiento de carbono y el permitir al desarrollo económico de las comunidades locales (actividades vinculadas principalmente al turismo explotado a baja escala). Por otra parte, a pesar de constituir solo una pequeña fracción del total de la superficie terrestre, estos ambientes poseen una gran diversidad biótica y de biomasa por unidad de área, en comparación con otros ecosistemas acuáticos (*e.g*., lagos, lagunas, ríos) y terrestres (Naiman & Décamps 1997), siendo considerados los ecosistemas de mayor riqueza biológica en la tierra (Innis *et al*. 2000).

Para definir los servicios ecosistémicos más relevantes en el humedal Estuario del río Huasco, se realizó consulta ciudadana (ver anexo talleres) de donde se las principales actividades vinculadas al ecosistema. Hasta el año 2016, las actividades económicas desarrolladas en torno al humedal costero eran bajas, por otro lado, existía importante desconocimiento de los beneficios a gran escala que estos sistemas prestan. Pese a ello, el valor de la biodiversidad y el paisaje destacaron como servicios ecosistémicos reconocibles por la mayoría de los entrevistados.

Durante el 2019 se registra que la actividad cultural y económica en torno al humedal no se ha modificado (ver Anexo 9.1). El valor más importante para la comunidad sigue siento la biodiversidad, la cual relacionan directamente con el paisaje y bien estar y a la vez con un potencial turístico que no saben cómo abordar.

El reconocimiento de los servicios ecosistémicos nos permite evaluar su condición y generar medidas de protección y manejo que permitan su desarrollo de manera sustentable.

Folio019861

3 DESCRIPCIÓN DEL SITIO POR CONSERVAR

3.1 Clima

Esta región se caracteriza por ser la transición entre el clima desértico de las regiones I y II, conocidas como Norte Grande y uno semidesértico, con un aumento sostenido de las precipitaciones hacia el sur, que representa al denominado Norte Chico. Ello, permite la presencia de una vegetación abundante en zonas de quebradas y valles que la distinguen respecto a las regiones más al norte. La agricultura se desarrolla conforme a esta condición hídrica siendo la actividad más relevante de la cuenca del río Huasco (S.I.T. 131, 2007).

3.1.1 Precipitaciones

Las precipitaciones en la cuenca del Huasco presentan una considerable estacionalidad, concentrando más del 80% de éstas entre los meses de mayo y agosto (DGA, 2009; INIA, 2010). En relación con su comportamiento histórico la mayor precipitación se registra en el año 1997, condición asociada al fenómeno del niño. Mensualmente llueve en promedio entre 0.2-6.7 mm ver Figura 3-1, ello confirma la condición semiárida de atacama. En 2017 fue el último año con precipitaciones anuales mayores a 50 mm (90 mm). Existen años en que no se registraron precipitaciones, el último con esta característica fue 2007.

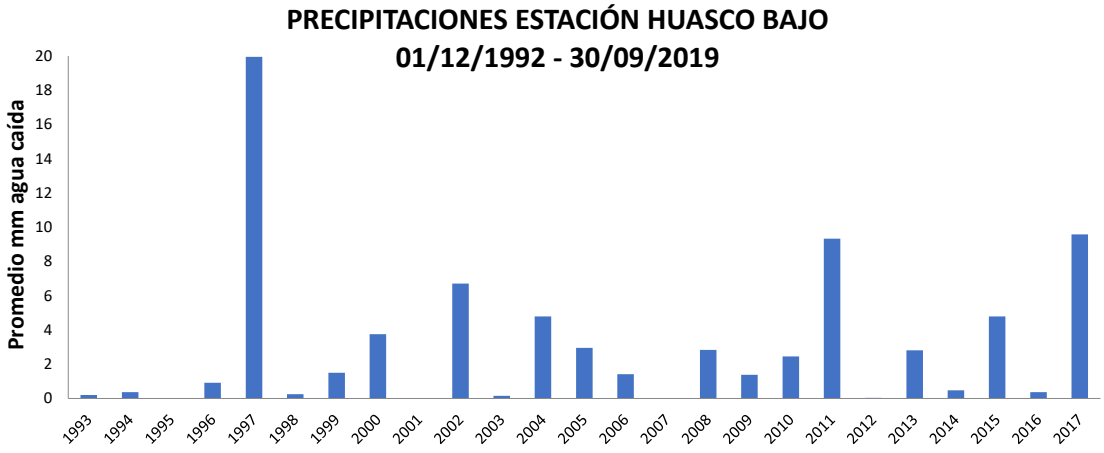


Figura 3-1 Precipitaciones promedio anual en estación meteorológica Huasco bajo

3.1.2 Temperatura

Las temperaturas en la región son variables, pero en general los días son calurosos y las noches frías. En la época estival se llega a los 28 o 32°C, superando los 35°C en ocasiones, en los valles.

En la costa, que es donde se encuentra el humedal la oscilación térmica es menor, por la regulación climática de los cuerpos de agua. En Figura 3-2 se grafica los promedios

Folio019862

de las temperaturas medias anuales entre 2011-2019. Al revisar el grafico se observa una temperatura media anual sobre los 14°C. No se observa relación directa entre años lluviosos con años más calurosos.

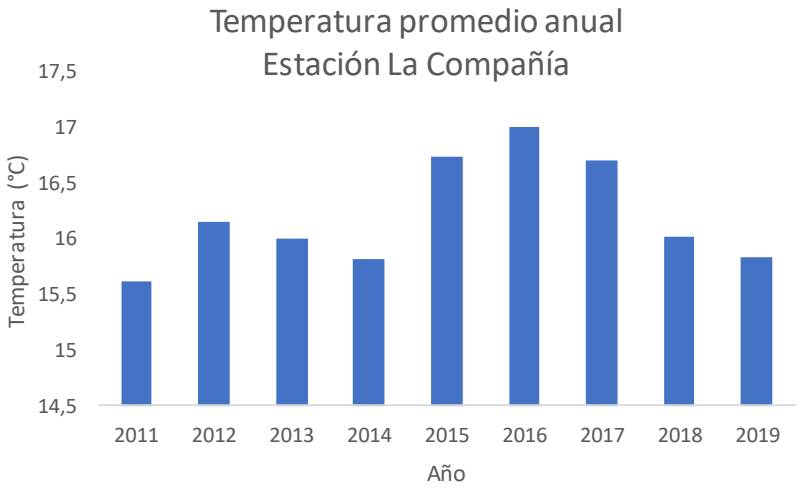


Figura 3-2 Temperaturas promedio anuales de la estación meteorológica La Compañía entre 2011-2019.

3.2 Hidrología

El humedal costero Estuario del río Huasco constituye la parte terminal de la cuenca del río Huasco, la que se forma por los ríos El Carmen y el transito identificadas como subcuencas en la Figura 3-3. Como se detalla en la Figura 3-4, la subcuenca del río Huasco se subdivide en 6 pequeñas redes hídricas o subsubcuencas acompañadas de quebradas, condición característica de las redes hidrológicas del norte de Chile.

El río Huasco fluye, con una leve orientación SE-NO, bañando en sentido transversal la zona de la Depresión Intermedia hasta desembocar en el océano Pacífico. Desde su nacimiento hasta su desembocadura en la ciudad de Huasco, este río recorre cerca de 230 Km., atravesando ciudades como Vallenar y Freirina.

El régimen hidrológico de este sistema es muy variable, con características francamente nivales en algunos años con crecidas de noviembre a enero. En años más secos las crecidas provienen de precipitaciones directas en los meses de invierno (S.I.T. 131, 2007).

El caudal medio del río Huasco medido en el sector del Algodones alcanza los 6,60 m^3/s (MOP, 2012). En tanto, el caudal medio de entrada en el rio Huasco equivale a 3,50 m^3/s, mientras que el de salida (cercano a la desembocadura) es de 1,70 m^3/s (CAZALAC, 2011).

Folio019863

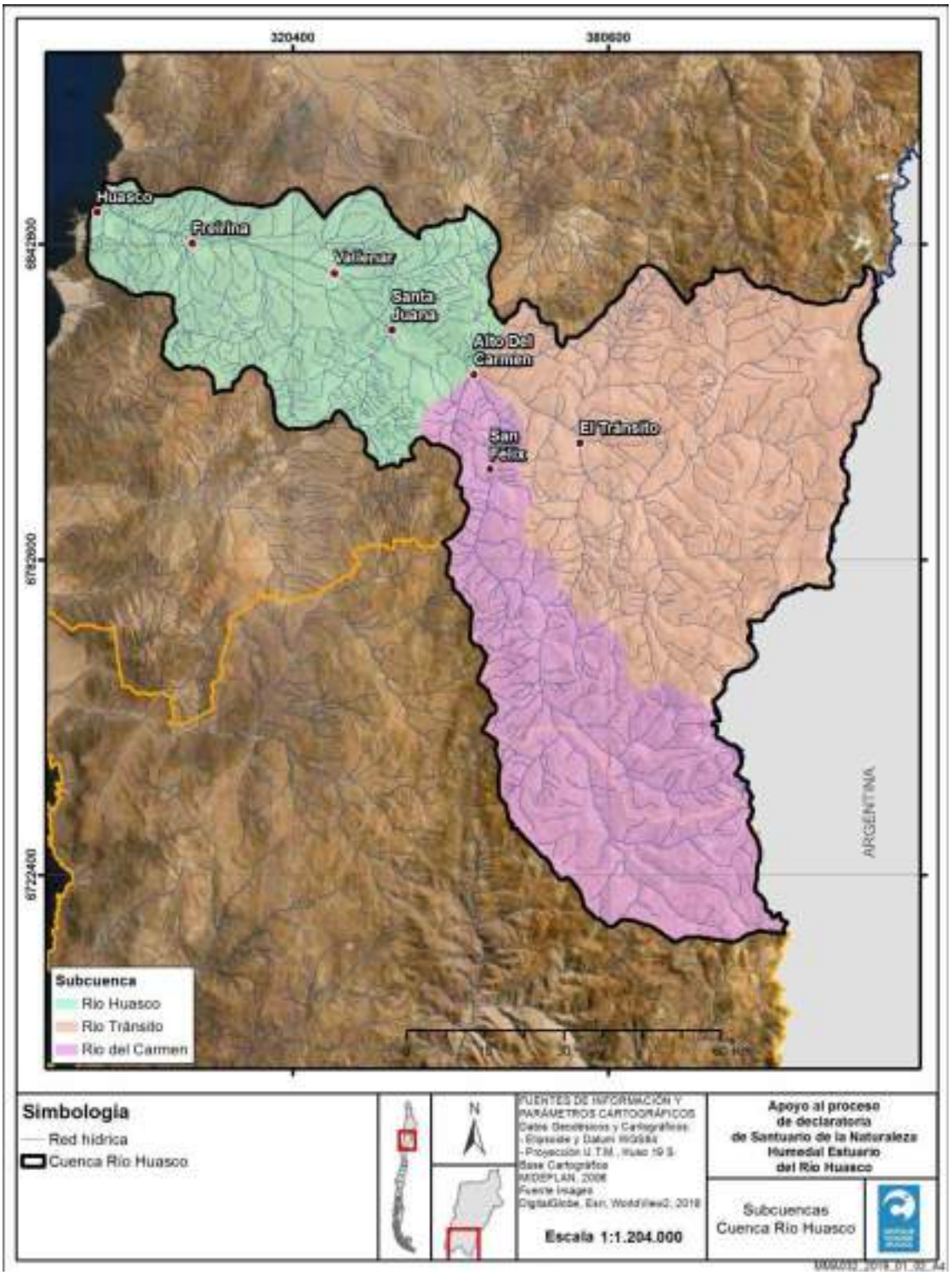


Figura 3-3 Red hídrica Cuenca del río Huasco
Fuente: CEA, 2019

6

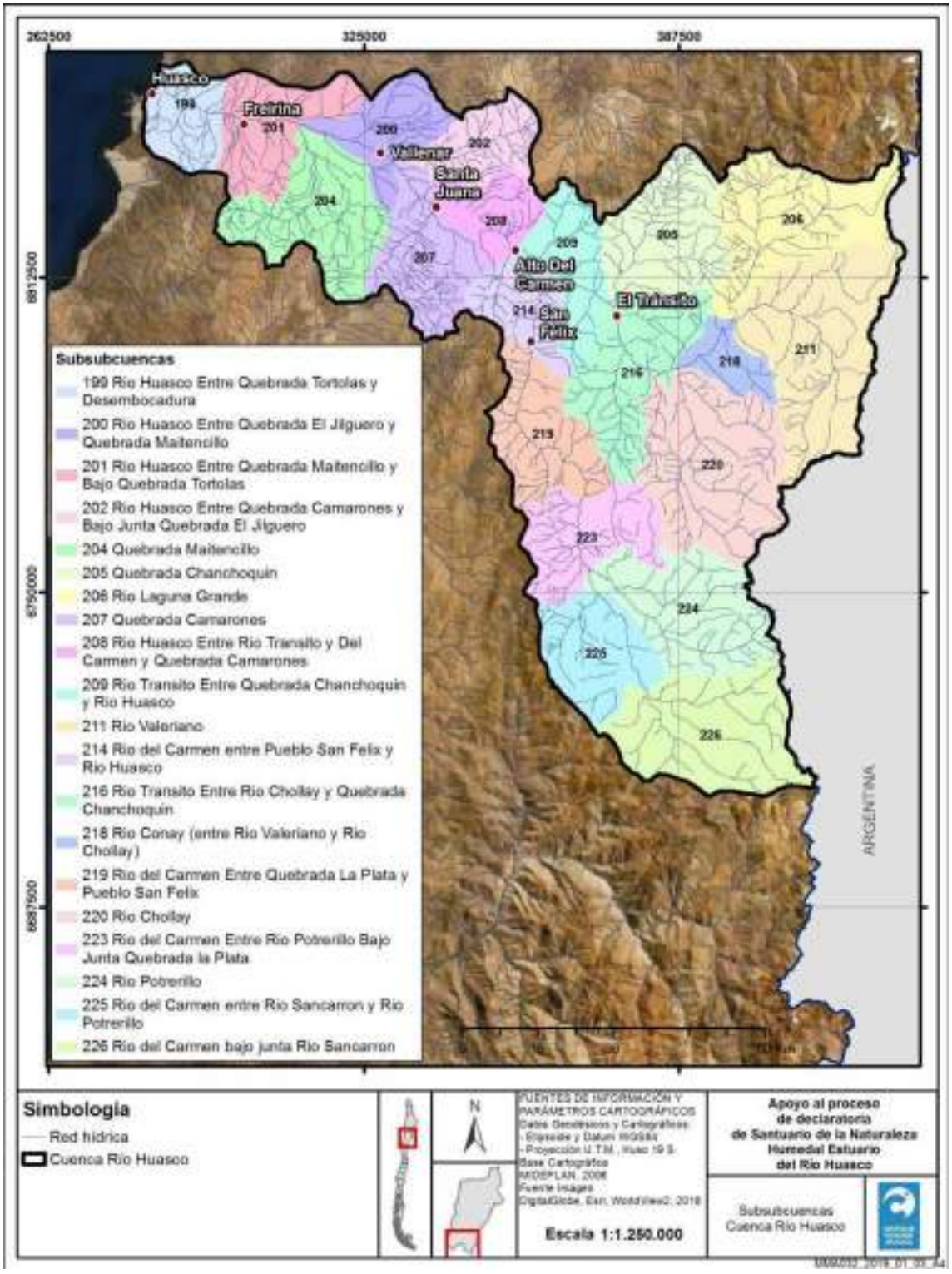


Figura 3-4 Subsubcuencas de la red hídrica Cuenca del río Huasco.
Fuente: CEA, 2019

Folio019865

3.2.1 Evaluación de los recursos hídricos subterráneos

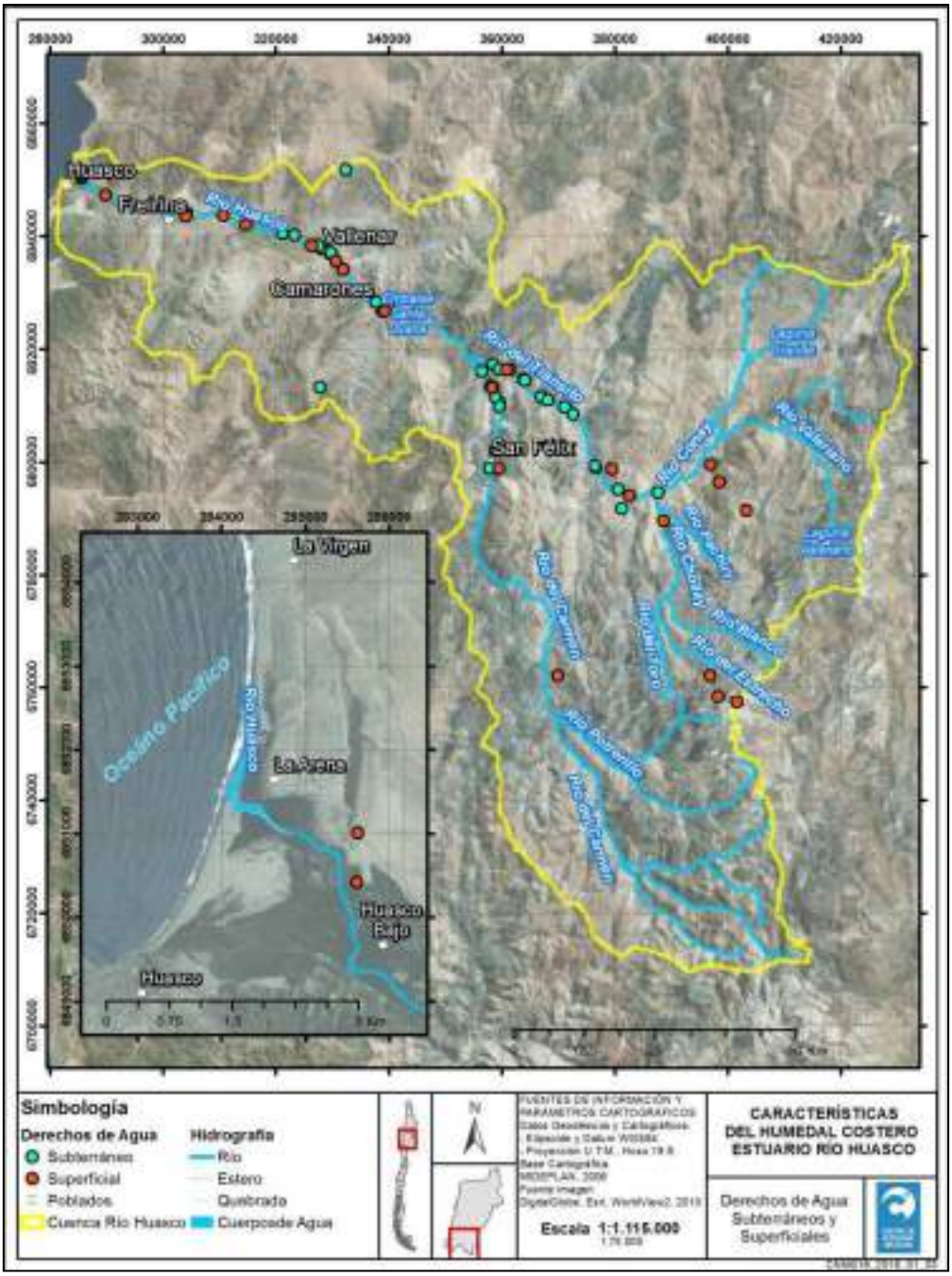


Figura 3-5 Distribución de derechos de agua 2016-2019
Fuente: CEA, 2019

Folio019866

3.3 Geología

La morfología del área está representada por terrazas fluvio-marinas, indicadoras de la relación entre los procesos del río con los del océano (MMA, 2015), es decir, sobre formaciones geológicas constituida por depósitos no consolidados y rellenos de depósitos fluviales; gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y llanuras de inundación (SERNAGEOMIN,2002).

El cauce del río fluye por un lecho relativamente estrecho siendo desviado de lado a lado por la irrupción de los conos de deyección de las quebradas adyacentes. Estos conos de deyección son en la actualidad aprovechados por los cultivos. El encajonamiento desaparece desde la Quebrada del Jilguero hasta la desembocadura en el mar, dando paso al segundo sector caracterizado por una geomorfología de amplias terrazas fluviales cuaternarias. (DGA, 2004)

3.4 Arqueología

El desarrollo alfarero prehistórico de la Región de Atacama ha sido ampliamente descrito. Se observa una periodización de carácter histórico-cultural que comprende El Molle como la entidad cultural del período Alfarero Temprano (300 a. C-700 d. C., aproximadamente), ocupando varios espacios de los previos cazadores-recolectores arcaicos. La cerámica es una de las manifestaciones culturales más antiguas y ricas del mundo Precolombino. La cultura El Molle, se caracteriza por ser considerada como la primera productora de cerámica del Norte Chico.

Además de ello han sido definidas como agrícolas, identificándose en Copiapó el cultivo de maíz amarillo y morado, de porotos morados y overos, de cucurbitáceas y de quinua; sus canales de regadío; las hojas líticas de sus herramientas agrícolas; y manos y piedras para moler (Niemeyer, 1998) cultivos y frutos recolectados. A ello se suma la caza de mamíferos menores, avifauna y camélidos –por falta de análisis zooarqueológicos, no se sabe si estos últimos eran o no domesticados

El Molle se describe ocupando los interfluvios y en menor grado la costa. Los registros en el valle de Huasco son de sitios con túmulos solo de carácter funerario (Niemeyer, 1982). En su relación con el área costera El Molle, desarrolló la caza y la recolección.

Es verosímil sugerir que hacia el 900 d.C. se gestaron localmente procesos de individualización sociocultural y política de comunidades agrícolas, seguramente de tronco cultural Ánimas, que configuraron un desarrollo particular del cual habría dado cuenta la cultura Copiapó en el Intermedio Tardío (Castillo, 1998) –por falta de investigaciones, no se conoce este proceso en el valle de Huasco. Del mismo modo, para esta zona aún no está definido si los diaguitas también habían habitado uniformemente Atacama y Coquimbo antes de los incas (Ampuero, 1972; Cornely, 1956), homogenizándose las manifestaciones culturales de ambas regiones durante este período. O los diaguitas-chilenos poblaron los valles fértiles de Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí y Choapa como también el litoral y todos los pequeños valles (Cornely,1956).

Folio019867

3.5 Comunidad y su relación con el ecosistema

Por medio de reuniones y talleres, la comunidad de Huasco ha podido involucrarse en el desarrollo del expediente para la postulación del Humedal costero estuario del río Huasco como Santuario de la Naturaleza (ver Anexo 10.3 Actividades comunitarias). Los resultados de encuestas y entrevistas a actores claves, muestran el claro interés de la comunidad por conservar el ecosistema, recalcando los servicios ecosistémicos que este presta. El servicio más reconocible es la biodiversidad, en su mayoría reconoce a las aves como especies abundantes e importantes de conservar, valoran el humedal como un espacio natural para realizar actividades de recreación como deporte y paseos familiares, es decir, identifican a este sistema como un ambiente limpio (Figura 3-6).

Entre las actividades que se vinculan con la presencia del humedal costero, se encuentra el desarrollo de la ciencia e investigación. Junto con ello, se hace énfasis en la necesidad de potenciar la educación ambiental. Actualmente, la comunidad reconoce dentro de las principales actividades que se realizan en el área, la recreación personal y familiar, en segundo lugar, la agricultura y en tercero actividades relacionadas a la educación.

El recurso hídrico es reconocido como fundamental, pero a la vez se describe como un recurso impactado, principalmente, por las actividades de desarrollo local, como la agricultura, el embalse Santa Juana, deportes motorizados, entre otros. Sumado a lo anterior, la comunidad indica dentro de los principales factores que generan deterioro del estuario río Huasco, la presencia de microbasurales, seguida por la contaminación del agua, la perturbación de la fauna y en cuarto lugar las quemas, fogatas o incendios producidos.

Respecto al turismo en la zona, la totalidad de los encuestados considera que las mejoras asociadas a la declaración de Santuario de la Naturaleza podrían potenciar esta actividad, ya que el acceso al sector dificulta esta actividad.

Entre los talleres efectuados destaca la amplia participación e interacción con los expositores, lo cual es relevante debido a que indica que esta actividad fue recibida de la forma esperada por la comunidad y muestra un real interés por parte de ellos. Se realizaron en total 3 talleres comunitarios, dos reuniones expositivas para autoridades y propietarios del humedal, además de actividades educativas para profesores.

3.5.1 Derechos de Extracción de Agua

Se recopilaron los datos de derechos de aguas superficiales en la cuenca del río Huasco y se detalló en la zona de estudio. Estos derechos fueron clasificados según su régimen de uso, de tipo eventual o permanente y continuo o discontinuo. Los derechos de agua superficial se muestran en la Figura 3-5. La actualización de antecedentes de la subcuenca del río Huasco desde el año 2016 – 2019 indica que en el área de estudio se ha modificado derechos de agua consuntivos superficiales y subterráneos de tipo permanente y continuo como se detalla en la Tabla 3-1. No han sido asignados nuevos derechos debido a la Resolución N°24/2016 que precisa:

Folio019868

1.-Declárase el agotamiento de la cuenca del río Huasco y sus afluentes, para los efectos de la concesión de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas consuntivos permanentes.

2.-Déjase establecido que, a contar de la fecha de la presente resolución, no podrán concederse nuevos derechos de aprovechamiento de aguas consuntivos permanentes en la cuenca del río Huasco y sus afluentes.



Figura 3-6 Río Huasco cercano a la desembocadura

Tabla 3-1 Detalle de derechos de agua modificados en la subcuenca del río Huasco entre los años 2016-2019

Nombre	Unidad de Resolución/ Oficio/ C.B.R.	Fecha de Resolución/ Envío al Juez/ Inscripción C.B.R.	Naturaleza del Agua	SubSubCuenca	Caudal Anual Prom.	Referencia a puntos conocidos de captación
ZAHIRA DEL CARMEN CAMPILLAY Y OTROS	C.B.R. Vallenar	03/08/2018	Superficial	Rio Huasco Entre Quebrada Totoras y Desembocadura	0,5 acc.	AGUAS QUE SE CURSAN POR EL CANAL QUEBRADA HONDA DERIVADO DEL RIO HUASCO, CON NPCATOMA UBICADA EN LA COMUNA DE VALLENAR. AGUAS QUE SE CURSAN POR EL CANAL QUEBRADA HONDA DERIVADO DEL RIO HUASCO, CON NPCATOMA UBICADA EN LA COMUNA DE VALLENAR. AGUAS QUE SE CURSAN POR EL CANAL QUEBRADA HONDA DERIVADO DEL RIO HUASCO, CON NPCATOMA UBICADA EN LA COMUNA DE VALLENAR.
INVERSIONES FREIRINA SPA.	C.B.R. Freirina	04/10/2017	Subterránea	Rio Huasco Entre Quebrada Totoras y Desembocadura	4,15 L/s	
COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.	DGA Copiapó	21/06/2017	Subterránea		2 L/s	
FELIPE MARCELO ROJAS ARAYA	C.B.R. Vallenar	13/05/2016	Superficial	Rio Huasco Entre Quebrada Tórtolas y Desembocadura	10 Acc.	DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS DE CARACTER SUPERFICIAL, CONSUNTIVO, DE EJERCICIO PERMANENTE Y CONTINUO, SOBRE AGUAS QUE SE CURSAN POR EL CANAL MARAÑON Y SU PROLONGACION, DE LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO HUASCO, CON BOCATOMA SITUADA EN LA RIBERA DERECHA DE ESTE CAUCE NATURAL, UBICADA EN LA COMUNA DE VALLENAR. CORRESPONDIENTE AL EXPEDIENTE ADMINISTRATIVO NC-0303-305, COMUNIDADA DE AGUAS CANAL MARAÑON Y SU PROLONGACION.

Fuente: CEA, 2019

Folio019870

3.6 Cambios físicos del humedal

En las figuras Figura 3-7 y Figura 3-8 se muestra la dinámica temporal de la barra como condición del borde costero. Las imágenes evidencian que los humedales litorales son zonas de alta energía y dinamismo, que deben ser tratadas bajo estas especificaciones. La barrera de arena que separa el ecosistema dulce acuícola con el marino temporalmente también modifica la orientación de la desembocadura del río Huasco, lo cual justifica dentro de otros motivos, incluir esta área como zona de conservación.

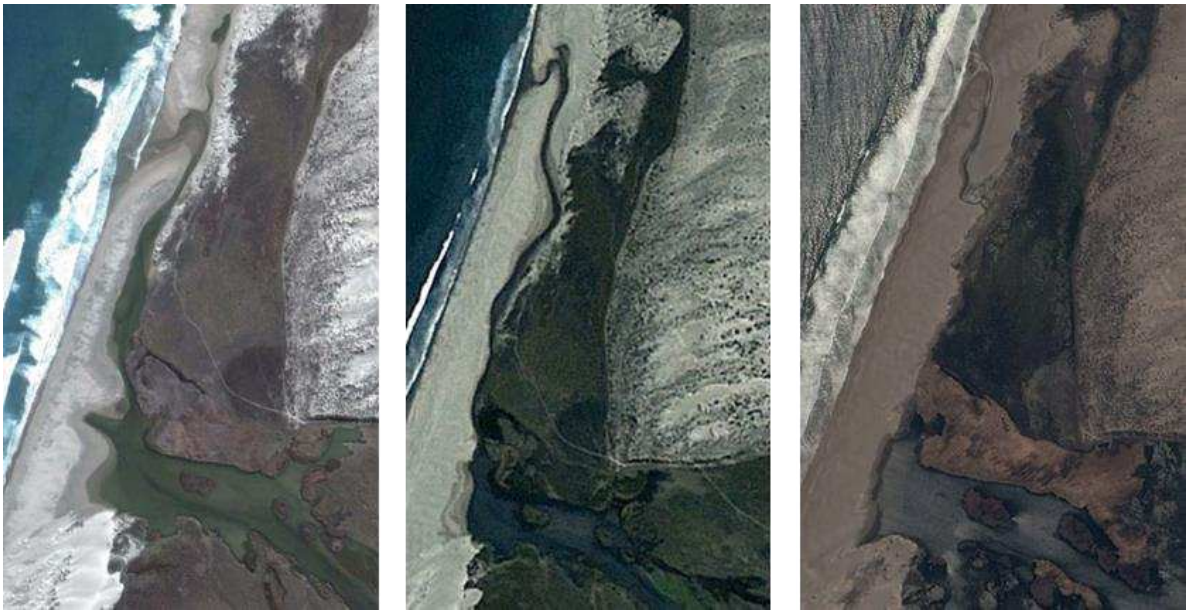


Figura 3-7. Comportamiento histórico del Humedal costero Estuario del río Huasco, donde de izquierda a derecha observamos la barra en los años 2005, 2007 y 2013. Extraído: Google Earth.

Fuente: CEA, 2019

Folio019871



Figura 3-8. Actualización del comportamiento histórico del Humedal costero Estuario del río Huasco, donde de izquierda a derecha observamos la barra en los años 2015, 2017 y 2019 Extraído: Google Earth.
Fuente: CEA, 2019

3.7 Calidad del Agua en el Humedal

La calidad del agua del Humedal Huasco se determinó respecto a la NCh1333. Of78: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos que establece la calidad del agua para la protección o conservación del ambiente y la conservación de la naturaleza. Las características y valores de las aguas del humedal Huasco fueron medidos en un solo sitio a modo de actualizar los antecedentes generados en 2016 (). El punto H3 tomado en primavera de 2019 fue comparado con H3 de primavera de 2016. Los resultados se representan las: Figura 3-10, Figura 3-11, Figura 3-12, Figura 3-13.

Folio019872



Figura 3-9 Punto limnológico de monitoreo

Folio019873

En la Tabla 3-2, se listan y detallan los parámetros de la calidad del agua del Estuario Rio Huasco.

Tabla 3-2 Parámetros de calidad de agua, tomados en 2016 y 2019 en H3 y su referencia a la norma

Parámetro	Unidad	LD	2016	2019	Nch 1333. Of 78		
			H3	H3	Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo
Aceites y grasas	mg/L	<5,0	<5,0	<1,00	-	-	10
Aluminio total	mg/L	<0,010	0,057	0,05	5	-	-
N-Amonio	µg/L	10	16	<10	-	-	-
Arsénico total	mg/L	0,005	0,005	0,036	0,1	-	-
Boro total	mg/L	0,007	0,56	**1,396**	**0,75**	-	-
Cadmio total	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	0,01	-	-
Calcio total	mg/L	0,013	N/A	180	-	-	-
Carbonato	mg/L	5	<5	18	-	-	-
Clorofila	mg/L	0,00	0,00	<0,01	-	-	-
Cobre total	mg/L	0,003	0,004	0,094	0,2	-	-
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1,8	7,8	**1300**	**1000**	**-**	**1000**
Conductividad eléctrica	mS/cm	-	1,35	2,87	<0,75 (1)	-	-
					0,75 - 1,5 (2)	-	-
					1,5 - 3,0 (3)	-	-
					3,0 - 7,5 (4)	-	-
					>7,5 (5)	-	-
Cromo total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	0,1	-	-
DBO5	mg/L	<2	4	4	-	-	-
DQO	mg/L	2	19	9	-	-	-
Fósforo total	µg/L	3	60	17	-	-	-
Hierro total	mg/L	0,002	0,138	0,316	5	-	-
Litio total	mg/L	0,004	0,059	0,193	0,075 (6)	-	-
					2,5	-	-
Manganeso total	mg/L	0,004	0,034	0,152	0,2		
Molibdeno total	mg/L	0,003	0,006	0,008	0,01	-	-
Nitrato	µg/L	46	133	0.2	-	-	-
Nitrito	µg/NL	0,2	4,0	0,9	-	-	-

Folio019874

Parámetro	Unidad	LD	2016	2019	Nch 1333. Of 78		
			H3	H3	Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo
Nitrógeno total	mg/L		S/I	1,15	-	-	-
Ortofosfato	µg/L	3	36	4	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L	-	7,12	7,15	-	>5,0	-
Plomo total	mg/L	0,008	<0,008	<0,008	5	-	-
Potasio disuelto	mg/L	0,093	5,5	5,42	-	-	-
Salinidad	g/L	-	0,5	1,40	-	-	-
Sodio disuelto	mg/L	0,04	101,1	340	-	-	-
Sólidos disueltos totales	mg/L	3	1010	2060	<500 (1)	-	-
					500 - 1000 (2)	-	-
					1000 - 2000 (3)	-	-
					2000 - 5000 (4)	-	-
Sulfato	mg/L	5	711,3	723	250	-	-
Temperatura	° C	-	20,70	18,40	-	-	30
Turbiedad	NTU	0,02	5,78	3,34	-	VN+30	50
Zinc total	mg/L	0,002	0,012	0,631	2	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg /L			0,95			
Sólidos totales suspendidos	mg /L			2,64			
pH			7.71	8.26	5,5 - 9,0	6,0 - 9,9	6,8 - 8,3

(1) Agua con la general no se observarán efectos perjudiciales

(2) Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles

(3) Agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos

(4) Agua que puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos

(5) Fuera del rango establecido en la normativa

(6) Cítricos

Referente a la NCh1333. Of78 y su uso en agua para riego, registradas en la campaña de 2019 los puntos de muestreo corresponden a aguas que debiesen ser usadas con precaución, debido a que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos, al presentar conductividad 2,87 mS/cm. En relación con los Sólidos disueltos totales la norma indica que el agua debe ser usada en riegos de plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos (2060 mg/L).

Folio019875

Esta agua, en ambas campañas, es apta para riego según sus valores desde neutro a moderadamente alcalinos de pH, encontrándose dentro del rango establecido para la normativa (5,5 – 9,0 unidades), y presentando valores inferiores a los máximos establecidos en la normativa en aluminio total, arsénico total, bario total, cadmio total, cobre total, cromo total, hierro total, litio total, molibdeno total y, zinc total. De manera opuesta, al igual que lo observado en 2016 esta agua no cumple con lo establecido para riego según los valores registrados de boro total que presenta valores superiores a los 0,75 mg/L establecidos en la norma (1396 mg/L), del mismo modo los coliformes fecales están sobre lo indicado 1300 NMP/100 ml y la norma establece el límite de 1000 NMP/100 ml. (Figura 3-10, Figura 3-11, Figura 3-12, Figura 3-13). Por lo tanto, no son aptas para recreación.

Según los valores requeridos para el uso con contacto directo de la NCh1333. Of 78, exceptuando el valor de coliformes los demás parámetros están dentro de la norma para aguas de recreación con contacto directo, al presentar valores inferiores a los 5,0 mg/L en aceites y grasas, temperaturas inferiores a los 30°C, y pH neutro.

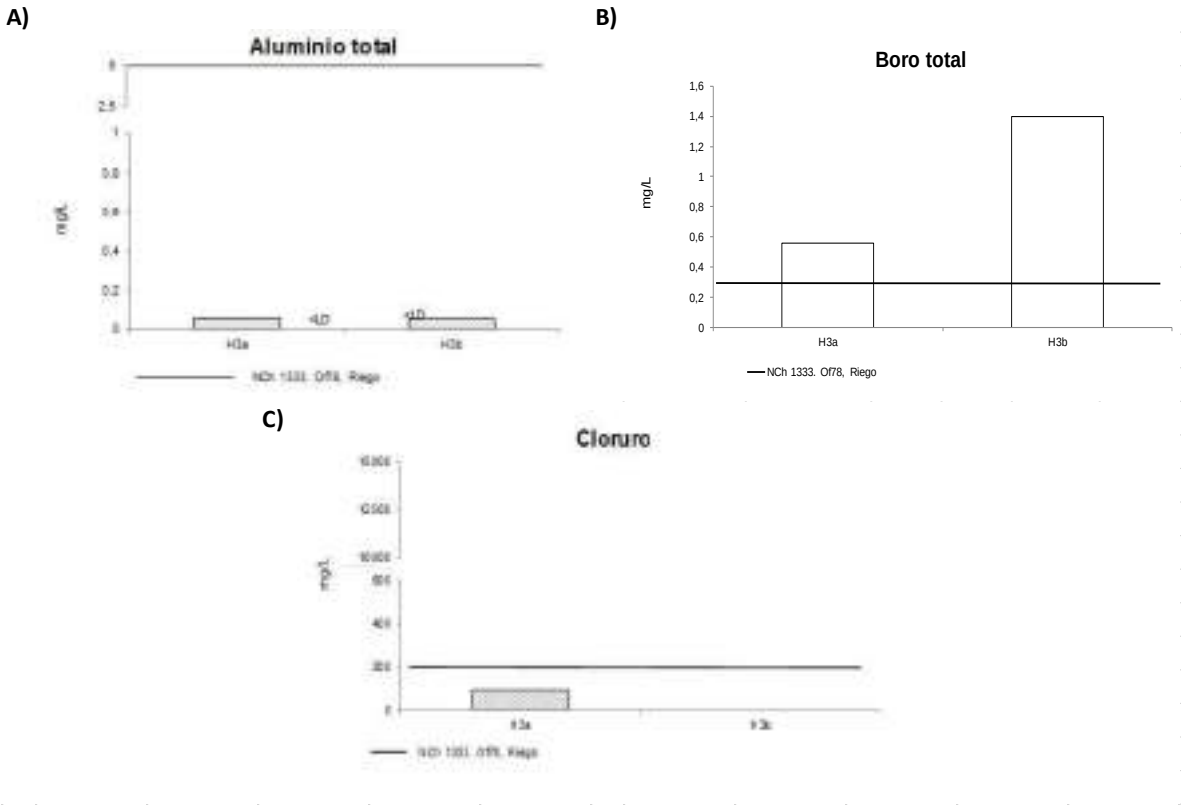


Figura 3-10 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Donde: A) Aluminio Total, B) Boro Total, y C) Cloruro, en el humedal Huasco. Campañas primavera 2016(H3a)-2019 (H3b)

Folio019876

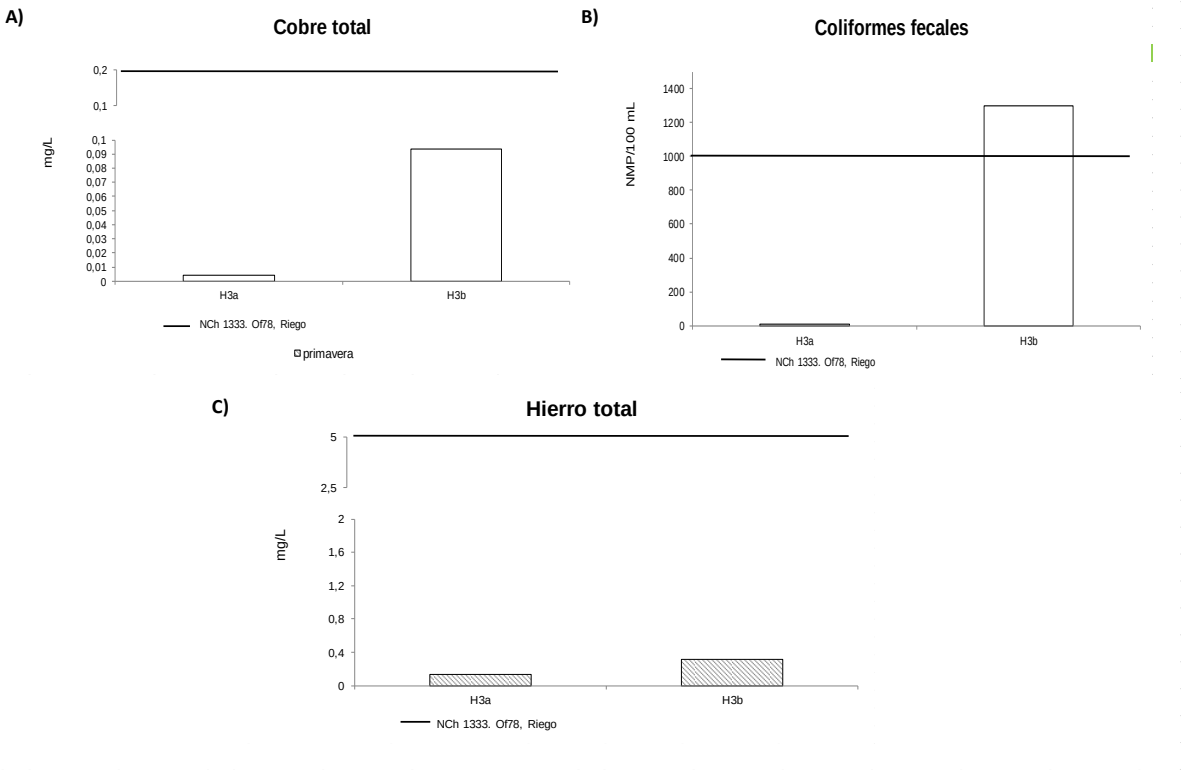


Figura 3-11 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Dónde: A) Cobre Total, B) Coliformes fecales, y C) Hierro Total, en el humedal Huasco. Campañas primavera 2016(H3a)-2019 (H3b).

Folio019877

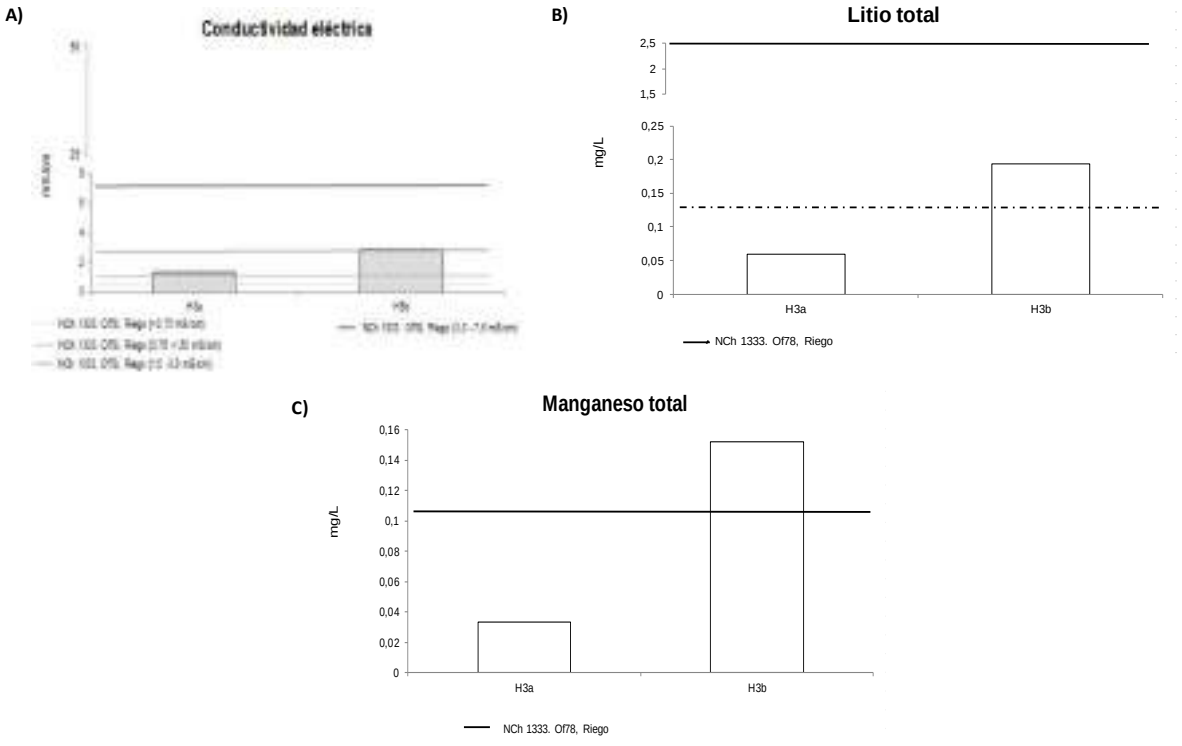


Figura 3-12 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Dónde: A) Conductividad eléctrica, B) Litio Total, y C) Manganeso Total, en el humedal Huasco. Campañas primavera 2016-2019 punto H3.

Folio019878

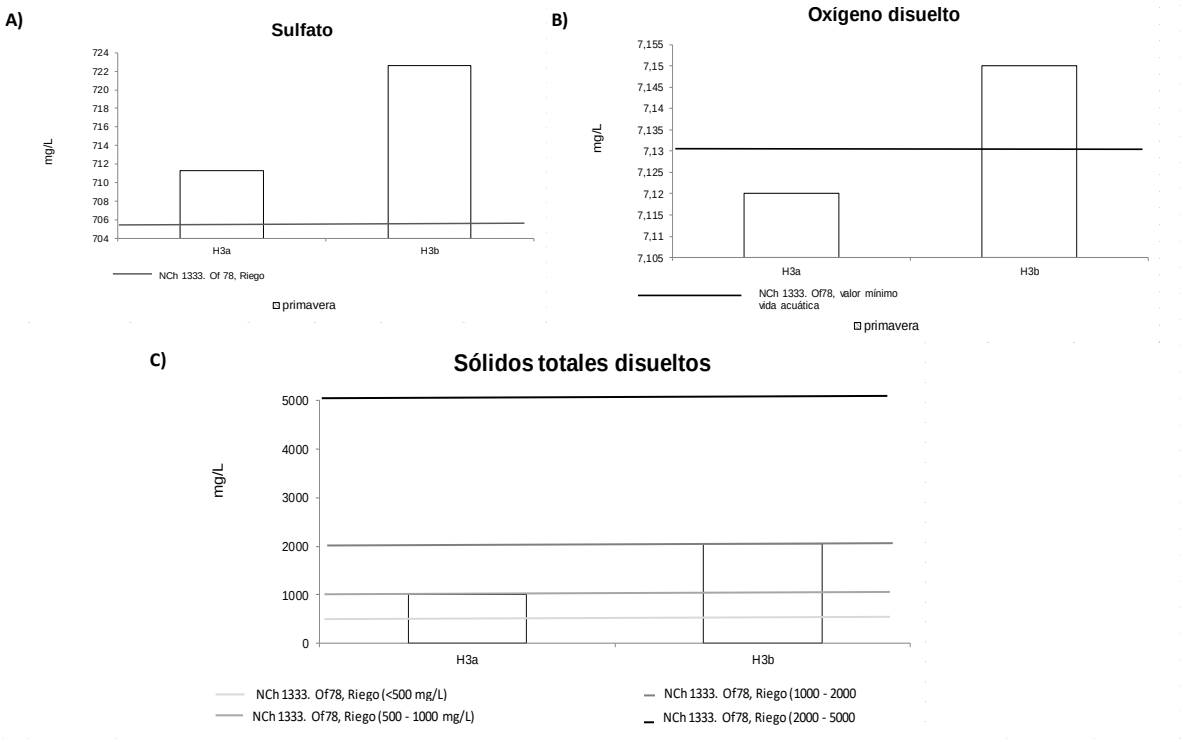


Figura 3-13 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Dónde: A) Sulfato, B) Oxígeno disuelto, y C) Sólidos Totales disueltos, en el humedal Huasco. Campañas primavera 2016(H3a)-2019 (H3b).

Folio019879

3.8 Estado Biológico del Humedal

3.8.1 Estado de la Fauna

3.8.1.1 Fauna terrestre

El Estado de la Fauna del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco fue establecido a partir de la revisión de información de estudios previos que detallan la biodiversidad de fauna del humedal (Tabla 3-3), la cual ha sido complementada mediante campañas de terreno en 2016 y 2019. Para las campañas de muestreo, se fijaron nueve puntos de muestreo dentro del humedal para fauna. En la Figura 3-14 se muestran la ubicación de los puntos dentro del humedal.

Tabla 3-3 Estudios e Informes referidos a la biodiversidad del Humedal Costero Estuario Rio Huasco, entre los años 1995-2019.

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Aves	Anfibios	Mamíferos	Reptiles
Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero.	EIA	1995	X		X	X
Censos desembocadura Río Huasco	Censos	1998-2018	X			
Ruta Costera, Sector Puerto Viejo- Carrizal Bajo, Región de Atacama.	DIA	2003	X		X	X
Dinámica espacio temporal del ensamble aviar del humedal de la desembocadura del río Huasco III región (28° 27's – 71°12'o) durante el periodo 2004 - 2005	Publicación Científica	2004-2005	X			
Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza "Humedal Estuario del Río Huasco".	Informe científico técnico	2005	X	X	X	X
Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, en el sitio prioritario de conservación de biodiversidad estuario del río Huasco.	Informe científico técnico	2006	X		X	X
Central Guacolda Unidad Nº3.	EIA	2006	X		X	X
Caracterización del Humedal costero estuario del río Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza.	Informe científico técnico	2016, campañas de invierno y primavera	X	X	X	X
Mejoramiento tecnológico de la planta de tratamiento de aguas servidas Vallenar"	DIA	2016		X		

Folio019880

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Aves	Anfibios	Mamíferos	Reptiles
Declaración de Impacto Ambiental "Planta Desalinizadora Guacolda"	DIA	2018	X			X
Actualización de antecedentes del Humedal costero estuario del río Huasco 2019	Informe científico técnico	2019	X	X	X	X

Fuente: Modificado de informe: "Caracterización del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza" elaborado por el Centro de Ecología Aplicada, 2017"

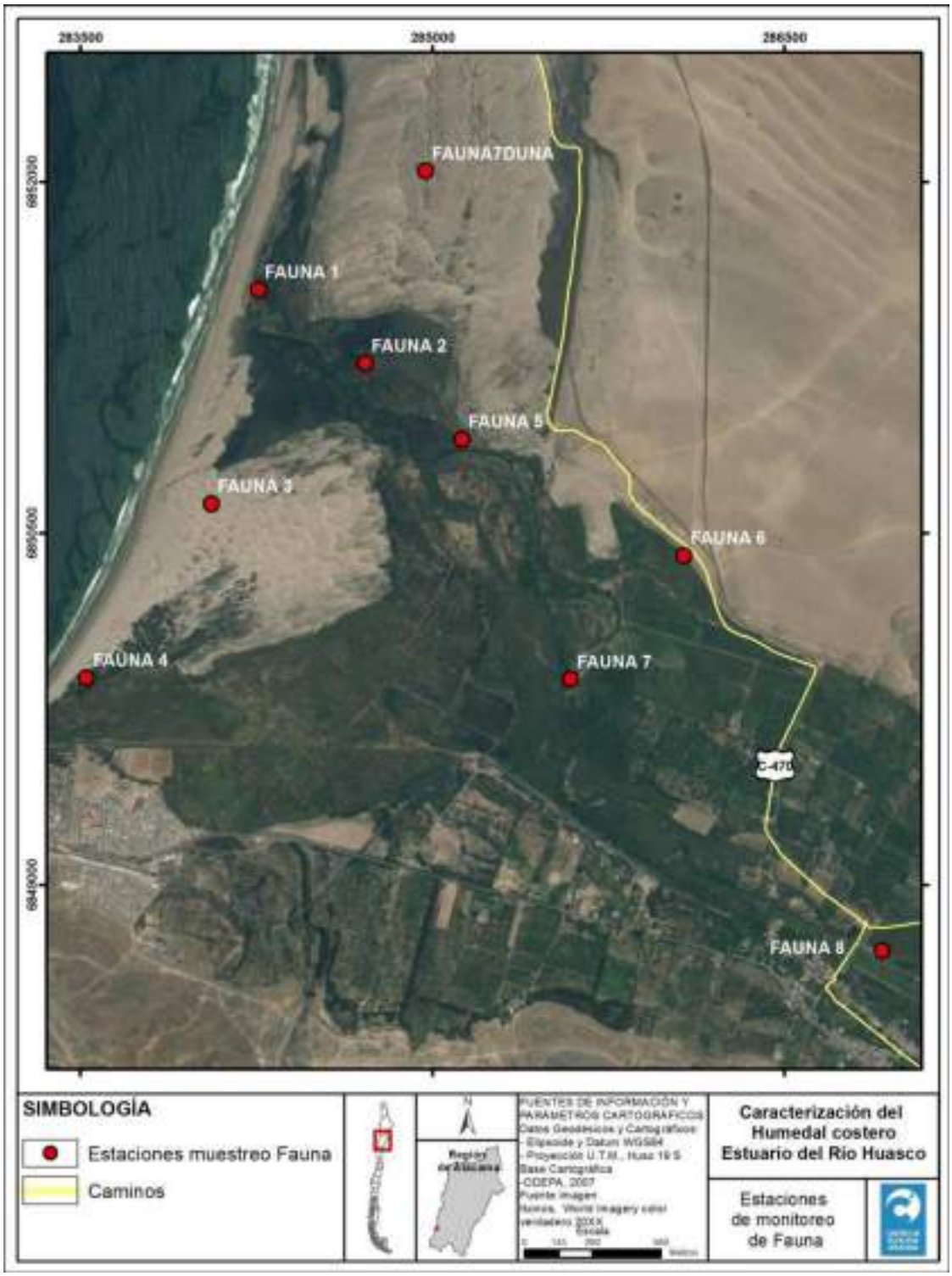


Figura 3-14 Mapa Puntos de monitoreo de fauna.
Fuente: CEA 2016 y 2019.

Folio019882

Composición faunística

A partir de la revisión de antecedentes de informes y trabajos entre los años 1995-2019 que tratasen sobre la fauna del humedal, además de los resultados de las campañas realizadas en 2016 y 2019, se establece que la fauna que compone el humedal corresponde a 175 especies, distribuidas en 5 grupos taxonómicos: Aves, Reptiles, Anfibios y Mamíferos (Macromamíferos y Micromamíferos). De estos grupos, se destaca que el grupo de las Aves es la que presenta mayor presencia en el humedal (82% de especies corresponden a este grupo), tanto bibliográficamente como en terreno (Figura 3-15).

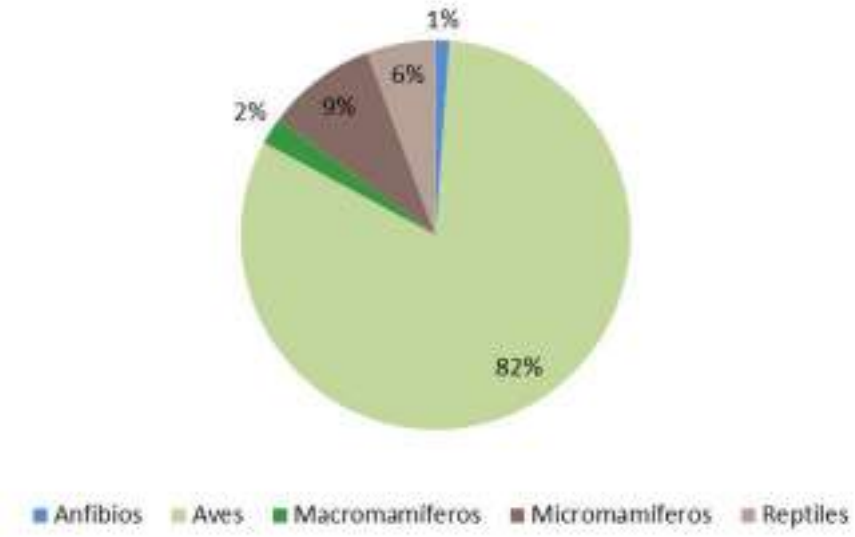


Figura 3-15 Distribución de los Grupos Taxonómicos. Fuente: Elaboración Propia, 2019.
Fuente: CEA, 2019

De esta distribución taxonómica, las aves constan de 143 especies, todas nativas y solo una de origen endémico (Churrín del norte). Dentro del grupo de los mamíferos, los micromamíferos constan de 16 especies registradas, con tres de ellas endémicas (Rata chinchilla de Bennett, Cururo y Yaca) y cuatro introducidas. Respecto a los macromamíferos, éstos corresponden solo a cuatro especies, todas nativas.

En cuanto a la herpetofauna, fueron registradas diez especies de reptiles, siendo nueve de ellos endémicas. Este grupo taxonómico es el que presenta mayor endemismo en relación con las especies registradas, siendo el 90% de las especies endémicas. Se destaca que dos especies identificadas anteriormente (2005), *Liolaemus bisignatus* y *Liolaemus copiapoensis*, corresponden actualmente a sinonimias de la especie *Liolaemus nigromaculatus* (Troncoso-Palacios & Garín, 2013). Por último, los anfibios constan de 2 especies registradas, siendo una de ellas endémica (Sapo de Atacama). En la Tabla 3-4 se muestra el detalle de las especies registradas y el año en el que se registraron.

Folio019883

Tabla 3-4 Listado de especies registradas entre los años 1995-2019 en el Humedal Costero Estuario del Rio Huasco.

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	1995	1998-2018	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016	2019
Anfibios												
1	*Pleurodema thaul*	Sapito de cuatro ojos	Nativa					X				
2	*Rhinella atacamensis*	Sapo de Atacama	Endémica					X				
Aves												
1	*Buteo polyosoma*	Aguilucho	Nativa		X	X	X	X		X		
2	*Elanus leucurus*	Bailarín	Nativa		X		X	X				
3	*Anthus correndera*	Bailarín chico	Nativa		X			X			X	X
4	*Theristicus melanopis*	Bandurria	Nativa		X	X	X	X	X	X		X
5	*Upucerthia dumetaria*	Bandurrilla	Nativa		X			X				
6	*Gallinago paraguaiae*	Becacina	Nativa		X			X	X	X		
7	*Nycticryphes semicollaris*	Becacina pintada	Nativa		X			X				
8	*Podiceps occipitalis*	Blanquillo	Nativa		X			X	X			
9	*Anairetes parulus*	Cachudito	Nativa		X			X	X	X		
10	*Recurvirostra andina*	Caití	Nativa		X			X				
11	*Pseudasthenes humicola*	Canastero	Nativa		X			X	X			
12	*Falco sparverius*	Cernícalo	Nativa		X		X	X				X
13	*Troglodytes aedon*	Chercán	Nativa		X	X	X	X		X	X	X
14	*Cistothorus platensis*	Chercán de las vegas	Nativa		X		X	X			X	
15	*Zonotrichia capensis*	Chincol	Nativa	X	X	X	X	X	X	X	X	
16	*Sicalis luteola*	Chirihue	Nativa		X			X	X	X		X
17	*Charadrius modestus*	Chorlo chileno	Nativa		X		X	X		X		
18	*Oreopholus ruficollis*	Chorlo de campo	Nativa	X	X							
19	*Charadrius collaris*	Chorlo de collar	Nativa		X		X	X	X			
20	*Charadrius falklandicus*	Chorlo de doble collar	Nativa		X			X				
21	*Pluvialis dominica*	Chorlo dorado	Nativa		X			X				

Folio019884

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	1995	1998-2018	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016	2019
22	*Charadrius alexandrinus*	Chorlo nevado	Nativa		X		X	X	X	X	X	
23	*Cinclodes patagonicus*	Churrete	Nativa		X				X			
24	*Cinclodes fuscus*	Churrete acanelado	Nativa		X		X	X	X			
25	*Cinclodes oustaleti*	Churrete chico	Nativa		X		X	X	X			
26	*Cinclodes nigrofumosus*	Churrete costero	Nativa		X	X				X		
27	*Scytalopus fuscus*	Churrín del norte	Endémica		X					X		
28	*Coscoroba*	Cisne coscoroba	Nativa		X			X		X	X	
29	*Cygnus melancoryphus*	Cisne Cuello negro	Nativa		X	X	X	X				
30	*Lessonia rufa*	Colegial	Nativa		X	X	X	X	X	X	X	X
31	*Plegadis chihi*	Cuervo de pantano	Nativa		X					X	X	
32	*Diuca*	Diuca	Nativa		X	X		X		X		
33	*Xolmis pyrope*	Diucón	Nativa		X			X		X		
34	*Muscisaxicola brevirostris*	Dormilona fraile	Nativa		X	X		X				
35	*Muscisaxicola maclovianus*	Dormilona tontita	Nativa		X				X	X		
36	*Elaenia albiceps*	Fío	Nativa		X			X				
37	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco chileno	Nativa		X	X	X	X				
38	*Butorides striatus*	Garcita azulada	Nativa		X							
39	*Egretta caerulea*	Garza azul	Nativa		X			X	X	X		
40	*Bubulcus ibis*	Garza boyera	Nativa		X		X	X	X			
41	*Egretta thula*	Garza chica	Nativa		X		X	X	X	X		
42	*Ardea cocoi*	Garza cuca	Nativa		X		X		X	X	X	
43	*Ardea alba*	Garza grande	Nativa		X	X	X	X	X	X	X	X
44	*Chroicocephalus serranus*	Gaviota andina	Nativa		X			X				
45	*Larus maculipennis*	Gaviota cahuil	Nativa	X	X		X	X				
46	*Larus pipixcan*	Gaviota de Franklin	Nativa		X		X	X			X	
47	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana	Nativa		X	X	X	X	X	X	X	X

Folio019885

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	1995	1998-2018	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016	2019
48	*Leucophaeus modestus*	Gaviota garuma	Nativa		X		X	X	X	X	X	X
49	*Larus belcheri*	Gaviota peruana	Nativa		X		X	X				
50	*Sterna paradisaea*	Gaviotín ártico	Nativa		X		X	X				
51	*Thalasseus elegans*	Gaviotín elegante	Nativa		X			X		X	X	
52	*Larosterna inca*	Gaviotín monja	Nativa		X			X				
53	*Sterna trudeaui*	Gaviotin piquerito	Nativa		X							
54	*Sterna hurundinacea*	Gaviotín sudamericano	Nativa		X			X				
55	*Hirundo rustica*	Golondrina Bermeja	Nativa		X		X	X				
56	*Tachycineta leucopyga*	Golondrina chilena	Nativa		X		X	X	X			
57	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina de dorso negro	Nativa		X			X	X	X		X
58	*Phalacrocorax bougainvillii*	Guanay	Nativa		X			X				
59	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Nativa		X		X	X				
60	*Ixobrychus involucris*	Huairavillo	Nativa		X		X	X				
61	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo	Nativa		X	X	X	X	X	X	X	
62	*Podiceps major*	Huala	Nativa		X		X	X	X	X	X	
63	*Spinus barbata*	Jilguero	Nativa		X		X	X	X	x		X
64	*Cathartes aura*	Jote de Cabeza colorada	Nativa	X	X	X	X	X	X		X	X
65	*Coragyps atratus*	Jote de Cabeza Negra	Nativa	X	X		X	X		X		X
66	*Tyto alba*	Lechuza	Nativa		X			X				
67	*Phalacocorax gaimardi*	Lile	Nativa		X							
68	*Sturnella loyca*	Loica	Nativa		X		X	X	X	X		
69	*Agriornis livida*	Mero	Nativa		X			X				
70	*Agriornis montana*	Mero Gaucho	Nativa		X			X				
71	*Geositta cunicularia*	Minero	Nativa	X	X			X		X		
72	*Geositta maritima*	Minero chico	Nativa		X	X						
73	*Geositta rufipennis*	Minero cordillerano	Nativa		X			X				

Folio019886

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	1995	1998-2018	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016	2019
74	*Molothrus bonariensis*	Mirlo	Nativa		X			X				
75	*Phrygillus unicolor*	Pájaro plomo	Nativa	X	X							
76	*Columba livia*	Paloma	Nativa		X			X				
77	*Zenaida meloda*	Paloma de alas blancas	Nativa		X		X	X	X	X	X	X
78	*Anas cyanoptera*	Pato Colorado	Nativa		X		X	X	X	X	X	X
79	*Spatula platalea*	Pato cuchara	Nativa		X	X	X		X	X		
80	*Anas platyrhynchos*	Pato de Collar	Nativa		X			X				
81	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	Nativa		X			X			X	
82	*Anas flavirostris*	Pato Jergón chico	Nativa		X	X	X	X	X			
83	*Anas flavirostris oxyptera*	Pato Jergón chico del norte	Nativa		X				X			
84	*Anas georgica*	Pato Jergón grande	Nativa		X	X	X	X	X	X	X	X
85	*Lophonetta speculariodes*	Pato juarjual	Nativa		X			X				
86	*Anas platyrhynchos*	Pato mallard	Nativa		X							
87	*Netta peposaca*	Pato negro	Nativa		X			X				
88	*Oxyura vittata*	Pato rana de pico pintado	Nativa		X		X	X	X			
89	*Anas sibilatrix*	Pato Real	Nativa		X	X	X		X	X	X	X
90	*Pelecanus thagus*	Pelícano	Nativa		X		X	X	X	X	X	
91	*Athene cunicularia*	Pequén	Nativa	X	X			X				
92	*Thinocorus rumicivorus*	Perdicita	Nativa		X			X				
93	*Himantopus melanurus*	Perrito	Nativa		X		X	X	X	X	X	
94	*Parabuteo unicinctus*	Peuco	Nativa		X			X	X	X		
95	*Sephanoides sephaniodes*	Picaflor	Nativa		X		X		X	X	X	
96	*Rhodopis vesper*	Picaflor del norte	Nativa		X			X	X		X	X
97	*Patagona gigas*	Picaflor gigante	Nativa		X		X	X	X		X	X
98	*Podilymbus podiceps*	Picurio	Nativa		X		X		X	X	X	X
99	*Pardirallus sanguinolentus*	Pidén	Nativa		X		X	X	X			

Folio019887

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	1995	1998-2018	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016	2019
100	*Laterallus jamaicensis*	Pidencito	Nativa		X		X	X				
101	*Haematopus palliatus*	Pilpilén	Nativa		X		X	X	X	X	X	X
102	*Haematopus ater*	Pilpilén negro	Nativa		X		X	X		X		X
103	*Rollandia rolland*	Pimpollo	Nativa		X		X	X	X	X		
104	*Sula variegata*	Piquero	Nativa		X							
105	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico	Nativa		X		X	X	X		X	
106	*Tringa melanoleuca*	Pitotoy grande	Nativa		X		X	X	X		X	X
107	*Phrygilus alaudinus*	Platero	Nativa		X			X				
108	*Catoptrophorus semipalmatus*	Playero albiblanco	Nativa		X		X					
109	*Calidris canutus*	Playero ártico	Nativa		X			X				
110	*Calidris alba*	Playero blanco	Nativa		X	X	X	X		X		X
111	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	Nativa		X		X	X				
112	*Aphriza virgata*	Playero de las rompientes	Nativa		X		X	X				
113	*Tringa semipalmata*	Playero grande	Nativa		X			X				
114	*Arenaria interpres*	Playero vuelvepiedras	Nativa		X		X	X				
115	*Phalaropus tricolor*	Pollito de mar tricolor	Nativa		X			X				
116	*Vanellus chilensis*	Queltehue	Nativa		X		X	X	X	X	X	X
117	*Phytotoma rara*	Rara	Nativa		X		X	X				
118	*Rynchops niger*	Rayador	Nativa		X		X	X	X		X	
119	*Hymenops perspicillatus*	Runrun	Nativa		X		X	X			X	X
120	*Tachuris rubrigastra*	Siete Colores	Nativa		X		X	X	X	X	X	
121	*Fulica armillata*	Tagua	Nativa		X	X	X	X	X	X	X	X
122	*Fulica leucoptera*	Tagua chica	Nativa		X	X	X	X	X	X	X	
123	*Fulica rufifrons*	Tagua de frente roja	Nativa		X		X	X	X	X	X	X
124	*Gallinula melanops*	Taguita	Nativa		X					X		X
125	*Porphyriops melanops*	Taguita	Nativa		X		X	X	X			

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	1995	1998-2018	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016	2019
126	*Gallinula galeata*	Taguita del norte	Nativa		X		X	X	X	X		
127	*Mimus thenca*	Tenca	Nativa		X			X	X			
128	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral	Nativa		X	X		X	X	X	X	X
129	*Milvago chimango*	Tiuque	Nativa		X		X	X		X		
130	*Curaeus curaeus*	Tordo	Nativa		X		X	X		X	X	
131	*Zenaida auriculata*	Tórtola	Nativa		X		X	X	X		X	X
132	*Columbia picui*	Tortolita cuyana	Nativa		X			X				
133	*Phleocryptes melanops*	Trabajador	Nativa		X		X	X	X	X	X	X
134	*Caracara plancus*	Traro	Nativa		X		X	X				X
135	*Agelasticus thilius*	Trile	Nativa		X		X	X	X	X	X	
136	*Bubo magallanicus*	Tucúquere	Nativa		X			X	X			
137	*Circus cinereus*	Vari	Nativa		X		X	X	X		X	X
138	*Colorhamphus parvirostris*	Viudita	Nativa		X			X		X		
139	*Phrygilus fruticeti*	Yal	Nativa		X		X	X		X		
140	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	Nativa		X		X	X	X	X	X	X
141	*Numenius phaeopus*	Zarapito	Nativa		X	X	X	X	X	X	X	X
142	*Limosa haemastica*	Zarapito de pico recto	Nativa		X					X		
143	*Turdus falcklandii*	Zorzal	Nativa		X			X	X			
Macromamíferos												
1	*Lama guanicoe*	Guanaco	Nativa			X		X	X			
4	*Puma concolor*	Puma	Nativa					X	X			
3	*Lycalopex griseus*	Zorro chilla	Nativa	X		X		X	X			
2	*Lycalopex culpaeus*	Zorro culpeo	Nativa	X				X	X			
Micromamíferos												
1	*Myocastor coypus*	Coipo	Nativa					X	X			
2	*Oryctolagus cuniculus*	Conejo	Introducida						X			
3	*Spalacopus cyanus*	Cururo	Endémica	X				X	X			

Folio019889

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	1995	1998-2018	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016	2019
4	*Octodon degu*	Degú	Nativa					X	X			
5	*Rattus norvegicus*	Guarén	Introducida					X	X	X	X	
6	*Lepus europaeus*	Liebre	Introducida	X					X			
7	*Histiotus montanus*	Murciélago orejudo menor	Nativa					X	X			
8	*Abrocoma bennetti*	Rata chinchilla de Bennett	Endémica					X	X			
9	*Mus musculus*	Ratón común	Introducida					X	X	X	X	
10	*Olygorizomys longicaudatus*	Ratón de cola larga	Nativa					X	X			
11	*Abrotrix longipilis*	Ratón lanudo común	Nativa					X	X			
12	*Abrothrix olivaceus*	Ratón oliváceo	Nativa					X	X	X	X	
13	*Phyllotis darwini*	Ratoncito de Darwin	Nativa					X	X	X	X	
14	*Eligmodontia typus*	Ratoncito de pie sedoso	Nativa					X	X			
15	*Desmodus rotundus*	Vampiro o Piuchén	Nativa					X	X			
16	*Thylamys elegans*	Yaca	Endémica					X	X			
Reptiles												
1	*Microlophus atacamensis*	Corredor de Atacama	Endémica					X	X			
2	*Tachymenis chilensis*	Culebra de cola corta	Endémica					X	X			
3	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	Endémica					X	X			
4	*Callopistes maculatus*	Iguana chilena	Endémica			X		X	X			
5	*Liolaemus atacamensis*	Lagartija de Atacama	Endémica			X		X	X			
6	*Liolaemus nigromaculatus**	Lagartija de mancha	Endémica			X		X	X			
7	*Liolaemus platei*	Lagartija de Plate	Endémica	X		X		X	X			
8	*Liolaemus silvai*	Lagartija de Silva	Endémica					X	X			
9	*Liolaemus fuscus*	Lagartija oscura	Nativa						X			
10	*Homonota gaudichaudii*	Salamanqueja del norte chico	Endémica			X		X	X			
Riqueza global				**13**	**143**	**31**	**79**	**150**	**96**	**66**	**50**	**36**

**Liolaemus bisignatus* y *Liolaemus copiapoensis* corresponden a sinonimias de *Liolaemus nigromaculatus*. Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por el Centro de Ecología Aplicada, 2019.

Variación temporal

Respecto a las variaciones temporales, en la Figura 3-16 se observa el comportamiento de la riqueza de avifauna para el período comprendido entre 1998-2019 (en base a censos y campaña terreno de 2019), el cual se mueve entre un máximo de 40 especies (registrado en invierno de 2016) y un mínimo de 23 especies (registrado en invierno de 2010). Por otra parte, los grupos de mamíferos, reptiles y anfibios en tanto manifiestan una mayor inestabilidad en los registros, debido a que corresponden a especies más difíciles de observar de forma directa.

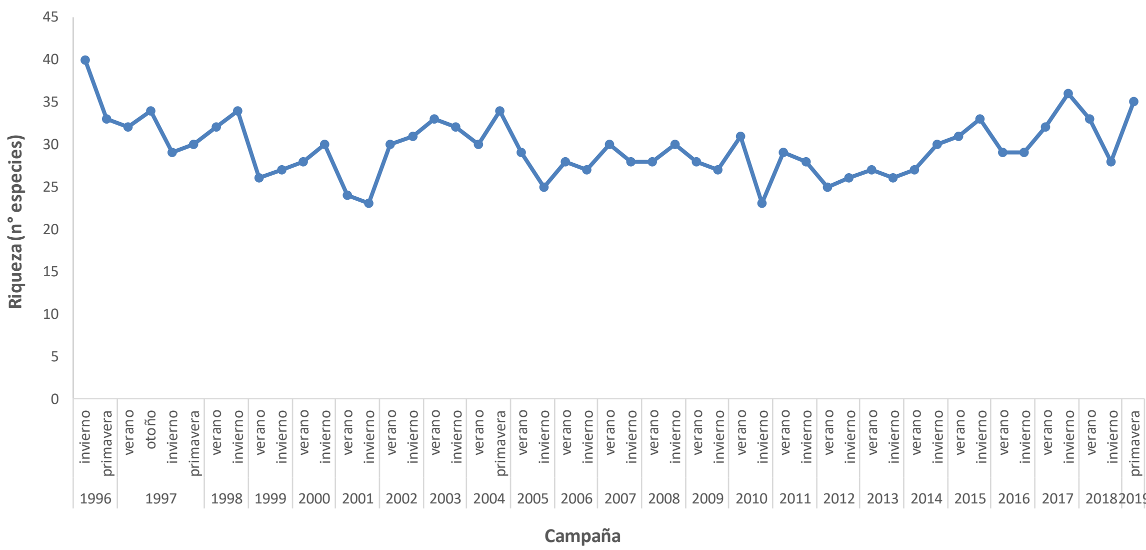


Figura 3-16 Variación temporal en la riqueza de avifauna (1998-2019).
Fuente: CEA, 2019

Estado de conservación

Del listado de 175 especies, 40 se encuentran incluidas en alguna categoría de conservación según el Reglamento de Clasificación de especies (actualizado hasta el proceso RCE Nº14, D.S. N º 79/2018), siendo estas el 22,8% por ciento del total registrado para el humedal. De las especies amenazadas, 3 de ellas se encuentran **En Peligro**, 9 **Vulnerables** y 21 en **Preocupación menor**. Por otra parte, de las categorías que no incluyen una amenaza actual, 6 de ellas son consideradas como **Casi amenazadas** y una como **Insuficientemente conocida**. En la Tabla 3-5 se muestra el detalle de las especies que presentan una categoría de Estado de Conservación.

Folio019891

Tabla 3-5 Listado de Especies con una Categoría de Estado de Conservación (RCE).

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Estado de Conservación
1	*Calidris canutus*	Playero ártico	Nativa	En Peligro
2	*Coscoroba*	Cisne coscoroba	Nativa	En Peligro
3	*Plegadis chihi*	Cuervo de pantano	Nativa	En Peligro
4	*Larosterna inca*	Gaviotín monja*	Nativa	Vulnerable
5	*Leucophaeus modestus*	Gaviota garuma	Nativa	Vulnerable
6	*Chroicocephalus serranus*	Gaviota andina*	Nativa	Vulnerable
7	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco chileno*	Nativa	Vulnerable
8	*Lama guanicoe*	Guanaco	Nativa	Vulnerable
9	*Liolaemus silvai*	Lagartija de Silva*	Endémica	Vulnerable
10	*Microlophus atacamensis*	Corredor de Atacama*	Endémica	Vulnerable
11	*Rhinella atacamensis*	Sapo de Atacama	Endémica	Vulnerable
12	*Cygnus melancoryphus*	Cisne Cuello negro	Nativa	Vulnerable
13	*Theristicus melanopis*	Bandurria	Nativa	Preocupación menor
14	*Spalacopus cyanus*	Cururo	Endémica	Preocupación menor
15	*Spatula platalea*	Pato cuchara	Nativa	Preocupación menor
16	*Histiotus montanus*	Murciélago orejudo menor	Nativa	Preocupación menor
17	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	Nativa	Preocupación menor
18	*Ardea cocoi*	Garza cuca	Nativa	Preocupación menor
19	*Gallinago paraguaiae*	Becacina	Nativa	Preocupación menor
20	*Lycalopex griseus*	Zorro chilla	Nativa	Preocupación menor
21	*Abrocoma bennetti*	Rata chinchilla de Bennett	Endémico	Preocupación menor
22	*Desmodus rotundus*	Vampiro o Piuchén	Nativa	Preocupación menor
23	*Homonota gaudichaudii*	Salamanqueja del norte chico	Endémico	Preocupación menor
24	*Liolaemus fuscus*	Lagartija oscura	Nativa	Preocupación menor
25	*Lycalopex culpaeus*	Zorro culpeo	Nativa	Preocupación menor
26	*Liolaemus atacamensis*	Lagartija de Atacama	Endémica	Preocupación menor
27	*Liolaemus platei*	Lagartija de Platei	Endémica	Preocupación menor
28	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	Endémica	Preocupación menor
29	*Tachymenis chilensis*	Culebra de cola corta	Endémica	Preocupación menor
30	*Myocastor coypus*	Coipo	Nativa	Preocupación menor
31	*Thylamys elegans*	Yaca	Endémica	Preocupación menor
32	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Nativa	Preocupación menor
33	*Ixobrychus involucris*	Huairavillo	Nativa	Preocupación menor
34	*Puma concolor*	Puma	Nativa	Casi amenazada
35	*Callopistes maculatus*	Iguana chilena	Endémica	Casi amenazada
36	*Pleurodema thaul*	Sapito de cuatro ojos	Nativa	Casi amenazado
37	*Phalacrocorax bougainvillii*	Guanay	Nativa	Casi amenazado
38	*Phalacocorax gaimardi*	Lile	Nativa	Casi amenazado
39	*Liolaemus nigromaculatus*	Lagartija de mancha	Endémica	Casi amenazado

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Estado de Conservación
40	*Laterallus jamaicensis*	Pidencito*	Nativa	Insuficientemente conocida

*Estado de conservación sujeto a modificación según clasificación definitiva del Proceso de clasificación Nº15. Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Frecuencia avistamientos

De las especies de aves incluidas en alguna categoría de conservación de amenaza (**En Peligro, Vulnerable** y **Preocupación menor**), aquellas que presentan mayor frecuencia de avistamientos en los censos (con presencias sobre un 40%) corresponden a: la garza cuca, la gaviota garuma, la bandurria y el cisne coscoroba. Luego, entre un 5% y 15% de frecuencia de avistamientos aparecen la pato cuchara, flamenco chileno, cisne de cuello negro, huairavillo, pato gargantillo y becacina (Figura 3-17). Respecto a los grupos de anfibios, reptiles y mamíferos, éstos concentran sus registros en 2005 y 2006.

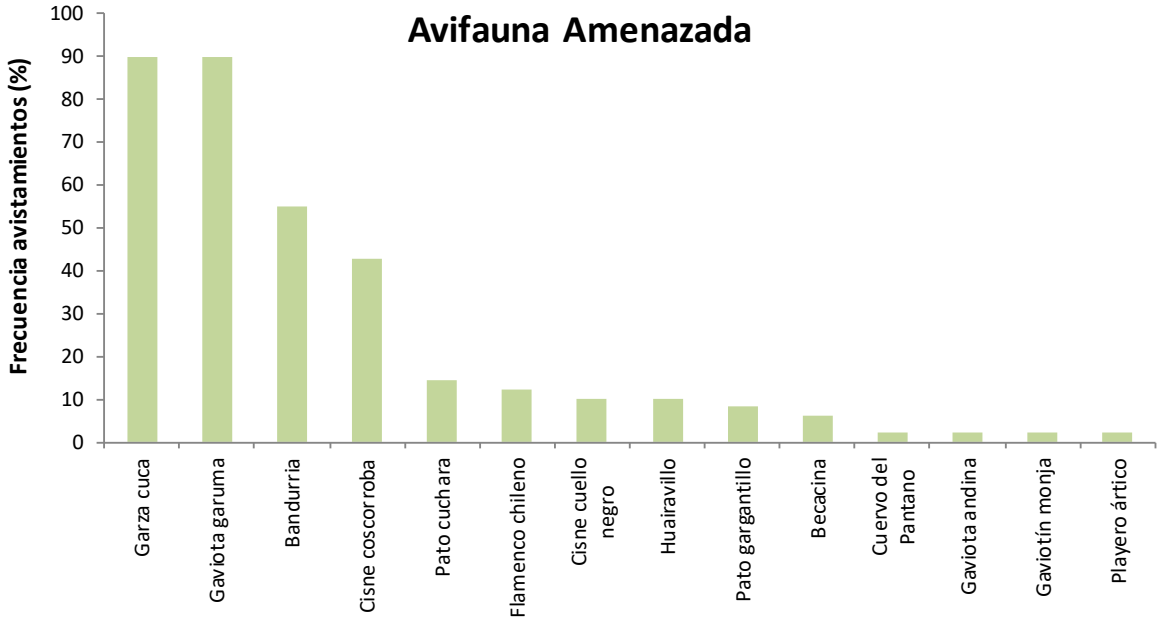


Figura 3-17 Frecuencia de avistamiento de especies de aves (en categoría de amenaza) en censos.
Fuente: CEA, 2019

Singularidades

El humedal costero de la desembocadura del río Huasco presenta singularidades que lo hacen un ecosistema relevante en la zona norte del país, ya que, corresponde a uno de los últimos sitios que presentan hábitat para el desarrollo de algunas aves acuáticas. Existen seis especies de las identificadas que poseen como límite de distribución norte este humedal. Estas especies corresponden a: Cisne coscoroba, Cisne de cuello negro, Pato cuchara, Becacina, Huairavillo y el Pidencito (Medrano *et.al.*, 2018).

Folio019893

Además, el humedal del río Huasco corresponde también al límite norte de distribución no solo de aves, sino que también de mamíferos como el Cururo y el Coipo, y de herpetofauna como las lagartijas de platei y de Silva, incluyendo también al sapo de Atacama (ver Ficha especie Ministerio del Medio Ambiente, 2019). Por otra parte, para especies como la Lagartija de mancha y el Corredor de Atacama, el humedal del río Huasco se presenta como el límite sur de su distribución en el país (ver Ministerio del Medio Ambiente, 2019).

Objeto de conservación específicos

Cabe mencionar que todas las especies de fauna terrestre que se encuentran bajo categoría de conservación RCE son objetos de conservación. No obstante, para facilitar el manejo de especies particularmente sensibles en el territorio, se establecen **objetos de conservación específicos.**

Para el caso de las aves, los objetos de conservación específicos se definieron bajo tres criterios: Estado de Conservación, Frecuencia de avistamiento y Singularidad, cada uno de ellos se detalla en el Anexo 9.1.3.1. En cuanto a anfibios, reptiles y mamíferos, estos fueron definidos solo bajo dos de los tres criterios: Estado de Conservación y Singularidad (detalle en el Anexo 9.1.3.1), debido a que estos grupos no presentan un monitoreo continuo por lo tanto no se puede considerar su frecuencia de avistamiento.

Como resultado de lo anterior, de un total de 33 especies en categorías de conservación de un mayor grado de amenaza, solo 10 se encuentran con un rango de frecuencia de avistamientos sobre un 5%, 11 especies presentan alguna singularidad respecto a su rango de distribución en el país.

Finalmente, las especies que cumplen con los criterios mencionados según su grupo respectivo y que constituyen **objetos de conservación específicos** son catorce, de las cuales un anfibio, tres reptiles, ocho aves y dos mamíferos, detallados en la Tabla 3-6.

Tabla 3-6 Listado de Especies identificadas como Objetos de conservación.

Nombre científico	Nombre Común	Criterio		
		Estado conservación	Frecuencia avistamiento*	Singularidad
Anfibios				
Rhinella atacamensis	**Sapo de Atacama**	**Vulnerable**	**No aplica**	**Si**
Reptiles				
Liolaemus silvai	**Lagartija de Silva**	**Vulnerable**	**No aplica**	**Si**
Microlophus atacamensis	**Corredor de Atacama**	**Vulnerable**	**No aplica**	**Si**
Liolaemus platei	**Lagartija de Platei**	**Preocupación menor**	**No aplica**	**Si**
Aves				
Calidris canutus	**Playero ártico**	**En Peligro**	**2**	**No**
Coscoroba	**Cisne coscoroba**	**En Peligro**	**43**	**Si**
Plegadis chihi	**Cuervo de pantano**	**En Peligro**	**2**	**No**
Cygnus melancoryphus	**Cisne Cuello negro**	**Vulnerable**	**10**	**Si**

Nombre científico	Nombre Común	Criterio		
		Estado conservación	Frecuencia avistamiento*	Singularidad
Phoenicopterus chilensis	**Flamenco chileno**	**Vulnerable**	**12**	**No**
Gallinago paraguaiae	**Becacina**	**Preocupación menor**	**6**	**Si**
Spatula platalea	**Pato cuchara**	**Preocupación menor**	**14**	**Si**
Ixobrychus involucris	**Huairavillo**	**Preocupación menor**	**2**	**Si**
Mamíferos				
Myocastor coypus	**Coipo**	**Preocupación menor**	**No aplica**	**Si**
Spalacopus cyanus	**Cururo**	**Preocupación menor**	**No aplica**	**Si**

*Criterio aplica solo al grupo de aves.



Coscoroba coscoroba (Cisne coscorroba)



Cygnus melancoryphus (Cisne cuello negro)

Fotografía 3-1 Especies de *cisnes registrados.*
Fuente: CEA, 2019



Fotografía 3-2 *Phoenicopterus chilensis* (Flamenco chileno)
Fuente: CEA, 2019

Folio019895

En el mapa de la Figura 3-18 se observa la distribución y abundancia de las especies identificadas como objetos de conservación durante 2019, asociadas principalmente a cuerpos de agua (aves).

Folio019896



Figura 3-18 Distribución espacial de los objetos de conservación de fauna terrestre identificados en el Humedal Costero Estuario del río Huasco en 2019. Fuente: CEA, 2019

Folio019897

3.8.1.2 Biota acuática

i. Peces

En base a estudios previos realizados en el estuario y caudal del río Huasco, históricamente se han descrito cinco especies nativas de ictiofauna y una introducida (Tabla 3-7). Entre éstas, únicamente la Lisa (*Mugil cephalus*) fue registrada en 2016 y 2019 (CEA, 2016-2019). Además de capturar en ambas ocasiones la especie introducida *Gambusia holbrooki* (ver punto de muestreo Figura 3-9).



Fotografía 3-3 *Mughil cephalus* (Lisa)
Fuente CEA, 2019

A continuación, en la Tabla 3-7, se presentan las especies presentes en el río Huasco, destacándose en negrita aquellas registradas en los estudios 2016-2019.

Tabla 3-7 Especies de peces presentes en el río Huasco y zona estuarina. En negrita especie registrada en 2016 y 2019.

Especie	Nombre común	Origen biogeográfico	Estado de conservación
Trichomycterus areolatus	Bagrecito	Nativa	Vulnerable
Basilichthys microlepidotus	Pejerrey del norte	Nativa	Vulnerable
Galaxias maculatus	Puye	Nativa	Vulnerable
Mugil cephalus	**Lisa**	**Nativa**	**Preocupación menor**

Folio019898

Especie	Nombre común	Origen biogeográfico	Estado de conservación
Cheirodon pisciculus	Pocha	Nativa	Vulnerable
Gambusia holbrooki	**Gambusia**	**Introducida**	**-**
Oncorhynchus mykiss	trucha arcoíris	Introducida	

Fauna semiacuática

Entre la fauna semiacuática destaca la presencia del camarón de río (*Cryphiops caementarius*), especie Vulnerable DS 52/2014 MMA. Esta especie fue registrada visualmente en 2016 y capturada en 2019 (Fotografía 3-4).



Fotografía 3-4 *Cryphiops caementarius* (Camarón de río)

Folio019899

3.8.2 Estado de la Flora

El Humedal Río Huasco posee una riqueza de 50 especies, de estas, cinco pertenecen a la clase Liliopsida y 45 a la clase Magnoliopsida. La clase Liliopsida se compone de cinco géneros y cuatro familias. La clase Magnoliopsida se compone de 35 géneros y 23 familias, siendo la familia más dominante Asteraceae con 12 taxa, seguida de lejos por Solanaceae con seis especies.

Del total de las especies identificadas se registraron 22 nativas (44 %), 14 endémicas (28 %) y 10 adventicias (20 %), además de cuatro especies (8 %) cuyo origen fitogeográfico no se ha determinado por haber sido identificadas solo a nivel de género (8 %). Las taxa registradas para este informe se muestran en la Tabla 3-8.

Tabla 3-8 Listado de especies registradas en Humedal Río Huasco.

Clase	Familia	Especies	Hábito	Origen
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Carpobrotus chilensis*	Hierba anual	Nativo
		Mesembryanthemum crystallinum	Hierba anual	Introducido
	Amaranthaceae	*Sarcocornia fruticosa*	Subarbusto	Nativo
	Anacardiaceae	*Schinus polygamus*	Arbusto	Nativo
	Apiaceae	*Apium nodiflorum*	Hierba perenne	Introducido
		Apium panul	Hierba perenne	Nativo
	Araliaceae	*Hydrocotyle ranunculoides*	Hierba perenne	Nativo
	Asteraceae	*Baccharis juncácea*	Hierba perenne	Nativo
		Baccharis linearis	Arbusto	Nativo
		Baccharis sagittalis	Subarbusto	Nativo
		Baccharis salicifolia	Arbusto	Nativo
		Baccharis spp.	Arbusto	Indeterminado
		Baccharis spartioides	Arbusto	Nativo
		Cotula coronopifolia	Hierba perenne	Introducido
		Hypochaeris scorzonerae	Hierba perenne	Endémico
		Ophryosporus triangularis	Arbusto	Endémico
		Polyachyrus fuscus	Arbusto	Nativo
		Senecio almeidae	Arbusto	Endémico
		Tessaria absinthioides	Arbusto	Nativo
	Azollaceae	*Azolla filiculoides*	Hierba anual	Nativo
	Boraginaceae	*Tiquilia litoralis*	Subarbusto	Endémico
	Cactaceae	*Eulychnia acida* var. *procumbens*	Suculenta	Endémico
	Convolvulaceae	*Cressa truxillensis*	Hierba perenne	Nativo
	Ephedraceae	*Ephedra chilensis*	Arbusto	Nativo
	Fabaceae	*Acacia saligna*	Árbol	Introducido
		Adesmia littoralis	Subarbusto	Endémico
	Frankeniaceae	*Frankenia chilensis*	Arbusto	Nativo
	Goodeniaceae	*Selliera radicans*	Hierba perenne	Endémico
	Malvaceae	*Cristaria glaucophylla*	Hierba perenne	Endémico

Clase	Familia	Especies	Hábito	Origen
		Malvella leprosa	Hierba perenne	Nativo
	Plantaginaceae	*Bacopa monnieri*	Hierba anual	Nativo
		Plantago major	Hierba perenne	Introducido
	Polygonaceae	*Chorizanthe spp,*	Subarbusto	Indeterminado
		Chorizanthe kingii	Subarbusto	Endémico
	Primulaceae	*Samolus valerandi*	Hierba perenne	Introducido
	Ranunculaceae	*Halerpestes cimbalaria*	Hierba perenne	Nativo
	Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Árbol	Nativo
	Solanaceae	*Mesembryanthemum crystallinum*	Hierba anual	Introducido
		Nolana crassulifolia	Arbusto	Endémico
		Nolana divaricata	Arbusto	Endémico
		Nolana salsoloides	Arbusto	Endémico
		Nolana spp.	Arbusto	Indeterminado
		Solanum trinominum	Hierba anual	Endémico
	Verbenaceae	*Phyla nodiflora*	Hierba perenne	Introducido
Liliopsida	Poaceae	*Distichlis spicata*	Hierba perenne	Nativo
		Paspalum vaginatum	Hierba perenne	Nativo
	Ruppiaceae	*Ruppia* spp.	Hierba acuática	Indeterminado
	Juncaceae	*Juncus acutus*	Hierba perenne	Endémico
	Typhaceae	*Typha angustifolia*	Hierba perenne	Introducido

Fuente: CEA, 2019.

La forma o hábito de vida predominante fue el herbáceo con 26 taxa, de éstas 19 son hierbas perennes, seis son hierbas anuales y una es hierba acuática (macrófita). El hábito arbustivo se compone de 21 taxa, de éstas 15 son arbustos y seis subarbustos. Además, se registraron dos especies arbóreas y una suculenta.

Respecto al estado de conservación de la flora, se registró una especie catalogada en Categoría de Conservación Preocupación menor según el Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio de Medio Ambiente hasta su 14° proceso, además de cuatro taxa clasificadas en Categoría de Conservación Vulnerable por el Libro Rojo de la Región de Atacama, iniciativa local no oficial para la legislación ambiental vigente, que lista las especies y su estado de conservación para la región de Atacama. La Tabla 3-9 muestra las categorías de conservación para las especies registradas en el área de estudio, dentro de las cuales solo *Eulychnia acida var. procumbens*, se encuentra catalogada por RCE, el resto están bajo categorías no oficiales.

En la Figura 3-19 se indica la ubicación espacial dentro del humedal de dichas taxa singulares

Folio019901

Tabla 3-9 Listado de especies florísticas que presenten alguna categoría de conservación.

ID	Especie	Estado	Decreto	Origen
1	*Adesmia littoralis*	VU	-	LR
2	*Eulychnia acida var. procumbens*	LC	DS 41/2011	MMA
3	*Salix humboldtiana*	VU	-	LR
4	*Senecio almeidae*	VU	-	LR

LC: Preocupación menor, MMA: Ministerio del Medio Ambiente Chile, LR: Libro Rojo Región de Atacama; VU: Vulnerable.
Fuente: Elaboración Propia en base RCE (MMA, 2011) y Squeo *et al*, 2008.

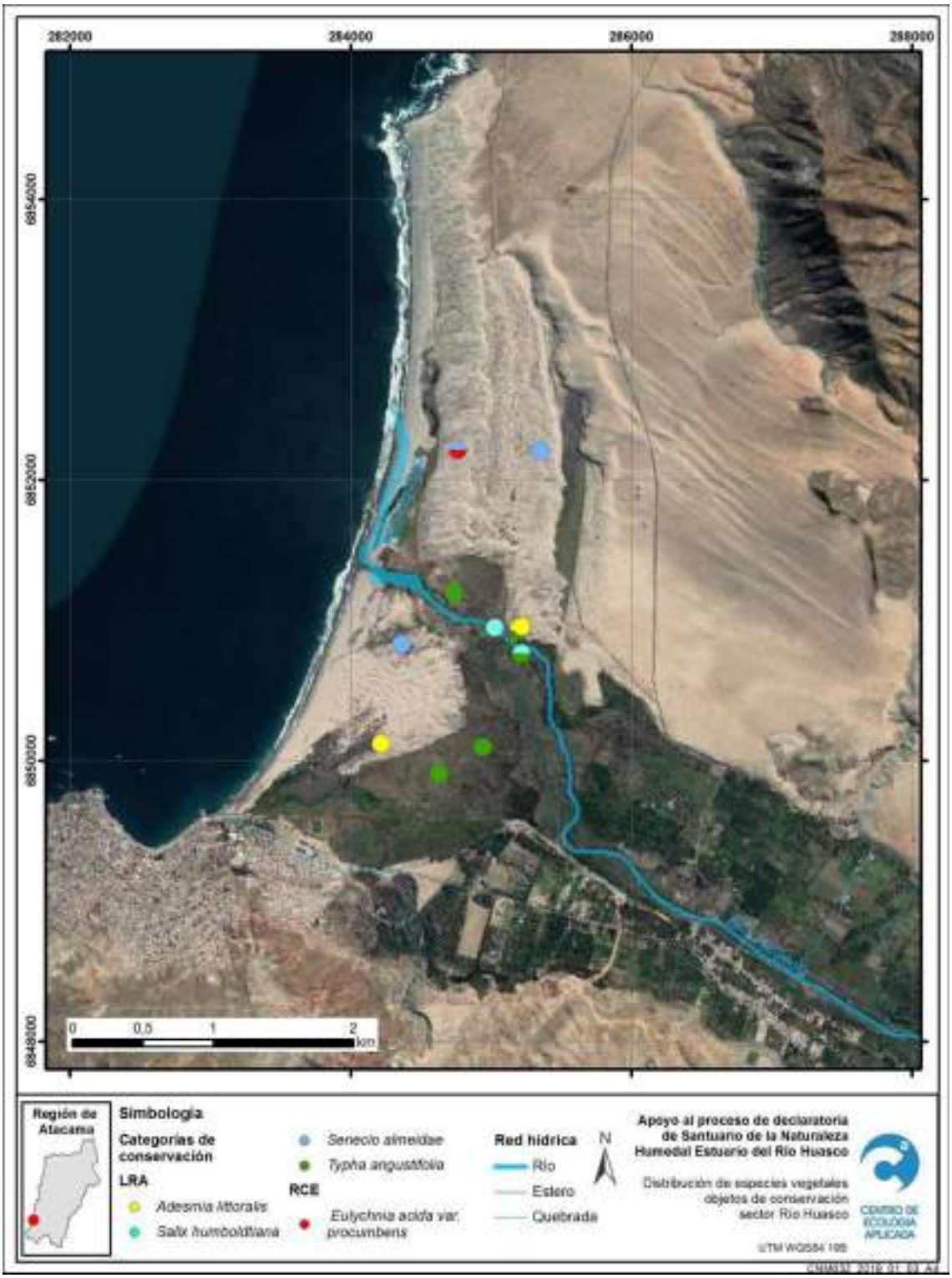


Figura 3-19 Ubicación especies florísticas singulares por presentar alguna categoría de conservación. Donde RCE: Registro de Calificación de Especies y LRA: Libro Rojo de Atacama.



Fotografía 3-5 *Adesmia littoralis*



Fotografía 3-6 *Eulychnia acida var. procumbens*.



Fotografía 3-7 *Senecio almeidae*.



Fotografía 3-8 *Typha angustifolia*

Folio019905

3.8.3 Estado de la Vegetación

Respecto a las formaciones vegetacionales que se registran en el área de estudio cabe mencionar que se distinguen ocho tipos: bosque, herbazal, herbazal matorral, matorral arbustivo, matorral arborescente, matorral arborescente ripariano, matorral herbazal y plantaciones forestales.

El tipo vegetacional predominante corresponde a los matorrales y matorrales herbazales. Los herbazales, herbazales matorrales y matorrales herbazales en conjunto ocupan una gran extensión y se ubican de preferencia en sectores con mayor humedad y salinidad, a excepción de las dominadas por la especie *Cristaria glaucophylla*, la cual prefiere sectores arenosos de dunas con menor humedad.

Otro ambiente particular dentro del área son los riparianos, donde la riqueza florística aumenta en relación con los demás tipos vegetacionales. También destaca la existencia de Bosques nativo ripariano de *Salix humboldtiana* y un Bosque de *Acacia saligna*, este último crece en el ecotono entre las dunas y matorrales.

Las formaciones vegetacionales que contienen especies singulares por tener alguna categoría oficial o local de conservación son: Matorral de *Tessaria absinthioides* con *Nolana salsoloides*, con la presencia de *Senecio almeidae*, Matorral de *Nolana salsoloides* con *Tiquilia litoralis*, que registro la presencia de *Eulychnia acida var. procumbens* y *Senecio almeidae*, Matorral de *Ephedra chilensis* con *Senecio almeidae* y *Tiquilia litoralis*, Matorral arborescente ripariano de *Salix humboldtiana* con *Tessaria absinthioides*, en el que se observó, además, el taxón *Typha angustifolia*, Matorral de *Adesmia littoralis*, Herbazal de *Typha angustifolia*, Matorral herbazal de *Baccharis spartioides* con *Tessaria absinthioides* y *Distichlis spicata*, con la presencia de *Typha angustifolia* y Matorral de *Baccharis spartioides*, que registro la especie *Adesmia littoralis.*

El estado fitosanitario general de la vegetación es bueno.

A continuación, se describen las formaciones vegetales presentes observadas en el área de estudio:

3.8.3.1 Bosque de Acacia saligna

Tipo vegetacional de origen introducido. Corresponde a un bosque asilvestrado que se encuentra en coberturas claras en terrenos planos y actúan como contendores del avance de las dunas. Se compone de dos estratos, el primero dominado por la especie adventicia de hábito arbóreo *Acacia saligna*, con una altura de 2 a 4 metros. El segundo estrato es arbustivo, tiene una altura de 1 a 2 m y se compone por las especies *Baccharis spartioides* y *Tessaria absinthioides*.

La composición florística complementaria de esta formación vegetacional es la siguiente: *Baccharis linearis, Distichlis spicata, Eucalyptus camaldulensis* y *Nolana crassulifolia*.

A continuación, se describen las formaciones vegetales presentes observadas en el área de estudio:

3.8.3.2 Bosque de Acacia saligna

Tipo vegetacional de origen introducido. Corresponde a un bosque asilvestrado que se encuentra en coberturas claras en terrenos planos y actúan como contendores del avance de las dunas. Se compone de dos estratos, el primero dominado por la especie adventicia de hábito arbóreo *Acacia saligna*, con una altura de 2 a 4 metros. El segundo estrato es arbustivo, tiene una altura de 1 a 2 m y se compone por las especies *Baccharis spartioides* y *Tessaria absinthioides*.

La composición florística complementaria de esta formación vegetacional es la siguiente: *Baccharis linearis, Distichlis spicata, Eucalyptus camaldulensis* y *Nolana crassulifolia*.



Fotografía 3-9: Bosque de *Acacia saligna*
Fuente: del autor.

3.8.3.3 Herbazal de Cristaria glaucophylla

Tipo vegetacional compuesto por un estrato herbáceo dominado por *Cristaria glaucophylla* en coberturas claras y de una altura que no supera los 50 cm. Se emplaza en un sustrato arenoso en las dunas que rodean el humedal. Como especie ocasional se encuentra *Carpobrotus chilensis.*



Fotografía 3-10: herbazal de *Cristaria glaucophylla*
Fuente: del autor.

3.8.3.4 Herbazal de Typha angustifolia

Este tipo vegetacional crece en terrenos planos y húmedos, posee una altura de hasta 3 metros, tiene una cobertura muy densa, se compone de un solo estrato dominado por la especie introducida *Typha angustifolia* y se desarrolla de manera natural en el humedal, no obstante, también se distribuye por canales artificiales de 2 a 3 metros de ancho, los cuales pudiesen haber sido confeccionados con el objeto de segregar naturalmente áreas para cultivos.

Según la clasificación de la categoría de conservación regional establecida por el Libro Rojo de la Región de Atacama (Squeo *et al*, 2008), esta formación vegetacional es singular por la especie dominante de la misma.

La composición florística complementaria de esta formación vegetacional es la siguiente: *Apium panul*, *Baccharis juncacea, Baccharis salicifolia, Sarcocornia fruticosa y Tessaria absinthioides.*



Fotografía 3-11: Herbazal de Typha angustifolia. En la segunda imagen se puede apreciar las formas lineales de los totorales dominados por Typha angustifolia que se entrecruzan perpendicularmente entre ellas en algunos sectores del área de estudio.
Fuente: del autor.

Folio019909

3.8.3.5 Herbazal matorral de Cristaria glaucophylla con Baccharis spartioides

Esta formación se compone de dos estratos uno arbustivo dominado por *Baccharis spartioides* de una altura de hasta un metro y uno herbáceo dominado por *Cristaria glaucophylla* que no superan los 70 cm. Tiene una cobertura escasa y se emplaza en un terreno arenoso correspondiente a dunas.

La composición florística adicional de esta formación vegetacional es la siguiente: *Nolana crassulifolia, Nolana divaricata y Tiquilia litoralis*.



Fotografía 3-12: Herbazal matorral de *Cristaria glaucophylla* con *Baccharis spartioides*
Fuente: del autor.

3.8.3.6 Matorral arborescente de Eucalyptus camaldulensis con Tessaria absinthioides

Este tipo vegetacional, es compuesto por dos estratos principales el primero dominado por la especie arbórea introducida *Eucalyptus camaldulensis* que alcanza una altura de hasta ocho metros y una cobertura que no supera el 10 %. El segundo estrato es dominado por el arbusto nativo *Tessaria absinthioides* con una altura de hasta un metro. Esta formación vegetacional se emplaza en terrenos planos y posee una cobertura clara para ambos estratos. El estrato herbáceo está conformado por el taxón *Malvella leprosa* con altura que no supera los 15 cm.

La composición florística complementaria de esta formación vegetacional es la siguiente: *Acacia saligna, Baccharis spartioides, Baccharis pingraea* y *Schinus polygamus.*



Fotografía 3-13: Matorral arborescente de *Eucalyptus camaldulensis* con *Tessaria absinthioides*
Fuente: del autor.

3.8.3.7 *Matorral arborescente ripariano de Salix humboldtiana con Tessaria absinthioides*

Este tipo vegetacional se caracteriza por encontrarse en la ribera y lugares aledaños al estero y, en islas naturales formadas por el río Huasco en sectores de topografía plana. Se compone de tres estratos cuyo conjunto posee una cobertura clara.

El estrato superior es arbóreo dominado por el taxón *Salix humboldtiana* de una altura no mayor a cuatro metros. El segundo estrato es arbustivo y dominado principalmente por la especie *Tessaria absinthioides* con una altura que alcanza hasta un metro. Por último, la estrata herbácea se compone por una variedad de especies no dominado ninguna particularmente, sin embargo, es frecuente la presencia de *Paspalum vaginatum* y *Distichlis spicata*, en general este estrato es menor a 15 cm de altura. Destacan además la presencia de especies macrófitas como *Azolla filiculoides* y del género *Ruppia*.

Es una formación vegetacional singular, ya que Squeo *et al.* (2008) catalogan a *Salix humboldtiana* como una especie Vulnerable para la región de Atacama.

La composición florística complementaria observada en esta formación vegetacional es la siguiente: *Apium nodiflorum*, *Baccharis sagittalis, Baccharis salicifolia, Baccharis spartioides, Cotula coronopifolia, Halerpestes cimbalaria, Hydrocotyle ranunculoides, Phyla reptans, Plantago major, Polyachyrus fuscus, Samolus valerandi, Sarcocornia fruticosa, Selliera radicans* y *Typha angustifolia.*



Fotografía 3-14: Matorral arborescente ripariano de *Salix humboldtiana* con *Tessaria absinthioides*
Fuente: del autor.

3.8.3.8 Matorral de Adesmia littoralis

Tipo vegetacional de cobertura muy clara, que alcanza hasta un metro de altura y se desarrolla en sustratos arenosos correspondiente a una topografía de dunas. Es compuesto por un estrato arbustivo dominado por la especie *Adesmia littoralis*, con la presencia de forma frecuente de *Chorizanthe kingii* y un taxón correspondiente al género *Nolana* spp.

Según la clasificación de la categoría de conservación regional establecida por el Libro Rojo de la Región de Atacama (Squeo *et al*, 2008), esta formación vegetacional es singular por la especie dominante de la misma.

La composición florística adicional de esta formación vegetacional es: *Distichlis spicata*, *Tessaria absinthioides* y *Tiquilia litoralis*.



Fotografía 3-15: Matorral de *Adesmia littoralis*
Fuente: del autor.

3.8.3.9 Matorral de Baccharis spartioides

Esta unidad presenta un estrato dominado por la arbustiva *Baccharis spartioides*, posee una cobertura clara y una altura no mayor un metro. Es frecuente la presencia de *Tessaria absinthioides*. Se emplaza en topografía de terrenos planos con sustrato salino.

La composición florística adicional de esta formación vegetacional es: *Acacia saligna, Baccharis juncacea, Carpobrotus chilensis, Frankenia chilensis, Juncus acutus* y *Sarcocornia fruticosa*.



Fotografía 3-16: Matorral de *Baccharis spartioides.* Se evidencia el afloramiento de sales en la superficie.
Fuente: del autor.

3.8.3.10 Matorral de Baccharis spartioides con Tessaria absinthioides y Sarcocornia fruticosa

Tipo vegetal arbustivo con un estrato dominado por *Baccharis spartioides y Tessaria absinthioides* con codominancia de *Sarcocornia fruticosa.* Posee una altura que va de los 50 a 80 cm. El estrato herbáceo es dominado por *Distichlis spicata* con alturas que no superan los 10 cm.

Posee una cobertura poco densa a muy densa y crece en terrenos planos secos y húmedos, además de sustratos arenosos en cajas de río del estuario.

Tiene una variada composición florística donde se encuentran las siguientes taxa: *Chorizanthe* spp., *Frankenia chilensis*, *Juncus acutus*, *Mesembryanthemum crystallinum, Nolana divaricata, Nolana salsoloides, Nolana* spp. y *Ophryosporus triangularis.*



Fotografía 3-17: Matorral de *Baccharis spartioides* con *Tessaria absinthioides y Sarcocornia fruticosa*
Fuente: del autor.

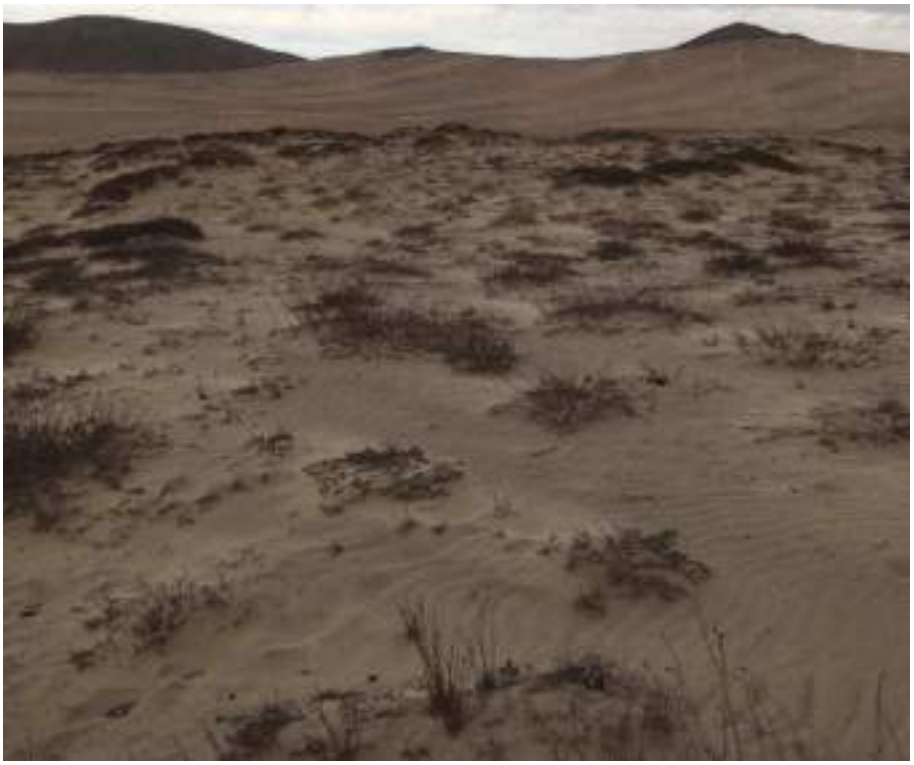
Folio019915

3.8.3.11 Matorral de Ephedra chilensis con Senecio almeidae y Tiquilia litoralis

Formación vegetacional de cobertura muy clara con una altura promedio que no supera los 50 cm, de un solo estrato dominado por *Ephedra chilensis* y *Senecio almeidae* y, con la presencia frecuente del subarbusto *Tiquilia litoralis.* Se desarrolla sobre un sustrato arenoso en una topografía correspondiente a dunas.

Esta formación es singular por la presencia del taxón *Senecio almeidae* catalogado como Vulnerable por el Libro Rojo de la Región de Atacama (Squeo *et al.* 2008).

La composición florística de esta formación vegetacional son las especies ya mencionadas dominantes de la misma.



Fotografía 3-18: Matorral de *Ephedra chilensis* con *Senecio almeidae* y *Tiquilia litoralis*
Fuente: del autor.

Folio019916

3.8.3.12 Matorral de Nolana salsoloides con Tiquilia litoralis

Tipo vegetal arbustivo con un estrato dominado por *Nolana salsoloides* y *Tiquilia litoralis*, su altura promedio no supera los 50 cm y se emplaza en terrenos arenosos en topografía de dunas. Tiene una cobertura muy clara.

Como especies acompañantes se observó las arbustivas *Chorizanthe kingii* y *Frankenia chilensis,* además de la herbácea *Cristaria glaucophylla*.

Al igual que la formación vegetacional descrita anteriormente, posee singularidad botánica por la presencia de la especie *Senecio almeidae* catalogado como Vulnerable por el Libro Rojo de la Región de Atacama (Squeo *et al.* 2008).

La composición florística complementaria observada para esta formación vegetacional es la siguiente: *Eulychnia acida* var. *procumbens*, *Juncus acutus* y *Solanum trinominum*.



Fotografía 3-19: Matorral de *Nolana salsoloides* con *Tiquilia litoralis*
Fuente: del autor.

Folio019917

3.8.3.13 Matorral de Sarcocornia fruticosa con Tessaria absinthioides

Este tipo vegetacional tiene una altura promedio menor a 50 cm y una cobertura clara. Se emplaza en un sustrato arenoso en una topografía de dunas.

Las especies dominantes de la formación vegetacional son *Sarcocornia fruticosa* y *Tessaria absinthioides*, además de un estrato herbáceo compuesto por *Distichlis spicata* y *Bacopa monnieri*, de una altura menor a 20 cm.

La composición florística de las especies complementarias a las antes mencionadas son las siguientes: *Carpobrotus chilensis* y *Malvella leprosa*.



Fotografía 3-20: Matorral de *Sarcocornia fruticosa* con *Tessaria absinthioides*
Fuente: del autor.

Folio019918

3.8.3.14 Matorral de Tessaria absinthioides

Tipo vegetacional compuesto de dos estratos. El estrato arbustivo es dominado por *Tessaria absinthioides.* Posee una altura entre 50 cm a un metro. El estrato herbáceo se compone principalmente por *Distichlis spicata* e *Hypochaeris scorzonerae* y tiene una altura no mayor a 10 cm.

La cobertura de la formación vegetacional es densa y se emplaza en un sustrato arenoso-pedregoso en las cajas de río que forma el estuario Río Huasco y sectores de dunas existentes.

La composición florística complementaria de esta formación es la siguiente: *Baccharis spartioides, Carpobrotus chilensis, Cristaria glaucophylla, Eucalyptus camaldulensis*, *Nolana crassulifolia*, *Nolana salsoloides* y *Senecio almeidae*.



Fotografía 3-21: Matorral de *Tessaria absinthioides*
Fuente: del autor.

Folio019919

3.8.3.15 Matorral herbazal de Baccharis spartioides con Tessaria absinthioides y Distichlis spicata

Este tipo vegetacional posee dos estratos uno arbustivo dominado por *Baccharis spartioides* y *Tessaria absinthioides* con alturas promedio de un metro. El estrato herbáceo es dominado por *Distichlis spicata* con alturas que llegan hasta los 15 cm. La cobertura de esta formación vegetacional es densa y en sectores de afloramientos acuosos se destaca la presencia de la macrófita *Azolla filiculoides*.

La composición florística de esta formación vegetacional se complementa con las siguientes especies: *Apium nodiflorum, Nolana crassulifolia* y *Typha angustifolia*.



Fotografía 3-22: Matorral herbazal de *Baccharis spartioides* con *Tessaria absinthioides* y *Distichlis spicata*
Fuente: del autor.

Folio019920

3.8.3.16 Matorral herbazal de Nolana salsoloides con Cristaria glaucophylla

Este tipo vegetacional mixto es conformado por un estrato arbustivo dominado por *Nolana salsoloides* y uno herbáceo dominado por *Cristaria glaucophylla*. Posee la una cobertura clara y se emplaza en un sustrato arenoso en ambiente de dunas. El estrato herbáceo es conformado por *Distichlis spicata.*

La composición florística de esta formación vegetacional se complementa con las siguientes taxa: *Ephedra chilensis*, *Mesembryanthemum crystallinum* y *Tessaria absinthioides*.



Fotografía 3-23: Matorral herbazal de *Nolana salsoloides* con *Cristaria glaucophylla*
Fuente: del autor.

3.8.3.17 Matorral herbazal de Sarcocornia fruticosa con Distichlis spicata

Tipo vegetacional mixto con un estrato arbustivo dominado por *Sarcocornia fruticosa* y uno herbáceo dominado por *Distichlis spicata.* La altura promedio bordea los 50 cm y posee una cobertura clara. Se desarrolla en terrenos planos húmedos.

La composición florística complementaria de esta formación vegetacional es la siguiente: *Bacopa monnieri, Cressa truxillensis, Chorizanthe spp.* y *Nolana crassulifolia.*



Fotografía 3-24: Matorral herbazal de *Sarcocornia fruticosa* con *Distichlis spicata*
Fuente: del autor.

3.8.3.18 Matorral herbazal de Tessaria absinthioides con Sarcocornia fruticosa y Distichlis spicata

Tipo vegetacional mixto con un estrato arbustivo dominado por *Tessaria absinthioides* con *Sarcocornia fruticosa* de una altura no mayor a un metro. El estrato herbáceo es dominado por *Distichlis spicata* con altura que no supera los 10 cm. La cobertura de esta formación vegetacional es muy densa y crece en terrenos planos salinos.

La composición florística es escasa solo formado por las especies dominantes de la formación vegetacional.



Fotografía 3-25: Matorral herbazal de *Tessaria absinthioides* con *Sarcocornia fruticosa* y *Distichlis spicata*
Fuente: del autor.

3.8.3.19 Plantación de Eucalyptus camaldulensis

Bosque compuesto por la especie adventicia *Eucalyptus camaldulensis* de una altura de hasta ocho metros. Además, posee un estrato arbustivo dominado por *Tessaria absinthioides* con una altura de hasta un metro y uno herbáceo compuesto por *Malvella leprosa* y de una altura de no más de 15 cm. Se desarrolla en terrenos planos cercanos al cauce del estuario, no siendo parte de la caja del río. La cobertura de esta formación vegetacional es muy clara superando el 10 %.

La composición florística la formación se complementa con las taxa *Acacia saligna* y *Sarcocornia fruticosa*.



Fotografía 3-26: Plantación de *Eucalyptus camaldulensis*
Fuente: del autor.

Folio019924

3.9 Objetos de conservación (OC)

Los objetos de conservación corresponden a aquellas características o valores que queremos conservar en un área de interés, éstas pueden ser especies, ecosistemas u otros aspectos importantes de la biodiversidad (Granizo *et al*, 2006), al igual que bienes y servicios económicos, culturales y sociales entre otros.

En este documento se ha caracterizado la fauna (terrestre, acuática y semiacuática), la flora, la vegetación y los servicios ecosistémicos mediante talleres conversatorios con la comunidad de Huasco y actores claves (ver talleres anexo 10.3)

Conforme a las características del humedal costero estuario del río Huasco, no es complejo definir que su amplia biodiversidad, con 42 especies en categoría de conservación son objetos de conservación. No obstante, para facilitar el plan de manejo dentro del área postulada como Santuario de la Naturaleza, realizaremos una propuesta de objetos de conservación específicos para las aves, que relaciona la importancia ecológica del hábitat de cada especie, y a su vez la urgencia de protección bajo criterios detallados en la Metodología 9.1.3.1.

3.9.1 Los objetos de conservación (OC) ecológicos son:

Todas aquellas especies que se encuentren bajo alguna categoría de conservación en el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres y/o alguna especie significativa bajo otro criterio de valoración y conservación como, por ejemplo, el Libro Rojo De Atacama (LRA).

Para el caso de las aves todas las que se encuentren clasificadas en el RCE son objetos de conservación. De ellas, con el objeto de facilitar su manejo, se definen *objetos de conservación específicos* a aquellas que además se encuentran en niveles más críticos o que su condición poblacional y de riesgo, hace que actualmente estén en categoría de conservación En Peligro y/o tienen alguna singularidad territorial o de comportamiento ligado a este ecosistema. Conforme con esto las especies objeto de conservación son:

Coscoroba (Cisne coscoroba), *Phoenicopterus chilensis* (Flamenco chileno), *Cygnus melancoryphus* (Cisne Cuello negro), *Spatula platalea* (Pato cuchara), *Calidris canutus*, (Playero ártico), *Plegadis chihi* (Cuervo de pantano), *Gallinago paraguaiae* (Becacina) y *Ixobrychus involucris* (Huairavillo).

En el caso de reptiles son OC: la Lagartija de Platei (Liolaemus platei), Lagartija de Silva (Liolaemus silvai) y Corredor de Atacama (Microlophus atacamensis). En cuanto a los mamíferos, éstos corresponden a Cururo (Spalacopus cyanus) y Coipo (Myocastor coypus).

Folio019925

En relación con la fauna acuática, es considerada la especie acuática Lisa (*Mugil cephalus*) como especie OC por ser la especie registrada espacialmente en la desembocadura del río durante 2016 y 2019 y estar en categoría como Preocupación menor.

La fauna semiacuática es representada por el crustáceo (*Cryphiops caementarius* o camarón de río), esta especie de baja vagilidad ha sido registrada en el RCE como Vulnerable para la región de Atacama.

Para la flora y vegetación durante el último monitoreo se registraron especies arbustivas y hierbas perennes, de las cuales es considerada como objeto de conservación la cactácea suculenta *Eulychnia acida var. Procumbens* descrita por el DS 41/2011, MMA como una especie en preocupación menor. En el caso de las formaciones vegetacionales toman mayor importancia aquellas que contienen especies singulares, entre ellas el Matorral de *Nolana salsoloides* destaca por relacionarse con tres especies de importancia de conservación, la que incluye la especie florística considerada objeto de conservación (*Tiquilia litoralis*, ***Eulychnia acida var. procumbens*** y *Senecio almeidae*)

Las especies de flora y fauna poseen una amplia distribución en el humedal costero (ver también (Figura 3-21), que va desde sitios ubicados en el borde costero, a otros muy cercanos a la zona urbana y otros a varios kilómetros aguas arriba de la desembocadura.



Figura 3-20 Aves en el Humedal costero estuario del río Huasco

Folio019926

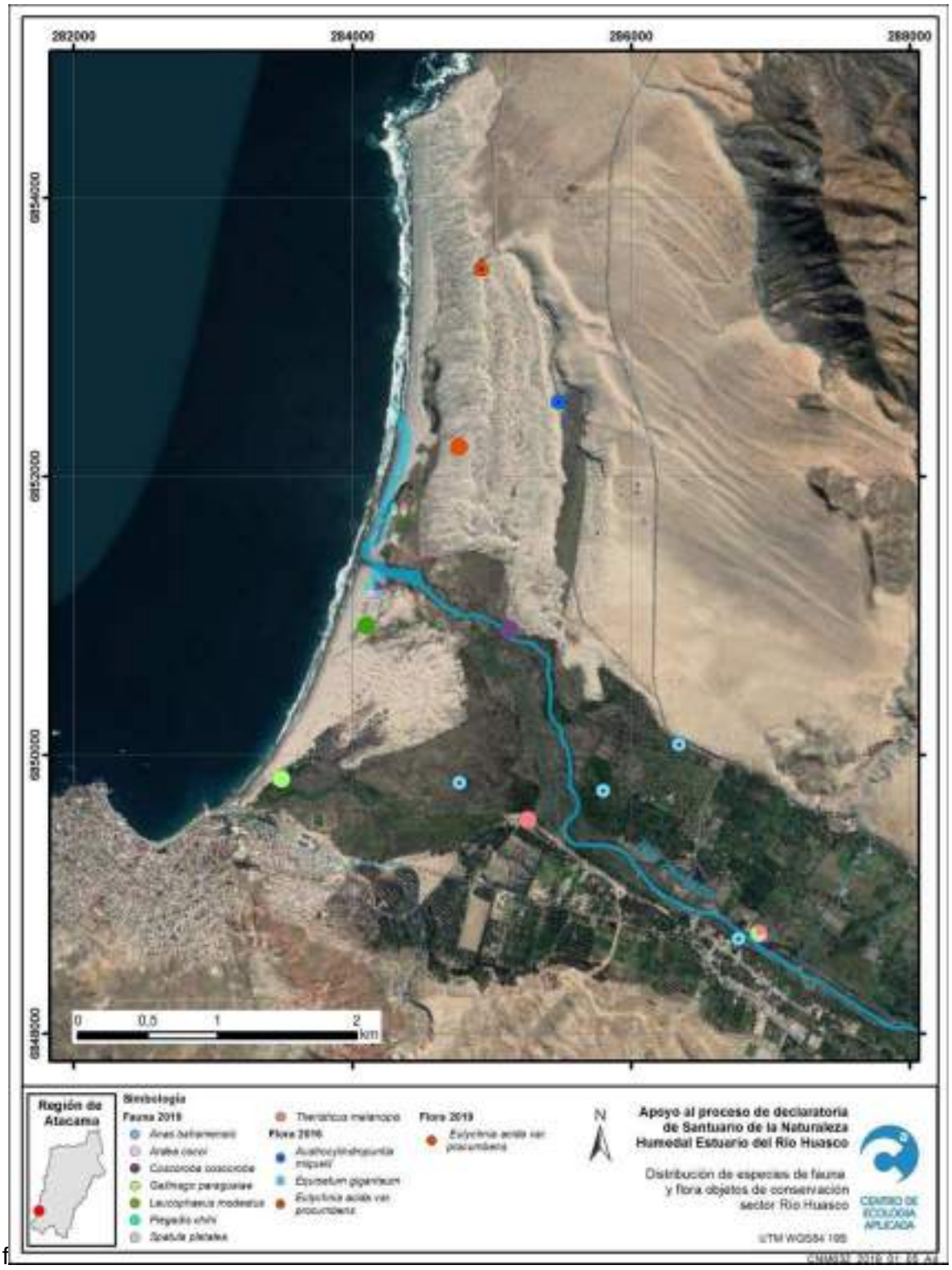


Figura 3-21 Distribución de especies objeto de conservación referenciadas

Folio019927

3.9.2 Objeto de conservación físico

Si bien, el ecosistema completo del humedal costero y sus interacciones bióticas y abióticas son un objeto de conservación, es necesario destacar, algunas formaciones esenciales para la conformación de este humedal. Nos referimos a las dunas costeras, estas importantes masas de arena compacta constituyen zonas de protección de los humedales litorales, al actuar como muros frente al viento, la lluvia y marejadas. Las dunas costeras hoy en día son sistemas fuertemente amenazados por ser considerados áreas de amable condición para la recreación y construcción. Es por ello por lo que las dunas costeras presentes en el humedal estuario del río Huasco son consideradas objeto de conservación.



Fotografía 3-27 Duna costera Humedal costero Estuario del río Huasco

3.9.3 Objetos de conservación social y cultural

Los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas se denominan "**servicios culturales**". Estos **se refieren a la identidad con un lugar, la historia** y la experiencia espiritual relacionada con el entorno natural. En este sentido el humedal costero estuario del rio Huasco, es reconocido por los lugareños como un área de alto valor paisajístico, un sitio cercano donde hacer deporte y un área con potencial turístico.

Folio019928

3.10 Presiones y/o Amenazas sobre el Sitio Propuesto o los objetos de conservación

3.10.1 Amenazas directas

Según los antecedentes bibliográficos y lo obtenido mediante talleres comunitarios, existen las siguientes amenazas directas sobre los objetos de conservación del humedal costero estuario del río Huasco.

- El ingreso de vehículos al humedal (afectación sobre hábitat y huevos de especies de valor de conservación)
- Presencia de perros vagos en el humedal (amenaza por matar aves y comer huevos)
- Basura (riesgo de contaminación del agua, suelo y por causar daño a las aves que se comen estos desechos lo que puede causarles la muerte)
- Falta de gobernanza (no existe una entidad responsable del cuidado del humedal)
- Extracción de camarones y pesca deportiva (reducción de la fauna nativa en categoría de conservación)
- Actividad industrial cerca del humedal (contaminación del aire)
- Quemas de pasto no reguladas (pérdida de hábitat para especies de aves, mamíferos y otros)
- Falta de educación ambiental (poca conciencia y formas de cuidar el ecosistema)
- Sequía, debido por ejemplo a la presencia del embalse Santa Juana, muchos derechos de agua sobre la cuenca y actividades agrícolas

3.10.2 Amenazas indirectas

- Cambio climático Global, es un fenómeno en el cual la radiación de calor de la superficie del planeta es absorbida por los gases de la atmósfera, y es emitida de nuevo en todas direcciones. Esto provoca un aumento en la temperatura del planeta, lo cual afecta los ciclos biogeoquímicos, así también se produce acidificación de los océanos, aumento en el nivel del mar, cambios en la estacionalidad, eventos climáticos extremos, entre otros (Coppini, *sf*). Esto además de la proyección nacional de mayo falta de disponibilidad hídrica para la zona nortina repercutiría en los humedales y su biodiversidad.
- Terremotos, este tipo de movimiento puede generar una mortandad masiva de especies, en un corto periodo de tiempo, debido a que se pueden producir derrumbes, deslizamiento de material, tsunamis, hundimiento de la tierra, entre otros (DDRM, 1991)
- Inundaciones, las cuales pueden ser debido a: (1) Desbordamiento del río, a causa de excesiva escorrentía como consecuencia de fuertes precipitaciones que pudiesen ocurrir en el área, (2) Inundaciones costeras, a causa de fuerte oleaje o marejadas, como por ejemplo tsunamis, los cuales son un tipo especial de inundación costera (DDRM, 1991)
- Sequías, debido a cambios en el nivel de precipitaciones
- Erosión del suelo, puede ser eólica o hidráulica, este tipo de amenaza se incrementa cuando hay sobrepastoreo, explotación de monte con prácticas agrícolas o elaboración de caminos y senderos en el sector. Dentro de los efectos de esta amenaza se encuentra

Folio019929

la perdida de nutrientes del suelo, daño río abajo por la acumulación de sedimentos y la reducción en la capacidad de almacenamiento de agua, debido a la pérdida de suelo y sedimentación de la cuenca, lo que resulta en una reducción del flujo natural de agua (DDRM, 1991)

- Salinización, las sales se acumulan debido a inundaciones en tierras bajas y su posterior evaporación, este fenómeno reduce la fertilidad del suelo y deja la tierra sujeta a erosión, provocando finalmente la desertificación del sector (DDRM, 1991)

Folio019930

4 DESCRIPCIÓN DE VALORES COMPLEMENTARIOS DEL SITIO PROPUESTO

4.1 Historia

Huasco es una localidad costera fundada en el año 1600 por los españoles que continuaron con la actividad minera que ya habría sido desarrollada por los primeros habitantes de estas tierras de donde proviene su nombre: Huas (Quechua: oro) y Co (Mapudungun: agua). El auge minero le permitió un desarrollo comercial y económico acelerado que se materializó con la instalación de grandes empresas navieras. En 1749, a través de un decreto, Domingo Ortiz de Rozas da el nombramiento a Huasco como puerto y, casi un siglo después, en 1850, se funda la ciudad bajo la presidencia de don Manuel Bulnes Prieto.

Huasco también descrita como un asentamiento agrícola, desarrolló la zona de puerto que prestó servicio a la actividad salitrera. Ya hacia el 1900 se describen los cultivos de olivo. No obstante, hacia el 1950 comienza la industrialización del territorio.

El avance del desarrollo de la minería del hierro comienza en 1955. Entre 1962 y 1965 se decide construir un muelle mecanizado con capacidad de 2.500 toneladas por hora, llamado Puerto Mecanizado Guacolda, para atracar barcos de hasta 40.000 toneladas. En estos mismos años, ENDESA instala en Huasco la primera planta generadora de electricidad termoeléctrica, entregando electricidad al pueblo de Huasco (PRAS, 2011).

A principios de la década de 1970 se construye el puerto Guacolda II. En estos mismos años se comienza a construir la planta de pellets de hierro de CAP, que comienza a operar a fines de 1977.

En abril de 1992 se instala en Huasco la Central Termoeléctrica Guacolda, con una potencia instalada de 152 MW. En 1996 Guacolda construye una segunda unidad que aporta 152MW adicionales al SIC.

En esta localidad existe una línea de tren, cuyo tren de carga es exclusivo para transportar el pre-concentrado de hierro desde la mina Los Colorados hasta la planta de pellets que se localiza en Huasco, ambas propiedades de CAP Minería. La localidad de Huasco cuenta con tres puertos: El Puerto Guacolda I que pertenece a la Empresa Guacolda Energía, filial de AES Gener; el Puerto Guacolda II y el Puerto Las Losas que pertenecen a CAP Minería. (MMA, 2017).

La comuna de Huasco, con esta importante actividad portuaria, minera y energética, ha estado expuesta a los impactos ambientales que estas conllevan. Estos impactos, llevaron a que, en mayo de 2012, la comuna fuera declarada zona latente por la concentración anual de material particulado MP10 (D.S N º 40 del 23/05/2012) iniciándose la elaboración del anteproyecto del plan de prevención de contaminación, en julio del año 2015. En 2017 se aprueba plan de prevención Huasco (D.S 38/2017), junto con ello se aprueba aumento de producción en sus 5 termoeléctricas (RCA N º 80/2017). En 2018 aumenta la productividad local con el avance de DIA para planta desalinizadora para venta a terceros.

Folio019931

Referido a la actividad directa en el río Huasco, durante el 1997 comienza a operar el Embalse Santa Juana, lo cual produjo una importante transformación en la situación del riego y el desarrollo agrícola en el Valle del Huasco.

4.2 Demografía

Huasco posee una superficie de24 km^2 y está conformada por 18 poblados, entre ellos Huasco, Huasco Bajo, Canto de Agua y Carrizal Bajo (SUBDERE, 2017). De acuerdo con la estimación del INE al año 2016, la población de la comuna de Huasco es de 10.149 habitantes (5.243 hombres y 4.906 hombre), de los cuales el 80% vive en el casco urbano; y la otra parte de la población vive en zonas rurales.

4.3 Estado actual de la conservación de los objetos y/o del sitio propuesto

Actualmente solo existe un decreto legal que protege la biodiversidad:

Mediante Decreto Supremo 27/1995 del Ministerio de Agricultura se establece periodo de veda de conservación en la zona de la desembocadura del rio Huasco, provincia de Huasco, III región, por una extensión de 30 años. El objetivo es proteger a las especies que habitan la zona de la desembocadura que constituye uno de los escasos ambientes naturales para la reproducción y hábitat de numerosas especies de vida silvestre acuática de la III Región.

4.4 Uso actual del suelo

Las consideraciones ecológicas de humedal definidas el año 2016 y 2019 (ver Figura 5-3) son más que las delimitaciones de manejo y gestión posibles, producto del amplio uso agrícola en la parte terminal de la cuenca. Estas zonas han sido excluidas del área delimitada como Santuario de la Naturaleza, a pedido del Ministerio de Medio Ambiente. Por lo tanto, el uso de suelo resultante describe un uso natural con diferentes formaciones principalmente de matorral (Figura 4-1).

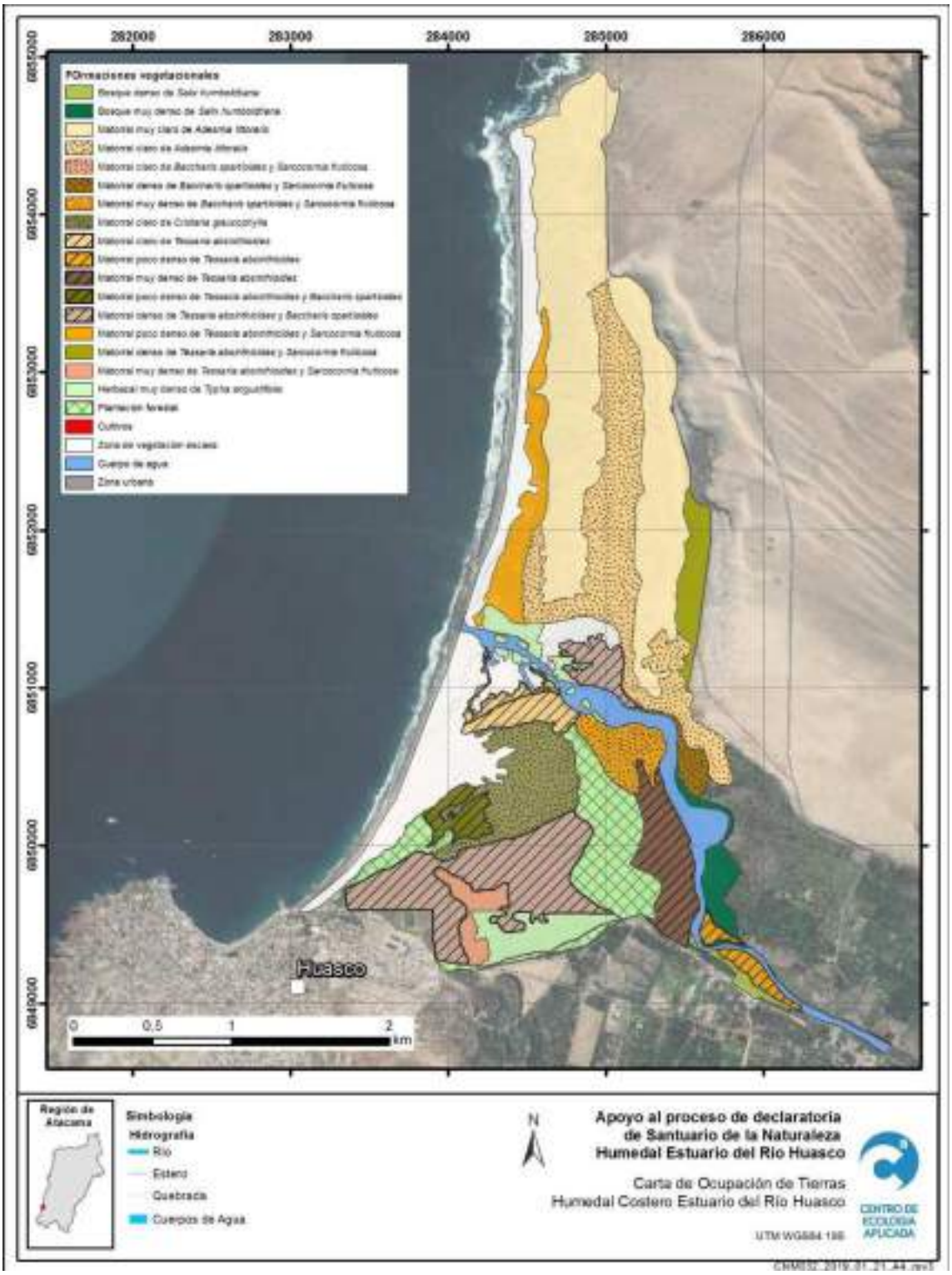


Figura 4-1 COT humedal costero estuario del río Huasco

Fuente: CEA, 2019

Folio019933

5 ZONIFICACIÓN SANTUARIO DE LA NATURALEZA

Una vez georreferenciados los sitios donde los objetos de conservación ecológicos han sido registrados, es posible delimitar un área a modo de asegurar el hábitat para estas especies (Figura 5-1, Figura 5-2).



Figura 5-1 Hábitat para especies dentro del Humedal costero estuario del río Huasco, vista desde mirador al costado de la carretera

Folio019934

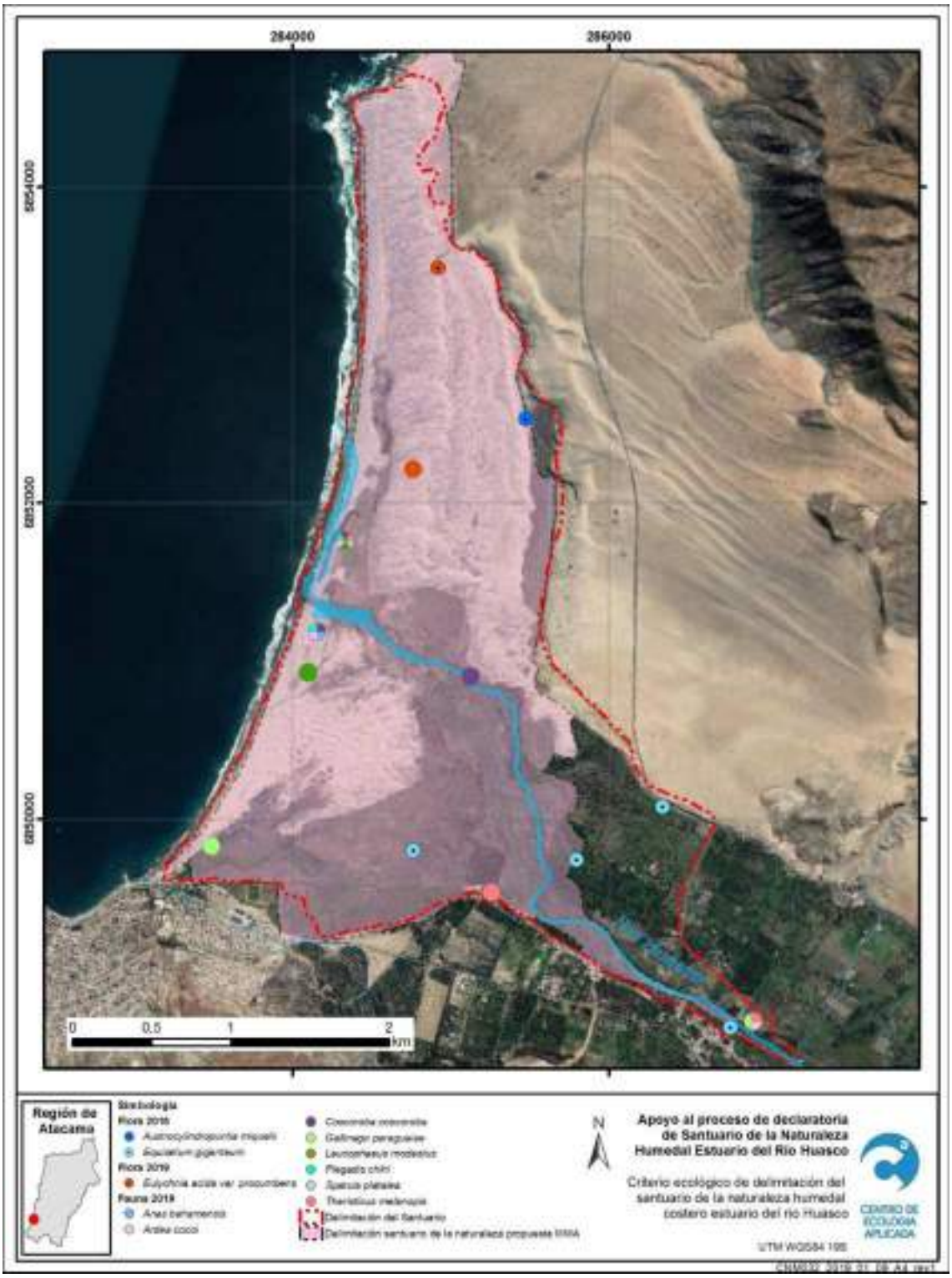


Figura 5-2 Criterio de delimitación ecológica del Santuario de la Naturaleza
Fuente: CEA, 2019

Folio019935

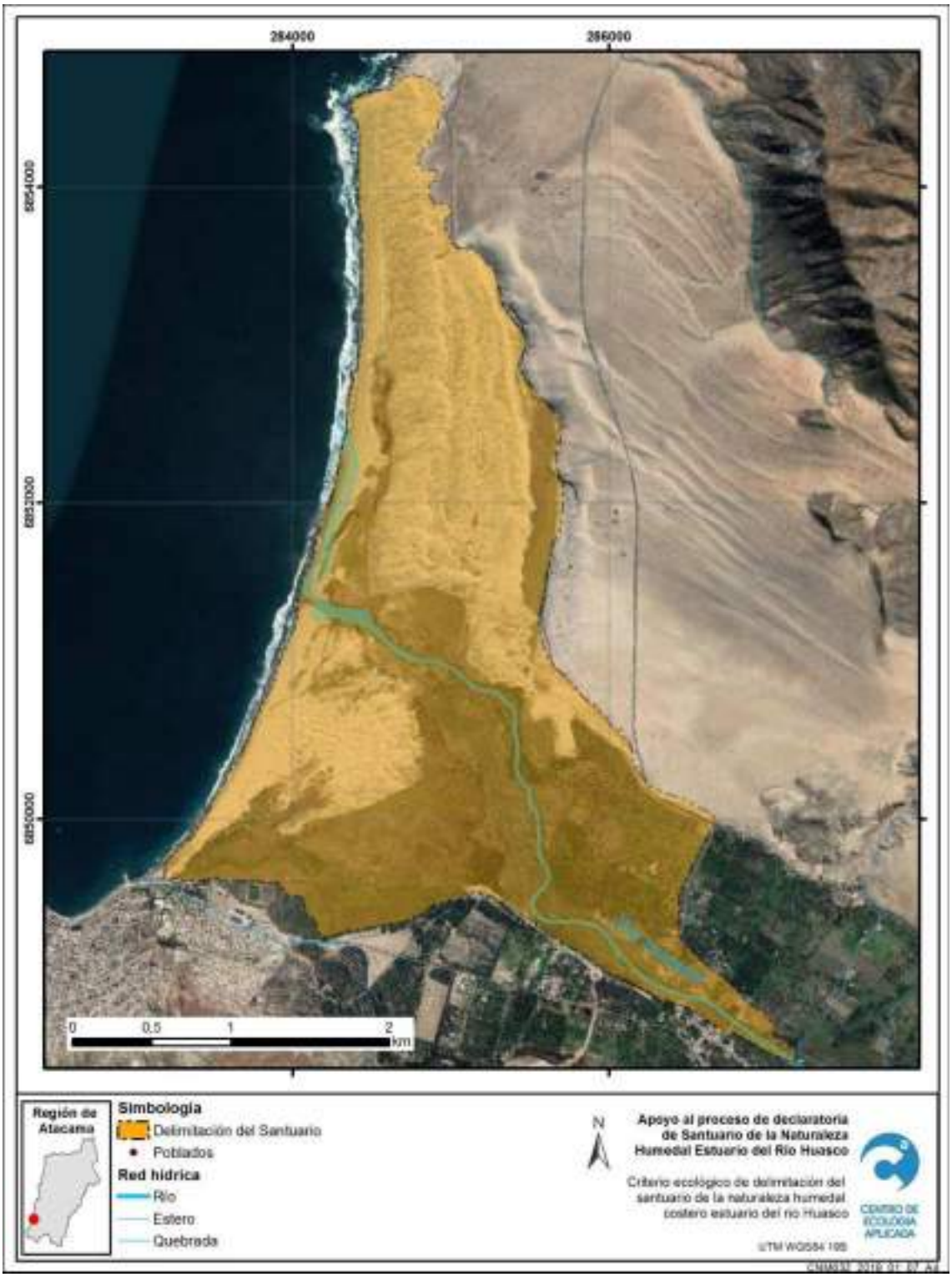


Figura 5-3 Zona delimitada como Santuario de la Naturaleza Humedal costero estuario del río Huasco.

Fuente: CEA, 2019

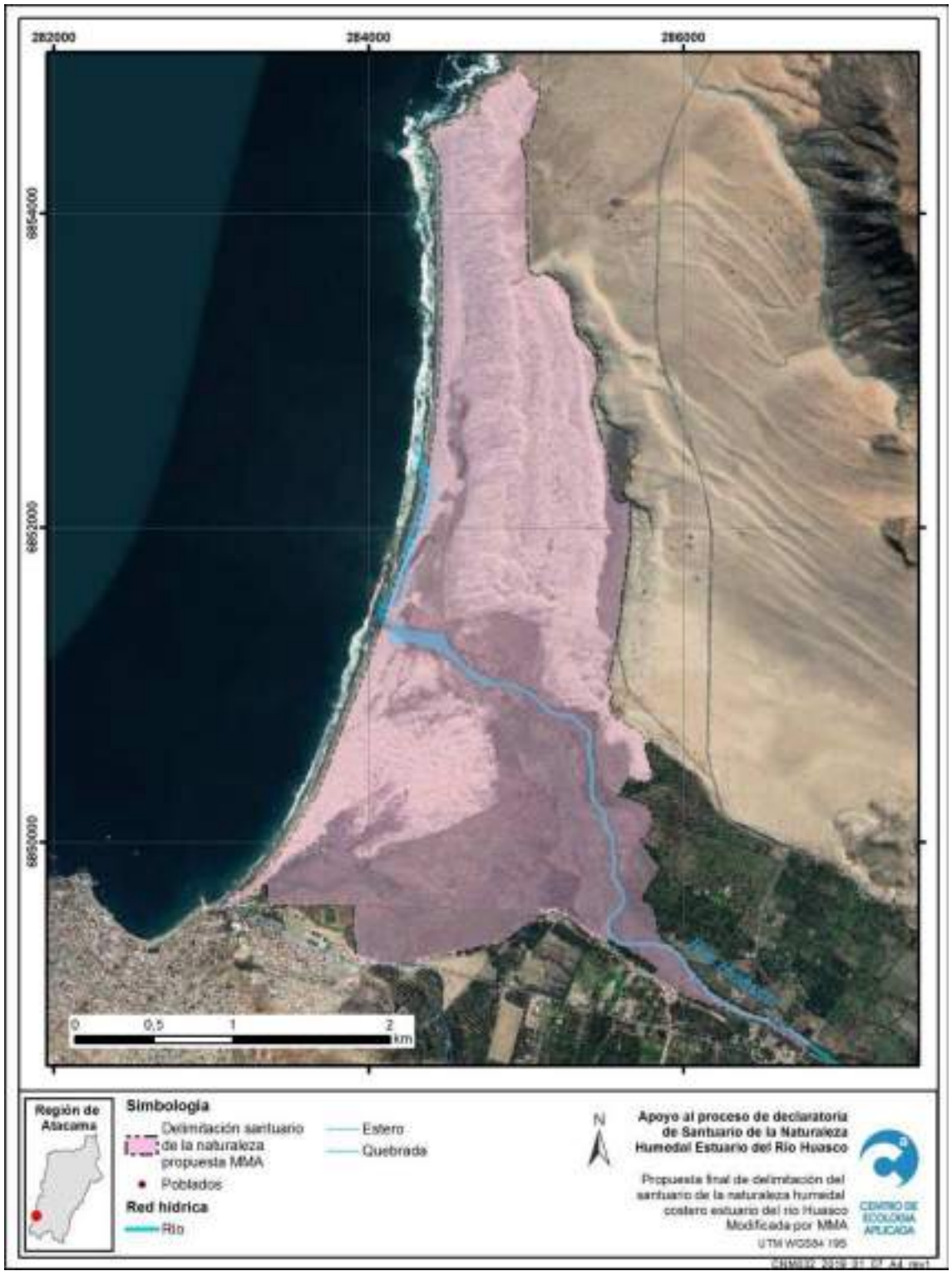


Figura 5-4 Zona corregida por el MMA como Santuario de la Naturaleza Humedal costero estuario del río Huasco.

Fuente: CEA, 2019

Folio019937

6 GESTIÓN DEL SITIO PROPUESTO

La zona delimitada como Santuario de la Naturaleza en el estuario del río Huasco posee propietarios. En Relación con ello se detalla la situación actual del territorio y sus propietarios (Figura 6-1).

6.1 Actualización del estado de propietario/os del sitio postulado como Santuario de la Naturaleza

Los Santuarios de la Naturaleza (SN), según indica la misma ley, son aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios o investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuyas conservaciones sea de interés para la ciencia o para el Estado. Los territorios que postulen a ser declarados SN, el deberán contar siempre con un informe previo del Consejo Monumentos Nacionales, este informe a su vez se desprende de un expediente que deberá extender la institución postulante. Una vez realizada la declaración el sitio de interés quedará bajo la custodia del Ministerio del Medio Ambiente, el cual se hará asesorar para los efectos por especialistas en ciencias.

Respecto a las restricciones del territorio, no se podrá, sin la autorización previa del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), iniciar en ellos trabajos de construcción, excavación, ni desarrollar actividades como pesca, caza, explotación rural o cualquiera otra actividad que pudiera alterar su estado natural. En caso de estar situados en terrenos particulares, sus dueños deberán velar por su debida protección, denunciando ante él SEA los daños que por causas ajenas a su voluntad se hubieren producido en ellos.

A fin de evitar dilatar el proceso de declaración, considerando que los propietarios deben estar de acuerdo con que se lleve a cabo dicho proceso, es que la autoridad opta por lograr primero la conformidad de sus dueños, y luego proceder a su declaratoria. Es por este motivo que la Seremi de Medio Ambiente de Huasco en asesoría del Centro de Investigación aplicada (CEA) han definido necesaria la actualización de los propietarios y sus territorios, con el fin además de contactar a los mismos y sensibilizarlos respecto a la normativa legal y otros alcances de la figura de protección

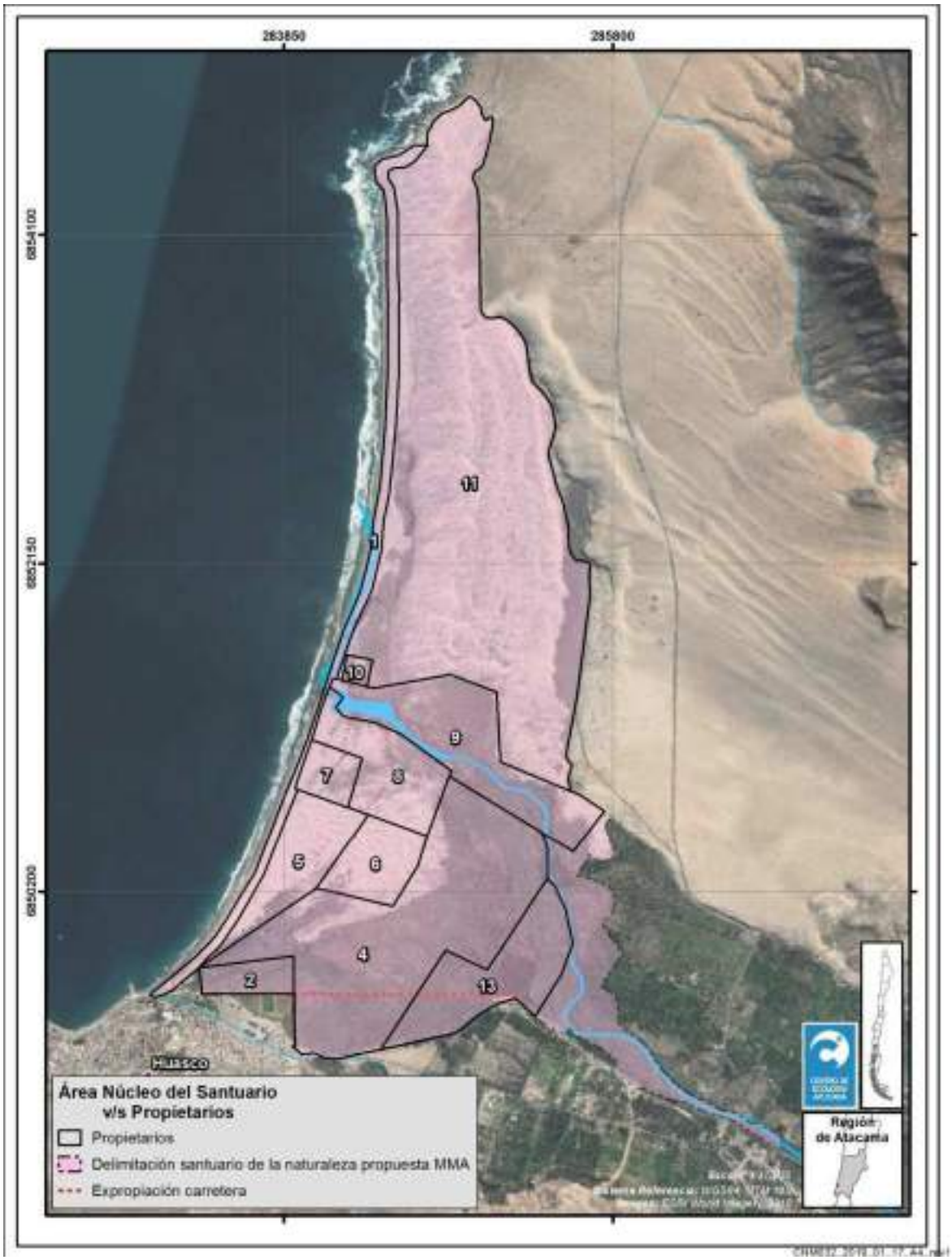


Figura 6-1 Zona Santuario de la Naturaleza y Propietarios del Humedal costero estuario del río Huasco

Fuente: CEA, 2019

Tabla 6-1 Información de los predios existentes en el sector

N° Polígono (Plano)	PREDIO	PROPIETARIO	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2017	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2019	OBSERVACIÓN	ÁREA (m)	ÁREA (Ha)	RESPALDO INSCRIPCIÓN 2019
1	PLAYA DE MAR	BIEN NACIONAL DE USO PÚBLICO (ARTÍCULO 590 DEL CÓDIGO CIVIL). SEGUN DECRETO LEY N ° 340 DE 1960, SU ADMINISTRACIÓN CORRESPONDE A LA AUTORIDAD MARÍTIMA, ÓRGANO DEPENDIENTE DE LA SUBSECRETARÍA DE LAS FUERZAS ARMADAS	Los BNUP no cuentan con inscripción conservatoria.	Se encuentra inscripción en el registro del CBR de Freirina a fojas 33 N°9 de 1977. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	No consta del informe existente que se haya fijado la línea de playa o de más alta marea, lo cual es fundamental para distinguir el bien nacional de uso público de los inmuebles privados colindantes con la costa.	315992,9542	31,599295	ANEXO 1
2		ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	Inscrito a fojas 72 VTA Nº 65 del registro de propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1978.	No cuenta con nuevas inscripciones. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	Sin nuevas anotaciones al margen.	105275,4472	10,527545	ANEXO 2
3		ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	Inscrito a fojas 72 VTA Nº 65 del registro de propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1979.	Respecto al año de la inscripción que se cita en el estudio del año 2017, se refiere al año 1978 no al 1979. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	Sin nuevas anotaciones al margen.	61276,80622	6,127681	ANEXO 2
4		ELBA CALLEJAS MOLINA	Inscrito a fojas 73 Nº 64 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1979.	Fue expropiado el lote N°40-50 colindante con la carretera para la ampliación de la RUTA C-46 VALLENAR HUASCO. Inscripción en CBR a fojas 357 N°263 del 2018.	El terreno expropiado es colindante con la carretera no así con el Humedal. Al margen de la expropiación no tiene nuevas anotaciones.	1364436,578	136,443658	ANEXO 3

N° Polígono (Plano)	PREDIO	PROPIETARIO	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2017	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2019	OBSERVACIÓN	ÁREA (m)	ÁREA (Ha)	RESPALDO INSCRIPCIÓN 2019
5	LOTE N°1	JEANICE GILBERT CONCHA, MARÍA CAROLINA YANQUEZ MERY Y CLAUDIA SANCHEZ YANQUEZ	Inscrito a fojas 218 Nº 191 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1992. A fojas 129 Nº 115 año 2004 existe transferencia de derechos entre los comuneros.	A fojas 118 N°191 del registro de propiedades del CBR de Freirina del año 1992 adquirieron en partes iguales la propiedad (33,3 % cada uno) Florencio Sánchez Espejo, María Carolina Yanquez Mery y Jeanice Gilbert Concha. A fojas 129 N°115 del año 2004 existe una transferencia de derechos de Florencio Sánchez Espejo a Claudia Sánchez Yánquez. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	En la actualidad son propietarias del inmueble Carolina Yanquez Mery, Jeanice Gilbert Concha y Claudia Sánchez Yánquez, cada una dueña del 33,3% de la totalidad del inmueble. Sin nuevas anotaciones al margen.	294179,9531	29,417995	ANEXO 4
6		ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	Inscrito a fojas 72 VTA Nº 65 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1978.	La inscripción corresponde a un inmueble de propiedad de la Municipalidad de Huasco. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	En el estudio del 2017 se señalaba como propietario a la Municipalidad de Freirina, revisada la inscripción conservatoria y de acuerdo con certificado entregado por la Municipalidad de Freirina se concluye que el inmueble no es de la Municipalidad de Freirina. Sin nuevas anotaciones al margen.	209852,3568	20,985236	ANEXOS 2 y 5.
7	LOTE 2-A	ELBA CALLEJAS MOLINA	Inscrito a fojas 58 Nº 46 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 2001.	Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	Sin nuevas anotaciones al margen.	99067,5278	9,906753	ANEXO 6

N° Polígono (Plano)	PREDIO	PROPIETARIO	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2017	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2019	OBSERVACIÓN	ÁREA (m)	ÁREA (Ha)	RESPALDO INSCRIPCIÓN 2019
8		ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	Inscrito a fojas 72 VTA Nº 65 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1978.	La inscripción citada en el estudio del 2017 corresponde a un inmueble de propiedad de la Municipalidad de Huasco. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	En el estudio del 2017 se señalaba como propietario a la Municipalidad de Freirina, revisada la inscripción conservatoria y de acuerdo con certificado entregado por la Municipalidad de Freirina se concluye que el inmueble no es de la Municipalidad de Freirina. Predio 6 y 8 se encuentran en la misma situación. Sin nuevas anotaciones al margen.	326017,6943	32,601769	ANEXO 2 y 5.
9		CATHERINNE SCHASUSS STONE. LUIS LEONEL HERACLIO POBLETE (FALLECIDO), LO SUCEDEN UBE LAURA ROSAS ENRIQUE Y LEONEL ARTURO POBLETE CODUTTI	Inscrito a fojas 56 N° 43 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 2009. Especial de herencia N° 417 N° 361 de 2014.	A fojas 56 N° 43 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 2009 adquirieron en partes iguales la propiedad el fallecido y Catherine Schasuss. Posteriormente existe una inscripción especial de herencia de Don Luis Leonel Heraclio Poblete donde le suceden su conyugue Ube Laura Rosas Enrique y su hijo no matrimonial Leonel Arturo Poblete Codutti. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	El título que dio origen al predio está inscrito a foja 146 Nº 132 del año 1996. Resolución Administrativa N° 343 de 10 de septiembre de 1996. Rol de avalúo 141-1. Plano: III – 3 – 3--987 S.R Superficie: 81,70. Catheninne Shasuss es la propietaria del 50% de la propiedad. Sin nuevas anotaciones al margen.	567232,0613	56,723206	ANEXO 7 y 8.

N° Polígono (Plano)	PREDIO	PROPIETARIO	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2017	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2019	OBSERVACIÓN	ÁREA (m)	ÁREA (Ha)	RESPALDO INSCRIPCIÓN 2019
10		GONZALO PÉREZ APARECE REGISTRADO COMO PRESUNTO DUEÑO DE ACUERDO CON LO QUE SEÑALA INFORME DE PROPIETARIOS GAC 2007.	Revisado índice de propietarios del CBR de Freirina desde 1996, no se pudo identificar inscripción a nombre de Gonzalo Pérez.	Se constata que la propiedad no tiene ninguna inscripción posterior al año 2017 en el CBR de Freirina.	Según informe GAC 2007, dicho informe tendría origen por proceso de regularización del Ministerio de Bienes Nacionales por DL 2695. Revisado no hay rol registrado en planos Servicio Impuestos Internos. Al parecer el presunto propietario obtuvo el inmueble por procesos de regularización, pero este no fue inscrito en CBR de Freirina.	23868,33441	2,386833	Sin inscripción
11	ESTANCIA ZULETA AVALOS.	AGRICOLA ESTANCIA MAR Y TIERRA LTDA. E INMOBILIARIA LOS CURIS SOCIEDAD ANONIMA.	El inmueble está inscrito a fojas 25vta. Nº 23 del registro de 1960.	El 21 de junio de 2011 inscribió el 50% de la propiedad la Agrícola Estancia Mar y Tierra Ltda., quien adquirió de la sesión de derechos proveniente de la sucesión Grez Zuloaga. A fojas 334 N°259 de 2011, inscribió el 50% de la propiedad Cristina Alexandra Lisboa Magalhaes quien adquirió en virtud de la sesión de derechos que le realizó Virginia Otto de Vich. Transferencia de dominio del 50% de la propiedad a Inmobiliaria Los Curis a fojas 19 N° 16 del 2014.	En la actualidad en este predio existe una comunidad entre la Agrícola Estancia Mar y Tierra Ltda. e Inmobiliaria Los Curis, cada uno posee 50% de la propiedad.	3094048,334	309,404833	ANEXOS 9, 10 y 11

N° Polígono (Plano)	PREDIO	PROPIETARIO	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2017	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2019	OBSERVACIÓN	ÁREA (m)	ÁREA (Ha)	RESPALDO INSCRIPCIÓN 2019
12	FUNDO EL PORVENIR O LA CACHINA	FRESIA DEL CARMEN CALLEJAS ARAYA, MARÍA JULIETA CALLEJAS ARAYA, GRACIELA DEL CARMEN CALLEJAS ARAYA, MARGARITA ARANZAZU CALLEJAS ARAYA, EDITH DEL CARMEN CALLEJAS ARAYA, OLGA FILOMENA CALLEJAS ARAYA, VALENTINA DEL CARMEN CALLEJAS ARAYA, ELBA DE LAS MERCEDES CALLEJAS ARAYA, PASTORIZA LILIANA DEL ROSARIO CALLEJAS ARAYA, HERNÁN PAULINO CALLEJAS ARAYA Y FRESIA DE LAS MERCEDES ARAYA BARAHONA.	Revisados registros de propietarios del CBR de Freirina desde 1996, no se encontró registrado el propietario don Luis Hernán Callejas. Rol SII 141-2.	Inscripción especial de herencia de don Luis Hernán Callejas a fojas 220 N°207 de 1988.	A diferencia de los resultados del estudio del 2017 se establece que son propietarios la comunidad formada de la sucesión de Don Luis Hernán Callejas, respecto de todos los bienes del fallecido, incluyendo esta propiedad. Cabe señalar que su cónyuge doña Fresia de las Mercedes Araya Barahona falleció, por lo que sus bienes son heredados por los hijos en común con Luis H. Callejas.	491761,6045	49,17616	ANEXO 12
13		ELBA CALLEJAS MOLINA	Inscrito a fojas 73, N° 64, del año 1979.	Fue expropiado el lote N°40-50 colindante con la carretera para la ampliación de la RUTA C-46 VALLENAR HUASCO. Inscripción en CBR a fojas 357 N°263 del 2018.	El terreno expropiado es colindante con la carretera no así con el Humedal. Al margen de la expropiación no tiene nuevas anotaciones.	426983,6322	42,698363	ANEXO 3

Respecto al predio Playa de mar, ***Polígono N°1,*** se encuentra inscripción en el registro del CBR de Freirina a fojas 33 N°9 de 1977, correspondiente a un Bien Nacional de Uso Público y administrado por la Gobernación Marítima. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio, respecto del estudio anterior se encontró la inscripción solicitada por el Fisco en el CBR de Freirina el año 1977 (Tabla 6-1).

Los predios pertenecientes a la Ilustre Municipalidad de Huasco, ***Polígonos N°2 y N°3*** no cuentan con nuevas inscripciones posteriores al estudio del 2017 y no existen transferencias de dominio en estos territorios. Sin embargo, en el Polígono N°3 se detecta un error en el año de inscripción, ya que se cita en el estudio del año 2017 el año 1979 debiendo referirse al año 1978 (Tabla 6-1).

El **Polígono N°4**, perteneciente a Elba Callejas Molina, inscripción en CBR a fojas 357 N°263 del 2018, fue expropiado en parte, específicamente el lote N°40-50 ubicado entre Km 43,91922 al Km 44,16320, colindante con la carretera, para la ampliación de la RUTA C-46 VALLENAR HUASCO, lo anterior mediante decreto expropiatorio 827 del 27 de septiembre de 2016. La propiedad expropiada fue inscrita a nombre del Fisco en el registro del CBR de Freirina con fecha 11 de junio de 2018. Respecto al proceso de expropiación, este fue conforme a derecho según Rol B 2413 2016 del 1° Juzgado de Letras de Copiapó. Cabe señalar que en informe anterior del año 2017 no se hace alusión a esta expropiación (Tabla 6-1).

En el año 1992 el ***Polígono N°5*** según la inscripción a fojas 118 N°191 del registro de propiedades del CBR de Freirina, adquirieron en partes iguales la propiedad (33,3 % cada uno) Florencio Sánchez Espejo, María Carolina Yánquez Mery y Jeanice Gilbert Concha. Posteriormente a fojas 129 N°115 del año 2004 existe una transferencia de sus derechos sobre la propiedad de Florencio Sánchez Espejo a Claudia Sánchez Yánquez (Tabla 6-1).

Respecto a lo anterior, el estudio 2017 sólo hacía referencia a una transferencia en el año 2004 entre comuneros, lo cual no es preciso, puesto que quien adquirió los derechos de Don Florencio Sánchez fue un tercero ajeno a la comunidad, Doña Claudia Sánchez Yánquez.

Respecto a los ***Polígonos N°6 y N°8***, inscrito a fojas 72 Nº 65 del Registro de Propiedad del CBN de Freirina el año 1978, se desprende que ambas propiedades pertenecen a la Municipalidad de Huasco. En el estudio del 2017 se señalaba como propietario a la Municipalidad de Freirina, revisada la inscripción conservatoria y de acuerdo con certificado entregado por la Municipalidad de Freirina se concluye que el inmueble no es de la Municipalidad de Freirina. Con fecha 16 de febrero de 2017, el departamento de Jurídico de la Municipalidad de Freirina, informó este error a la Seremi de Medio Ambiente mediante correo electrónico que se adjunta en el ANEXO 5. Además de lo anterior no existen nuevas anotaciones al margen (Tabla 6-1).

La segunda propiedad en la nómina a nombre de Elba Callejas Molina, ***Polígono N°7***, inscrita a fojas 58 Nº 46 del Registro de Propiedad del CBR de Freirina del año 2001, no presenta transferencias de dominio ni anotaciones al margen posteriores al estudio del 2017.

El ***Polígono N°9*** a nombre de Catherinne Schasuss Stone a fojas 56 N°43 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 2009 adquirieron en partes iguales la propiedad el fallecido y Catherine Schasuss. Posteriormente existe una inscripción especial de herencia de Don Luis Leonel Heraclio Poblete donde le suceden su conyugue Ube Laura Rosas Enrique y su hijo no matrimonial Leonel Arturo Poblete Codutti (Tabla 6-1).

Cabe mencionar que Catherine Schasuss es propietaria del 50% de la propiedad, lo cual no fue determinado en el estudio del 2017.

Gonzalo Pérez aparece registrado como presunto dueño del ***Polígono N°10****, de* acuerdo con lo que señala informe 2017**.** Sin embargo, y de acuerdo con lo registrado en el mismo informe, se constata que la propiedad no tiene ningún tipo de inscripción en el CBR de Freirina. Al parecer, el presunto propietario obtuvo el inmueble por procesos de regularización, pero este no fue inscrito en CBR de Freirina. Verificada esta información en Servicio de Impuestos Internos, este tampoco presenta ROL registrado.

La estancia Zuleta Avalos, ***Polígono N°11,*** perteneciente en un inicio a Virginia Otto de Vich Vásquez y Sucesión Grez Zuloaga, sufrió diversas modificaciones en sus propietarios. Por una parte, Virginia Otto de Vich transfirió el 50% de sus derechos a Cristina Alexandra Lisboa Magalhaes, quien a su vez en el 2011 y el 2014, le cedió la totalidad de sus derechos a Inmobiliaria Los Curis. Por otra parte, la sucesión Grez- Zuloaga le cedió la totalidad de sus derechos a la Agrícola Estancia Mar y Tierra Ltda., quedando de esta forma como comuneros a los últimos y la Inmobiliaria Los Curis.

Respecto del estudio del 2017, se estableció que existía una comunidad entre Virginia Otto de Vich y la sucesión Grez Zuloaga, lo cual, de acuerdo con esta investigación y las inscripciones anexas, queda en evidencia que esta situación cambió puesto que desde el 2014 existe una nueva comunidad.

El Fundo Porvenir, ***Polígono N°12***, perteneciente a Don Luis Hernán Callejas (difunto), posee una inscripción especial de herencia a fojas 220 N°207 de 1988, el cual no fue encontrado en el levantamiento del año 2017. En la inscripción, además se identifica a los diez herederos del terreno, que corresponden a los hijos de Don Luis Hernán Callejas y su cónyuge Fresia de las Mercedes Araya Barahona. Cabe mencionar que parte del fundo se mantiene como comunidad, y otra parte fue loteada, sin embargo, los propietarios siguen siendo todos los hijos de Luis Hernán Callejas mencionados anteriormente.

Folio019946

La tercera propiedad en la nómina a nombre de Elba Callejas Molina, ***Polígono N°13***, presenta la misma condición que el *Polígono N°4*. El terreno expropiado es colindante con la carretera no así con el Humedal. Al margen de la expropiación no tiene nuevas anotaciones (Tabla 6-1).

Folio019947

6.2 Contacto con propietarios y su apoyo a la declaración del Santuario de la Naturaleza

A continuación en la Tabla 6-2 y Figura 6-2 se muestra la información acerca de los propietarios existentes en el estuario Huasco.

Tabla 6-2 Estatus propietarios del humedal costero Huasco

PROPIETARIO	ESTADO	CONTACTOS Ver en Anexo	CARTA
PLAYA DE MAR	Bien nacional de uso público (artículo 590 del código civil). Según decreto ley N° 340 de 1960, su administración corresponde a la autoridad marítima, órgano dependiente de la subsecretaría de las fuerzas armadas.		Se cuenta con una carta de apoyo para control y fiscalización del borde costero.
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	Luego de una reunión con el Alcalde Sr. Rodrigo Loyola Morenilla firmó carta de conformidad.		Se cuenta con Carta de Conformidad.
ELBA CALLEJAS MOLINA	La señora Elba está diagnosticada con Alzheimer, su hija Paola Baraquis es quien tiene el poder para tramitar las cosas de su madre. Se sostuvo una reunión con dos hijos de la Sra. Elba y en principio quieren que el sitio sea una Santuario de la Naturaleza. Se les envió toda la información a través de correo electrónico. Luego de varios llamados telefónicos se logra contar con la carta de conformidad la que fue enviada vía correo electrónico.		Se cuenta con Carta de Conformidad.
JEANICE GILBERT CONCHA Y MARÍA CAROLINA YANQUEZ MERY	Se buscó información en dependencias de la municipalidad, a través de redes sociales y se le consultó al abogado del Juzgado de Policía Local y no encontramos datos de estas personas.		
CATHERINNE SCHASUSS STONE Y LUIS LEONEL HERACLIO POBLETE (FALLECIDO) LO SUCEDEN UBE LAURA ROSAS ENRIQUE Y LEONEL ARTURO POBLETE CODUTTI	La Sra. Schasuss Stone participó de la reunión de propietarios junto a su abogada, quienes iban a manifestar su decisión, a la fecha aún no responden. Se contactó a Leonel Poblete Codutti, quien manifiesta interés en que el sitio sea protegido como quería su padre. A todos se les envía información para firmar carta de conformidad, pero a la fecha no hemos recibido respuestas. Se sostuvo en enero una reunión con Leonel Poblete, quien está de acuerdo con que el sitio sea parte		

Folio019948

PROPIETARIO	ESTADO	CONTACTOS Ver en Anexo	CARTA
	de un santuario de la naturaleza. Él no tiene contacto con los otros herederos, los tres (Laura e hijos) viven en Australia. Como dato extra, Laura Rosas y Luis Poblete se divorciaron en Australia, este trámite nunca fue ratificado en Chile, por ello que ella aparece como heredera en este sitio.		
GONZALO PÉREZ APARECE REGISTRADO COMO PRESUNTO DUEÑO DE ACUERDO CON LO QUE SEÑALA INFORME DE PROPIETARIOS GAC 2007.	Revisado índice de propietarios conservador de bienes raíces de Freirina desde 1996, no se pudo identificar inscripción a nombre de Gonzalo Pérez. Consultando no se obtienen datos de este propietario.		
AGRICOLA ESTANCIA MAR Y TIERRA LTDA. E INMOBILIARIA LOS CURIS SOCIEDAD ANONIMA.	Se buscó información en dependencias de la municipalidad, a través de redes sociales y se le consultó al abogado del Juzgado de Policía Local y no encontramos datos de estas personas.		
LUIS HERNÁN CALLEJAS	Este propietario Falleció dejando a 10 hijos como herederos de este sitio. En reunión con propietarios participaron dos hijas de este grupo. Se les envió información, pero a la fecha aún no recibimos ninguna respuesta.		

Folio019949

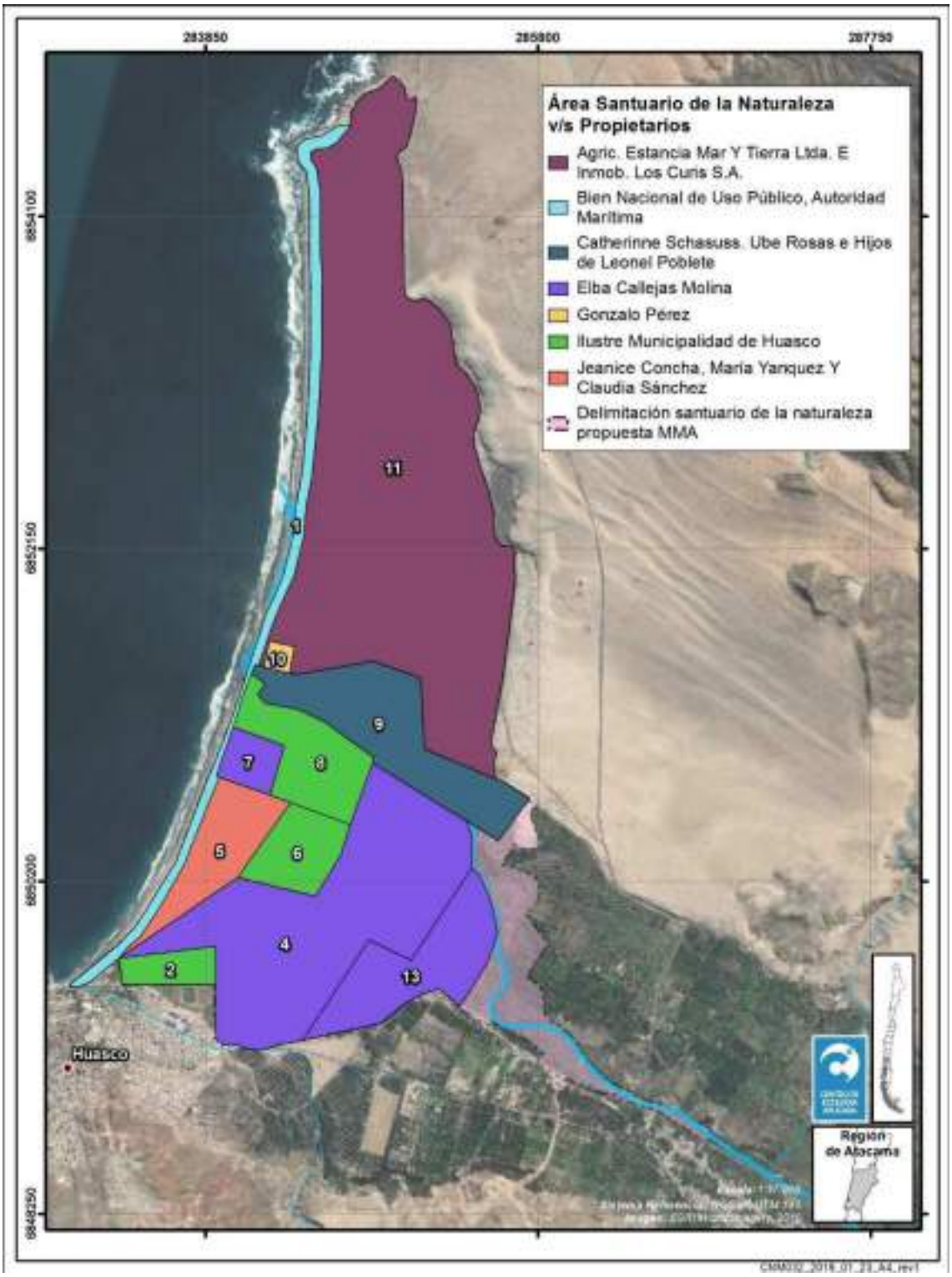


Figura 6-2 Propietarios del humedal Estuario del río Huasco 2019

Folio019950

6.3 Plan de Manejo

El Plan de Manejo corresponde a los lineamientos de uso para la conservación. Ello se ve a través del ordenamiento del territorio basado en zonas de mayor y menor uso y en ellas la generación de medidas que protejan a nuestros objetos de conservación de la amenazas principales y reconocidas por la comunidad.

6.3.1 Área y zonificación considerada en el plan de manejo

En el humedal se han definido tres zonas, con el objeto de facilitar el manejo y gestión del área postulada como Santuario de la Naturaleza (ver Anexo 9.1). Su distribución espacial se presenta en la Figura 6-3.

Un primer sector o zona núcleo fue definida en base a cuerpo de agua y su ribera, componente estructurador del ecosistema. Además de situarse aquí especies definidas como OC. La zona núcleo abarca 222,08 ha y sus límites son aguas arriba, a 500 metros posterior al puente Huasco Bajo (C-470), para descender por el río hasta el área de rompimiento de la barra de arena, donde el rio evacua hacia el mar. Esta zona es considerada hábitat de especies de aves acuáticas, peces, crustáceos y otros. El margen lateral, en relación con el río, incluye planicie ribereña con presencia de especies vegetales nativas, hábitat para aves principalmente

La zona de amortiguación (533,22 ha) extiende la zona núcleo incluyendo campos dunares consolidados, condición geomorfológica fundamental para el desarrollo del humedal y su dinámica hidrológica. Del mismo modo, la zona incluye hábitats de especies consideradas OC.

La zona de transición es amplia (21601,93 ha) e incluye los márgenes de la sub cuenca del río Huasco (199)(ver mapa Figura 3-4) , en consideración que el ecosistema costero es un reflejo del comportamiento de la cuenca, la cual funciona de manera conectada y todo el evento que ocurren en la zona alta finalmente afectan positiva o negativamente el estado ambiental de la desembocadura.

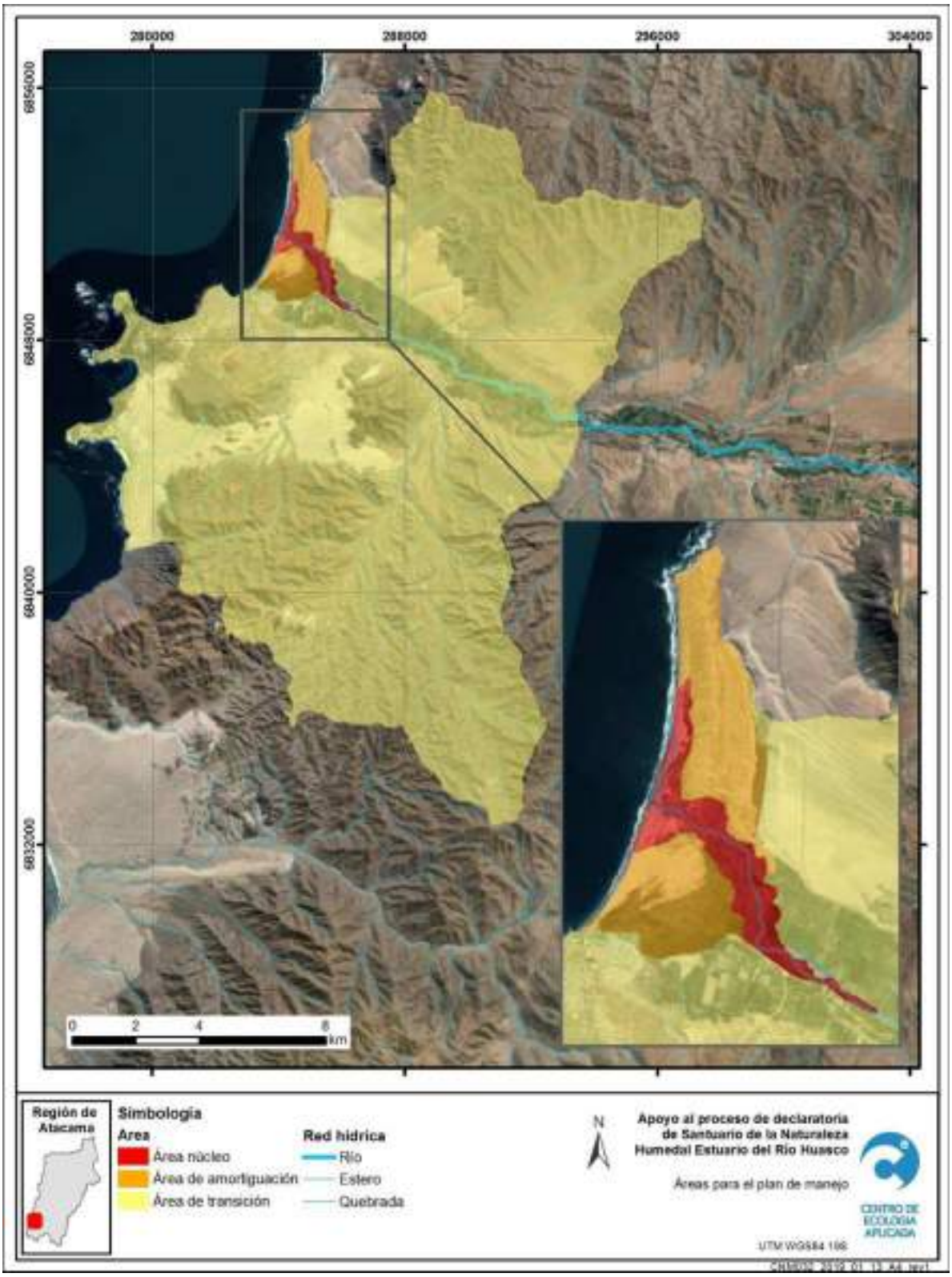


Figura 6-3 Zonificación para Plan de Manejo Humedal costero Estuario del río Huasco
Fuente: CEA, 2019

Folio019952

6.3.2 Vinculación comunitaria

Uno de los temas frecuentes en los talleres y encuestas realizadas en Huasco, es la poca frecuencia de visita de la comunidad al humedal. Las personas adultas (>50 años) hablan de visitas hace más de 5 años y los más jóvenes lo han visitado en alguna excusión programada. Esto ocurre principalmente por la lejanía de la desembocadura caminando por la playa y por no existir una ruta habilitada para transitar por el lugar desde otro punto de la comuna. En este sentido, se propone la construcción de un sendero como medida de vinculación de la comunidad con el ecosistema, facilitando el acercamiento a un área de alto interés para los huasquinos.

6.3.2.1 Instauración de sendero

La principal medida física propuesta en este plan de manejo es crear una ruta de transito establecida dentro del humedal mediante un sedero “elevado” que dirige hacia la zona media de la desembocadura (Fotografía 6-1; Figura 6-4). El sendero se proyecta desde un sector de ingreso de vehículos para comenzar a caminar de manera segura y regulada.



Fotografía 6-1 Ejemplo de sendero elevado (Ex: Conaf, 2019)

6.3.3 Control de amenazas

6.3.3.1 Para disminuir los residuos

La implementación del sendero como se detalla en la figura permite en la misma ruta instalar contenedores de basura en el punto de inicio del sendero (punto limpio). En este mismo lugar se propone instalar un letrero que indique las ventajas del manejo de residuos y con ello incentivar a las personas a depositar su basura en contenedores para residuos orgánicos, plásticos, latas y vidrios (Figura 6-3).



Fotografía 6-2 Ejemplo de contenedores en punto limpio



Figura 6-4 Plan manejo en el área propuesta como Santuario de la Naturaleza

6.3.3.2 Para proteger especies de aves y sus huevos

La elevación del sendero permitirá que las personas transiten libremente sin interferir en la biodiversidad ni sus ciclos reproductivos, ya que muchas especies se refugian entre hierbas y matorrales para tener sus crías y son difíciles de identificar a simple vista. Además de ello el sendero permitirá el tránsito de personas con limitaciones de desplazamiento. Es decir, se propone el sendero también como una ruta de inclusión para la comunidad de Huasco y de todo aquel que visite el lugar (Fotografía 6-3).



Fotografía 6-3 Ejemplo de sendero inclusivo (Ex: Teletón, 2019)

6.3.3.3 Para promover el turismo

Conforme a las sugerencias de la comunidad se sugiere la instauración de una oficina informativa respecto a las características del Santuario de la Naturaleza. Conforme a la propuesta de Plan de Manejo se propone la instalación de una caseta informativa junto a un sitio de estacionamiento que considera la instalación de servicios sanitarios y sitios de sombra para visitantes (Figura 6-4).

Junto con ello y para incentivar la visita al lugar se sugiere instalar uno o más miradores (Fotografía 6-4) complementarios al sendero, de modo que las personas puedan ver con ayuda de binoculares las especies presentes en la zona costera.

Folio019956



Fotografía 6-4 Ejemplo de mirador de especies avifauna

6.3.3.4 Para control de perros asilvestrados

Al igual que lo detallado en el informe CEA (2017) se sugiere realizar actividades asociadas a la ley sobre tenencia responsable de mascotas y animales de compañía (Ley 21.020) como las ya realizadas por la municipalidad de Huasco (Fotografía 6-5). Con esto se podrá regular la presencia de perros que ingresan libremente al humedal y que matan aves y comen huevos. Además de ellos se sugiere instalar un refugio para perros vagos, incentivando la adopción y cuidado del medio ambiente.



Fotografía 6-5 Campaña de esterilización municipalidad de Huasco

6.3.4 Educación y sensibilización

Uno de los temas más nombrados en los talleres comunitarios, fue la falta de educación ambiental y el poco conocimiento del humedal costero. Por este motivo, la implementación de zonas que faciliten la llegada, estadía y desplazamientos dentro y en las cercanías del Santuario de la Naturaleza facilitarán involucrar a la comunidad con el ecosistema y a su vez poder dar charlas educativas mediante visitas guiadas. Junto con ello, se sugiere implementar una sala para dar charlas de educación ambiental en el sitio de llegada al Santuario (Figura 6-4; Fotografía 6-6).



Fotografía 6-6 Ejemplo de Sala educativa Santuario de la Naturaleza

6.3.5 Para aumentar la vigilancia

Junto con el sendero, se propone tener horarios de ingreso. Ello permitirá regular las visitas al humedal en un horario familiar. Para su control se sugiere tener vigilantes que puedan recorrer el sendero en horas en que el lugar permanezca cerrado. A modo de dar aviso de la presencia de algún tipo de persona o elemento perturbador. Se propone tener zonas de mayor elevación para mejorar la visibilidad del vigilante.

6.3.6 Monitoreo y evaluación de los objetos de protección

Para establecer el éxito de las medidas de gestión propuestas, debemos trabajar con indicadores, los que revelaran el estado de nuestro objeto de conservación. Para ello, deben existir un seguimiento que se detalla a continuación:

Tabla 6-3 Establecimiento de indicadores y monitoreo para los objetos de conservación del Santuario de la Naturaleza

Objeto de conservación	Objeto de conservación especifico	Indicador	monitoreo	Frecuencia
Bióticos				
Avifauna	*Coscoroba* *Plegadis chihi* *Cygnus melancoryphus* *Spalacopus cyanus* *Spatula platalea* *Gallinago paraguaiae* *Liolaemus platei*	Disminución en la riqueza y/o abundancia	Estacional	2 a 4 veces al año en períodos contrastantes

Folio019958

Objeto de conservación	Objeto de conservación especifico	Indicador	monitoreo	Frecuencia
Flora	*Adesmia littoralis* (LR) *Eulychnia acida var. procumbens* (RCE) *Salix humboldtiana* (LR) *Senecio almeidae* (LR)	Reducción de cobertura, disminución de la riqueza.	Estacional	COT 1 vez al año riqueza 1 a 2 veces al año en periodos contrastantes Incluyendo siempre primavera
Biota acuática	*Cryphiops caementarius* *Mugil cephalus*	Disminución en la riqueza y/o abundancia	Estacional	2 a 4 veces al año en períodos contrastantes
Abióticos				
Agua	Calidad y disponibilidad hídrica	-Reducción en la Calidad conforme a lo indicado por la NCh1333 of78. -Medición de caudal	Estacional	-2 a 4 veces al año en períodos contrastantes. -Monitoreo constante en zona cercana a la desembocadura (estación)

6.3.7 Evaluación y seguimiento del plan de manejo

6.3.7.1 Monitoreos y recomendaciones para la conservación de la Fauna terrestre

El presente plan de manejo ambiental permitirá conocer las dinámicas temporales y establecer criterios frente a potenciales perturbaciones o cambios que ocurran en el ecosistema, de manera de informar y actuar de forma rápida, base clave para la adaptabilidad del Plan de Manejo.

El seguimiento respecto a la fauna terrestre será realizado en base la riqueza y abundancia de los objetos de conservación.

(i) La cantidad de especies (riqueza) y la cantidad de individuos (abundancia) dan cuenta de la biodiversidad de un ecosistema, por lo tanto, corresponden a variables claves a medir. Esto, considerando todos los grupos taxonómicos: aves, anfibios, reptiles y mamíferos.

El seguimiento de estas variables se realizará mediante transectos de observación, en los cuales consisten en el recorrido pedestre del lugar registrando tanto evidencias directas (visual) como indirectas (fecas, huellas, restos óseos, etc.…). El largo corresponde a 200 metros y los puntos se deben corresponder a los 7 caracterizados en el presente informe. La frecuencia del seguimiento es semestral, para así observar la variación temporal tanto de la riqueza como de la abundancia.

El indicador corresponde a evitar la disminución de la riqueza global de especies (considerando todos los grupos taxonómicos) por debajo del mínimo registrado (13 especies).

(ii) Los objetos de conservación específico corresponden a especies de fauna que tienen especial interés de conservación por presentar un mayor riesgo ante la alteración de parámetros del ecosistema. Fueron identificadas 14 especies como objetos de conservación (8 aves, dos mamíferos y tres reptiles, un anfibio), en las cuales se hará especial énfasis en el plan de seguimiento.

El seguimiento se realizará mediante los transectos de observación mencionados en el punto (ii), registrándose nidos, polluelos/crías y grupos familiares de las aves, con el fin de identificar si la población se mantiene reproduciéndose en el humedal. Respecto a mamíferos y reptiles se registrará la cantidad y uso de madrigueras u otros refugios. En cuanto a la especie de anfibio, estas deben ser registradas en cualquier etapa de desarrollo (larva, juvenil, adulto) y observar la afectación de su hábitat. La frecuencia del seguimiento es semestral (variación temporal).

El indicador corresponde a la presencia de individuos de las 14 especies definidas como objetos de conservación específico. Si no se registran durante dos años seguidos se deberán estudiar los posibles factores del abandono del lugar, considerándose además la baja frecuencia de registros de algunas especies.

6.3.7.2 Monitoreos y recomendaciones para la conservación de biota acuática

El seguimiento de la fauna acuática y semiacuática será realizado en base la riqueza y abundancia de los objetos de conservación.

Para los peces se realizará un seguimiento estacional, como mínimo 2 veces al año. En cada monitoreo se podrán redes que durante el día y la noche para registrar la riqueza y abundancia de especies de un modo no invasivo y que permita devolver los peces con vida a su medio natural.

La mantención de la riqueza y abundancia de especies será el indicador de éxito,

Para los crustáceos decápodos definidos como objetos de conservación se establecerá un recorrido pedestre por la ribera del río Huasco, con búsqueda de cuevas y especies que transiten desde el medio acuático al terrestre. La riqueza y abundancia serán el indicador. Del mismo modo, se considera medir los ejemplares y detallar su tiempo reproductivo para definir el estado poblacional.

Esto se debe hacer estacionalmente como mínimo 2 veces al año en periodos contrastantes.

6.3.7.3 Monitoreos y recomendaciones para la conservación de la flora y vegetación.

El monitoreo de flora se enfocará, por una parte, a la riqueza y abundancia de especies vegetales nativas establecidas en la ribera y, por otra parte, a la riqueza y/o abundancia de especies objeto de conservación presentes en la zona. Para ello se propone la instalación de transectos permanentes para registrar la abundancia y riqueza de especies bajo el método de Point-Quadrat, transectos de 15 metros.

- Método Point-Quadrat

Especialmente en formaciones herbáceas, como praderas, pastizales o bofedales, en las que resulta de mayor utilidad el uso del método de point-quadrat. Este método es bastante simple, y consiste en la evaluación de contactos en 100 puntos, espaciados regularmente dentro de un transecto de largo definido (p.e. 50 m), utilizando para esto una varilla fina o alambre. La proporción del largo total del transecto interceptada por una especie da una medida de la cobertura de esa especie, de la misma manera que indica la proporción de suelo desnudo, o de la pedregosidad superficial. Una leve modificación de este método permite, además, realizar mediciones de biomasa. Para esto, se debe registrar, además de las intercepciones con una especie dada, el número de contactos entre la varilla y cada planta. De esta manera, un mayor número de contactos se relaciona con una mayor presencia de biomasa" (Hernández *et al*., 2000)

Los tipos vegetacionales descritos son **el Matorral de *Nolana salsoloides* con *Tiquilia litoralis*, que registra la presencia de *Eulychnia acida var. procumbens* y *Senecio almeidae. También*** formaciones de matorrales bajos y herbazales principalmente de totora (*Typha angustifolia*

Folio019961

Se recomienda principalmente proteger el hábitat de estas formaciones vegetacionales para su conservación y los beneficios que entrega al ecosistema sobre todo en la mantención de agua.

Monitoreo de vigilancia especifico: Consiste en registrar todos los cactus de *Eulychnia acida var.* Procumbens y evaluar 2 veces al año su presencia, estado fisiológico y estado fitosanitario. Además de parcelas circulares de 500 m^2 en que se cuenten ambas especies para detectar su aumento o baja en el tiempo.

Como monitoreo de vigilancia para todo el santuario Río Huasco (formaciones que generan hábitat) se propone una verificación bianual de la C.O.T (Carta de ocupación de tierras) para detectar a tiempo cualquier cambio y sus posibles causas, alertando a tiempo de cualquier causa que pueda estar afectando negativamente al humedal.

6.3.8 Programa de monitoreo de plan de manejo

Tabla 6-4 Especificaciones del programa de monitoreo Santuario de la Naturaleza humedal costero Carrizal bajo

Componente para monitorear	Método	Periodo
Fauna terrestre	Recorrido pedestre y trampeo	semestral
Fauna acuática	Pesca con redes	semestral
Flora	Recorrido pedestre y Método Point-Quadrat	Semestral incluir siempre primavera
Vegetación	Carta de ocupación de Tierras	1 a vez al año (primavera)
Calidad de agua	Idealmente una estación de monitoreo permanente o toma de muestras y evaluación con especialistas	semestral
Disponibilidad hídrica	Medición de caudal con estación de monitoreo cercano a la desembocadura con análisis históricos	Mensual/ semestral

.

Folio019962

6.4 Medidas previas a la instauración del plan de manejo, para cumplir con requerimientos establecidos

Es esencial realizar un barrido de objetos de conservación específicos para corregir espacialidad de medidas físicas a instalar de ser necesario.

Hacer charlas educativas e incentivar a la comunidad a cuidar el Santuario que les pertenece como comuna.

Es necesario realizar limpieza de objetos contaminantes y peligrosos que pudieran generar incendios dentro del humedal.

Es importante poner señaléticas cerca de la cuidad que indique que existirá un sendero establecido para recorrer el lugar y que el acceso es restringido a este

Folio019963

7 CONCLUSIONES

- El humedal costero Estuario del río Huasco constituye un sitio prioritario de conservación por su alta biodiversidad y número de especies animales y vegetales clasificadas bajo amenaza. Esto sustenta su postulación como Santuario de la Naturaleza y a la vez define la urgencia de que este ecosistema se encuentre bajo una figura de protección
- La condición ambiental del humedal costero evaluada en parámetros físicos, químicos y biológicos muestran una buena condición de salud del ecosistema.
- Respecto a los usos del cuerpo de agua, este es propicio para la vida acuática. No obstante, para el uso de regadío presenta algunas limitaciones por algunos parámetros con valores fuera de la norma (Nch. 1333/of.78,) como coliformes fecales y el Boro Total. Se debe considerar que estos fueron medidos en un solo punto (H3) correspondiente a una zona intermedia entre el puente Huasco bajo y la desembocadura del río. Se sugiere ampliar la zona de monitoreo para establecer la condición de calidad de agua en otros puntos del río.
- Se define un área como Santuario de la Naturaleza que contempla zonas de hábitat para especies en categoría de conservación. En ella, la extensión más amplia se expresa en la zona costera, interacción fundamental para la existencia del humedal costero.
- En relación con la consulta ciudadana, los talleres contaron con una amplia participación e interacción con distinto actores que pudieron manifestar su interés por conservar el humedal costero estuario del río Huasco.
- Referido a los títulos de dominio del humedal, estos fueron revisados en el Conservador de Bienes Raíces de Freirína. Los resultados indicaron que se redefinieron sitios por cambios en los titulares, a causa de sucesión padre-hijos y uno de ellos representa una menor área por expropiación para construcción de carretera en Huasco. Los demás sitios permanecen sin modificaciones respecto al informe CEA (2016).
- De los propietarios contactados el cien por ciento está a favor de la iniciativa de que el estuario del río Huasco sea declarado Santuario de la Naturaleza. No obstante, solicitan aún más información para firmar una carta de apoyo.
- El estado de avance en relación con el consentimiento de los propietarios a la postulación del estuario del río Huasco como Santuario de la Naturaleza debe ser concluido por las autoridades locales pertinentes, a fin de dar término al proceso de postulación. Cabe mencionar que este proceso es voluntario y que la autoridad tan solo debe dar aviso del proceso a los respectivos dueños. Por otra parte, es importante destacar que esta es la única figura de protección posible en sitios en que su mayoría son dueños particulares.
- Las amenazas registradas en el lugar corresponden a amenazas directas con alta posibilidad de ser mitigadas bajo ordenamiento y gobernanza, condición que estaría dada por la declaración de Santuario de la Naturaleza y una posterior implementación de un plan de manejo para la zona.

- Para el majeo y gestión han sido propuestas tres zonas de mayor a menor interacción. En la zona de amortiguación se propone la instalación de infraestructura que apoye la educación ambiental, el turismo y cuidamos del ecosistema.
- Se establecen medidas de monitoreo para cada una de las componentes evaluadas, ya sean físicos, químicos o biológicos. Los cuáles serán evaluadas mediante indicadores de éxito (riqueza, abundancia, caudal del río, etc.) en períodos establecidos.
- El presente trabajo constituye los elementos esenciales para la postulación del Humedal costero estuario del rio Huasco como Santuario de la Naturaleza. No obstante, la postulación está sujeta a

Folio019965

8 REFERENCIAS

- Ampuero, G. (1972-1973). Nuevos resultados de la arqueología del Norte Chico. Boletín de Prehistoria, [número especial], 311-337.
- Bala, L. O. (Ed.) (2008) Humedales costeros y aves playeras migratorias. CENPAT. Puerto Madryn, 120 pp.
- Belmonte, E., Faúndez, L., Flores, J., Hoffmann, A., Muñoz, M., & Teillier, S. (1998). Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, *47*, 69-89.
- Braun-Blanquet, J. (1979). Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones, Madrid. 820 p.
- CONAMA (2005) Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza "Humedal Estuario del Río Huasco". Atacama
- CORNELY, F (1956). Cultura Diaguita Chilena y Cultura El Molle, Editorial del Pacífico.
- Copini MV, (sf) *Calentamiento global, cambio climático y efecto invernadero*. Descargado de: https://geoinnova.org/blog-territorio/calentamiento-global-cambio-climatico-efecto-invernadero/?gclid=Cj0KCQiAuefvBRDXARIsAFEOQ9E2kmjdgsh4ILluFJRxrlY2qPcyglDKL19RRev3Kbl-n1LQBGKXQvUaAhIzEALw_wcB
- Costanza, R. & Daly, H. E. Natural capital and sustainable development. Conserv. (1992) Biol. 6, 37–46
- Daily, G. (ed.) Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems (Island, Washington DC, 1997).
- Decreto Supremo Nº 151/2006. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Primer Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo Nº 50/2008. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Segundo Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo N° 51/2008. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Tercer Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo Nº 23/2009. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Cuarto Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo N°33/2011. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Quinto Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo Nº 41/2011. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Sexto Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo N° 42/2011. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Séptimo Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.

Folio019966

- Decreto Supremo Nº 29/ 2011. Ministerio del Medio Ambiente. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación.
- Decreto Supremo N°19/2012. Ministerio del Medio Ambiente. Octavo Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo N°13/2013. Ministerio del Medio Ambiente. Noveno Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo N°52/2014. Ministerio del Medio Ambiente. Décimo Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Granizo T, Molina M, Secaira E, Herrera B, Benítez S, Maldonado O, Libby M, Arroyo P, Ísola P Y Castro M (2006) Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. *The nature Conservancy*. 390 pp.
- Hauenstein E, A. Muñoz-Pedreros, F Peña, F Encina & M González (1999) Humedales: Ecosistemas de alta biodiversidad con problemas de conservación. El Árbol Nuestro Amigo (Chile) 13:8-12.
- Medrano F, Barros R, Norambuena H, Matus R Y Schmitt F (2018) Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2011). Decreto N° 29: Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2019) Ficha especie. Consulta página: http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx.
- Myers, N. (1990). The biodiversity challenge: expanded hot-spots analysis. *Environmentalist*, *10*(4), 243-256.
- Niemeyer, H. (1982). Cultura El Molle de río Huasco. Revisión y síntesis. En Actas del VIII Congreso de Arqueología Chilena (pp. 295-315).
- Niemeyer, H. y Ballereau, D. (1998). Los petroglifos del cerro La Silla, Región de Coquimbo. Chungará, 28(1-2), 277-317.
- Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente (1991). *Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños.* Washington D.C. Descargado de: https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea57s/ch005.htm
- Sandoval N, C. Valdovinos, J. P Oyanedel, D. Vásquez (2019) Impacts of coseismic uplift caused by the 2010 8.8 Mw earthquake on the macrobenthic community of the Tubul-Raqui Saltmarsh (Chile). Estuarine, Coastal and Shelf Science. doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106278
- Senner, N. R., Stager, M., and Sandercock, B. K. (2017). Ecological mismatches are moderated by local conditions for two populations of a long-distance migratory bird. Oikos 126, 61–72. doi: 10.1111/oik.03325
- Squeo A. Francisco, Arancio G. & Julio R. Gutiérrez, (2008). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 22p.
- SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Minería (2002). Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000.

- Squeo Francisco A., Arancio Gina &. Gutiérrez Julio R (2008) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama
- Troncoso-Palacios J & Cf Garin (2013) On the identity of *Liolaemus nigromaculatus* Wiegmann, 1834 (*Iguania, Liolaemidae*) and correction of its type locality. ZooKeys 294: 37–56.
- WCMC (World Conservation Monitoring Centre). (1992) Protected Areas of the World: A Review of National Systems. Gland, Switzerland: IUCN
- Zuloaga, F. O., Morrone, O., & Belgrano, M. J. (2008) *Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur*. Missouri Botanical Garden Press.

9 ANEXOS

Folio019969

9.1 Metodología

9.1.1 Estado de la Calidad de agua

La toma y preservación de muestras para análisis de calidad de agua se realizó de acuerdo al procedimiento general de muestreo PGL-13 del Laboratorio Ambiental Centro de Ecología Aplicada Ltda. “Recomendaciones para el muestreo y preservación de las muestras”, el cual está basado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition, 2012 y las normas chilenas NCh 411/1 Of.96, NCh 411/3 Of.96, NCh 411/4 Of.97 y NCh 411/6 Of.98.

Las muestras con tiempo de análisis *(Holding time)* de 24 horas (o inferior a la duración de la campaña de terreno), fueron debidamente preservadas y enviadas al finalizar cada jornada de trabajo a los laboratorios correspondientes acreditados por el Instituto Nacional de Normalización (INN). Aquellas muestras con tiempo de análisis mayor a lo mencionado se trasladaron debidamente preservadas a los laboratorios correspondientes acreditados por el INN, al finalizar la campaña de terreno primavera 2019.

9.1.1.1 Análisis físico-químicos

Los métodos utilizados para el análisis en laboratorio e *in-situ* de cada uno de los parámetros, y los laboratorios se muestran en la **Tabla 9-1**.

Tabla 9-1 Métodos de muestreo y análisis de los parámetros físico y químicos monitoreados en la columna de agua del Humedal Huasco 2019.

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
Temperatura	° C	PTL-26 Procedimiento de Determinación de Temperatura, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 2550 B.	CEA
Conductividad eléctrica	mS/cm	PTL-24, Procedimiento de Determinación de Conductividad - Salinidad, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 2520 B.	CEA
Salinidad	g/L	PTL-24, Procedimiento de Determinación de Conductividad - Salinidad, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 2520 B.	CEA
Oxígeno disuelto	mg/L	PTL-23 Procedimiento de Determinación de Oxígeno Disuelto y Porcentaje de Saturación, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500-O G.	CEA
pH	-	PTL-22 Procedimiento de Determinación de pH basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500-H+B.	CEA
Alcalinidad total	mgCaCO3/L		CEA

Folio019970

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
		Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 2320 B.	
Turbiedad	NTU	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22nd Edition, 2012, Metodo 2130 B.	CEA
Aluminio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Arsénico	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Bario	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Boro	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cadmio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cianuro total	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 4500 C	HIDROLAB
Cloruro	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500 Cl- B.	CEA
Cobre	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cromo	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Hierro	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Litio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Manganeso	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Mercurio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Molibdeno	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Sulfato	mg/L	PTL-3 Procedimiento de Determinación de Sulfatos. Método validado, basado en Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500-SO4-2 E.	CEA
Zinc	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Sodio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Potasio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Calcio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Magnesio	mg/L		CEA

Folio019971

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
		Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 3120 B.	
Sodio porcentual	%	Estimación por cálculo a partir de Sodio, Calcio y Magnesio basado en métodos de análisis de agua para riego, 2006. Instituto de investigaciones agropecuarias	CEA
Sólidos disueltos totales	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 2540 C	HIDROLAB
Coliformes fecales	NMP/100 ml	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 9221 E	HIDROLAB
Nitritos	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 4110 B.	CEA
Nitratos	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 4110 B	CEA
Fósforo total	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500-P B y E.	CEA
Amonio	µg/L	PTL-9, determinación de nitrógeno en amonio, basado en Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500-NH3 F.	CEA
Nitrógeno total	mg/L	Nitrógeno Total: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 4500NA. Corresponde a la suma de las especies Nitrato, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L.	HIDROLAB
Ortofosfato	µg/L	PTL-10, determinación de fósforo en ortofosfato, basado en Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Edition, 2012, Método 4500-P E.	CEA
Aceites y grasas	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 5520 D	HIDROLAB
DBO5	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 5210 B	HIDROLAB
DQO	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition 2012. Método 5220 D	HIDROLAB

9.1.2 Biota acuática

9.1.2.1 Zoobentos

Se tomó una muestra representativa en el punto H3 de muestreo con un core de 0,0085 m^2. Éstas fueron fijadas con alcohol al 95% y posteriormente enviadas al laboratorio para su análisis.

9.1.2.2 Ictiofauna

Para la caracterización de la ictiofauna se realizó la colecta de peces mediante el arte de pesca denominado “pesca eléctrica”, el cual contempla el uso de un equipo portátil modelo Coffelt de 12 V y chinguillos, con los cuales se capturan todos los ejemplares presentes en un área de 100 m^2, barrida en una de las riberas de cada sistema evaluado.

Folio019972

La totalidad de los peces recolectados fueron identificados hasta el nivel de especie, cuantificados y caracterizados in situ en sus aspectos morfométricos de peso total (PT) y longitud total (LT).

Una vez medidos, los peces fueron liberados vivos en los mismos sitios de captura. Las colectas de peces se realizaron en conformidad al permiso de pesca vigente que autoriza a CEA Ltda. la realización de pesca de investigación en el área de estudio (9.1.4Permiso de pesca)

9.1.3 Fauna

La unidad del muestreo cuantitativo fue realizada acorde a los sitios definidos en función de la accesibilidad, seguridad, representatividad y homogeneidad del sector estudiado. En base a la información generada por CEA, 2016 se determinó la ubicación de puntos que mejor caracterizaran el lugar y a los cuales en relación con lo realizado 2016 fuera posible acceder.

En cada estación de muestreo se realizó un recorrido pedestre abarcando un circuito variable (200 m o más), dependiendo de la homogeneidad y características del ambiente. Para cada estación de muestreo se registró sus coordenadas (mediante GPS), esfuerzo de muestreo (distancia y/o tiempo recorrido) y una breve caracterización.

La determinación de la fauna se realizó principalmente mediante observación directa de los individuos. Se estimó la abundancia relativa para cada clase, así como, la proporción entre los individuos contabilizados de la especie y el total de individuos de cada clase. El muestreo de las distintas taxa de vertebrados se efectuó siguiendo las metodologías dispuestas por la Guía para evaluación de línea base componente fauna silvestre (SAG, 2012b), Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA (SEA, 2015). Para cada grupo objetivo de fauna, se utilizó la siguiente metodología en terreno:

Anfibios: El muestreo de anfibios se realizó mediante transectos de longitud variable (100 m o más), de no más de 3 metros a cada lado, donde se removieron piedras, troncos o elementos que presenten condición de microhábitat apropiado para esta clase de vertebrado. En caso de ser observados, los ejemplares fueron capturados manualmente, identificados y fotografiados. Para las larvas (renacuajos) se revisó su presencia en los cuerpos de agua (ej. pozas).

Reptiles: La determinación de reptiles se realizó mediante observación directa de los individuos, complementando un muestreo pasivo (recorrido pedestre con observación de ejemplares) y muestreo activo (remoción de piedras y revisión de arbustos). Los transectos o recorridos de muestreo fueron de longitud variable (100 m o más), de no más de 3 metros a cada lado. En caso de ser observados, los ejemplares fueron eventualmente capturados (manualmente o con lazo corredizo), identificados y fotografiados.

Aves: En el caso de las aves, se recorrió cada estación de muestreo contabilizando los individuos de las diferentes especies con ayuda de binoculares 10 x 50, y registrando

los ejemplares avistados o escuchados (siguiendo la clave de Egli, 1998, 2002). Cada recorrido fue de longitud variable (200 m o más), con un ancho de no más de 20 metros a cada lado. Además, se registró evidencia cualitativa indirecta (fecas, huellas, plumas, nidos).

Mamíferos: Para el estudio de mamíferos, en el caso de animales mayores (megamamíferos; ej. zorros, vizcachas, conejos), además de avistamientos directos en recorridos de longitud variable (200 m o más), se buscó evidencias indirectas (huellas y fecas, siguiendo a Acosta & Simonetti, 1999 y Muñoz-Pedreros, 2009).

Para la identificación de las especies avistadas en terreno, se utilizaron las siguientes fuentes bibliográficas:

- Reptiles y Anfibios: Veloso *et al*. (1995), Formas (1995), Mella (2005), Pincheira-Donoso & Núñez (2005), Vidal & Labra (2008) y Demangel (2016).
- Aves: Araya & Millie (1998), Araya & Bernal (1995), Rottmann (1995), Pearman (1995), De la Peña & Rumboll (1998), Egli & Aguirre (2000), Jaramillo (2005) y Martínez & González (2005).
- Mamíferos: Campos (1996), Reise & Venegas (1987), Redford & Eisenberg (1992), Contreras & Yáñez (1995), Iriarte (2008), Muñoz-Pedreros & Yánez (2009).

Para determinar los estados de conservación (EC) de las especies de vertebrados terrestres detectadas se revisaron los listados derivados de la aplicación de del Decreto Supremo N° 29/11 del MMA Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE), a saber: Decretos Supremos Nº151/07, Nº50/08, Nº51/08, Nº23/09, todos del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; y de los Decretos Supremos Nº31/12, Nº41/12, Nº42/12, Nº19/12, Nº 13/13, Nº 52/14, Nº 38/15 y N°16/16 en este caso del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Para aquellas especies no señalas en los Decretos antes señalados, se considerará lo señalado en el D.S. 05/98 Reglamento de la Ley de Caza.

En relación a las categorías de conservación vigentes, tal como se indica en el Art. 5 y 30 de la reciente modificación, D.S. N°29 del Ministerio del Medio Ambiente publicado en el D.O. en abril de 2012, el procedimiento de clasificación de especies empleará los criterios definidos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que han sido desarrollados para estimar el riesgo o probabilidad de extinción en el cual se encuentra una especie, no obstante lo anterior se mantendrán vigentes aquellas categorías no homologadas insuficientemente conocido, rara y fuera de peligro mientras dichas especies no sean nuevamente evaluadas en los procesos de clasificación de especies.

Los criterios UICN actualmente vigentes, corresponden a la versión 3.1 y han sido incorporados desde el quinto proceso de clasificación de especies (D.S. N°33/2012, D.S. N°41/2012 y D.S. N°42/2012).

9.1.3.1 Definición criterios objeto de conservación específicos (fauna terrestre)

Para definir los objetos de conservación específicos presentes en el área del humedal del estuario del río Huasco, se establecieron criterios los cuales de forma conjunta permiten identificar aquellas especies centrales, cuya protección permitirá la conservación no solo de sus poblaciones, sino que de los ecosistemas que habitan y por tanto que son hábitat para las especies en general. Los tres criterios para utilizar se detallan a continuación:

1. Estado de conservación: Se consideran aquellas especies que estando incluidas en alguna categoría de conservación se encuentren en un estado mayor de amenaza, correspondiendo a las categorías de En Peligro, Vulnerable y Preocupación menor.

2. Frecuencia avistamiento: Esto aplica para la avifauna. De las especies de aves enlistadas en las categorías de conservación de mayor amenaza, serán consideradas solo aquellas que posean una mayor frecuencia de avistamientos en los censos superior a 5%, exceptuando aquellas descritas como en Peligro, ya que en todos los casos serán consideradas objeto de conservación específico.

3. Singularidad: Como tercer criterio, se establece que aquellas especies que presenten alguna particularidad respecto a su rango de distribución en el país constituirán objetos de conservación dada la particularidad que representa este ecosistema para algunas especies.

Se establece que solo para el grupo de las aves aplican los tres criterios, mientras que para anfibios, reptiles y mamíferos aplican solo los criterios 1 (estado de conservación) y 2 (singularidad), debido a que no presentan un monitoreo continuo que permita registrar su frecuencia de avistamiento.

9.1.3.2 Vegetación

Caracterización de la flora vascular

Para la caracterización de la flora vascular en cada uno de los tipos vegetacionales identificados mediante la cartografía de la vegetación, se procedió mediante los puntos de muestreo establecidos, la realización de parcelas de inventarios florísticos de dimensiones de 10 x 10 m (100 m^2). La selección de los puntos de muestreo, son coincidentes con los puntos de muestreo de vegetación de manera de cubrir las distintas situaciones topográficas y vegetacionales del área de estudio. Los inventarios florísticos se registraron mediante GPS con coordenadas Datum WGS84, Huso 19 S. Toda la información registradas fue almacenada en formato digital.

En cada parcela, se fotografiaron, colectaron y herborizaron todas las especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y suculentas presentes para su determinación taxonómica posterior en gabinete, estimándose su abundancia a través de la cobertura. La abundancia de cada especie registrada será caracterizada con un valor de la escala de cubrimiento-abundancia de Braun-Blanquet (1979).

Tabla 9-2 Codificación "abundancia relativa de flora" según criterio de Braun-Blanquet (1979).

Código	Significado de Abundancia relativa
p	Registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal.
r	1 a 2 individuos, cobertura muy baja menor al 0,1%
+	Más individuos con mayor cobertura, pero menor al 1%
1	Varios individuos, pero con cobertura menor al 5%
2	Cobertura del 5 al 25%
3	Cobertura del 25 al 50%
4	Cobertura del 50 al 75%
5	Cobertura mayor al 75%

El material colectado en terreno se identificó utilizando la bibliografía disponible de la biblioteca del Centro de Ecología Aplicada Ltda. (CEA). En aquellos casos de dudosa determinación, se comparó el material colectado con ejemplares del Herbario del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN). Para la denominación de las especies registradas en cuanto a la nomenclatura taxonómica, tipos biológicos y distribución a nivel nacional se siguió según lo propuesto principalmente a Zuloaga *et al*. (2008), Marticorena & Quezada (1985) y de manera complementaria la base especializada en línea -*The Plant List*- del Jardín Botánico de Kew y Missouri para actualizaciones en combinaciones válidas con posterioridad. A partir de aquello, se confeccionó un catálogo florístico preliminar para este informe de avance.

Con respecto al origen fitogeográfico de las especies, se consideró la terminología utilizada en base a García & Ormazabal (2008) para el origen nativo y endémico, y para el origen introducido a Jaksic & Castro (2014). A continuación, se detalla las definiciones:

Especie nativa (no endémica): es aquella especie originaria de la región en la habita, y que no ha sido introducida de manera intencional o accidental por la actividad humana.

Especie endémica: aquella especie que posee una distribución natural a un territorio, pudiendo incluso estar restringida a superficies reducidas o cuya presencia se restringe a ambientes específicos.

Especie introducida o exótica: es aquella especie cuyos individuos que no corresponden a su rango original, han sido arribados e inoculados a una determinada región por acción humana ya sea voluntaria o involuntaria.

Para el área de estudio, se caracterizó la flora registrada en cuanto a riqueza de familias, géneros y especies; proporción de especies endémicas y nativas como también la proporcionalidad de los tipos biológicos presentes

Folio019976

El estado de conservación de la flora vascular terrestre registrada en el área de estudio se determinará siguiendo la prelación de acuerdo con el Reglamento del SEIA vigente, propuesto por el Ministerio de Medio Ambiente, esto es:

a) Decretos Supremos N° 151/2006; Nº 50/2008, Nº 51/2008, Nº 23/2009 del Ministerio Secretaría General de la República (MINSEGPRES) y Nº 33/2011, Nº 41/2011, Nº 42/2011, Nº 19/2012, Nº 13/2013, N° 52/2014 y N° 38/2015 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) que oficializan los procesos oficiales de clasificación de especies a nivel nacional.

b) Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (CONAF, 1989)

c) Boletín N°47 del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) (Baeza *et al*., 1998; Belmonte *et al*. 1998; Ravenna *et al*., 1998).

d) Revisión de la lista de especies amenazadas de la IUCN (2010) como referencia internacional.

9.1.4 Permiso de pesca

ADJUNTO EN ARCHIVO DIGITAL

Folio019977

9.2 Tablas de resultados

Tabla 9-3 Especies ícticas registradas en el sitio H3 2019. En negrita especie nativa

Especie	Nombre común	peso (g)	talla (cm)
Mugil cephalus	Lisa	3,9	7,4
Mugil cephalus	Lisa	3,2	6,1
Mugil cephalus	Lisa	4	8,3
Mugil cephalus	Lisa	2,2	5,5
Mugil cephalus	Lisa	2	4,3
Mugil cephalus	Lisa	1,9	3,7
Mugil cephalus	Lisa	2,1	4,8
Mugil cephalus	Lisa	2,4	5,6
Mugil cephalus	Lisa	3,2	6,9
Gambusia holbrooki	Pez mosquito	2,1	4,1
Gambusia holbrooki	Pez mosquito	1,9	3,2
Gambusia holbrooki	Pez mosquito	2,1	3,7
Gambusia holbrooki	Pez mosquito	0,7	2,4
Gambusia holbrooki	Pez mosquito	1,4	3,4
Gambusia holbrooki	Pez mosquito	2,2	4
Gambusia holbrooki	Pez mosquito	0,7	2,7
Gambusia holbrooki	Pez mosquito	1,7	3,6
Gambusia holbrooki	Pez mosquito	1,3	3,2
Gambusia holbrooki	Pez mosquito	1,9	3,8

10 ACTIVIDADES SOCIALES Y COMUNITARIAS

10.1 Recopilación de antecedentes propietarios del humedal costero estuario del río Huasco

ABOGADO: JAVIER VENEGAS

10.1.1 Introducción

De acuerdo la Ley sobre Monumentos Nacionales (Ley 17.288), promulgada en 1970, “son monumentos nacionales los lugares, ruinas, construcciones u objetos de carácter histórico o artístico u objetos antropo-arqueológicos, paleontológicos o de formación natural**,** cuya conservación interesa a la historia, al arte o a la ciencia; los santuarios de la naturaleza; los monumentos, estatuas y, en general, los objetos que estén destinados a permanecer en un sitio público, con carácter conmemorativo”. La tuición de los monumentos nacionales se ejerce por medio del Consejo de Monumentos Nacionales (CMN), el cual es un organismo técnico que depende directamente del Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio.

Los Santuarios de la Naturaleza (SdN), según el inciso 1° del artículo 31 de la Ley 17.288, “son aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios o investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuyas conservaciones sea de interés para la ciencia o para el Estado”. Los territorios que postulen a ser declarados como SdN, el deberán contar siempre con un informe previo del Consejo Monumentos Nacionales, este informe a su vez se desprende de un expediente que deberá extender la institución postulante. Una vez realizada la declaración el sitio de interés quedará bajo la custodia del Ministerio del Medio Ambiente, el cual se hará asesorar para los efectos por especialistas en ciencias.

Respecto a las restricciones del territorio, no se podrá, sin la autorización previa del “Servicio”, iniciar en ellos trabajos de construcción, excavación, ni desarrollar actividades como pesca, caza, explotación rural o cualquiera otra actividad que pudiera alterar su estado natural. Cabe precisar que el organismo a que se refiere la norma es el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, sin perjuicio de que la potestad para otorgar el aludido permiso la tiene actualmente el Consejo de Monumentos Nacionales, mientras aquél no exista (aplica dictamen N° 26.190, de 2012).

En caso de estar situados en terrenos particulares, sus dueños deberán velar por su debida protección, denunciando ante él SEA los daños que por causas ajenas a su voluntad se hubieren producido en ellos.

Con el objeto de obtener la declaración de SdN, en primera instancia los propietarios deben estar de acuerdo con que se lleve a cabo dicho proceso, es por esto por lo que la autoridad busca primero lograr la conformidad de sus dueños como uno de los pasos para obtener la declaratoria. Es por este motivo que la Seremi de Medio Ambiente de Huasco, en asesoría del Centro de Investigación aplicada (CEA), ha definido necesaria la actualización de los propietarios y sus territorios, con el fin además de contactar a los

Folio019979

mismos y sensibilizarlos respecto a la normativa legal y otros alcances de la figura de protección.

10.1.2 Materiales y métodos

La metodología corresponde principalmente al levantamiento de la información solicitada. La primera consulta se realiza el 15 de octubre de 2019 en el Conservador de Bienes Raíces (CBR) de la comuna de Freirina, Región de Atacama. Desde este lugar, a partir de las inscripciones de los terrenos vinculados, se obtiene la mayor parte de la información necesaria para la actualización de propietarios.

La segunda visita se realiza el día 20 de noviembre del mismo año. En esta oportunidad se realizó una reunión con los propietarios de los terrenos en cuestión, la cual tuvo por objetivo informar respecto al proceso de declaratoria a los titulares y asesorarlos sobre los alcances jurídicos y prácticos de la figura de protección.

1. **Revisión de antecedentes**

Revisión de los resultados obtenidos el año 2017 (CEA, 2017) respecto a la actualización de propietarios de acuerdo con informe del año 2010.

La primera etapa de este estudio consiste en la revisión de los resultados obtenidos en el año 2017, en el cual destacan 13 sitios de principal interés debido a que se encuentran ubicados en el Humedal Rio Huasco. En ese entonces, la mayor parte de ellos correspondía a terrenos privados y al parecer 4 de ellos pertenecen a las Municipalidades de Freirina y Huasco y un Bien Nacional de uso Público correspondiente al predio playa de mar.

2. **Levantamiento y verificación de información**

Levantamiento de nuevos antecedentes y verificación de información proporcionada en 2017.

Esto fue realizado mediante la revisión exhaustiva de los terrenos ubicados en el humedal e inscritos en el CBR de la comuna de Freirina. Este procedimiento se realiza mediante la revisión del registro de propiedad del CBR, el cual contiene todas inscripciones realizadas en los terrenos de su jurisprudencia. El CBR de Freirina no posee un sistema digital de consulta electrónica como es el caso de otras comunas del país.

Para que una persona adquiera el dominio de una propiedad de forma legal esta debe estar inscrita en CBR. Con el número de fojas (referidas a las hojas enumeradas de la inscripción), el número de inscripción y el año en que esta fue realizada, es posible identificar una inscripción en el CBR, la cual corresponde al extracto del título de dominio del bien raíz. En ella se encuentra además el registro de toda transferencia de dominio y toda prohibición al dominio de la propiedad consultada, esto se ubica al margen de la inscripción y se denomina inscripción al margen.

En esta etapa, además se realizó una reunión con la Municipalidad de Freirina, debido a una diferencia de información identificada entre la información levantada y la del año

2017. Esto se realizó mediante la entrevista con la abogada de la Municipalidad de Freirina la señora Carla Soto, quien además corroboró que la información del estudio anterior estaba errada, esto mediante la entrega de un certificado y otros documentos.

3. **Investigación sobre marco legal de los Santuarios de la Naturaleza**

En primera instancia se realizó una consulta a la normativa asociada disponible en la Biblioteca del Congreso Nacional, en ella fue posible acceder a la Ley de Monumentos Nacionales (Ley N°17.288), Ley Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N° 19.300), Ley sobre Procedimientos Administrativos (Ley N°19.880), Constitución Política de la Republica, entre otras.

Además de la normativa, fue necesario revisar bibliografía asociada, tal como el libro titulado “Fundamentos del Derecho Ambiental” de Jorge Bermúdez Soto, quien es actualmente Contralor General de la Republica.

Otro método de consulta fue realizado mediante una entrevista a profesional de la Seremi de Medio Ambiente de la Región del Biobío, Patricia Carrasco Lagos, quien se desempeña en el departamento de Recursos Naturales. La profesional proporcionó datos de acuerdo con su experiencia en procedimientos anteriores de declaración de Santuario de la Naturaleza. Esta información resulto ser muy útil para la investigación, por ser información empírica entregada por profesionales que cuentan con experiencia en este tipo de procedimientos.

4. **Compilación de resultados**

Actualización de propietarios con respaldo de las fojas correspondientes a las inscripciones identificadas.

Una vez compilada y verificada la información, se procede a actualizar lista de propietarios del estudio 2017. Esto se realiza mediante la revisión de las fojas de cada inscripción recolectada, las cuales se anexan al informe según lo indica la *Tabla 1*.

10.1.3 Resultados

Los resultados fueron obtenidos a partir de la consulta a las inscripciones de los terrenos que a continuación se describen, realizada en el Conservador de Bienes Raíces (CBR) de la comuna de Freirina, Región de Atacama. Las inscripciones revisadas en el año 2019 se describen en la columna “Inscripción CBR 2019” y se agregan nuevas observaciones sobre las mismas en la columna “Observaciones”. Además, se indica el número de Anexo en el cual se podrá encontrar una copia de la inscripción de los predios descritos. **Los resultados se detallan en la sección 6.1 Actualización del estado de propietario/os del sitio postulado como Santuario de la Naturaleza**

10.1.4 Discusión

Respecto al predio Playa de mar, ***Polígono N°1,*** se encuentra inscripción en el registro del CBR de Freirina a fojas 33 N°9 de 1977, correspondiente a un Bien Nacional de Uso Público y administrado por la Gobernación Marítima. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio, respecto del estudio anterior se encontró la inscripción solicitada por el Fisco en el CBR de Freirina el año 1977.
Los predios pertenecientes a la Ilustre Municipalidad de Huasco, ***Polígonos N°2 y N°3*** no cuentan con nuevas inscripciones posteriores al estudio del 2017 y no existen transferencias de dominio en estos territorios. Sin embargo, en el Polígono N°3 se detecta un error en el año de inscripción, ya que se cita en el estudio del año 2017 el año 1979 debiendo referirse al año 1978.

El **Polígono N°4**, perteneciente a Elba Callejas Molina, inscripción en CBR a fojas 357 N°263 del 2018, fue expropiado en parte, específicamente el lote N°40-50 ubicado entre Km 43,91922 al Km 44,16320, colindante con la carretera, para la ampliación de la RUTA C-46 VALLENAR HUASCO, lo anterior mediante decreto expropiatorio 827 del 27 de septiembre de 2016. La propiedad expropiada fue inscrita a nombre del Fisco en el registro del CBR de Freirina con fecha 11 de junio de 2018. Respecto al proceso de expropiación, este fue conforme a derecho según Rol B 2413 2016 del 1° Juzgado de Letras de Copiapó. Cabe señalar que en informe anterior del año 2017 no se hace alusión a esta expropiación.

En el año 1992 el ***Polígono N°5*** según la inscripción a fojas 118 N°191 del registro de propiedades del CBR de Freirina, adquirieron en partes iguales la propiedad (33,3 % cada uno) Florencio Sánchez Espejo, María Carolina Yánquez Mery y Jeanice Gilbert Concha. Posteriormente a fojas 129 N°115 del año 2004 existe una transferencia de sus derechos sobre la propiedad de Florencio Sánchez Espejo a Claudia Sánchez Yánquez. Respecto a lo anterior, el estudio 2017 sólo hacía referencia a una transferencia en el año 2004 entre comuneros, lo cual no es preciso, puesto que quien adquirió los derechos de Don Florencio Sánchez fue un tercero ajeno a la comunidad, Doña Claudia Sánchez Yánquez.

Respecto a los ***Polígonos N°6 y N°8***, inscrito a fojas 72 Nº 65 del Registro de Propiedad del CBN de Freirina el año 1978, se desprende que ambas propiedades pertenecen a la Municipalidad de Huasco. En el estudio del 2017 se señalaba como propietario a la Municipalidad de Freirina, revisada la inscripción conservatoria y de acuerdo con certificado entregado por la Municipalidad de Freirina se concluye que el inmueble no es de la Municipalidad de Freirina. Con fecha 16 de febrero de 2017, el departamento de Jurídico de la Municipalidad de Freirina, informó este error a la Seremi de Medio Ambiente mediante correo electrónico que se adjunta en el ANEXO 5. Además de lo anterior no existen nuevas anotaciones al margen.

La segunda propiedad en la nómina a nombre de Elba Callejas Molina, ***Polígono N°7***, inscrita a fojas 58 Nº 46 del Registro de Propiedad del CBR de Freirina del año 2001, no presenta transferencias de dominio ni anotaciones al margen posteriores al estudio del 2017.

El ***Polígono N°9*** a nombre de Catherinne Schasuss Stone a fojas 56 N°43 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 2009 adquirieron en partes iguales la propiedad el fallecido y Catherine Schasuss. Posteriormente existe una inscripción especial de herencia de Don Luis Leonel Heraclio Poblete donde le suceden su conyugue Ube Laura Rosas Enrique y su hijo no matrimonial Leonel Arturo Poblete Codutti.
Cabe mencionar que Catherine Schasuss es propietaria del 50% de la propiedad, lo cual no fue determinado en el estudio del 2017.

Gonzalo Pérez aparece registrado como presunto dueño del ***Polígono N°10****, de* acuerdo con lo que señala informe 2017**.** Sin embargo, y de acuerdo con lo registrado en el mismo informe, se constata que la propiedad no tiene ningún tipo de inscripción en el CBR de Freirina. Al parecer, el presunto propietario obtuvo el inmueble por procesos de regularización, pero este no fue inscrito en CBR de Freirina. Verificada esta información en Servicio de Impuestos Internos, este tampoco presenta ROL registrado.

La estancia Zuleta Avalos, ***Polígono N°11,*** perteneciente en un inicio a Virginia Otto de Vich Vásquez y Sucesión Grez Zuloaga, sufrió diversas modificaciones en sus propietarios. Por una parte, Virginia Otto de Vich en el transfirió el 50% de sus derechos a Cristina Alexandra Lisboa Magalhaes, quien a su vez en le cedió la totalidad de sus derechos a Inmobiliaria Los Curis. Por otra parte, la sucesión Grez- Zuloaga le cedió la totalidad de sus derechos a la Agrícola Estancia Mar y Tierra Ltda., quedando de esta forma como comuneros a los últimos y la Inmobiliaria Los Curis.
Respecto del estudio del 2017, se estableció que existía una comunidad entre Virginia Otto de Vich y la sucesión Grez Zuloaga, lo cual, de acuerdo con esta investigación y las inscripciones anexas, queda en evidencia que esta situación cambió puesto que desde el 2014 existe una nueva comunidad.

El Fundo Porvenir, ***Polígono N°12***, perteneciente a Don Luis Hernán Callejas (difunto), posee una inscripción especial de herencia a fojas 220 N°207 de 1988, el cual no fue encontrado en el levantamiento del año 2017. En la inscripción, además se identifica a los diez herederos del terreno, que corresponden a los hijos de Don Luis Hernán Callejas y su cónyuge Fresia de las Mercedes Araya Barahona. Cabe mencionar que parte del fundo se mantiene como comunidad, y otra parte fue loteada, sin embargo, los propietarios siguen siendo todos los hijos de Luis Hernán Callejas mencionados anteriormente.

La tercera propiedad en la nómina a nombre de Elba Callejas Molina, ***Polígono N°13***, presenta la misma condición que el *Polígono N°4*. El terreno expropiado es colindante con la carretera no así con el Humedal. Al margen de la expropiación no tiene nuevas anotaciones.

Folio019983

10.1.5 Conclusiones

Respecto al estudio del 2017 se encontraron inscripciones conservatorias en el CBR de Freirina que no se encontraron registradas en dicho informe, sin embargo, ya existían. Por otra parte, se observaron nuevas inscripciones efectuadas posteriormente a dicho estudio.

Respecto a las nuevas ya existentes anterior al estudio de 2017, la primera en la lista es la perteneciente a la inscripción conservatoria del Predio Playa de Mar (Polígono N°1) en el CBR de Freirina correspondiente a su título de dominio. Lo mismo ocurre con la propiedad de Don Luis Hernán Callejas (fallecido), de la cual se encuentra la inscripción de su derecho real de herencia. Otro caso de estos fue el hallazgo de la transferencia de derechos sobre la propiedad a Claudia Sánchez Yanquez, siendo que en el informe anterior esta persona no fue señalada.

Otro hallazgo importante, radica en la corrección de propietarios erróneamente identificados. Este es el caso de los Polígonos N°6 y N°8, los cuales mediante un certificado de la I. Municipalidad de Freirina y la inscripción a fojas 72 VTA n°65 del registro de propiedad del CBR de Freirina del año 1978, se ratifica que ambos pertenecen a la I. Municipalidad de Huasco.

En los Polígonos N°5, N°9, y N°11 se pudo determinar el porcentaje que tienen los comuneros respecto a sus propiedades. A diferencia del estudio anterior, los nuevos datos levantados ayudan a esclarecer la información respecto a los polígonos mencionados.

Se identifica la expropiación de dos propiedades, correspondientes a los polígonos N°4 y 13° por la para la ampliación de la RUTA C-46 VALLENAR HUASCO. Esta expropiación sin embargo no afecta de mayor manera el territorio del humedal, que tal cómo se menciona, la expropiación se realiza a un costado de la carretera.

Respecto a la posible realización de proyectos de infraestructura destaca también el caso de la venta del 50% de un terreno a Inmobiliaria los Curis, esto ocurre en el Polígono N°11. El 50% restante de esta propiedad fue también transferida a la Agrícola Estancia Mar y Tierra. Todo lo anteriormente mencionado ocurrió entre los años 2011 y 2014, sin embargo, no fue informado en el estudio del 2017.

Finalmente, se identifica una sucesión numerosa del causante Luis Callejas, en el Polígono N°12, la cual contiene 11 herederos iniciales, posteriormente fallece la cónyuge por lo que heredan sus diez hijos(as) en común.

Se concluye que el territorio estudiando sufrió modificaciones en sus propietarios desde el levantamiento realizado el 2017, ya sea por expropiación, sucesión, compraventa o vacíos de información del estudio anterior, como es el caso de los Polígonos N°5, N°6, N°8, N°11 y N°12.

Resulta de suma importancia la información de los propietarios en relación a contar con su consentimiento para la declaración de Santuario de la Naturaleza como es el caso, sin embargo, sin embargo, tras un estudio acabado de la normativa que regula la declaratoria sobre SdN, esta no prevé como una de las exigencias para la declaración

de un santuario de la naturaleza la anuencia del o los titulares de dominio del o los inmuebles respectivos, de manera tal que no es necesario contar con su consentimiento, no obstando su omisión a la validez de la misma (aplica criterio contenido en el dictamen N° 77.490, de 2011 de la Contraloría General de la Republica).

Cabe concluir que la falta de acreditación del consentimiento de los propietarios de terrenos emplazados dentro de un SdN no constituye un obstáculo para la declaración de este, pero se debe precisar que según el artículo 48 de la ley 19.880, el acto administrativo de la declaratoria debe ser publicado en el diario oficial para que los propietarios de los terrenos que se incluyen en la declaratoria de SdN tomen conocimiento de esta decisión administrativa.

Es así, como el dictamen generado por la Contraloría General de la Republica N°77.856 de fecha 21 de octubre de 2016 señala “No se requiere el consentimiento de los propietarios de predios privados para declararlos Santuario de la Naturaleza sin perjuicio de dar la debida información pública acerca de la realización del respectivo procedimiento”. Es decir, en caso de no obtener la autorización de los propietarios, se debe cumplir con los requisitos de publicidad como es la publicación en el diario oficial y diarios de circulación regional para que los propietarios de los terrenos involucrados puedan estar informados de la declaratoria de Santuario de la Naturaleza.

En consideración al artículo 19 N°24 de la Constitución Política de la República de Chile, señala que “sólo la ley puede establecer el modo de adquirir la propiedad, de usar, gozar y disponer libremente de ella y las limitaciones y obligaciones que deriven de su función social, debiendo precisar que esta comprende cuanto exija los intereses generales de la nación, la seguridad nacional, la utilidad y salubridad pública y la conservación del patrimonio ambiental”. En virtud de esta norma se establecen limitaciones y obligaciones para los propietarios de estos terrenos con el objetivo de conservar el patrimonio ambiental del país.

10.1.6 Referencias bibliográficas

Bermúdez, J. (2007). Fundamentos del Derecho Ambiental. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 556 pp.

DECRETO N° 40 de 2013. APRUEBA REGLAMENTO DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

DICTAMEN N° 77.490, de 2011 GENERADO POR LA CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPUBLICA

DICTAMEN N°77.856 de 2016 GENERADO POR LA CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPUBLICA

LEY N° 17.288 de 1970. LEY DE MONUMENTOS NACIONALES.

LEY N° 19.300 de 1994. LEY BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE.

LEY N° 19.880 de 2003. LEY DE BASES DEL PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO.

LEY N° 20.417 de 2010. LEY QUE CREA EL MINISTERIO, EL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y LA SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE.

10.2 Reuniones expositivas

10.2.1 Reunión con propietarios del sitio a declarar Santuario de la Naturaleza

Localidad: Huasco – Salón del Concejo, Municipalidad de Huasco

Fecha: 20 de noviembre de 2019 – 15.00 a 17.00 hrs.

Participantes: 9 personas, representantes de 2 lotes, equipo CEA, incluido el abogado y representante del MMA.

Facilitadores: Manuel Contreras, Elizabeth Araya (CEA)

Para dar a conocer antecedentes de la declaratoria de Santuario de la Naturaleza y comenzar a proponer estrategias para la elaboración del Plan de Manejo del Humedal Costero del Estuario del río Huasco se realizan talleres para la comunidad; se presentan a continuación los resultados del taller realizado con los propietarios:

10.2.1.1 Desarrollo del taller

En esta oportunidad el taller comienza con una presentación en la cual se da un contexto acerca de la importancia de conservar el Humedal costero del estuario del río Huasco y del valor ecológico que éste posee, también se tratan temas legales relacionados a los predios que serían parte de un Santuario de la Naturaleza. Esta presentación estuvo a cargo de Manuel Contreras Leiva (Fotografía 10-1).



Fotografía 10-1 Exposición de antecedentes de Humedal costero Estuario del río Huasco a propietarios del Humedal costero Estuario del río Huasco.

Folio019987

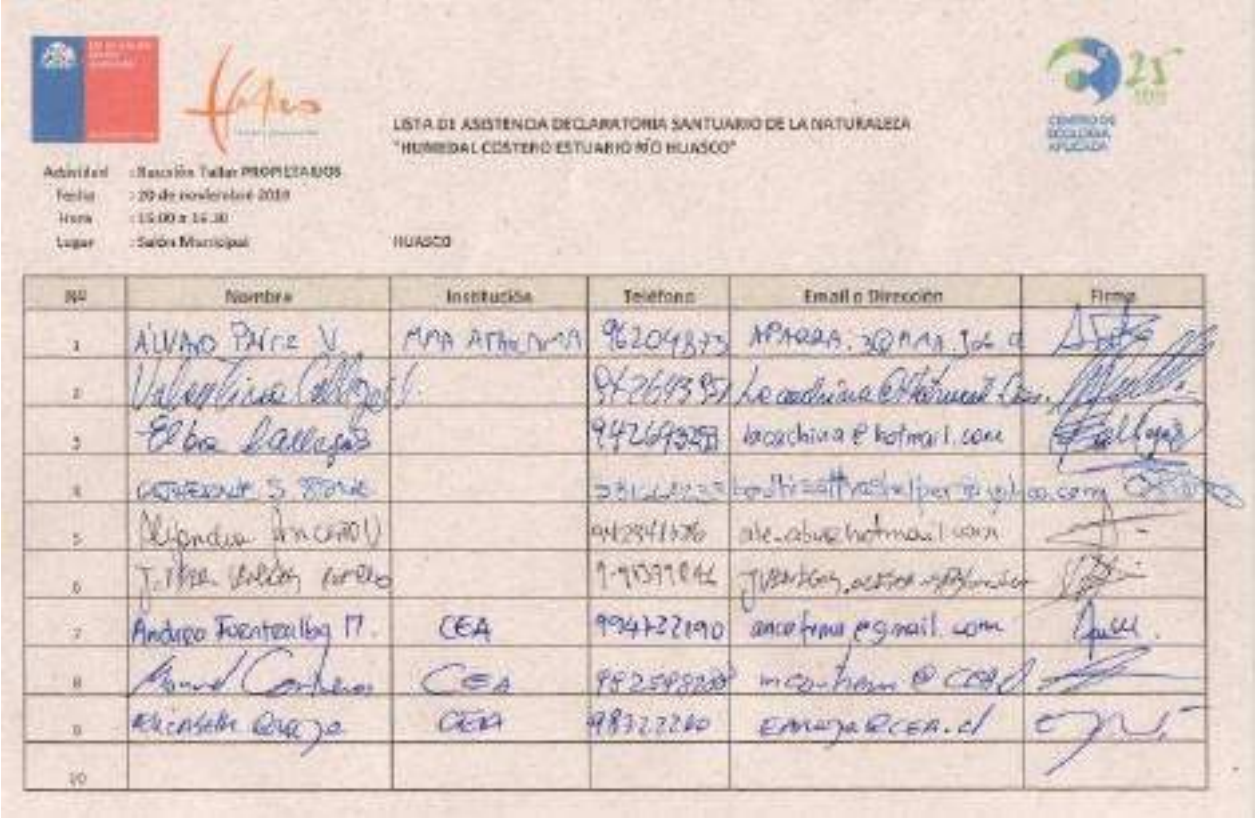
Durante la presentación los asistentes pudieron interactuar con los facilitadores, el abogado y el representante de la seremi del Medio Ambiente de Atacama. Los propietarios participantes hicieron preguntas, comentaron acerca de sus propiedades y lograron entender los alcances de que sus propiedades formen parte del polígono que se quiere establecer como Santuario de la Naturaleza.



Fotografía 10-2 Reunión con propietarios del Humedal costero Estuario del río Huasco.

Durante la presentación, ninguno de los asistentes manifestó concretamente su interés o desinterés en sus predios sean parte de la declaratoria de Santuario, pero fueron agradecidos de poder contar con la información proporcionada para tomar una mejor decisión frente al tema.

10.2.1.2 Lista de asistencia



LISTA DE ASISTENCIA DECLARATORIA SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDAL COSTERO ESTUARIO RÍO HUASCO"

Actividad : Reunión Taller PROPIETARIOS
Fecha : 20 de noviembre 2019
Hora : 15:00 a 16:30
Lugar : Salón Municipal HUASCO

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1	ALVARO PARRA V.	MMA ATACAMA	96204873	MPARRA.2@MMA.GOB.C	
2	Valentina Callejas		942693	lacachina@hotmail.com	
3	Elba Callejas		942693	lacachina@hotmail.com	
4	[illegible]		[illegible]	[illegible]	
5	[illegible]		94284	ale.abu@hotmail.com	
6	[illegible]		9-9539	[illegible]	
7	Andrea Fuentealba M.	CEA	99472	ancefma@gmail.com	
8	[illegible]	CEA	98259	[illegible]	
9	[illegible]	CEA	99322	[illegible]	
10					

Folio019989

10.3 Actividades comunitarias

10.3.1 Taller comunitario 1

Localidad: Huasco

Fecha: 04 de octubre de 2019 – 11.00 a 13.00 hrs.

Participantes: 32 personas, representantes de servicios públicos, municipalidad, organizaciones sociales y otros interesados. Ver copia de la asistencia.

Facilitadores: Manuel Contreras, Andrea Fuentealba y Elizabeth Araya

Para dar a conocer los esfuerzos que se están realizando en el Humedal del Estuario del Río Huasco y que sea declarado Santuario de la Naturaleza se realizan talleres para la comunidad, se presentan a continuación los resultados del primer taller:

El taller es un espacio donde se aprende haciendo junto a otros, es visto también como un conjunto de personas que trabajan cooperativamente para desarrollar procesos y alcanzar ciertos objetivos.

El objetivo de un taller es permitir que tanto el facilitador como el participante se comprometan activamente con la realidad social que ha convocado el taller, buscando conjuntamente las formas más eficientes de actuar en relación con las necesidades que la realidad social presenta, en este caso, la conservación de un sitio de alto valor ecológico.

Los talleres son dirigidos por un equipo de trabajo que se forma por un facilitador o coordinador y un co-facilitador, en este caso específico, participan tres profesionales como equipo de facilitación.

La misión del equipo facilitador es coordinar el diálogo del grupo de personas en el cual cada uno de los integrantes puede hacer su aporte específico desde su experiencia y visión particular.

En el caso específico de Huasco, se planificó un taller sobre el área del humedal del estuario del Río Huasco, principalmente para conocer el grado de conocimiento de las personas locales sobre el sector, como también su disposición a participar en su conservación y elaboración de un plan de manejo.

El taller fue diseñado para que se produjera un ambiente de confianza y distensión, para proceder a hacer la presentación preparada y que los participantes se sintieran proclives a la conversación.



Fotografía 10-3 Taller en salón Municipal de Huasco

También puede mencionarse que se pretende lograr un acercamiento de contrastación, validación y cooperación entre el saber científico y el saber popular.

Los participantes fueron entrando al salón municipal, donde estaba preparado el lugar con los equipos audiovisuales para hacer la presentación general del estudio.

Antes de iniciar la conversación abierta, se realizó una presentación la que contextualizó la reunión-taller, en donde se expuso el valor ecológico del sector ya nombrado a modo de información, educación y difusión. Esta presentación estuvo a cargo del Dr. Manuel Contreras Leiva (Fotografía 10-4).



Fotografía 10-4 Charla introductoria a la Reunión-Taller

Posteriormente, se realizaron preguntas abiertas para animar una conversación y levantar los saberes de los participantes de manera ordenada y fluida.

El foco se centró en la importancia que tienen los humedales costeros, su biodiversidad y las amenazas que sufren para un buen funcionamiento natural.

Al finalizar la reunión se aplicó una encuesta con el propósito de levantar información adicional para este estudio; cuyos resultados se presentarán más adelante.

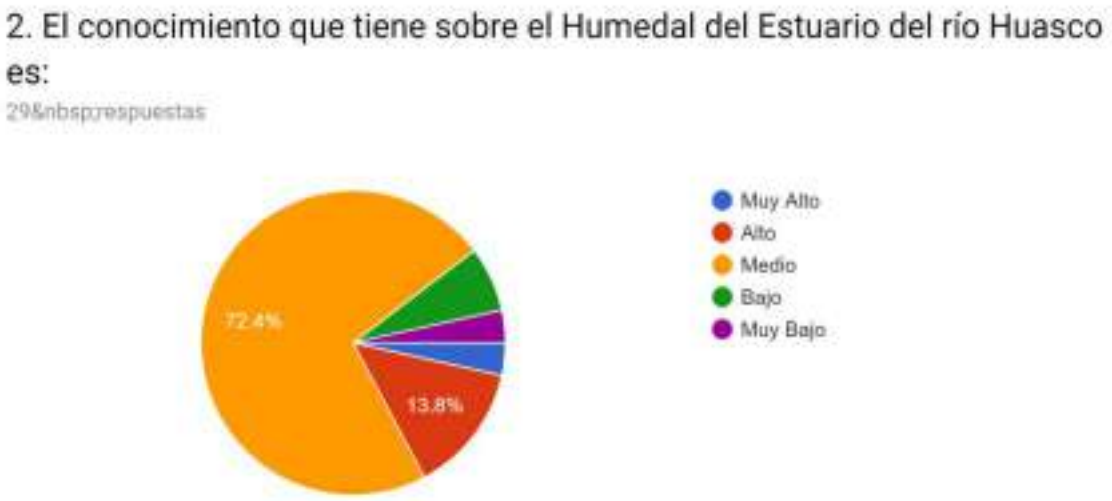
10.3.1.1 Resultados encuesta inicial:

Durante el taller con la comunidad se aplicó una encuesta para dar cuenta del conocimiento que tenían los participantes acerca del sitio del humedal costero del estuario del Río Huasco.

Se obtuvieron resultados de 29 encuestas, las que se analizan a continuación:

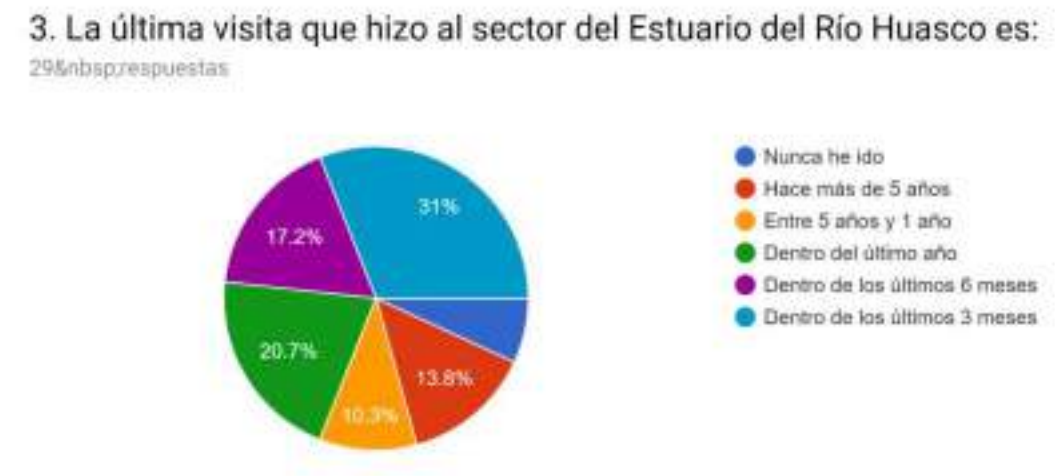


La mayor cantidad de participantes fueron funcionarios públicos con un 31%, las instituciones fueron Ministerio del Medio Ambiente, SAG, CONAF, Gobernación Marítima; también una parte importante de ellos son funcionarios municipales, los que además son vecinos del sector.

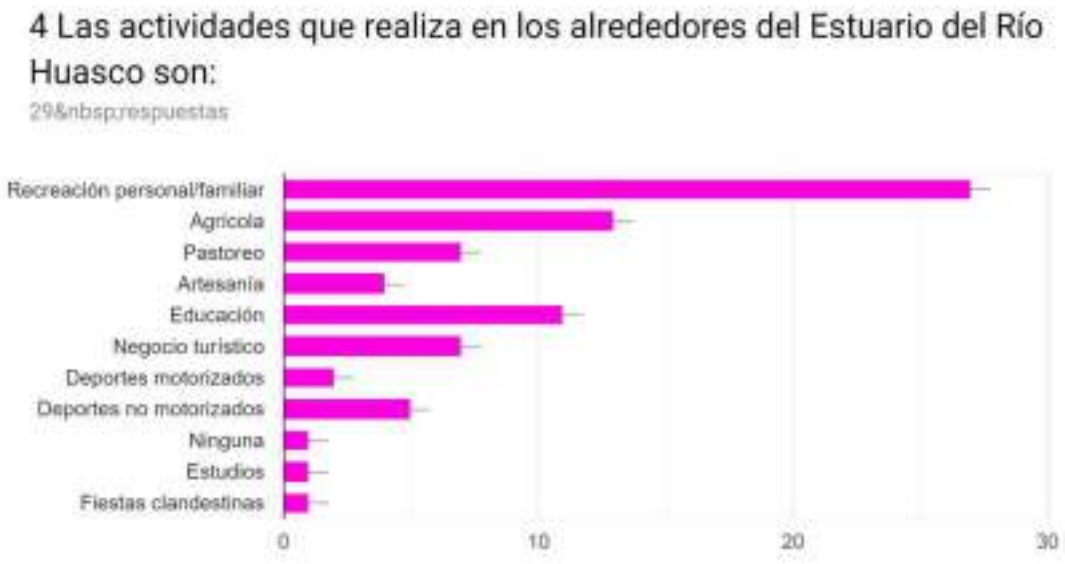


Respecto de la pregunta relativa al conocimiento sobre el humedal del estuario del Río Huasco, un 85% de las personas declara tener un conocimiento medio o alto; lo cual es consistente con el hecho de que son personas vecinas y cercanas al humedal.

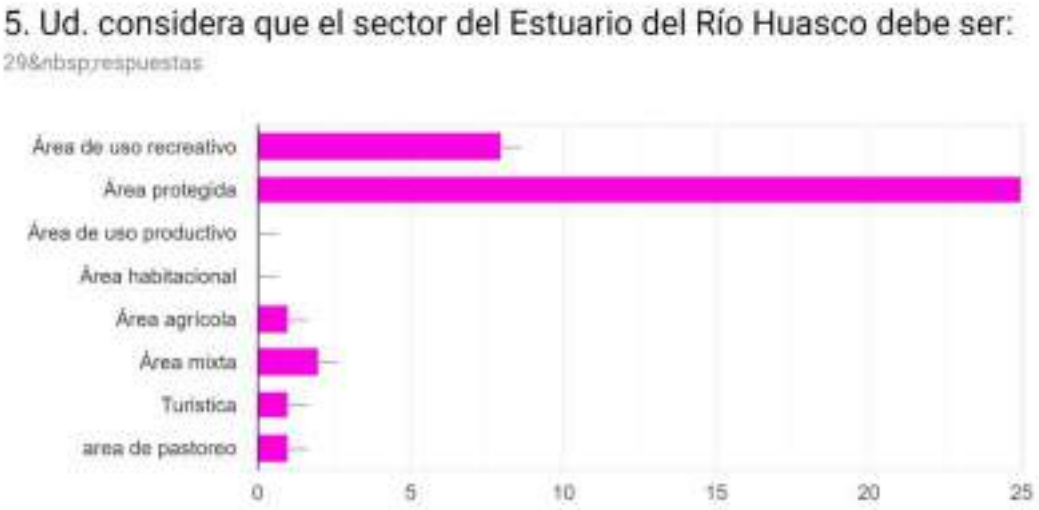
Folio019993



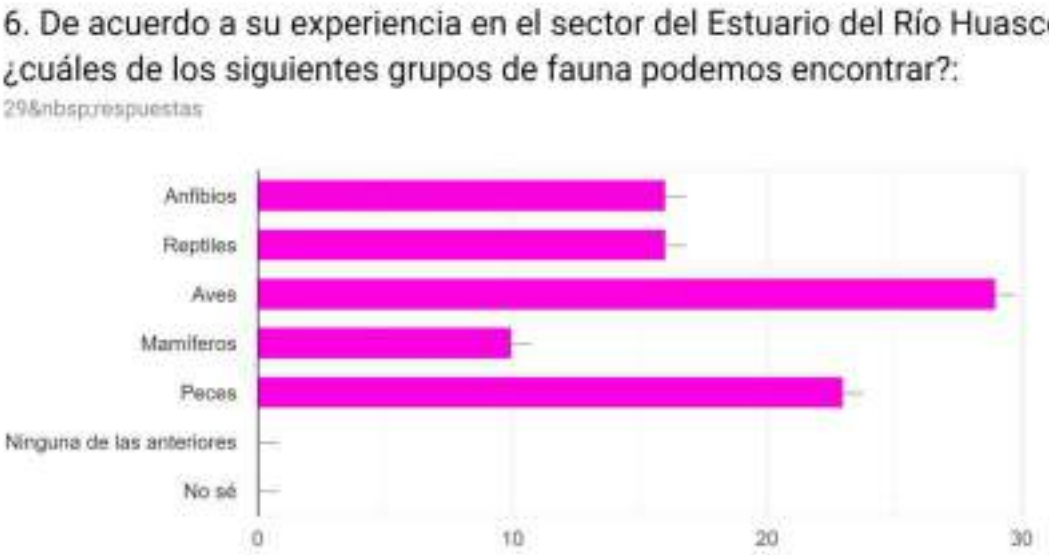
En relación con la frecuencia de visita al sitio, un 31% declara haberlo visitado dentro de los últimos 3 meses, un 17,2% dentro de los últimos 6 meses y el 20,7% dentro del último año, esto indica que más de la mitad de los participantes tienen cierta familiaridad con el sitio.



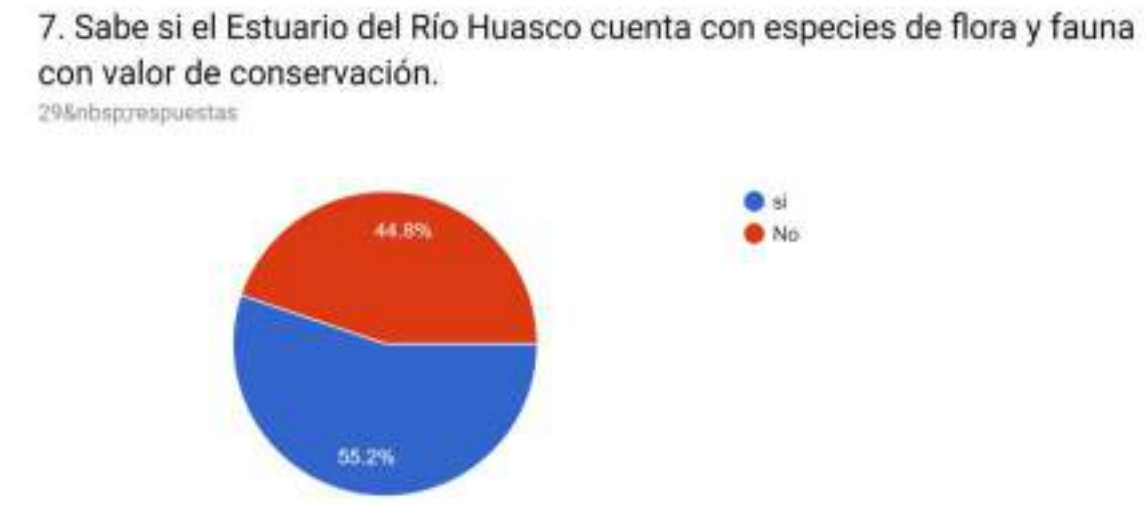
Se declara que las tres principales actividades que se desarrollan en el sitio son Recreación personal/familiar, con 27 menciones; agrícola con 13 menciones y educación con 11 menciones.



La mayor parte de las personas señalan que el sector debiera ser un área protegida, con 25 menciones.

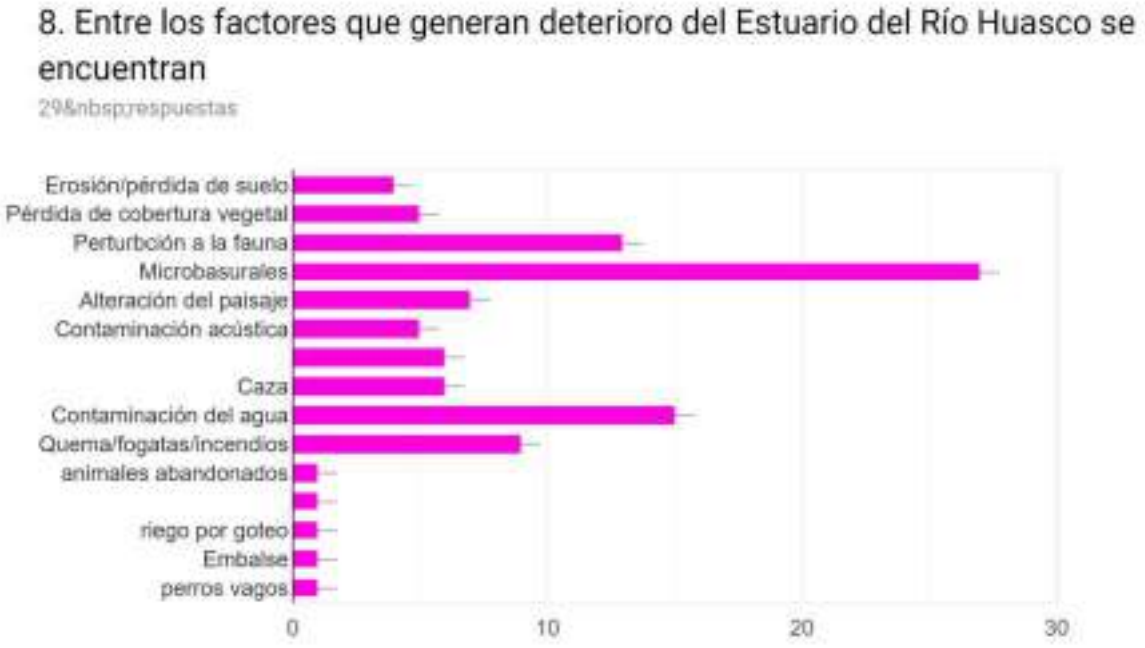


Se destaca que la mayor parte de las menciones respecto a la fauna que es posible observar en el sitio son aves, lo cual puede deberse a que su presencia es más evidente en el sector y también llama la atención que hay poca referencia a los mamíferos, los cuales, si bien existen no son fácilmente visibles. Otro dato relevante es la mención a los peces, los cuales si bien no son visibles se asume su presencia.

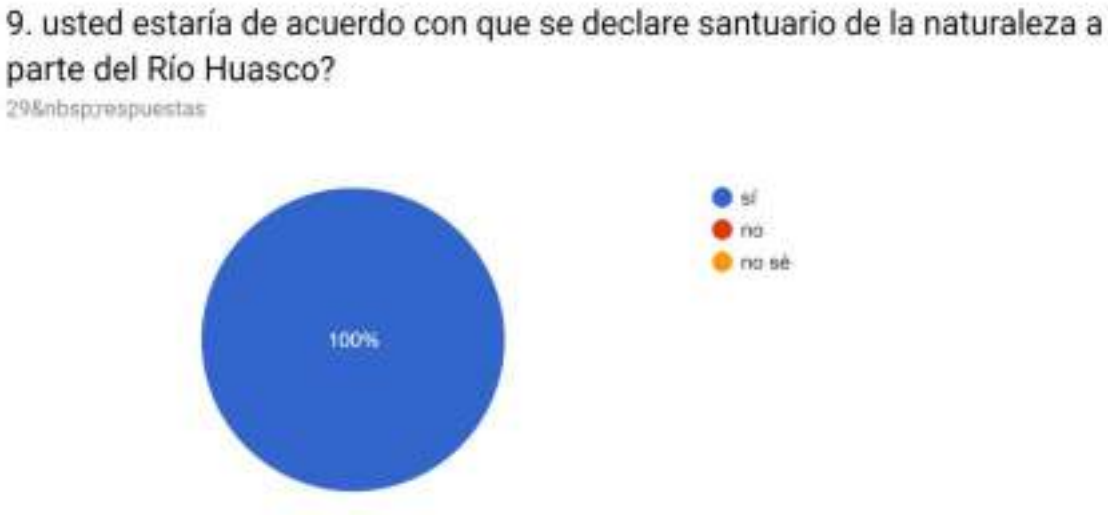


Se evidencia cierto equilibrio entre las personas que declaran conocer si hay especies en categoría de conservación.

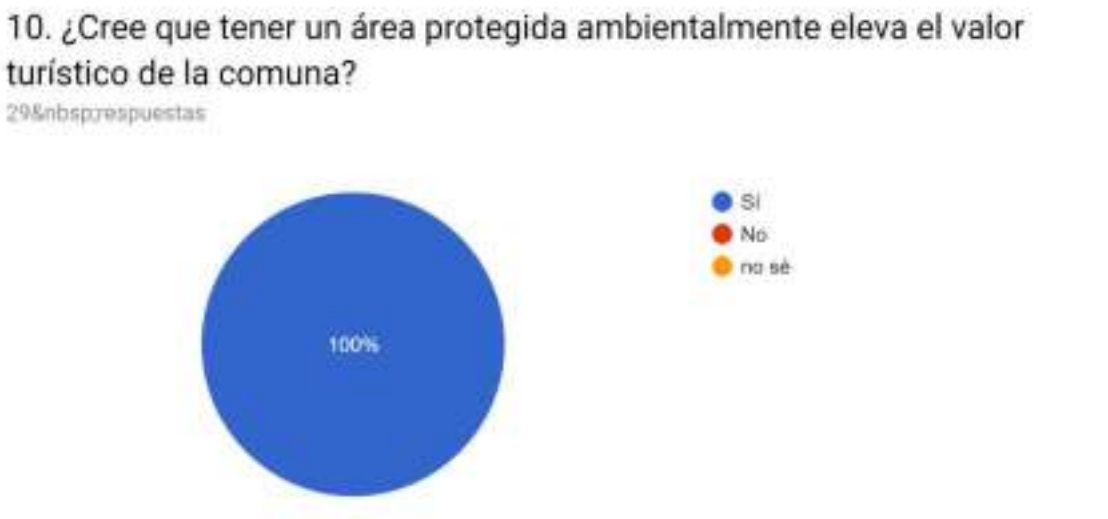
Los que dicen saber, mencionan solamente aves como el Pilpilén, Bandurrias, Cisnes, esto podría deberse a que la mayoría de las personas asume que existen especies en alguna categoría de conservación, sin embargo, no tienen certeza de ello.



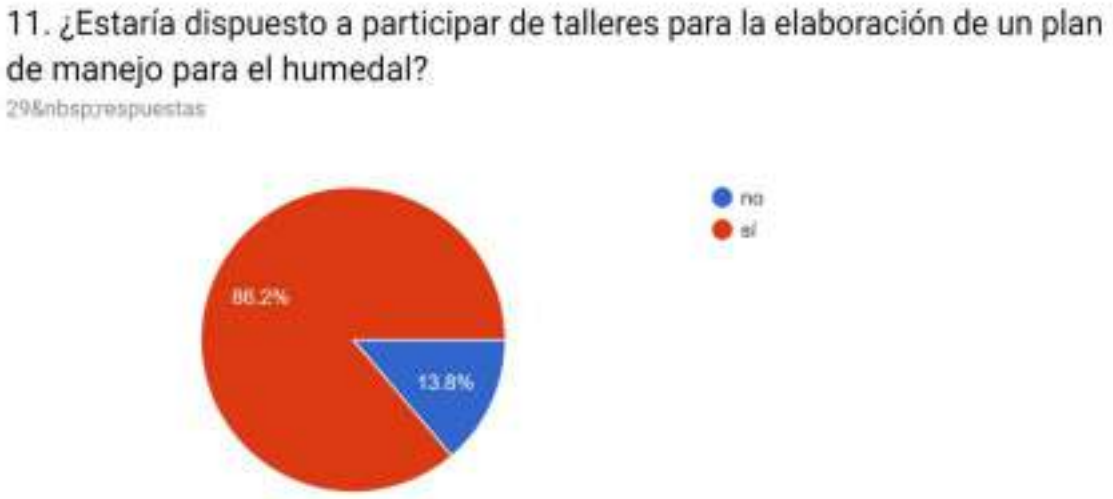
Los principales factores que generan deterioro en el sitio, de acuerdo con las menciones de los participares son: microbasurales con 27 menciones, contaminación del agua con 15 menciones y perturbación a la fauna con 13 menciones.



El 100% de las personas consultadas están de acuerdo con que el sitio sea declarado Santuario de la Naturaleza.



El 100% de las personas consultadas señala que tener un área protegida elevaría el valor turístico de la Comuna de Huasco.



Un 86,2% de los encuestados están dispuestos a participar de la elaboración del Plan de Manejo de un eventual Santuario de la Naturaleza.

10.3.1.2 Lista de asistencia



LISTA DE ASISTENCIA DECLARATORIA SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDAL COSTERO ESTUARIO RIO HUASCO"

Actividad : Reunión Taller 1
Fecha : 04 de octubre 2019
Hora : de 11.00 a 12.30
Lugar : Salón Municipal

HUASCO

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					



LISTA DE ASISTENCIA DECLARATORIA SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDAL COSTERO ESTUARIO RIO HUASCO"

Actividad : Reunión Taller 1
Fecha : 04 de octubre 2019
Hora : de 11.00 a 12.30
Lugar : Salón Municipal

HUASCO

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

LISTA DE ASISTENCIA DECLARATORIA SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDAL COSTERO ESTUARIO RIO HUASCO"

Actividad : Reunión Taller 1
Fecha : 04 de octubre 2019
Hora : de 11.00 a 12.30
Lugar : Salón Municipal

HUASCO

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1	Manuel Cortés	CEA	982598783	[illegible]	
2	Daisy Rojas	Obrinculto	09-68671149	mejoramiend@gmail.com	
3	Vicky Sandoval Ovalle	SAG	512611567	Vicky.Sandoval@sag.gob.cl	
4	Hermosina Valenzuela	HHA	982946263	[illegible]	
5	Wilfredo Vallejos Mayorga	AGAH			
6	Gabriela Lopez Acosta	CONAF	995892205	Gabriela.lopez@conaf.cl	
7	Juan Pablo Troncoso	TM Huasco UCA	981493879	Jpetroncoso@gmail.com	
8	Luis Farías	Scout	995117020	Luchofarios1@hotmail.com	
9	Roberto Montes Cisterna	AGAH	9-87993735	[illegible]	
10	Andrea Fuentealba	CEA	994722190	[illegible]	

LISTA DE ASISTENCIA DECLARATORIA SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDAL COSTERO ESTUARIO RIO HUASCO"

Actividad : Reunión Taller 1
Fecha : 04 de octubre 2019
Hora : de 11.00 a 12.30
Lugar : Salón Municipal

HUASCO

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1	Elizabeth Arroyo	CEA	98722760	[illegible]	
2	Natalia Reyes Acuña	MMA Atacama	52-2352852	[illegible]	
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

10.3.1.3 Conclusiones

La reunión-taller desarrollada en la comuna de Huasco tuvo una buena convocatoria, personas muy interesadas en conocer las actividades que se están desarrollando para que el sector del humedal costero del estuario del Río Huasco sea un área protegida y dispuestos a colaborar en la elaboración de un plan de manejo para que la comunidad se sienta representada.

En términos generales entre los asistentes se manifestó interés en que el sitio reciba la categoría de Santuario de la Naturaleza, no obstante, son los propietarios de los lotes del polígono propuesto quienes tienen mayor capacidad de incidir frente a esta decisión, muchos de ellos no viven en la comuna.

La presentación que trató sobre humedales costeros, en específico de la zona del estuario del Río Huasco, fue muy bien recibida por los asistentes, dado que existía bajo conocimiento respecto al valor ecológico de estos espacios.

Cabe señalar que una observación que hicieron los participantes, en esta primera actividad, fue el horario de esta actividad, sugieren que las próximas actividades se desarrollen por la tarde, con el fin de que participen más personas interesadas.

10.3.2 Taller comunitario 2

Localidad: Huasco – Salón de Honor, Municipalidad de Huasco

Fecha: 20 de noviembre de 2019 – 17.00 a 19.30 hrs.

Participantes: 19 personas, representantes de servicios públicos, municipalidad, organizaciones sociales y otros interesados. Ver copia de la asistencia.

Facilitadores: Manuel Contreras, Andrea Fuentealba y Elizabeth Araya (CEA)

Para dar a conocer antecedentes de la declaratoria de Santuario de la Naturaleza y comenzar a proponer estrategias para la elaboración del Plan de Manejo del Humedal Costero del Estuario del río Huasco se realizan talleres para la comunidad; se presentan a continuación los resultados del segundo taller realizado:

10.3.2.1 Introducción

Un **plan de manejo** es un instrumento dentro de la planificación del sitio a proteger que orienta las acciones hacia el logro de los objetivos de conservación de cada área definida, teniendo en cuenta una visión a corto, mediano y largo plazo.

De acuerdo con lo anterior, es que, en conjunto con la comunidad de Huasco se realiza este segundo taller comunitario con el fin de levantar información necesaria para tomar ciertas decisiones que apuntan directamente al Plan de Manejo y buscar acciones posibles para que los objetos de conservación del Humedal Costero del estuario del río Huasco se mantengan y/o mejoren.

Estos talleres con la comunidad son espacios donde se trabaja cooperativamente para desarrollar procesos y alcanzar ciertos objetivos, lo que permite, tanto a los facilitadores como a los participantes comprometerse activamente con la realidad social, buscando en conjunto las formas más eficientes de actuar en relación con las necesidades que la realidad social presenta, en este caso, la conservación de un sitio de alto valor ecológico.

La misión del equipo de facilitación es coordinar el diálogo del grupo de personas en el cual cada uno de los integrantes puede hacer su aporte específico desde su experiencia y visión particular.

10.3.2.2 Desarrollo del taller

En esta oportunidad el taller comienza con una presentación en la cual se da un contexto acerca de la importancia de conservar el Humedal costero del estuario del río Huasco y se introducen los conceptos de Plan de Manejo, Servicios Ecosistémicos y Amenazas. Esta presentación estuvo a cargo de Manuel Contreras Leiva (Fotografía 10-5).

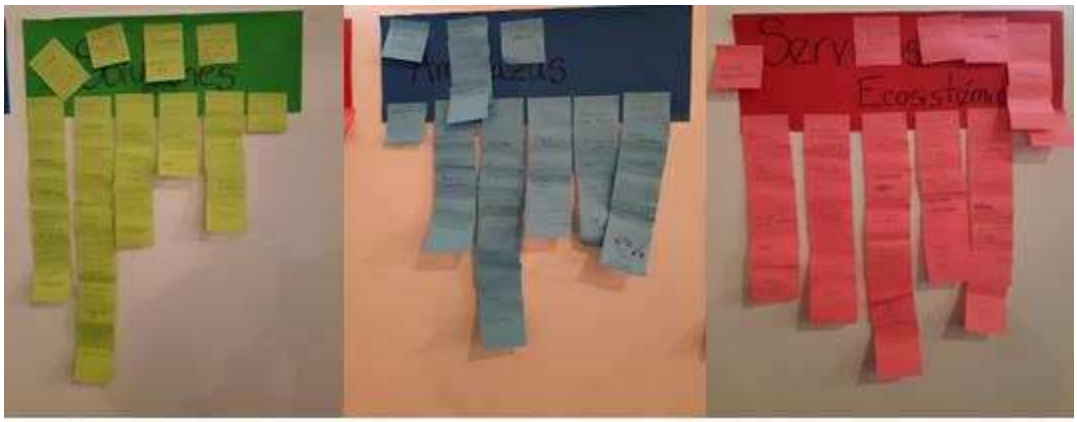


Fotografía 10-5 Exposición a comunidad de Huasco

Durante la presentación los asistentes pudieron interactuar, haciendo preguntas y dando su opinión acerca del tema tratado, algunos de los asistentes no habían estado en el taller anterior, por lo que hubo bastante interacción.

La segunda parte del taller, trabajada por Andrea Fuentealba, se utilizó la metodología cualitativa de la Entrevista Grupal con el fin de mantener una conversación sobre los servicios ecosistémicos que ofrece el Humedal, las amenazas a las cuales está enfrentado y las posibles soluciones a corto, mediano y largo plazo, tratado en común para indagar la percepción construida colectivamente.

Como se mencionó anteriormente los temas guías de la conversación fueron: “Servicios Ecosistémicos” rotulado en una cartulina roja; “Amenazas” Rutada en cartulina de color azul; y “Soluciones” en color verde (Fotografía 10-6).



Fotografía 10-6 Método de interacción con la comunidad

Cada una de las cartulinas se dispuso en una muralla a vista de los participantes y se comenzó entregando papeles rosados, en ellos debían escribir los servicios ecosistémicos que entrega el humedal y que sean relevantes para ellos. Se leyó cada

uno de los escritos y se agruparon por familia (igual tema). Luego se les entregó papeles azules para que escribieran las grandes amenazas a las que se ve afectado el humedal y lo que quieren conservar, se leyeron y se agruparon; Lo mismos e hizo con papeles verdes en donde escribieron las soluciones que ello ven a corto, mediano y largo plazo para conservar y mejorar la calidad del humedal y de la biodiversidad que allí habita.

Para finalizar con esta actividad se presentó el mapa del Humedal del estuario del río Huasco para que nos indicaran y dibujaran en el mapa las estrategias que consideran para la conservación del sitio, plasmándose en el algunos de los temas y propuestas que habían surgido en el trabajo previo.



Fotografía 10-7 Localización de amenazas y sugerencias para el plan de manejo

10.3.2.3 Resultados

Las respuestas entregadas por los participantes fueron analizadas en cada uno de los temas tratados: servicios ecosistémicos, amenazas y soluciones. Para su análisis se siguieron los pasos de la Teoría Fundada.

Cada una de estas respuestas fue codificada en forma abierta, es decir, se le asignó una categoría determinada por las propiedades de la respuesta. Luego estas respuestas codificadas fueron agrupadas en familias, en una codificación axial. Finalmente, cada una de estas familias fue descrita, integrando en un relato único los códigos obtenidos. Las familias obtenidas son las que se presentan a continuación:

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Entiéndase como la multitud de beneficios que el humedal costero aporta a la comunidad de Huasco. A continuación, se presentan las categorías que los participantes mencionaron:

- **Biodiversidad:** el humedal alberga una serie de especies de alto valor de conservación y que para ellos son muy importantes.

12 menciones

- **Recreación:** la comunidad ocupa el espacio para hacer actividades deportivas y recreativas, tales como trekking, caminatas, kayak y laser.

8 menciones

- **Valor cultural:** esta categoría apunta a que el humedal ofrece oportunidades para los estudiantes de aprender al aire libre, que vengan científicos y universidades a realizar estudios.

6 menciones

- **Agua**: este concepto lo ven como provisión de este recurso para mantener un equilibrio en los ecosistemas.

6 menciones

- **Valor estético:** lo mencionan como que el humedal es un paisaje hermoso dentro de su comunidad.

5 menciones

- **Turismo:** sienten que este sitio es un atractivo turístico y que los puede beneficiar económicamente si realizan un turismo sostenible y bien administrado.

4 menciones

- **Valor Arqueológico**: existen en el territorio próximo al humedal vestigios arqueológicos.

2 menciones

AMENAZAS: los humedales son ecosistemas frágiles que se ven afectados por diversas acciones. A continuación, se describen todas las amenazas que los participantes relevaron:

- **Basura**: mencionan que algunos sectores próximos al humedal se han constituido como microbasurales.

11 menciones

- **Turismo y recreación**: la visita o la llegada de personas al sector del humedal genera alteración a la avifauna y dejan residuos en el lugar.

7 menciones

- **Especies exóticas invasoras**: los perros fueron sindicados de forma significativa como una fuerte amenaza para la vida del humedal. Estos animales algunos tienen dueños y otros son perros abandonados.

6 menciones

- **Falta de conciencia ambiental y de reconocimiento del valor del lugar:** se reconoce como un factor que promueve el deterioro del lugar el desconocimiento del valor ambiental del lugar.

5 menciones

- **Sequía:** Producto del cambio climático, de factores productivos y antrópicos han visto una disminución en la cantidad de agua disponible en la laguna, viendo esto

como una amenaza a mediano plazo y no contar con el agua suficiente para abastecer las necesidades de plantas y animales.

4 mención

- **Contaminación industrial:** se refiere a la contaminación atmosférica atribuida al sector productivo presente en el entorno.

2 menciones

- **Construcciones mayores:** se refiere a la posibilidad de instalaciones inmobiliarias cercanas al humedal.

2 menciones

- **Actividades extractivas:** se refiere a la extracción de diversos recursos naturales, tales como: camarones de río y agua.

2 menciones

- **Quemas:** se refiere a que las personas que van al sector hacen fogatas.

1 mención

- **Minería:** se refiere a la posibilidad de que se instale una minera en el sector del humedal.

1 mención

SOLUCIONES: entendidas como respuestas positivas para enfrentar el desafío de cuidar y proteger el Humedal. A continuación, se listan todas las acciones que los participantes mencionaron durante la actividad:

- **Educación Ambiental:** la educación de las personas frente al uso y a la visita del lugar puede contribuir a evitar el deterioro del lugar y generar mejoras en el espacio.

11 menciones

- **Infraestructura:** habilitar el espacio con elementos que le den mejor uso por parte de los visitantes, a través del establecimiento de rutas, senderos, control de acceso, cierres perimetrales, miradores, basureros y señalética informativa.

10 menciones

- **Fiscalización:** contar con herramientas legales de control y gobernanza para la correcta gestión del sitio, que se apliquen sobre el espacio.

8 menciones

- **Cuidador:** Existencia de un comité de administración que cuente con recursos para tener un cuidador o cuidadores permanentes para la vigilancia del sitio.

5 menciones

- **Cuidado del agua:** fortalecer a las juntas de vigilancia y contar con mediciones sistemáticas del caudal.

4 menciones

- **Zonificación del área:** diferenciar espacios para los distintos usos y actividades dentro del Humedal.

3 menciones

- **Determinación de figura de protección:** que el humedal cuente con una categoría de conservación que permita su cuidado y protección.

3 menciones

10.3.2.4 Conclusiones

Esta comunidad, es un grupo heterogénea de personas e intereses y que tienen al humedal como un lugar más bien lejano dentro de su territorio, a pesar de esto lo valoran y quieren que posea una categoría de conservación.

Hubo una participación por parte de todos los asistentes; logrando así, proyectar acciones concretas para el cumplimiento del objetivo, que es Cuidar y Proteger el Humedal Costero del estuario del río Huasco.

10.3.2.5 Lista de asistencia



LISTA DE ASISTENCIA DECLARATORIA SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDAL COSTERO ESTUARIO RÍO HUASCO"

Actividad : Reunión Taller 2
Fecha : 20 de noviembre 2019
Hora : 17:00 a 19:30
Lugar : Salón Municipal HUASCO

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1	Victor Henriquez S.	Gobernación Provincial	979414532	victor.henriquez@gobierno.cl	
2	Nathaly Herrera	UCN Huasco	952373809	nherrera@ucn.cl	
3	Vida [illegible]	Turismo		[illegible]	
4	Elizabeth Araya	CEA	9 8727280	EARAYA@CEA.CL	
5	Alvaro [illegible]	MMA	[illegible]	[illegible]	
6	Victor [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
7	Stefanie [illegible]	Indian Valley Explorers	[illegible]	[illegible]	
8	Darcy [illegible]	Alcalde [illegible]	[illegible]	[illegible]	
9	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
10	Sergio Gutierrez	Junta de Vigilancia Río Huasco	956887818	[illegible]	



LISTA DE ASISTENCIA DECLARATORIA SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDAL COSTERO ESTUARIO RÍO HUASCO"

Actividad : Reunión Taller 3
Fecha : 20 de noviembre 2019
Hora : 17:00 a 19:30
Lugar : Salón Municipal HUASCO

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1	[illegible]	CAP Huasco	[illegible]	[illegible]	
2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
5	[illegible]		[illegible]	[illegible]	
6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
7	[illegible]				
8	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
9	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
10					

[illegible]@hotmail.com

10.3.3 Taller comunitario 3

Informe taller "PRESENTACIÓN DE RESULTADOS"

Localidad/Lugar Huasco – Salón de Honor, Municipalidad de Huasco

Fecha/Hora: 19 de diciembre de 2019 – 14.00 a 16.00 hrs.

Participantes: Representantes de servicios públicos, municipalidad y otros interesados. Ver copia de la asistencia.

Facilitadores: Manuel Contreras, Andrea Fuentealba y Elizabeth Araya (CEA)

Para dar a conocer los resultados de las actividades desarrolladas para la elaboración del expediente para la declaratoria de Santuario de la Naturaleza del Humedal Costero del Estuario del río Huasco se realizaron talleres para la comunidad cuyos resultados fueron presentados en un taller de devolución a la comunidad, cuyas reflexiones principales se presentan a continuación:

10.3.3.1 Introducción

La protección del Humedal costero del estuario del río Huasco mediante su declaratoria de Santuario de la Naturaleza permitirá contar con mayores herramientas para su conservación, que las que permite el Plano Regulador Comunal, asegurando su permanencia en el tiempo, la conservación de su biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos, claves para la calidad ambiental de las zonas urbanas adyacentes.

Por lo tanto, el objetivo general (de acuerdo con las bases técnicas) que persigue el siguiente estudio corresponde al de elaborar el expediente para presentar solicitud de declaratoria de Santuario de la Naturaleza para el humedal del estuario del río Huasco, que se localiza en la ciudad de Huasco, región de Atacama.

Los talleres con la comunidad fueron espacios donde se trabajó cooperativamente para desarrollar procesos y alcanzar ciertos objetivos, lo que permitió, tanto a los facilitadores como a los participantes comprometerse activamente con la realidad social, buscando en conjunto las formas más eficientes de actuar en relación con las necesidades que la realidad social presenta, en este caso, la conservación de un sitio de alto valor ecológico.

10.3.3.2 Desarrollo del taller

El taller comenzó con una presentación en la cual se dio un contexto acerca de la importancia de conservar el Humedal costero del estuario del río Huasco y se dieron a conocer los resultados del levantamiento de información para el expediente de la declaratoria de Santuario de la Naturaleza y la propuesta de Plan de Manejo. Esta presentación estuvo a cargo de Manuel Contreras Leiva (Fotografía 10-8).





Fotografía 10-8 Exposición taller 3 dirigido por Manuel Contreras

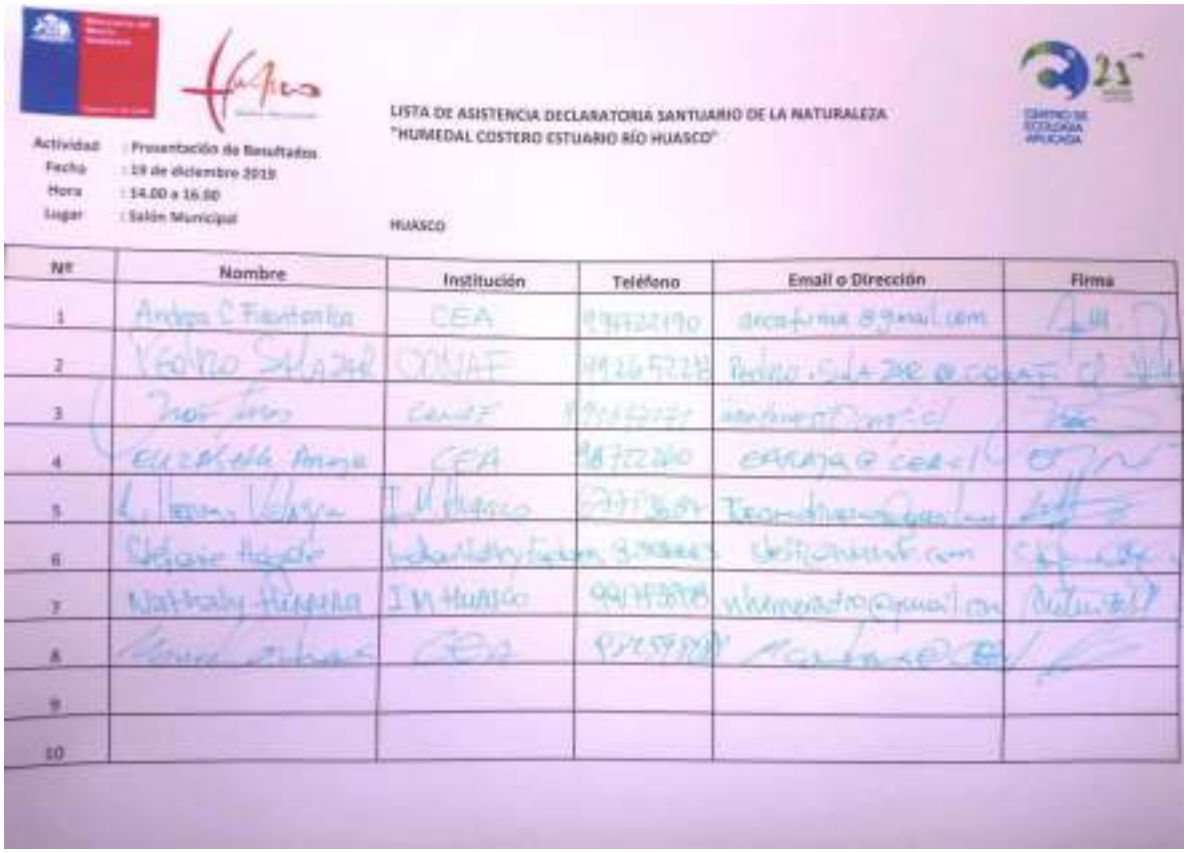
Durante la presentación los asistentes pudieron interactuar, haciendo preguntas y dando su opinión acerca del tema tratado, algunos de los asistentes no habían estado en el taller anterior, por lo que hubo bastante interacción.

10.3.3.3 Conclusiones

La comunidad agradeció la presentación, reconociendo la importancia de declarar Santuario de la Naturaleza del Humedal Costero del Estuario del río Huasco, desarrollado en forma participativa.

Esta comunidad se comprometió a seguir adelante en el proceso de declaratoria de santuario, entregando los antecedentes a la Seremi del Medio Ambiente para aportar al proceso.

10.3.3.4 Lista de asistencia



LISTA DE ASISTENCIA DECLARATORIA SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDAL COSTERO ESTUARIO RÍO HUASCO"

Actividad : Presentación de Resultados
Fecha : 19 de diciembre 2019
Hora : 14.00 a 16.00
Lugar : Salón Municipal

HUASCO

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

10.3.3.5 Actividad educativa

Informe taller “DIDÁCTICA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL”

Talleres comunitarios para docentes

Localidad/Lugar: Huasco – Centro cultural de Huasco.

Fecha/Hora: 19 de diciembre de 2019 – 10.30 a 12.30 hrs.

Participantes: Representantes de la Escuela El Olivar. Ver copia de la asistencia.

Facilitadora: Andrea C. Fuentealba M. (CEA)

La Ley 19.300 establece dentro de los instrumentos de gestión a la educación e investigación. Al respecto señala en su artículo 6 que "el proceso educativo, en sus diversos niveles, a través de la transmisión de conocimiento y de la enseñanza de conceptos modernos de protección ambiental, orientados a la comprensión y toma de conciencia de los problemas ambientales, deberá incorporar la integración de valores y el desarrollo de hábitos y conductas que tiendan a prevenirlos y resolverlos"

Esto implica que la propia Ley reconoce la importancia de la educación ambiental para la ciudadanía, la cual debe estar incorporada en un plan de manejo, como una forma de

involucrar y entregar herramientas a la comunidad para hacerse parte del cuidado del sitio. Por lo anteriormente expuesto es que se invita a docentes de la comuna de Huasco a participar de un taller de “Didáctica de la Educación Ambiental”

10.3.3.6 Desarrollo del taller

A este taller asistieron sólo dos profesoras de la Escuela El Olivar, de todas maneras, desarrollamos el taller planificado a cabalidad, incluyendo un tema de su interés que fue el Sistema de Nacional Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos (SNCAE).

Esta situación permitió un trabajo personalizado sobre los temas propuestos, con una gran participación de las docentes asistentes.

Cada una recibió material educativo para el trabajo ambiental en sus aulas, el que consistió en: Bingo de flora y fauna nativa, dominó de asociación de ideas de los estados del agua, memorice de flora y fauna nativa y el Manual de la Casa Verde:







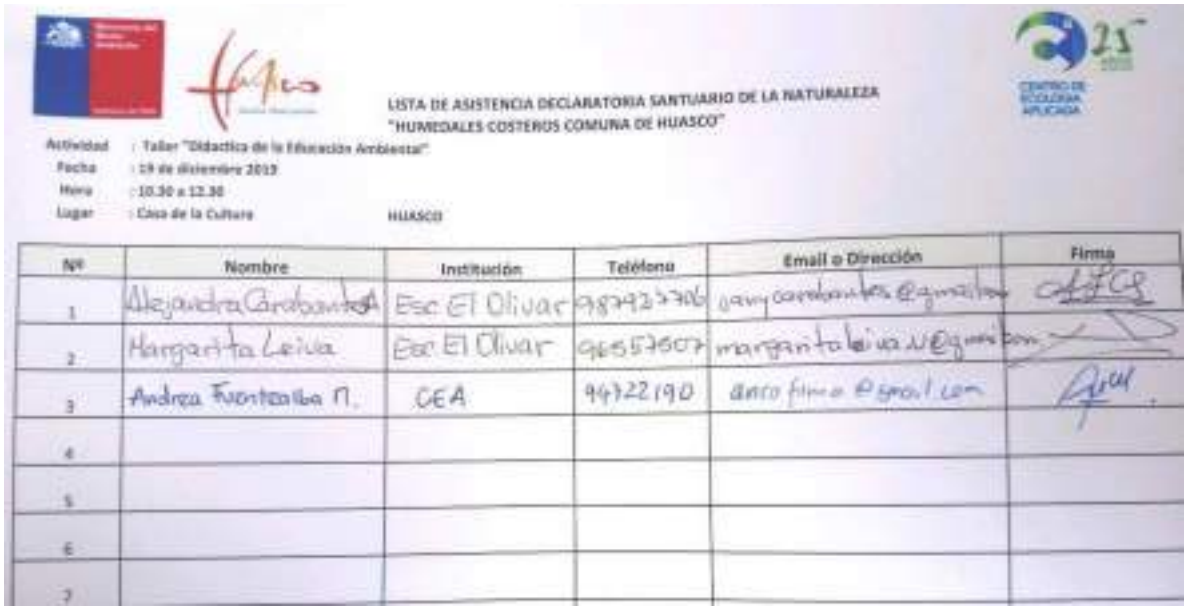


Al finalizar el taller se les entregó a cada una un certificado de participación:



Fotografía 10-9 Docentes asistentes al taller educativo

10.3.3.7 Lista de asistencia



LISTA DE ASISTENCIA DECLARATORIA SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDALES COSTEROS COMUNA DE HUASCO"

Actividad : Taller "Didactica de la Educación Ambiental"
Fecha : 19 de diciembre 2013
Hora : 10.30 a 12.30
Lugar : Casa de la Cultura
HUASCO

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1	Alejandra Carabantes	Esc El Olivar	98792376		
2	Margarita Leiva	Esc El Olivar	96557607		
3	Andrea Fuentealba M.	CEA	94722190		
4					
5					
6					
7					

10.3.4 Talleres comunitarios para las Autoridades

Localidad/Lugar: Huasco – Salón de Honor, Municipalidad de Huasco

Fecha/Hora: 19 de diciembre de 2019 – 11.00 a 12.30 hrs.

Participantes: Representantes de servicios públicos, municipalidad y otros interesados. Ver copia de la asistencia.

Facilitadores: Manuel Contreras y Elizabeth Araya (CEA)

Para dar a conocer los resultados de las actividades desarrolladas para la elaboración del expediente para la declaratoria de Santuario de la Naturaleza del Humedal Costero del Estuario del río Huasco y Plan de Manejo del Santuario de la Naturaleza de Carrizal Bajo, se realizó un taller para presentar a las Autoridades de la Comuna de Huasco los resultados de dicho trabajo; se presentan a continuación los resultados del taller realizado:

10.3.4.1 Introducción

La protección de los humedales costeros de Carrizal Bajo y del estuario del río Huasco mediante su declaratoria de Santuario de la Naturaleza permitirá contar con mayores herramientas para su conservación, que las que permite el Plano Regulador Comunal, asegurando su permanencia en el tiempo, la conservación de su biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos, claves para la calidad ambiental de las zonas urbanas adyacentes.

Por lo tanto, el objetivo general (de acuerdo con las bases técnicas) que persigue el siguiente estudio corresponde a la elaboración del Plan de Manejo del Santuario de la Naturaleza de Carrizal Bajo y del expediente para presentar solicitud de declaratoria de Santuario de la Naturaleza para el humedal del estuario del río Huasco, que se localizan en la comuna de Huasco, región de Atacama.

Los talleres con la comunidad permitieron levantar información relevante sobre ambos sitios, antecedentes que fueron sistematizados y presentados a las autoridades como parte de un trabajo tendiente a comprometer a la comunidad activamente con la realidad social para la conservación de un sitio de alto valor ecológico.

10.3.4.2 Desarrollo del taller

El taller comenzó con una presentación en la cual se dio un contexto acerca de la importancia de la conservación de los humedales costeros de Carrizal Bajo y del estuario del río Huasco y se dio a conocer también los resultados del levantamiento de información para la elaboración del Plan de Manejo del humedal de Carrizal Bajo y del expediente de la declaratoria de Santuario de la Naturaleza y su propuesta de Plan de Manejo. Esta presentación estuvo a cargo de Manuel Contreras Leiva (Fotografía 10-10).







Fotografía 10-10 Exposición de resultados finales a autoridades locales

10.3.4.3 Conclusiones

Las autoridades participantes en la reunión taller valoraron el aporte técnico al Plan de Manejo del Humedal costero de Carrizal Bajo y al expediente para la declaratoria de Santuario de la Naturaleza del estuario del río Huasco y comprometieron su apoyo a las futuras gestiones que aún quedan por realizar.

10.3.4.4 Lista de asistencia



LISTA DE ASISTENCIA DECLARATORIA SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDAL COSTERO ESTUARIO RÍO HUASCO"
Autoridades

Actividad : Reunión Presentación de Resultados
Fecha : 19 de diciembre 2019
Hora : 11.00 a 13.00
Lugar : Salón Municipal

HUASCO

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
7	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
8	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
9	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
10	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

EXPEDIENTE DE POSTULACIÓN "SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RÍO HUASCO"



DICIEMBRE, 2019

AUTOR: ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO Y PROPIETARIOS CON EL APOYO DE SEREMI MMA REGIÓN DE ATACAMA

“Santuario de la Naturaleza Humedal Costero Estuario del Rio Huasco”

1. ANTECEDENTES GENERALES.

1.1. CARTA DEL INTERESADO DIRIGIDA A SRA. MINISTRA DEL MEDIO AMBIENTE (SAN MARTÍN 73, COMUNA DE SANTIAGO, REGIÓN METROPOLITANA)

1.2. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE (PERSONA NATURAL O JURÍDICA)

1.3. DOCUMENTO QUE ACREDITE LA PROPIEDAD SOBRE EL ÁREA QUE SE POSTULA

1.4. DOCUMENTO QUE ACREDITE LA CONFORMIDAD DE EL O LOS PROPIETARIOS DEL ÁREA PARA QUE ÉSTA SEA POSTULADA COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA

1.5. DOCUMENTOS QUE DEN CUENTA DE LOS USOS ACTUALES O POTENCIALES PARA EL ÁREA QUE SE POSTULA Y EL ÁREA ADYACENTE

1.6. CARTAS DE APOYO U OPINIÓN RESPECTO DE LA SOLICITUD DE DECLARACIÓN POR PARTE DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES, DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS U DE LA COMUNIDAD, CUANDO PROCEDIERA

1.6.1 PUBLICACIÓN EN MEDIO DE DIFUSIÓN LOCAL

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA QUE DECLARAR

2.1. LOCALIZACIÓN DEL PREDIO

2.2. NOMBRE

2.3. SUPERFICIE

2.4. POLÍGONO A CONSERVAR

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS HUMEDALES

3.1. DEFINICIÓN DE HUMEDAL

3.2. IMPORTANCIA DE LOS HUMEDALES COSTEROS

3.3. CONSERVACIÓN

3.4. HUMEDALES COSTEROS DE LA REGIÓN DE ATACAMA

3.5. HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RIO HUASCO

3.6. DEFINICIÓN Y REQUISITOS DE UN SANTUARIO DE LA NATURALEZA

3.7 JURISDICCIÓN Y RESPONSABILIDAD DEL SANTUARIO DE LA NATURALEZA

4. AMENAZAS INDIRECTAS Y DIRECTAS

4.1 AMENAZAS INDIRECTAS

4.2 AMENAZAS DIRECTAS

5. ORGANIZACIONES FUNCIONALES DE LA COMUNA DE HUASCO

6. DESCRIPCIÓN DEL SITIO POR CONSERVAR

6.1 CLIMA

6.2. PRECIPITACIONES

6.3. TEMPERATURA

6.4 HIDROLOGÍA

6.5. EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS

6.6. DERECHOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA

6.7. GEOLOGÍA

6.8 ARQUEOLOGÍA

7. ESTADO DEL HUMEDAL

7.1 CAMBIOS FÍSICOS DEL HUMEDAL

7.2 ESTADO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL HUMEDAL

7.3 ESTADO DE LA FLORA Y VEGETACIÓN

7.4 ESTADO DE LA FAUNA

7.5. INTEGRACIÓN DE VARIABLES
8. OBJETOS DE CONSERVACIÓN
9. DESCRIPCIÓN DE VALORES COMPLEMENTARIOS DEL SITIO PROPUESTO
10. ESTADO ACTUAL DE LA CONSERVACIÓN DE LOS OBJETOS Y/O DEL SITIO PROPUESTO
11. GESTIÓN DEL SITIO PROPUESTO
11.1. PROPIETARIO/OS DEL SITIO
11.2. ACTORES, ORGANIZACIONES, INSTITUCIONES RESPONSABLES DE LA GESTIÓN
12. PLAN DE MANEJO, CON SUS RESPECTIVOS OBJETIVOS, LINEAMIENTOS Y METODOLOGÍAS
12.1. OBJETIVO GENERAL DEL PLAN DE MANEJO PRELIMINAR
12.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PLAN DE MANEJO PRELIMINAR
12.3 METAS DEL PLAN DE MANEJO PRELIMINAR
12.4 OBJETO DE CONSERVACIÓN DEL SANTUARIO:
12.5 LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS DEL PLAN DE MANEJO PRELIMINAR
12.6 MEDIDAS PREVIAS A LA INSTAURACIÓN DEL PLAN DE MANEJO, PARA CUMPLIR CON REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS
12.7 PROGRAMA DE MONITOREO DE PLAN DE MANEJO
12.8. MEDIDAS DE DISMINUCIÓN DE LAS AMENAZAS SOBRE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN
13. FINANCIAMIENTO
14. BIBLIOGRAFÍA
15. ANEXOS

INTRODUCCIÓN

La Región de Atacama presenta en su territorio una variada cantidad de ecosistemas que la hacen única y valiosa en relación a la biodiversidad e importancia que tienen, tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

Dentro de los ecosistemas que presenta la región, los humedales sobresalen por sobre los demás debido a que estos son puntos calientes o hotspots de biodiversidad, por lo que su resguardo se hace primordial. Esta prioridad se hace implica al momento en que tanto a nivel nacional como a nivel local se demuestra la preocupación por la conservación de estos mediante la declaración de políticas, estrategias o alguna intención de conservarlos.

La declaración de los humedales costeros de la región como sitios prioritarios para su conservación muestra el ímpetu por su conservación. La materialización se demuestra al incorporar la declaración como Santuario de la Naturaleza al Humedal Costero del Rio Huasco en el Programa de Recuperación Ambiental y Social de Huasco, y en el Plan de Gobierno Regional Atacama 2018 - 2022.

En conclusión, el Humedal costero Estuario del río Huasco constituye un ecosistema que reúne todas las condiciones para ser postulado como Santuario de la Naturaleza por: i) presentar una alta biodiversidad, ii) albergar numerosas especies bajo amenaza, iii) presentar aguas en buenas condiciones para la vida acuática y iv) constituir un área de alto valor para Huasco Bajinos que ven en este ecosistema un espacio natural limpio, de bienestar y una zona con alto potencial de desarrollo turístico.

La presente iniciativa busca dar un paso relevante para la puesta en valor y conservación de un ecosistema de enorme valor para el norte de Chile y en especial para la comuna de Huasco.

1. Antecedentes Generales.

1.1. Carta del Interesado dirigida a Sra. Ministra del Medio Ambiente (San Martín 73, comuna de Santiago, Región Metropolitana)

Se adjunta carta dirijida a sra. ministra del medio ambiente en anexo I.

1.2. Identificación del Solicitante (persona natural o jurídica)

Considerando que el terreno que se está postulando está compuesto por 9 propietarios, es que se tendrá como representante del presente documento a la Ilustre Municipalidad de Huasco para fines de tramitación ante el Ministerio del Medio Ambiente.

- **Nombre:** Ilustre Municipalidad de Huasco y Propietarios
- **Teléfono:** 051-531039/ 051- 531042/ 051- 531010
- **Representante:** Rodrigo Loyola Morenilla
- **R.U.T:** 69.030.700-6
- **Dirección:** Calle Graig Nª 530
- **Correo Electrónico:** No disponible

1.3. Documento que acredite la propiedad sobre el área que se postula

Los documentos asociados a inscipciones de terrenos de cada propietario se pueden ver en anexo II.



Figura 1. Propietarios en propuesta Zona Santuario de la Naturaleza y Propietarios del Humedal costero estuario del río Huasco. Fuente: CEA, 2019

Tabla 1. Información de los predios existentes en el sector

N° Polígono (Plano)	PREDIO	PROPIETARIO	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2017	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2019	OBSERVACIÓN	ÁREA (m)	ÁREA (Ha)
1	PLAYA DE MAR	BIEN NACIONAL DE USO PÚBLICO (ARTÍCULO 590 DEL CÓDIGO CIVIL). SEGUN DECRETO LEY N ° 340 DE 1960, SU ADMINISTRACIÓN CORRESPONDE A LA AUTORIDAD MARÍTIMA, ÓRGANO DEPENDIENTE DE LA SUBSECRETARÍA DE LAS FUERZAS ARMADAS	Los BNUP no cuentan con inscripción conservatoria.	Se encuentra inscripción en el registro del CBR de Freirina a fojas 33 N°9 de 1977. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	No consta del informe existente que se haya fijado la línea de playa o de más alta marea, lo cual es fundamental para distinguir el bien nacional de uso público de los inmuebles privados colindantes con la costa.	315992,9542	31,599295
2		ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	Inscrito a fojas 72 VTA Nº 65 del registro de propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1978.	No cuenta con nuevas inscripciones. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	Sin nuevas anotaciones al margen.	105275,4472	10,527545
3		ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	Inscrito a fojas 72 VTA Nº 65 del registro de propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1979.	Respecto al año de la inscripción que se cita en el estudio del año 2017, se refiere al año 1978 no al 1979. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	Sin nuevas anotaciones al margen.	61276,80622	6,127681
4		ELBA CALLEJAS MOLINA	Inscrito a fojas 73 Nº 64 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1979.	Fue expropiado el lote N°40-50 colindante con la carretera para la ampliación de la RUTA C-46 VALLENAR HUASCO. Inscripción en CBR a fojas 357 N°263 del 2018.	El terreno expropiado es colindante con la carretera no así con el Humedal. Al margen de la expropiación no tiene nuevas anotaciones.	1364436,578	136,443658
5	LOTE N°1	JEANICE GILBERT CONCHA, MARÍA CAROLINA YANQUEZ MERY Y CLAUDIA SANCHEZ YANQUEZ	Inscrito a fojas 218 Nº 191 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1992. A fojas 129 Nº 115 año 2004 existe transferencia de derechos entre los comuneros.	A fojas 118 N°191 del registro de propiedades del CBR de Freirina del año 1992 adquirieron en partes iguales la propiedad (33,3 % cada uno) Florencio Sánchez Espejo, María Carolina Yanquez Mery y Jeanice Gilbert Concha. A fojas 129 N°115 del año 2004 existe una transferencia de derechos de Florencio Sánchez Espejo a Claudia Sánchez Yánquez. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	En la actualidad son propietarias del inmueble Carolina Yanquez Mery, Jeanice Gilbert Concha y Claudia Sánchez Yánquez, cada una dueña del 33,3% de la totalidad del inmueble. Sin nuevas anotaciones al margen.	294179,9531	29,417995
6		ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	Inscrito a fojas 72 VTA Nº 65 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1978.	La inscripción corresponde a un inmueble de propiedad de la Municipalidad de Huasco. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	En el estudio del 2017 se señalaba como propietario a la Municipalidad de Freirina, revisada la inscripción conservatoria y de acuerdo con certificado entregado	209852,3568	20,985236

N° Polígono (Plano)	PREDIO	PROPIETARIO	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2017	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2019	OBSERVACIÓN	ÁREA (m)	ÁREA (Ha)
					por la Municipalidad de Freirina se concluye que el inmueble no es de la Municipalidad de Freirina. Sin nuevas anotaciones al margen.		
7	LOTE 2-A	ELBA CALLEJAS MOLINA	Inscrito a fojas 58 Nº 46 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 2001.	Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	Sin nuevas anotaciones al margen.	99067,5278	9,906753
8		ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	Inscrito a fojas 72 VTA Nº 65 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1978.	La inscripción citada en el estudio del 2017 corresponde a un inmueble de propiedad de la Municipalidad de Huasco. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	En el estudio del 2017 se señalaba como propietario a la Municipalidad de Freirina, revisada la inscripción conservatoria y de acuerdo con certificado entregado por la Municipalidad de Freirina se concluye que el inmueble no es de la Municipalidad de Freirina. Predio 6 y 8 se encuentran en la misma situación. Sin nuevas anotaciones al margen.	326017,6943	32,601769
9		CATHERINNE SCHASUSS STONE. LUIS LEONEL HERACLIO POBLETE (FALLECIDO), LO SUCEDEN UBE LAURA ROSAS ENRIQUE Y LEONEL ARTURO POBLETE CODUTTI	Inscrito a fojas 56 N° 43 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 2009. Especial de herencia N° 417 N° 361 de 2014.	A fojas 56 N° 43 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 2009 adquirieron en partes iguales la propiedad el fallecido y Catherine Schasuss. Posteriormente existe una inscripción especial de herencia de Don Luis Leonel Heraclio Poblete donde le suceden su conyugue Ube Laura Rosas Enrique y su hijo no matrimonial Leonel Arturo Poblete Codutti. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio.	El título que dio origen al predio está inscrito a foja 146 Nº 132 del año 1996. Resolución Administrativa N° 343 de 10 de septiembre de 1996. Rol de avalúo 141-1. Plano: III – 3 – 3--987 S.R Superficie: 81,70. Catheninne Shasuss es la propietaria del 50% de la propiedad. Sin nuevas anotaciones al margen.	567232,0613	56,723206
10		GONZALO PÉREZ APARECE REGISTRADO COMO PRESUNTO DUEÑO DE ACUERDO CON LO QUE SEÑALA INFORME DE PROPIETARIOS GAC 2007.	Revisado índice de propietarios del CBR de Freirina desde 1996, no se pudo identificar inscripción a nombre de Gonzalo Pérez.	Se constata que la propiedad no tiene ninguna inscripción posterior al año 2017 en el CBR de Freirina.	Según informe GAC 2007, dicho informe tendría origen por proceso de regularización del Ministerio de Bienes Nacionales por DL 2695. Revisado no hay rol registrado en planos Servicio Impuestos Internos. Al parecer el presunto propietario obtuvo el inmueble por procesos de regularización, pero	23868,33441	2,386833

N° Polígono (Plano)	PREDIO	PROPIETARIO	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2017	INSCRIPCIÓN CBR ESTUDIO 2019	OBSERVACIÓN	ÁREA (m)	ÁREA (Ha)
					este no fue inscrito en CBR de Freirina.		
11	ESTANCIA ZULETA AVALOS.	AGRICOLA ESTANCIA MAR Y TIERRA LTDA. E INMOVILIARIA LOS CURIS SOCIEDAD ANONIMA.	El inmueble está inscrito a fojas 25vta. Nº 23 del registro de 1960.	El 21 de junio de 2011 inscribió el 50% de la propiedad la Agrícola Estancia Mar y Tierra Ltda., quien adquirió de la sesión de derechos proveniente de la sucesión Grez Zuloaga. A fojas 334 N°259 de 2011, inscribió el 50% de la propiedad Cristina Alexandra Lisboa Magalhaes quien adquirió en virtud de la sesión de derechos que le realizó Virginia Otto de Vich. Transferencia de dominio del 50% de la propiedad a Inmobiliaria Los Curis a fojas 19 N° 16 del 2014.	En la actualidad en este predio existe una comunidad entre la Agrícola Estancia Mar y Tierra Ltda. e Inmobiliaria Los Curis, cada uno posee 50% de la propiedad.	3094048,334	309,404833
12	FUNDO EL PORVENIR O LA CACHINA	FRESIA DEL CARMEN CALLEJAS ARAYA, MARÍA JULIETA CALLEJAS ARAYA, GRACIELA DEL CARMEN CALLEJAS ARAYA, MARGARITA ARANZAZU CALLEJAS ARAYA, EDITH DEL CARMEN CALLEJAS ARAYA, OLGA FILOMENA CALLEJAS ARAYA, VALENTINA DEL CARMEN CALLEJAS ARAYA, ELBA DE LAS MERCEDES CALLEJAS ARAYA, PASTORIZA LILIANA DEL ROSARIO CALLEJAS ARAYA, HERNÁN PAULINO CALLEJAS ARAYA Y FRESIA DE LAS MERCEDES ARAYA BARAHONA.	Revisados registros de propietarios del CBR de Freirina desde 1996, no se encontró registrado el propietario don Luis Hernán Callejas. Rol SII 141-2.	Inscripción especial de herencia de don Luis Hernán Callejas a fojas 220 N°207 de 1988.	A diferencia de los resultados del estudio del 2017 se establece que son propietarios la comunidad formada de la sucesión de Don Luis Hernán Callejas, respecto de todos los bienes del fallecido, incluyendo esta propiedad. Cabe señalar que su cónyuge doña Fresia de las Mercedes Araya Barahona falleció, por lo que sus bienes son heredados por los hijos en común con Luis H. Callejas.	491761,6045	49,17616
13		ELBA CALLEJAS MOLINA	Inscrito a fojas 73, N° 64, del año 1979.	Fue expropiado el lote N°40-50 colindante con la carretera para la ampliación de la RUTA C-46 VALLENAR HUASCO. Inscripción en CBR a fojas 357 N°263 del 2018.	El terreno expropiado es colindante con la carretera no así con el Humedal. Al margen de la expropiación no tiene nuevas anotaciones.	426983,6322	42,698363

Respecto al predio Playa de mar, ***Polígono N°1,*** se encuentra inscripción en el registro del CBR de Freirina a fojas 33 N°9 de 1977, correspondiente a un Bien Nacional de Uso Público y administrado por la Gobernación Marítima. Posterior al estudio del 2017 no existen transferencias de dominio, respecto del estudio anterior se encontró la inscripción solicitada por el Fisco en el CBR de Freirina el año 1977.

Los predios pertenecientes a la Ilustre Municipalidad de Huasco, ***Polígonos N°2 y N°3*** no cuentan con nuevas inscripciones posteriores al estudio del 2017 y no existen transferencias de dominio en estos territorios. Sin embargo, en el Polígono N°3 se detecta un error en el año de inscripción, ya que se cita en el estudio del año 2017 el año 1979 debiendo referirse al año 1978.

El **Polígono N°4**, perteneciente a Elba Callejas Molina, inscripción en CBR a fojas 357 N°263 del 2018, fue expropiado en parte, específicamente el lote N°40-50 ubicado entre Km 43,91922 al Km 44,16320, colindante con la carretera, para la ampliación de la RUTA C-46 VALLENAR HUASCO, lo anterior mediante decreto expropiatorio 827 del 27 de septiembre de 2016. La propiedad expropiada fue inscrita a nombre del Fisco en el registro del CBR de Freirina con fecha 11 de junio de 2018. Respecto al proceso de expropiación, este fue conforme a derecho según Rol B 2413 2016 del 1° Juzgado de Letras de Copiapó. Cabe señalar que en informe anterior del año 2017 no se hace alusión a esta expropiación.

En el año 1992 el ***Polígono N°5*** según la inscripción a fojas 118 N°191 del registro de propiedades del CBR de Freirina, adquirieron en partes iguales la propiedad (33,3 % cada uno) Florencio Sánchez Espejo, María Carolina Yánquez Mery y Jeanice Gilbert Concha. Posteriormente a fojas 129 N°115 del año 2004 existe una transferencia de sus derechos sobre la propiedad de Florencio Sánchez Espejo a Claudia Sánchez Yánquez.

Respecto a lo anterior, el estudio 2017 sólo hacía referencia a una transferencia en el año 2004 entre comuneros, lo cual no es preciso, puesto que quien adquirió los derechos de Don Florencio Sánchez fue un tercero ajeno a la comunidad, Doña Claudia Sánchez Yánquez.

Respecto a los ***Polígonos N°6 y N°8***, inscrito a fojas 72 Nº 65 del Registro de Propiedad del CBN de Freirina el año 1978, se desprende que ambas propiedades pertenecen a la Municipalidad de Huasco. En el estudio del 2017 se señalaba como propietario a la Municipalidad de Freirina, revisada la inscripción conservatoria y de acuerdo con certificado entregado por la Municipalidad de Freirina se concluye que el inmueble no es de la Municipalidad de Freirina. Con fecha 16 de febrero de 2017, el departamento de Jurídico de la Municipalidad de Freirina, informó este error a la Seremi de Medio Ambiente mediante correo electrónico que se adjunta en el ANEXO 5. Además de lo anterior no existen nuevas anotaciones al margen.

La segunda propiedad en la nómina a nombre de Elba Callejas Molina, ***Polígono N°7***, inscrita a fojas 58 Nº 46 del Registro de Propiedad del CBR de Freirina del año 2001, no presenta transferencias de dominio ni anotaciones al margen posteriores al estudio del 2017.

El ***Polígono N°9*** a nombre de Catherinne Schasuss Stone a fojas 56 N°43 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 2009 adquirieron en partes iguales la propiedad el fallecido y Catherine Schasuss. Posteriormente existe una inscripción especial de herencia de Don Luis Leonel Heraclio Poblete donde le suceden su conyugue Ube Laura Rosas Enrique y su hijo no matrimonial Leonel Arturo Poblete Codutti.

Cabe mencionar que Catherine Schasuss es propietaria del 50% de la propiedad, lo cual no fue determinado en el estudio del 2017.

Gonzalo Pérez aparece registrado como presunto dueño del ***Polígono N°10****, de* acuerdo con lo que señala informe 2017**.** Sin embargo, y de acuerdo con lo registrado en el mismo informe, se constata que la propiedad no tiene ningún tipo de inscripción en el CBR de Freirina. Al parecer, el presunto propietario obtuvo el inmueble por procesos de regularización, pero este no fue inscrito en CBR de Freirina. Verificada esta información en Servicio de Impuestos Internos, este tampoco presenta ROL registrado.

La estancia Zuleta Avalos, ***Polígono N°11,*** perteneciente en un inicio a Virginia Otto de Vich Vásquez y Sucesión Grez Zuloaga, sufrió diversas modificaciones en sus propietarios. Por una parte, Virginia Otto de Vich transfirió el 50% de sus derechos a Cristina Alexandra Lisboa Magalhaes, quien a su vez en el 2011 y el 2014, le cedió la totalidad de sus derechos a Inmobiliaria Los Curis. Por otra parte, la sucesión Grez- Zuloaga le cedió la totalidad de sus derechos a la Agrícola Estancia Mar y Tierra Ltda., quedando de esta forma como comuneros a los últimos y la Inmobiliaria Los Curis.

Respecto del estudio del 2017, se estableció que existía una comunidad entre Virginia Otto de Vich y la sucesión Grez Zuloaga, lo cual, de acuerdo con esta investigación y las inscripciones anexas, queda en evidencia que esta situación cambió puesto que desde el 2014 existe una nueva comunidad.

El Fundo Porvenir, ***Polígono N°12***, perteneciente a Don Luis Hernán Callejas (difunto), posee una inscripción especial de herencia a fojas 220 N°207 de 1988, el cual no fue encontrado en el levantamiento del año 2017. En la inscripción, además se identifica a los diez herederos del terreno, que corresponden a los hijos de Don Luis Hernán Callejas y su cónyuge Fresia de las Mercedes Araya Barahona. Cabe mencionar que parte del fundo se mantiene como comunidad, y otra parte fue loteada, sin embargo, los propietarios siguen siendo todos los hijos de Luis Hernán Callejas mencionados anteriormente.

La tercera propiedad en la nómina a nombre de Elba Callejas Molina, ***Polígono N°13***, presenta la misma condición que el *Polígono N°4*. El terreno expropiado es colindante con la carretera no así con el Humedal. Al margen de la expropiación no tiene nuevas anotaciones.

1.4. DOCUMENTO QUE ACREDITE LA CONFORMIDAD DE EL O LOS PROPIETARIOS DEL ÁREA PARA QUE ÉSTA SEA POSTULADA COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA

En **anexo III**. Se presentan cartas de conformidad de propietarios A continuación, se presenta el estatus propietarios del humedal costero Huasco:

PROPIETARIO	ESTADO	CONTACTOS	CARTA
PLAYA DE MAR	Bien nacional de uso público (artículo 590 del código civil). Según decreto ley N° 340 de 1960, su administración corresponde a la autoridad marítima, órgano dependiente de la subsecretaría de las fuerzas armadas.	CC. Lorenzo Panes (Capitán de Puerto) 996796144 lpanes@dgtm.cl	Se cuenta con una carta de apoyo para control y fiscalización del borde costero.
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	Luego de una reunión con el Alcalde Sr. Rodrigo Loyola Morenilla firmó carta de conformidad.	Unidad de Medio Ambiente: Juan Pablo Troncoso 981493579 jpetroncoso@gmail.com	Se cuenta con Carta de Conformidad.
ELBA CALLEJAS MOLINA	La señora Elba está diagnosticada con Alzheimer, su hija Paola Baraquis es quien tiene el poder para tramitar las cosas de su madre. Se sostuvo una reunión con dos hijos de la Sra. Elba y en principio quieren que el sitio sea una Santuario de la Naturaleza. Se les envió toda la información a través de correo electrónico.	Paola Baraquis Callejas (hija) 995497800 pbaraquicallejas@icloud.com Ignacio Rodríguez Callejas (hijo) 983410623	
JEANICE GILBERT CONCHA Y MARÍA CAROLINA YANQUEZ MERY	Se buscó información en dependencias de la municipalidad, a través de redes sociales y se le consultó al abogado del Juzgado de Policía Local y no encontramos datos de estas personas.		
CATHERINNE SCHASUSS STONE Y LUIS LEONEL HERACLIO POBLETE (FALLECIDO) LO SUCEDEN UBE LAURA ROSAS ENRIQUE	La Sra. Schasuss Stone participó de la reunión de propietarios junto a su abogada, quienes iban a manifestar su decisión, a la fecha aún no responden.	Alejandra Briseño (abogada de la Sra. Schasuss Stone) 942941336 ale_abv@hotmail.com	

Y LEONEL ARTURO POBLETE CODUTTI	Se contactó a Leonel Poblete Codutti, quien manifiesta interés en que el sitio sea protegido como quería su padre. A todos se les envía información para firmar carta de conformidad, pero a la fecha no hemos recibido respuestas.	Leonel Poblete Codutti 930915422 pobletecodutti@gmail.com	
GONZALO PÉREZ APARECE REGISTRADO COMO PRESUNTO DUEÑO DE ACUERDO CON LO QUE SEÑALA INFORME DE PROPIETARIOS GAC 2007.	Revisado índice de propietarios conservador de bienes raíces de Freirina desde 1996, no se pudo identificar inscripción a nombre de Gonzalo Pérez. Consultando no se obtienen datos de este propietario.		
VIRGINIA OTTO DE VICH VÁSQUEZ Y SUCESIÓN GREZ ZULOAGA	Se buscó información en dependencias de la municipalidad, a través de redes sociales y se le consultó al abogado del Juzgado de Policía Local y no encontramos datos de estas personas.		
LUIS HERNÁN CALLEJAS	Este propietario Falleció dejando a 10 hijos como herederos de este sitio. En reunión con propietarios participaron dos hijas de este grupo. Se les envió información, pero a la fecha aún no recibimos ninguna respuesta.	Graciela Callejas 993353018 Kimokay9@hotmail.com Valentina Callejas 942643951 lacachina@hotmail.com Elba Callejas 942643253	

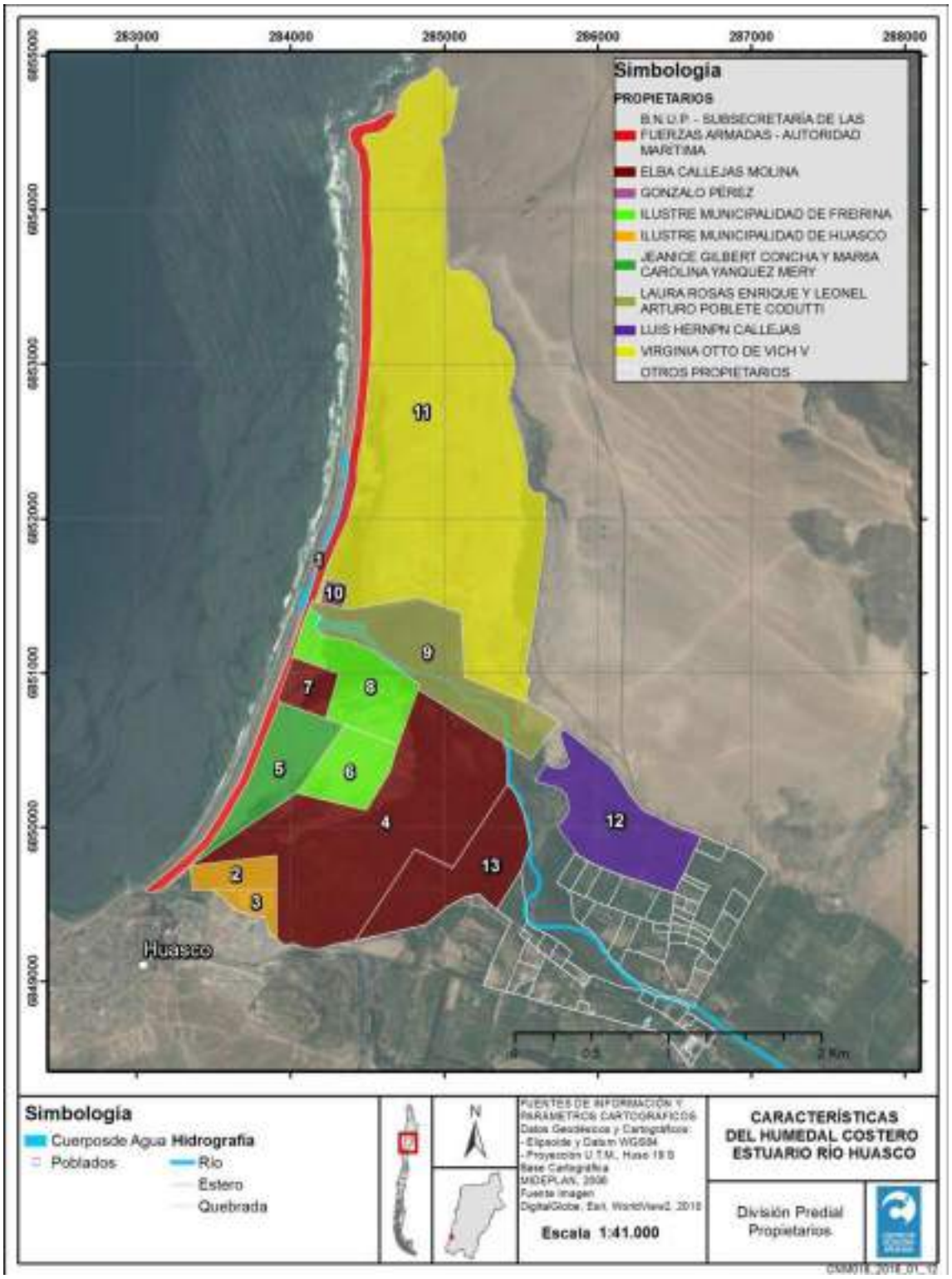


Figura 2. Propietarios del humedal Estuario del río Huasco. 2019

1.5. DOCUMENTOS QUE DEN CUENTA DE LOS USOS ACTUALES O POTENCIALES PARA EL ÁREA QUE SE POSTULA Y EL ÁREA ADYACENTE

De acuerdo al levantamiento de información territorial del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco, el cual se hizo a partir de foto interpretación con imágenes satelitales obtenidas de Google Earth Pro**,** el estudio elaborado por el Centro de Ecología Aplicada "Caracterización del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza" del año 2017, y una revisión en terreno para corroborar la información obtenida de las fuentes anteriores. De acuerdo a esta revisión, el área propuesta consta en su parte sur de plantaciones forestales, en la parte norte en el inicio del humedal de cultivos, en el lecho del rio y su terraza de inundación de vegetación, la masa de agua y la playa de mar.

En el año 2007 se realizó un documento para la Comisión Nacional de Medio Ambiente (actual Ministerio del Medio Ambiente) Levantamiento y Análisis de Información sobre Usos y Propiedad de los terrenos insertos en el Sitio Prioritario Estuario del Rio Huasco-Laguna Carrizal Bajo, como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes de creación de Áreas Protegidas en la comuna de Huasco, Región de Atacama, realizada por GMA Consultores, en el cual se detalla que el uso del estuario del rio Huasco (Figura 3), corresponde a recreación y esparcimiento, plantaciones forestales y olivícolas, ganadería extensiva y extracción de agua.

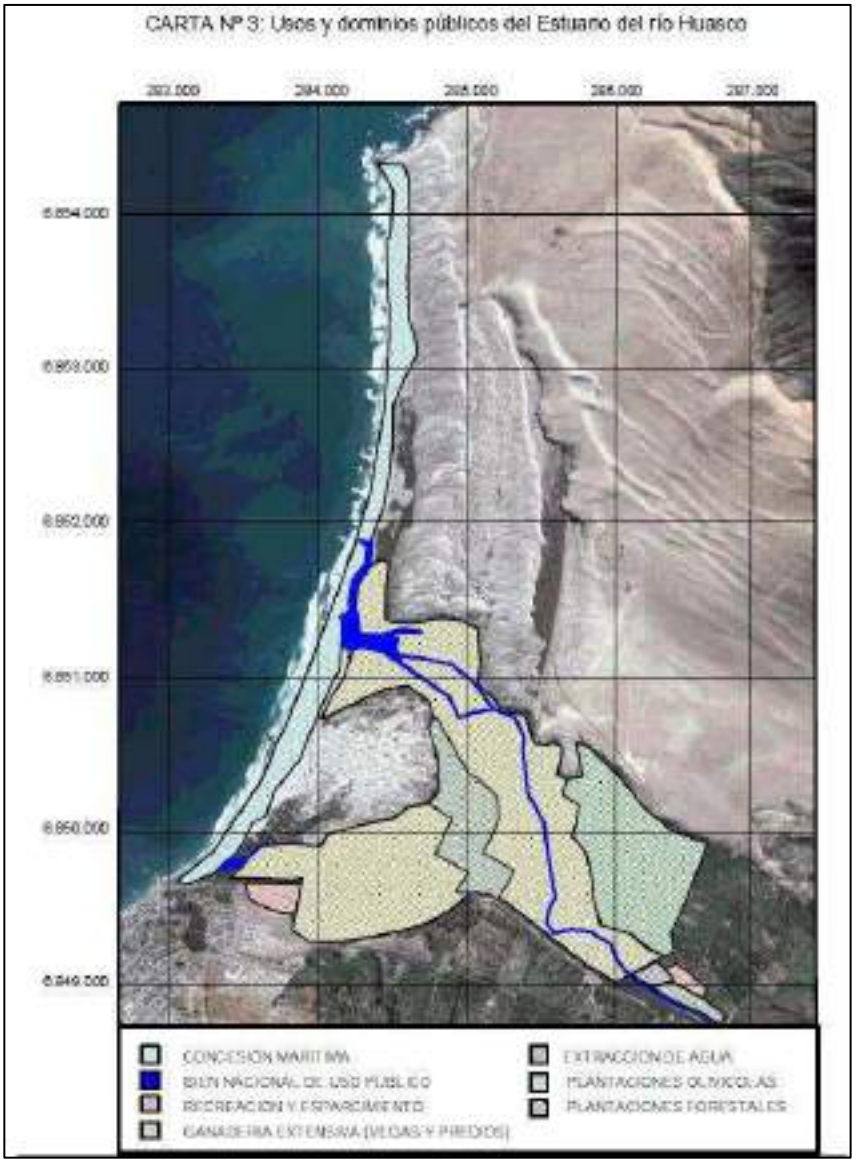


Figura 3: Usos del Estuario del Rio Huasco. Fuente: Extraído de "LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SOBRE USO Y PROPIEDAD DE LOS TERRENOS INSERTOS EN EL SITIO PRIORITARIO ESTUARIO DEL RÍO HUASCO – LAGUNA CARRIZAL BAJO, COMO INSUMO PARA LA PREPARACIÓN DE EXPEDIENTES Y FORMULACIÓN DE SOLICITUDES DE CREACIÓN DE ÁREAS PROTEGIDAS EN LA COMUNA DE HUASCO, REGIÓN DE ATACAMA", 2007.

1.6. CARTAS DE APOYO U OPINIÓN RESPECTO DE LA SOLICITUD DE DECLARACIÓN POR PARTE DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES, DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS U DE LA COMUNIDAD, CUANDO PROCEDIERA

En anexo IV se hace entrega de cartas de apoyo de integrantes de la comunidad, y servicios públicos.

1.6.1 PUBLICACIÓN EN MEDIO DE DIFUSIÓN LOCAL

Durante el año 2019, se realizo un llamado a propietarios de Humedal de la desembocadura del río Huasco y comunidad en general, en pagina web soycopiapó y Diario Atacama, en las siguientes fechas:

- **MIÉRCOLES 31 DE JULIO DE 2019**
- **MIÉRCOLES 07 DE AGOSTO DE 2019**
- **MIÉRCOLES 14 DE AGOSTO DE 2019**
- **MIÉRCOLES 21 DE AGOSTO DE 2019**



Padres califican de 'odisea' el retorno de scouts desde Miami

Concejeros regionales reciben estrategia de Internacionalización Comercial



Proceso de Declaración Santuario de la Naturaleza "Humedal costero del río Huasco"

En el marco del Plan Nacional de Protección de Humedales 2018 - 2022, del Plan de Gobierno de la Región de Atacama 2018 - 2022 y del Programa de Recuperación Ambiental y Social de Huasco, el Ministerio del Medio Ambiente, a través de su Secretaría Regional Ministerial de la Región de Atacama, cumple con informar la intención de declarar el humedal costero del río Huasco, bajo la figura de Santuario de la Naturaleza.

Este humedal se encuentra localizado en la comuna de Huasco, específicamente en la desembocadura del río Huasco, con una superficie aproximada de 73924 hectáreas.

Se solicita a todos los interesados y propietarios hacer sus observaciones hasta el 15 de septiembre de 2019. Para ello deberán dirigirse a la Secretaría Regional de Medio Ambiente de la Región de Atacama Ubida, Portales N°630, Copiapo, Región de Atacama o al correo electrónico humedales.atacama@mma.gob.cl.

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA QUE DECLARAR

2.1. LOCALIZACIÓN DEL PREDIO

El humedal costero Estuario del Rio Huasco se encuentra emplazado en la Comuna de Huasco, Provincia de Huasco, Región de Atacama, República de Chile.

El Humedal Costero Estuario Huasco (28°26'49'' S; 71°12'00'' W), se encuentra emplazada a 1.5 km de la comuna de Huasco, en la región de Atacama. Limitada al norte con la provincia de Copiapó y hacia el sur con la región de Coquimbo.

La comuna de Huasco se caracteriza por emplazarse al interior del subsistema transversal del valle de Huasco donde se desarrolla fuertemente la agricultura y con menor intensidad la industria de generación de energía eléctrica y la minera. Las características climáticas de esta zona dan paso a una zona transicional de vegetación, fauna e hidrología entre la Sub-región del Desierto Costero hacia la zona Central de Chile, por lo que el humedal costero Estuario Huasco es el último de los escasos humedales litorales de la zona Semiárida de Chile (Sielfeld *et al.* 2012).

El humedal costero lo conforma la zona de desembocadura del río Huasco en su dimensión longitudinal, en su dimensión latitudinal incluye la planicie de inundación y la ribera rica en vegetación. A medida que nos acercamos al mar se integran en este ecosistema las dunas costeras, elemento fundamental en las características físicas del humedal, ya que actúan como barrera natural frente al viento y la marea. La extensión de un humedal costero actualmente es variable, ya que el avance de transformaciones realizadas por presencia de carreteras, crecimiento urbano y otros usos, reducen el área natural que normalmente se desarrolla en zonas bajas de la desembocadura. En este sentido, la amplitud del humedal costero y los límites del Santuario de la Naturaleza son definidos multidimensionalmente, poniendo énfasis en lo que reconocemos como hábitat para especies de importancia de conservación.



Figura 4. Localización Humedal Costero estuario del río. Fuente: CEA, 2019

El humedal se encuentra ubicado en la parte suroeste de la Región de Atacama, a unos 193 km de distancia de la capital regional Copiapó; distante a unos 52 km aproximadamente de la capital provincial de Vallenar, y a 9 km aproximadamente de Huasco. Para acceder a este humedal, se debe de tomar la ruta Vallenar-Huasco C-46 hasta la altura de Huasco Bajo. En dicho lugar se debe tomar la ruta C-470 hasta el humedal. Luego se debe de caminar para llegar al humedal. En la Figura 5 se muestran las rutas de acceso al humedal costero. Desde Huasco, si el trayecto se hace caminando, se puede acceder desde la playa en dirección a las dunas y desembocadura del río Huasco.

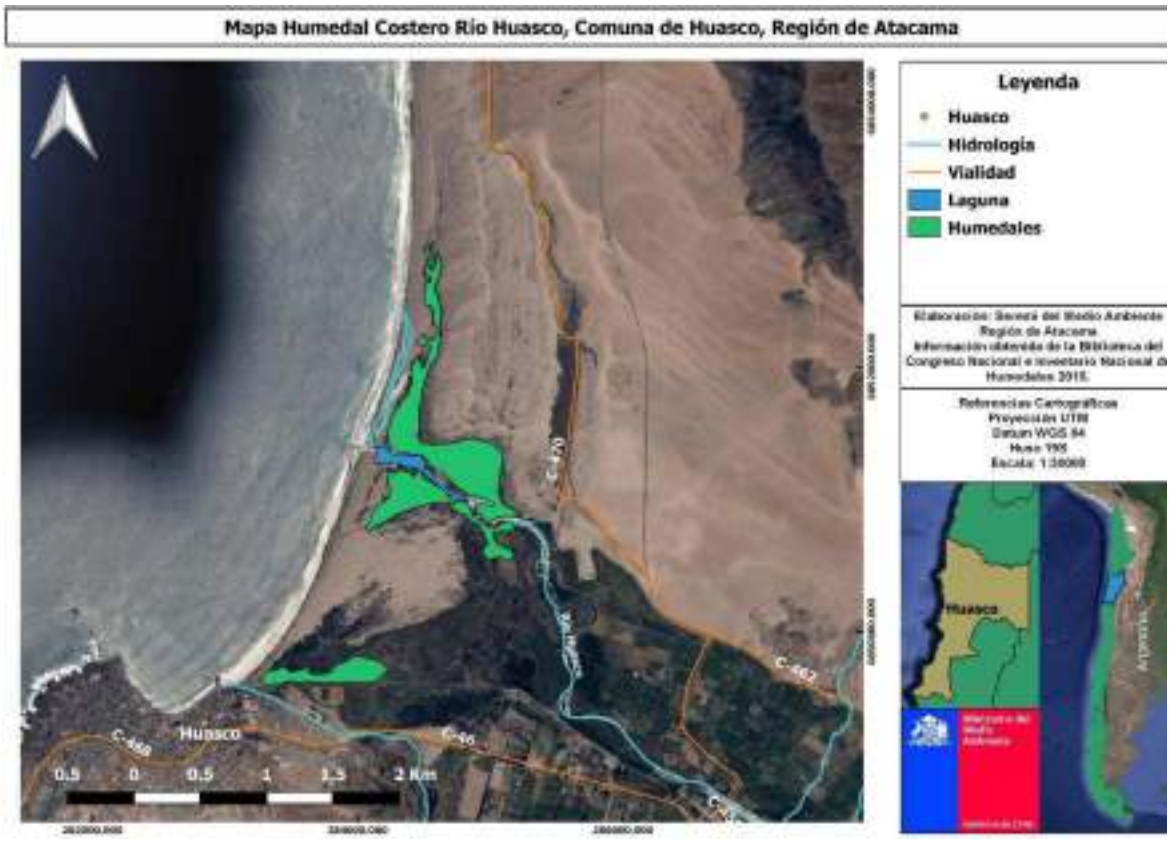


FIGURA 5: Mapa Área de Estudio Humedal Costero Estuario del Río Huasco. Fuente: Elaboración Propia, 2019.

2.2. NOMBRE

"Santuario de la Naturaleza humedal costero estuario del río Huasco"

2.3. SUPERFICIE

El polígono propuesto consta de una superficie de 739,24 hectáreas (FIGURA 6), la cual está compuesta por las dunas consolidadas, el lecho del río, el cuerpo de agua formado entre el rio y el mar, y la vegetación ribereña.

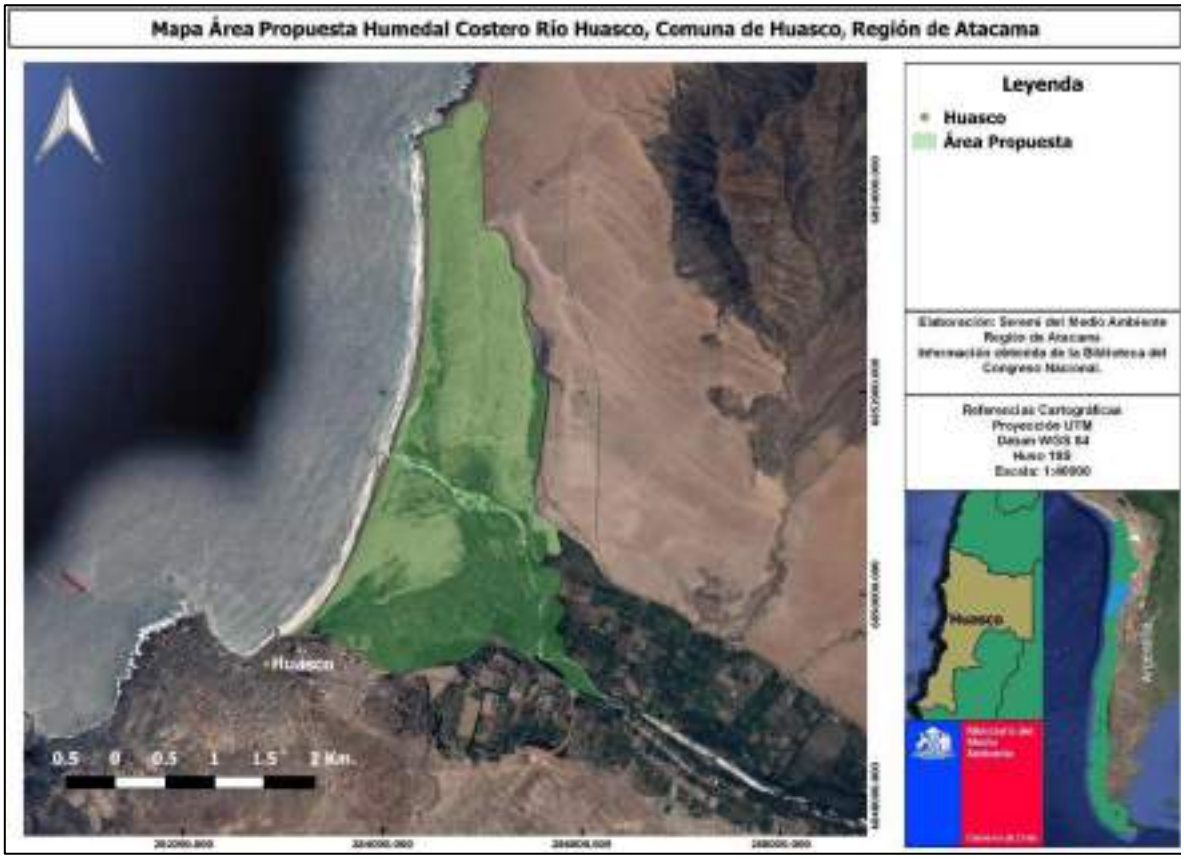


FIGURA 6: Mapa Propuesta de Santuario de la Naturaleza Humedal Costero Estuario del Río Huasco.
Fuente: Elaboración Propia, 2019

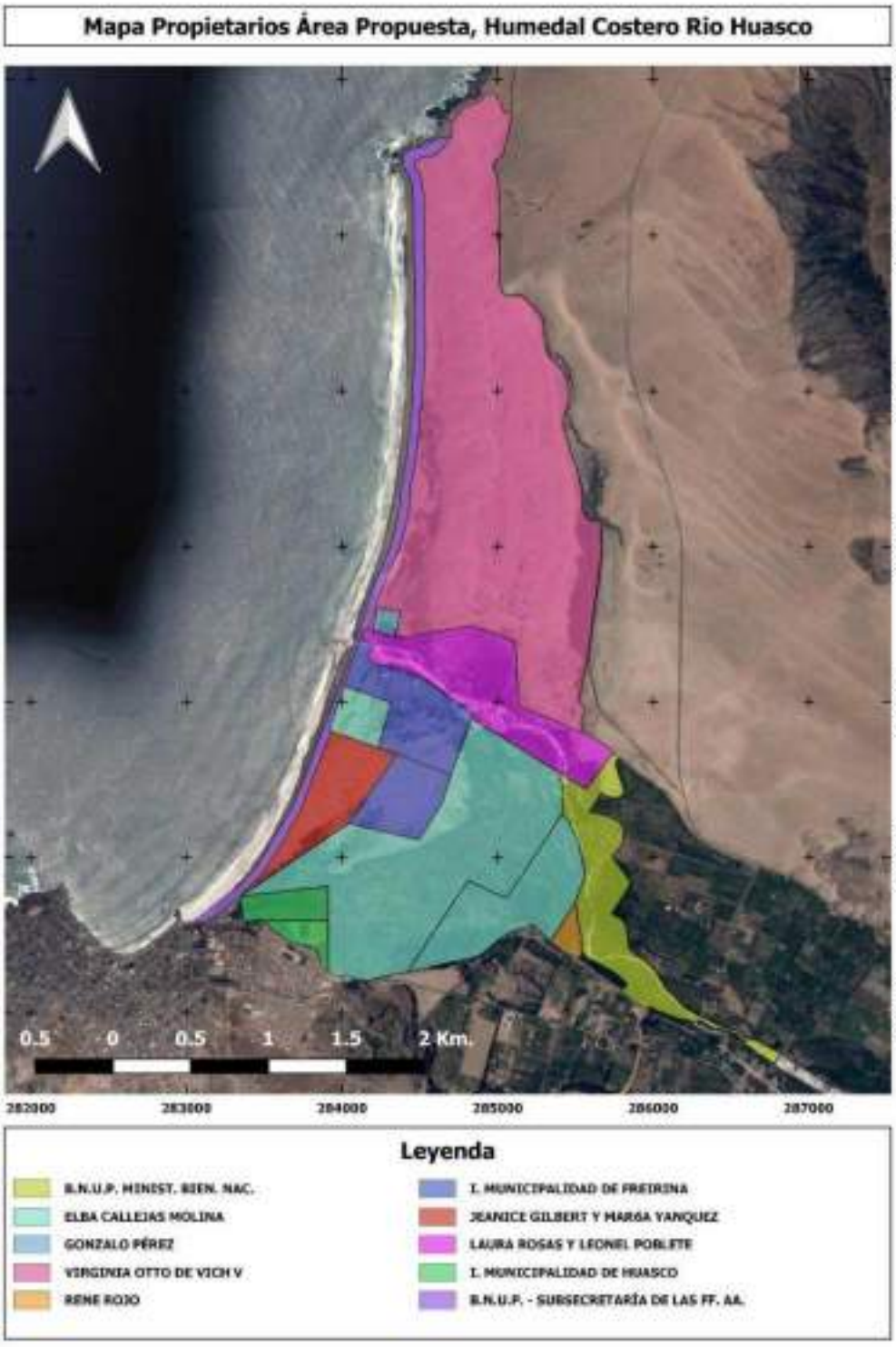


Figura 7: Mapa Propietarios Humedal Costero Rio Huasco. Fuente: Elaboración Propia, en base a CEA 2017.

2.4. POLÍGONO A CONSERVAR

Desde el punto de vista biogeográfico, el humedal costero del río Huasco corresponde a una zona de transición de flora y fauna, ya que para muchas especies este lugar representa su límite sur de distribución, en tanto que para otras corresponde a su límite norte, conformando así un sitio de importancia para la avifauna a nivel regional y nacional en términos de su abundancia y diversidad. Lo anterior, hace que este lugar sea considerado un "Hot Spots" a nivel mundial, debido a su biodiversidad (Myers 1990, WCMC 1992).

Esta área presenta diversidad de ambientes, en los que se destaca una gran franja de borde costero, una extensa área de rivera de humedal y la presencia de plantaciones forestales, además de los sistemas dunares y cuerpos de agua, lo que en su conjunto conforma una importante diversidad de unidades de paisaje (CONAMA, 2005).

El polígono descrito para la propuesta de conservación se elaboró a partir de tres criterios, el primero corresponde a los terrenos más extensos y contiguos; el segundo criterio corresponde a trabajar con un número acotado de propietarios para una mayor factibilidad técnica; y, por último, el no perder áreas con alta biodiversidad de acuerdo a los dos criterios anteriores. En la FIGURA 8, se muestra el polígono propuesto con sus respectivos puntos notables, obtenidos a partir de la simplificación del polígono propuesto en el software QGIS 2.18.28.

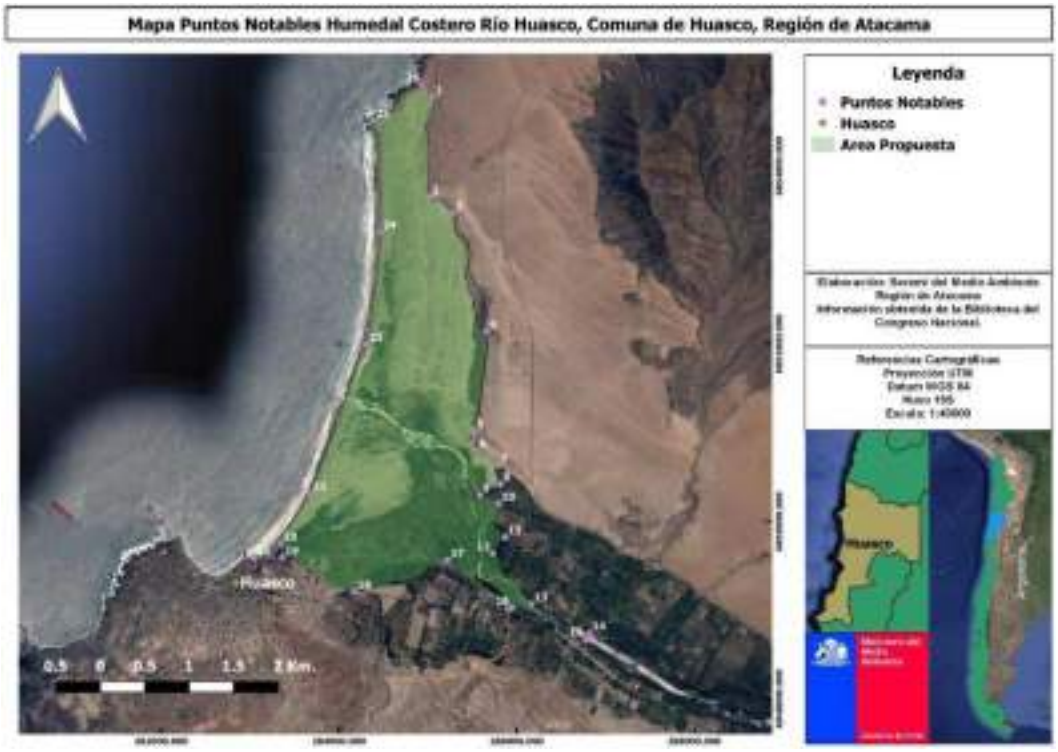


FIGURA 8: Mapa Puntos Zona Núcleo del Humedal Costero Estuario del Río Huasco. Fuente: Elaboración Propia, 2019

En la TABLA 2, se muestran los puntos del polígono simplificado descrito para la zona a declarar como Santuario de la Naturaleza, la cual corresponde a la propuesta elaborada con los criterios previamente mencionados. En el ANEXO V, se encuentra la tabla completa con los puntos de la zona núcleo.

TABLA 2: Coordenadas referenciales del Área del Santuario de la Naturaleza Humedal Costero Estuario del Rio Huasco.

Vértice	WGS84 19S	
	UTM N	UTM E
1	6854781	285054
2	6853655	285018
3	6853474	285278
4	6852144	285665
5	6851024	285525
6	6850801	285551
7	6850632	285789
8	6850423	285817
9	6850295	285587
10	6850204	285799
11	6849821	285870
12	6849639	285733
13	6849068	286166
14	6848743	286819
15	6848674	286775
16	6849028	285948
17	6849567	285226
18	6849208	284177
19	6849593	283362
20	6849750	283345
21	6849590	283051
22	6850314	283676
23	6851996	284308
24	6853261	284464
25	6854513	284384
26	6854917	284940

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS HUMEDALES

3.1. DEFINICIÓN DE HUMEDAL

Los humedales tienen distintas definiciones y conceptualización debido a la complejidad que estos presentas, ya que estos ecosistemas presentan condiciones tanto terrestres como acuáticas, en el caso de que estos se encuentren tierra, como también presenten condiciones marinas como de rio, en el caso de los humedales ubicados en la costa.

La Convención Sobre los Humedales o la Convención Ramsar en su documento "Introducción a la convención sobre los Humedales" del año 2016, establece una definición sobre que es un humedal, estableciendo que estos son: *"…extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros."*

Además, completa esta definición con: *"podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal".* De esta manera, se complementa y amplia lo que se entiende como humedal, para tener una visión amplio e integrada de lo que se entenderá como humedal.

Siguiendo lo que establece la Convención Ramsar sobre los humedales, esta establece una clasificación general de los tipos de humedales:

- **Marinos**: humedales costeros, inclusive lagunas costeras, costas rocosas, praderas de pastos marinos y arrecifes de coral;
- **Estuarinos**: incluidos deltas, marismas de marea y bajos intermareales de lodo, y manglares;
- **Lacustres**: humedales asociados con lagos;
- **Ribereños**: humedales adyacentes a ríos y arroyos;
- **Palustres**: es decir, "pantanosos": marismas, pantanos y ciénagas.

Como complemento, se agregan los humedales **artificiales**, los cuales son formaciones de origen antrópico y en las que se encuentran considerados estanques de cría de peces y camarones, estanques de granjas, tierras agrícolas de regadío que incluyen arrozales, depresiones inundadas salinas, represas, embalses, estanques de grava, piletas de tratamiento de aguas residuales y canales.

La Convención Ramsar ha identificado 42 tipos de humedales distintos, los cuales se agrupan en tres categorías, humedales marinos y costeros, humedales continentales, y humedales artificiales.

Los humedales son sistemas intermedios entre ambientes permanentemente inundados y ambientes normalmente secos, que muestran una enorme diversidad de acuerdo a su origen, localización geográfica, su régimen acuático y químico, características del suelo o sedimento y vegetación dominante (Hauenstein et al.1999). Según lo descrito en la convención RAMSAR, que es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos (RAMSAR, 2014), podemos encontrar diferente tipos de humedales que van desde zonas de aguas quietas, temporales o permanentes, a ecosistemas que se mantienen en activo movimiento hídrico, producto del flujo natural de los ríos o por cuerpos de agua que son movilizados generalmente por el viento y que en algunos casos interactúan con el mar. Son estos últimos los que identificamos como humedales costeros.

Los humedales costeros se caracterizan por la interacción entre la desembocadura de uno o más ríos y el mar, es decir, por estar influenciados por la marea y viento oceánico. La mezcla que aquí se produce entre el agua salada y dulce proveniente desde el continente da a estos ecosistemas características únicas, lo que justifica la gran diversidad y productividad registrada en estos puntos del litoral. Por este motivo el hombre históricamente vive asociado a estas zonas desarrollando diferentes actividades productivas (Castro, 2012), no obstante, el uso sustentable del ecosistema no es siempre posible debido al desconocimiento y falta de regulación del uso del territorio, lo que produce daños al sistema a diferente escala.



Figura 9. Fotografia Humedal costero estuario del río Huasco.

3.2. IMPORTANCIA DE LOS HUMEDALES COSTEROS

La importancia de la conservación de los humedales es independiente de si se trata de un humedal continental, ribereño, artificial o costero. De acuerdo a lo que establece la Convención Ramsar, un humedal es la fuente de alimentación de la humanidad, ya que, dos de cada tres peces de importancia comercial dependen de los humedales costeros en alguna etapa de su ciclo vital.

La presencia de los humedales cobra real importancia cuando comprendemos los innumerables beneficios de su presencia y buen estado de salud. Los humedales costeros se caracterizan por presentar servicios ecosistémicos, definidos como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Estos incluyen la provisión de servicios tales como alimentos y agua, servicios de regulación (como control de inundaciones,

sequías, degradación de tierras y enfermedades), servicios de soporte (como formación de suelos y ciclos de nutrientes) y servicios culturales (como recreación, espirituales o religiosos, así como, otros beneficios no materiales) (Convención RAMSAR, Resolución IX.1 Annex A.j).

Por otro lado, los humedales costeros son ambientes esenciales para sustentar poblaciones de aves playeras migratorias (Bala et al. 2008). Un ejemplo de ello es la presencia de la especie Zarapito (Limosa haemastica) registradas en el humedal costero estuario del río Huasco. Esta ave neártica, recorre anualmente entre 25.000 y 30.000 km uniendo la tundra Ártica y la costa patagónica sur. Sin embargo, quizás lo más destacado de estas migraciones, reside en los pocos sitios donde hacen parada durante sus desplazamientos (Senner et al. 2017). En este sentido, los escasos humedales presentes a esta latitud son importantes zonas de descanso y de conexión natural entre ambos hemisferios, lo que hacen aún más relevante su protección

Cada humedal es un ecosistema único que conserva y preserva una biodiversidad única. No solo la fauna asociada a estos es necesaria conservar, sino que debe verse como un sistema integrado entre lo fisicoquímico-biológico, en el cual cada uno es un componente necesario para el funcionamiento del ecosistema.

Dentro de esta visión de ecosistema, cabe destacar que estos pueden abordar de manera local o de manera global, entiendo que cada humedal en si es un ecosistema que resguarda ciertas condiciones que lo diferencian de otro, o como una red de sistemas de humedales, que en si forman un sistema más complejo. Es a partir de este punto, donde la escala global cobra mayor relevancia al momento de entender la importancia de los humedales.

La zona costera considerada a la costa árida del Pacifico sudamericano (FIGURA 10), la cual se extiende desde el matorral costero en la zona mediterránea de Chile, por los desiertos costeros de Atacama-Sechura, hasta el bosque seco de Tumbes-Piura en el norte del Perú, con una longitud de aproximada de 3.800 km (WWF Eco-Regiones Globales). Esta ecorregión es marcada por la influencia de la corriente fría de Humboldt, produciendo condiciones climáticas similares a la costa sur-oeste de África, influida por la corriente de Benguela, y de la costa del sur-oeste de Norteamérica, influida por la corriente de California. El clima varía desde la zona mediterránea en el centro de Chile, por la extensa zona costera-desértica entre Chile y Perú, hasta la zona tropical-semiárida en el noroeste del Perú. En esta zona dominan paisajes del desierto y matorral xerófilo costero, existe una transición a vegetación esclerófila en la zona centro norte de Chile y al bosque seco tropical en el norte de Perú. La vegetación es escasa, excepto en los valles transversales de los ríos de la vertiente del Pacifico, principalmente alimentados con aguas de los Andes que cruzan el desierto.

El litoral de esta costa se encuentra conformado por bahías abiertas, costa rocosa y de arena, salida de nutrientes y minerales de los ríos, efectos de la corriente fría de Humboldt y centros de surgencia oceánicos (Acuña et al. 1989), los cuales, en su conjunto producen ecosistema único de alta productividad y endemismo en esta parte de América (Myers 1990, Simonetti et al 1992). Los escasos humedales costeros formados por desembocaduras de ríos, aguas subterráneas, lagunas y bahías de aguas someras forman centros de alta biodiversidad en comparación con las zonas aledañas (Barnes 1991).

Siendo sitios de valor ecológico excepcionales para esta región, esos humedales además se destacan por recibir una amplia gama de aves migratorias que migran por la ruta migratoria de “Pacifico-Oeste”, para los cuales tales sitios son de importancia vital para su existencia. También varios de los sitios reciben aves migratorias por las rutas conocidas como “América-Interior”, “Patagonia” y del Altiplano andino (Hayman, Marchant & Prater, 1986).

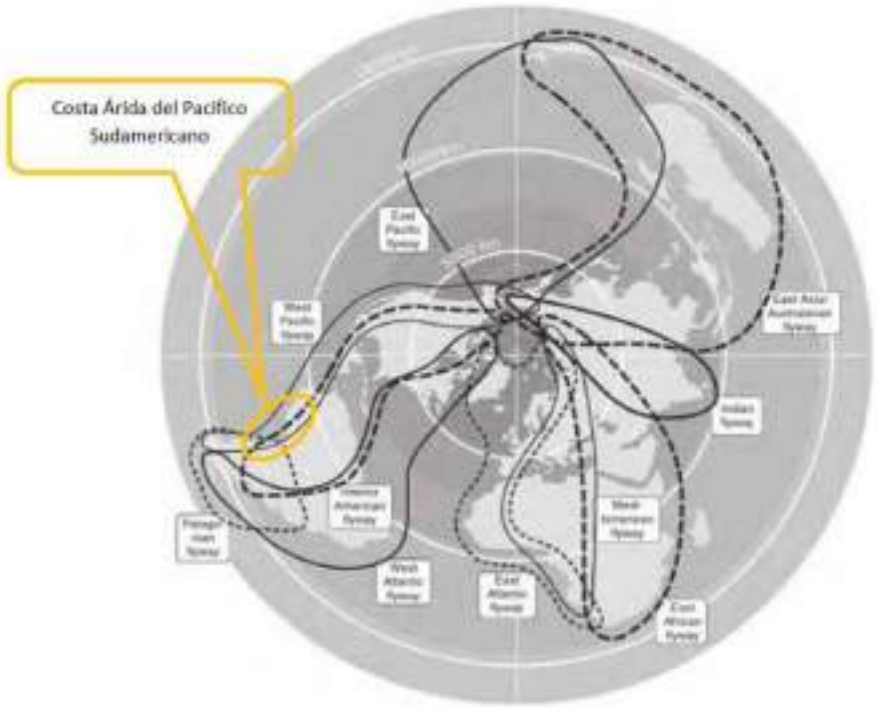


FIGURA 10: Principales rutas de aves playeras migratorias. Fuente: Humedales y aves playeras en la costa árida del pacífico Sudamericano (2017).

Los humedales costeros de esta región constituyen ecosistemas muy frágiles con resiliencia ecológica limitada. Aparte de ser naturalmente expuestos a fuerzas como tsunamis y aluviones, en la actualidad están alarmantemente amenazados por una creciente presión antrópica y en estado precario, debido a su susceptibilidad a los efectos del cambio climático, por la delicada relación al recurso hídrico en esta región y por su exposición al mar.

La Estrategia de Conservación de la Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Américas[1] del año 2018, busca la protección de las aves playeras migrantes de la costa pacífica mediante la identificación de los objetos de conservación de las aves playeras, la identificación de las principales amenazas y las acciones más eficaces para restaurar y mantener las poblaciones de aves playeras a lo largo de la Ruta Migratoria del Pacífico.

A partir de este documento, la ruta migratoria del Pacifico se encuentra distribuida en 4 regiones geográficas (Figura 11), correspondiendo a Chile la Región Templada del Sur. Esta región es única ya que acoge durante todo el año un conjunto formado por aves playeras migrantes que anidan en la región neártica, de aves residentes y de aves que anidan en la región austral (p. ej., Ostrero negro sudamericano/*Haematopus ater*, y Chorlito chileno/*Charadrius modestus*). Esta región se caracteriza por presentar el desierto costero del Perú y del norte de Chile que pasan a una vegetación mediterránea en la zona central de Chile y luego a los bosques lluviosos templados (Figura 7). Debido a la aridez del norte y la escarpada topografía del sur, los hábitats de las aves

[1] https://www.redobservadores.cl/wp-content/uploads/2018/05/ECAPRPA_espanol_final.pdf

playeras se restringen generalmente a las playas costeras y los planos intermareales. Aunque el número de aves aquí, durante el verano austral, no es tan grande como lo es más al norte, la región es muy importante para ciertas especies boreales y australes (Blanco y Galindo Espinosa 2009; Delgado *et al.* 2010).

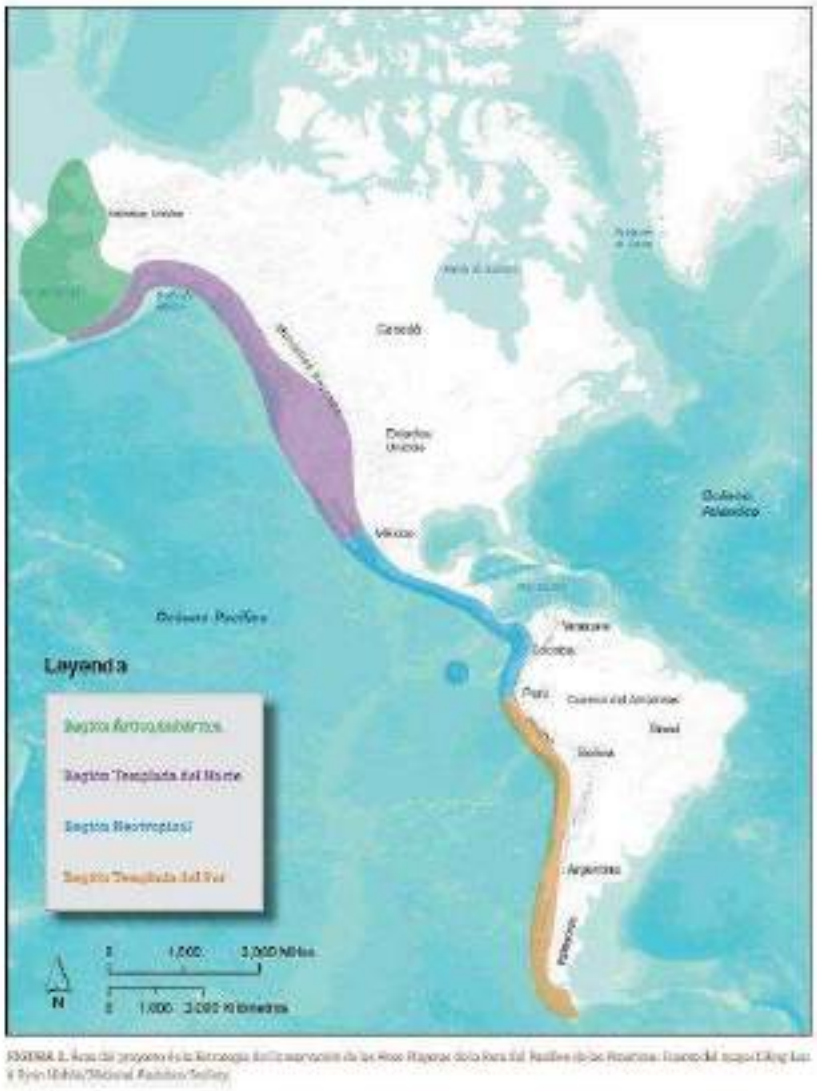


Figura 11. Ruta migratoria del Pacifico de las Americas. Fuente: Extraído de Estrategia de Conservación de la Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Américas, 2018.

La importancia de esta estrategia en relación a los humedales, en específico de los humedales costeros, recae en el que estos son los puntos en los cuales las aves migratorias utilizan como punto de descanso y de alimentación, por lo que, una pérdida de estos traería como consecuencia una perdida en la biodiversidad de las aves playeras, a su vez, de una perdida global de los medios de subsistencia y de calidad de vida de las personas.

Ya desde una mirada antropocéntrica, los humedales son ecosistemas muy ricos en biodiversidad, y por lo mismo, entregan una enorme variedad y cantidad de servicios a los humanos, los que son

críticos para mantener una miríada de otras especies, incluyendo aves, peces, anfibios, mamíferos y, por supuesto, vegetación (WSCChile, 2018). Los humedales brindan servicios los cuales pueden ser aprovechados por el humano, y no solo de una manera tangible, sino que también de una manera intangible. Los servicios ecosistémicos son a simples palabras, beneficios que brindan los ecosistemas y son aprovechados por las personas, de manera individual o grupal, a su vez, estos pueden ser categorizados en cuatro categorías:

- **Servicios de Aprovisionamiento:** los cuales están referidos a los objetos que ´pueden ser obtenidos de los ecosistemas.
- **Servicios de Regulación**: los cuales están referidos a la regulación de los procesos ecológicos.
- **Servicios Culturales**: referidos a los productos intangibles que ofrecen los ecosistemas, ligados al comportamiento humano y a los sistemas de valores que tiene el hombre.
- **Servicios de Apoyo**: son los servicios que dan apoyo y permiten que perduren los otros servicios ecosistémicos.

En la **TABLA 3,** se muestran con mayor detalle los servicios ecosistémicos y ejemplos de cada uno de los servicios

Servicios	Comentarios y ejemplos
De aprovisionamiento	
Alimento	Producción de pescado, caza, frutas y granos
Agua dulce*	Almacenamiento y retención de agua para uso doméstico, industrial y agrícola
Fibra y combustible	Producción de troncos, leña, turba, forraje
Bioquímicos	Extracción de medicinas y otros materiales desde la biota
Materiales genéticos	Genes para la resistencia a patógenos de plantas, especies ornamentales, etc.
De regulación	
Regulación del clima	Fuente y sumidero de gases de efecto de invernadero; en los niveles local y regional influye sobre la temperatura, precipitación y otros procesos climáticos
Regulación del agua (flujos hidrológicos)	Recarga y descarga de aguas subterráneas
Purificación del agua y tratamiento de residuos	Retención, recuperación y eliminación del exceso de nutrientes y otros contaminantes
Regulación de la erosión	Retención de suelos y sedimentos
Regulación de desastres naturales	Control de inundaciones; protección contra las tormentas
Polinización	Hábitat para polinizadores
Culturales	
Espirituales y de inspiración	Fuente de inspiración; muchas religiones vinculan valores espirituales y religiosos a aspectos de los ecosistemas de los humedales
Recreativos	Oportunidades para actividades recreativas
Estéticos	Muchas personas encuentran belleza y valores estéticos en ciertos aspectos de los humedales
Educacionales	Oportunidades para la educación formal y no formal y para capacitación
De apoyo	
Formación de suelos	Retención de sedimentos y acumulación de materia orgánica
Ciclo de los nutrientes	Almacenaje, reciclaje, procesamiento y adquisición de nutrientes

Tabla 3: Servicios Ecosistémicos y ejemplos de cada uno. Fuente: Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua, 2005.

3.3. CONSERVACIÓN

La protección de los humedales en Chile ha sido abordada y tratada a partir de acuerdos nacionales e internacionales. Dentro de los acuerdos internacionales a los que Chile se encuentra suscrita, está la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional o Convención RAMSAR, del cual Chile es participe desde el año 1981 y tiene como finalidad *"la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo" (RAMSAR.org).* A partir de este acuerdo, Chile se compromete a "*elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista (Lista de Humedales Ramsar), y que, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales en su territorio."* Otro acuerdo internacional al cual Chile se encuentra suscrito es el Plan Estratégico para la Biodiversidad 2011-2020, el cual se desprende del Convenio sobre Diversidad Biológica, en el cual se establecen metas para el año 2020, que tienen como objetivos detener la pérdida de biodiversidad.

Posterior a ello en 2017 y con el objetivo de reunir esta iniciativas se crea la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030, la cual reemplaza lo anterior y fija los lineamientos para la protección de biodiversidad a través de la incorporación de una serie de acuerdos y compromisos adoptados por Chile en los últimos años, como el Plan Estratégico de Diversidad Biológica 2011–2020 del Convenio sobre Biodiversidad Biológica, los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) de la Agenda Global de Sostenibilidad al 2030, impulsados por Naciones Unidas, las recomendaciones de la Evaluación de Desempeño Ambiental de Chile por parte de OCDE (2016).

A nivel nacional, Chile cuenta con la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030, la cual se desarrolla a partir del Plan Estratégico para la Biodiversidad 2011-2020, y que tiene como fin cinco ejes estratégicos:

1. Promover el uso sustentable de la biodiversidad para el bienestar humano, reduciendo las amenazas sobre ecosistemas y especies.
2. Desarrollar la conciencia, el conocimiento y la participación de la población, en el resguardo de la biodiversidad como fuente de su propio bienestar.
3. Desarrollar una institucionalidad robusta, buena gobernanza y distribución justa y equitativa de los beneficios de la biodiversidad.
4. Insertar o integrar objetivos de biodiversidad en políticas, planes y programas de los sectores públicos y privados, protección y restauración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.
5. Proteger y restaurar la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

De este último eje estratégico, se puede desprender la necesidad de proteger, conservar y restaurar los humedales de Chile.

Actualmente se encuentra en ejecución el Plan Nacional de Protección de Humedales para establecer los humedales prioritarios a lo largo del país y detener su deterioro. Entre los 40 ecosistemas incluidos en esta iniciativa se encuentra el Río Huasco (MMA, 2018), el cual se está postulando a Santuario de la Naturaleza, cuya definición es "*Son Santuarios de la Naturaleza todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado".* Estos se encuentran bajo la tuición del Consejo de Monumentos Nacionales.

Finalmente, señalar que de acuerdo con la Ley de Caza, se establece la prohibición de caza y captura de fauna silvestre en los Santuarios de la Naturaleza, no obstante, el Servicio Agrícola y Ganadero podrá autorizar la caza o captura en dichos lugares, pero sólo para fines científicos; podrá controlar la acción de animales que causen graves perjuicios al ecosistema; para establecer centros de reproducción o criaderos; o para permitir una utilización sostenible del recurso. En estos casos, deberá contarse también con el permiso de la autoridad que tiene a su cargo la administración del Santuario; es decir, el Consejo de Monumentos Nacionales (CONAMA, 2005).

3.3.1 Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022

El Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022 (FIGURA 12), se enmarca en el contexto de la pérdida de biodiversidad, tanto de fauna como de flora, y la degradación de los ecosistemas, es que este plan tiene como finalidad detener y proteger de la degradación de los humedales del país. Este plan tiene como objetivos:

1. Proteger la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en áreas prioritarias de humedales, mediante la creación de categorías de áreas protegidas que garanticen su conservación y gestión a largo plazo.
2. Identificar y consensuar, con la información disponible, las áreas prioritarias de humedales a proteger por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) en el mediano y largo plazo, a escala regional y nacional.
3. Gestionar las solicitudes de creación de áreas protegidas, a objeto de someterlas a pronunciamiento del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.

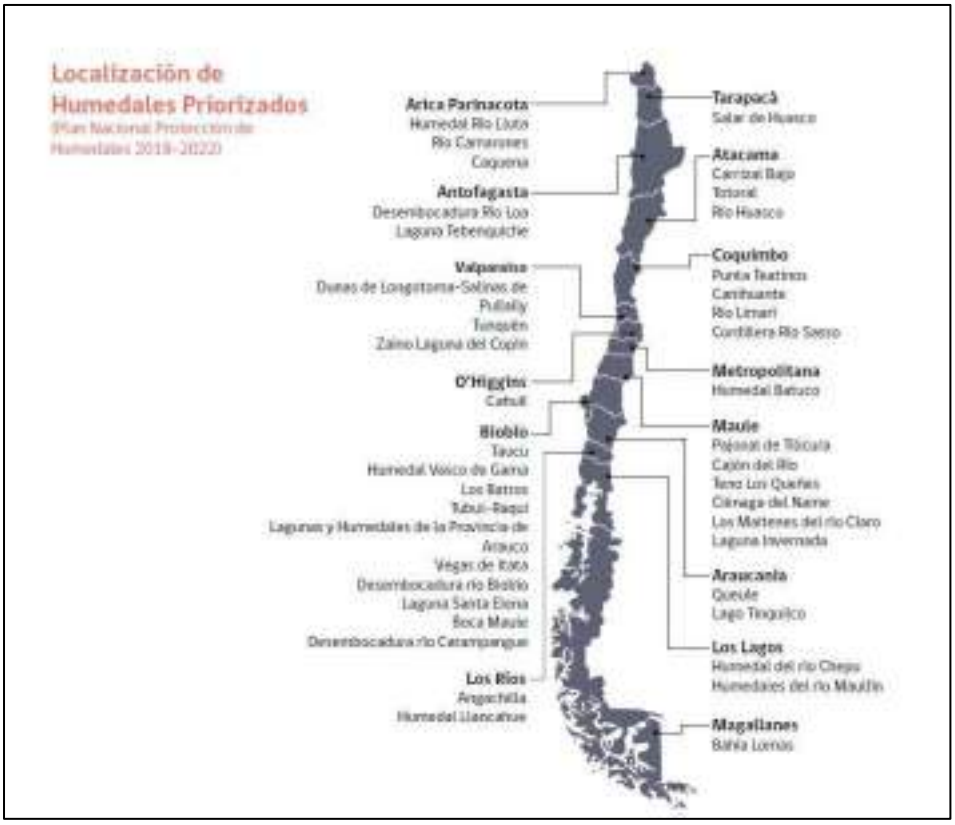


Figura 12: Localización de Humedales Priorizados en el Plan Nacional Protección de Humedales 2018-2022. Fuente: MMA, 2018.

3.3.2 PLAN REGIONAL DE GOBIERNO ATACAMA 2018-2022

Los Planes Región son la hoja de ruta que guiará la acción del Gobierno en cada rincón del país. Están pensados por y para cada región poniendo las prioridades de cada una de ellas de manera de permitirles alcanzar el desarrollo integral.[2]

El Plan Regional de Gobierno Atacama 2018-2022 en su iniciativa Medio Ambiente, establece la conservación de los humedales costeros de la región a través de la declaración de Santuario de la Naturaleza, en el marco del Plan Nacional de Humedales 2018-2002, por lo que, ya no solo se trata una iniciativa nacional, sino que se le da importancia a nivel del Gobierno Regional, de la importancia de la conservación del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco.

[2] http://planregion.gob.cl/



Figura 13: Iniciativa Medioambiental Plan Regional de Gobierno Atacama 2012-2022. Fuente: Extraído de Presentación Plan Regional de Gobierno Atacama 2018-2022, 2019.

3.3.3 Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) para Huasco

El Programa para la Recuperación Ambiental y Social de Huasco (PRAS de Huasco)3 es un programa multisectorial liderado por el Ministerio del Medio Ambiente, el cual busca el diálogo entre actores diversos que permita a los ciudadanos del territorio, mediante un modelo participativo, vivir en un ambiente libre de contaminación, así como también señalar las prioridades de recuperación ambiental y social, definiendo la gradualidad de su implementación.

El PRAS de Huasco dentro de las medidas que busca implementar, es la declaración de Santuario de la Naturaleza para el Humedal Costero Estuario del Rio Huasco, aunque en caso de no ser posible esta declaración, que conste con cualquier otra mediad que asegure su protección.

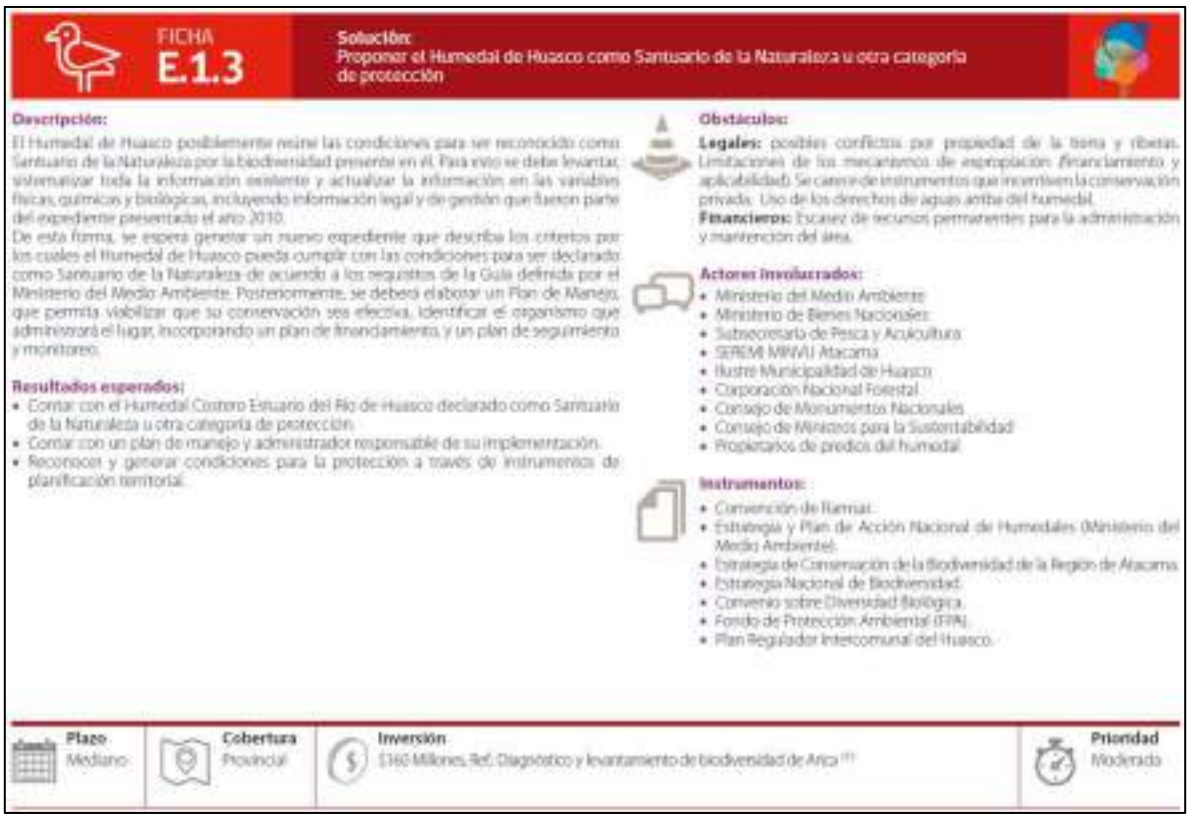


Figura 14: Ficha E.1.3 Fuente: Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) para Huasco (2018)

3.4. HUMEDALES COSTEROS DE LA REGIÓN DE ATACAMA

Los humedales que presenta la Región de Atacama son variados y ricos en biodiversidad, además de presentar un valor paisajístico único para la comunidad. Dentro de los distintos tipos de humedales que se pueden encontrar en la región, los humedales costeros poseen una cualidad de ser ecosistemas tanto terrestres como marinos. Ante este escenario de interacción, los humedales costeros que presenta la región son cuatro, incluyendo el Humedal Estuario del Rio Huasco, el Humedal de la Desembocadura del Rio Copiapó, el Humedal Totoral y el Humedal de Carrizal Bajo. Estos humedales son considerados como sitios prioritarios para la conservación de acuerdo al Plan de Humedales 2018-2020, y lo que se espera es que estos ecosistemas presenten algún tipo de protección establecida por la legislación chilena.

Cuando hablamos de la región de Atacama, sabemos que su estructura y singularidad está marcada por la imponente presencia de la cordillera de los Andes que genera la región ecológica denominada Puna Árida que posee características únicas que la diferencian de otras regiones ecológicas del Norte de Chile. Es por ello por lo que en esta zona son identificados y estudiados los humedales altoandinos. Estos escasos y vulnerables ecosistemas se constituyen a partir de dinámicas de escorrentía, afloramientos subterráneos y evaporación, siendo estos últimos los más abundantes (CONAMA, 2005).

Entre los humedales altoandinos de la región de Atacama destacan los presentes en:

-El Parque Nevado Tres Cruces (Salar de Maricunga, río Lamas)

-El corredor biológico Palltanillo-Ciénaga Redonda (*e.g*. vega Redonda, Quebrada Villalobos, Ciénaga Redonda)

-En la Laguna Santa Rosa y la Laguna Negro Francisco, ubicadas en el parque Nacional Nevado de Tres Cruces, ambas declaradas sitios RAMSAR el año 1996.

-Reserva Natural Los Huasco altinos (Laguna grande y Laguna chica)

En tanto en el lado opuesto a la cordillera casi como un espejismo de biodiversidad nos encontramos con la zona costera, la que actúa como sumidero de las aguas de deshielo, escaza lluvia y floraciones que llegan por ríos y quebradas hasta la zona litoral. En ella comienzan a aflorar pastos, hierbas y matorrales que junto a pequeñas dunas originan ecosistemas llamados humedales costeros.

Los humedales costeros de la región se ven afectados de manera positiva por las interacciones entre los componentes marinos, como lo es el aporte de nutrientes por parte del mar, los sedimentos que son aportados por los depósitos de los ríos, además de la surgencia oceánica, hacen de que los humedales de la costa de Atacama presenten una biodiversidad importante. Esta importancia se ve reflejada en la presencia de aves migratorias que vienen desde el hemisferio norte y ocupan a los humedales costeros de la región como lugares de descanso y alimentación. De esta manera, los humedales de la región se posición como lugares de interés internacional, debido a que forman parte de la red migratoria de aves, las cuales se encuentran protegidas por distintos acuerdos y convenios internacionales a los cuales Chile se ha adscrito.

En cuanto a vegetación los humedales se caracterizan por presentar una vegetación dominada por arbustos bajos muy densos, y en algunos sectores densas hierbas de carácter anual. Las especies que más abundan son aquellas propias de suelos húmedos y salobres, entre las cuales podemos nombrar la Hierba sosa y la Grama salada. Presentes en la zona ribereña, pero más cercanas al agua, se desarrollan una gran variedad de plantas llamadas macrófitas acuáticas, tales como la Totora, el Carrizo, el Vatro y el Junco.[3]

Acercándolos a las comunidades que cohabitan estos ecosistemas, los humedales proveen de servicios ecosistémicos, los cuales se pueden resumir en la recarga de acuíferos, control de acuíferos, resguardo de vida silvestre, como lugar de educación y de recreación, así como de control de inundaciones, entre otros servicios ecosistémicos que pueden brindar.

De esta manera, para proteger los humedales , ya sea de conservar su biodiversidad, o de gestionar que sus servicios ecosistémicos perduren, es que estos se encuentran como sitios prioritarios para la conservación, pero yendo un paso más lejos para su conservación, es que los humedales de la Región de Atacama sean considerados como sitios Ramsar, lo cual implica que los humedales entren a la Lista Internacional de Humedales, lo que significa que “los humedales incluidos (en la Lista) pasan a formar parte de una nueva categoría en el plano nacional y la comunidad internacional reconoce que tienen un valor significativo no sólo para el o los países donde se encuentran, sino también para la toda la humanidad”.[4]

[3] Comisión Nacional del Medio Ambiente (2005), Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza “Humedal Estuario del Río Huasco”

[4] https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/sitelist.pdf

3.5. HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RIO HUASCO

El Humedal Costero Estuario del Río Huasco se ubica dentro de la zona mediterránea de Chile Central, en su límite norte, lo que corresponde a uno de los "Hot Spots" importantes a nivel mundial por su biodiversidad en el mundo. El estuario se constituye en uno de los escasos humedales costeros del norte de Chile, siendo uno de los más importantes según los antecedentes recopilados. Se localiza en el límite sur de la Subregión del Desierto Costero, sector del Desierto costero del Huasco. (CONAMA, 2005).

Los antecedentes históricos del humedal costero Estuario del río Huasco, describen a esta zona como un área de concentración de la biodiversidad. Donde la confluencia del río Huasco con las aguas oceánicas brindan un hábitat rico en nutrientes y hábitat apropiado para innumerables especies animales y vegetales, muchas de ellas consideradas amenazadas por el Registro de Calificación de Especies y otros estudios que indican la vulnerabilidad regional como el Libro Rojo de la región de Atacama.

En su desembocadura, el río alcanza los dos kilómetros de ancho, abriéndose en un extenso llano, que se asocia al norte con los llanos de Los Hornitos y del Chuical, este último ubicado en la vertiente sur de la quebrada de Carrizalillo; la morfología del área está representada por terrazas fluvio-marinas, indicadoras del engranaje entre los procesos del río con los del océano. El área presenta diversidad de ambientes, en los que destaca una gran franja de borde costero, una extensa área de rivera de humedal y la presencia de plantaciones forestales, a todos ellos se adiciona los sistemas dunares y cuerpos de agua, conformando una importante diversidad de unidades de paisaje (CONAMA, 2005).

El taxa más abundante y por tanto el que presenta más especies en categoría de conservación según el RCE (2018) son las aves. Hasta el año 2019 se han registrado más de 139 especies de aves que habitan de manera permanente o transitoria este humedal costero. Entre ellas 39 están en categoría de conservación (RCE).

Además de ello, los peces descritos en la cuenca son en su mayoría endémicos y se encuentran en categoría de conservación (cinco especies). Durante los últimos monitoreos solo ha sido registrado Mugil cephalus (Lisa), dentro del área de estudio. Los peces actúan a la vez como indicadores de la calidad de agua, que junto con los análisis químicos y biológicos (ver 3.7 Calidad del Agua en el Humedal) describen a este humedal costero como un ecosistema saludable con parámetros en rangos acordes a características de un sistema estuarino con alta capacidad de retención de nutrientes, sedimentos y niveles de descomposición constantes, pero equilibrados a la actualidad.

Entre los taxa menos abundantes se describen dos especies de anfibios hasta el año 2005, diez especies de reptiles y 20 mamíferos, de los cuales cuatro son macromamíferos y 16 especies micromamíferos, especialmente roedores.

El humedal costero también representa un sistema de alta interacción con la comunidad aledaña. Los habitantes de Huasco se refieren a este ecosistema como un sitio de esparcimiento, de alto valor paisajístico, un de valor de conservación por su alta biodiversidad donde reconocen principalmente al grupo de las aves.

Respecto a las características físicas del Humedal, este se encuentra localizado en la desembocadura del río Huasco, por lo que en este lugar se generan aportes de nutrientes terrestres y surgencia de aguas profundas, por lo que son zonas de alta productividad, condición que propicia la presencia de especies en el área. Este humedal es de origen natural y su importancia se centra, principalmente, en que funciona como refugio de vida silvestre, protección costera, provisión de agua, regulación del clima y como parte de la recreación de turistas y el disfrute de la sociedad en general (CONAMA, 2005).

La diversidad ecológica que presenta está representada por la gran cantidad de especies animales que se han registrado en el humedal, sumado a la riqueza de especies vegetales que se registran. Cabe destacar que en el humedal se han registrado animales catalogados endémicos y que se encuentran con alguna categoría de Estado de Conservación, lo cual hace del humedal un sitio para preservar dichas especies.

3.6. DEFINICIÓN Y REQUISITOS DE UN SANTUARIO DE LA NATURALEZA

Los Santuarios de la Naturaleza se encuentran contemplados en la Ley N°17.288 del 1970 sobre Monumentos Nacionales, en el establece en el art. 31, que los Santuarios de la Naturaleza son: *"aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado."*

Los incisos segundo y tercero señalan que dichos sitios quedarán bajo la custodia del Ministerio del Medio Ambiente y que no se podrá iniciar en ellos trabajos de construcción o excavación, ni desarrollar actividades como pesca, caza, explotación rural o cualquiera otra actividad que pudiera alterar su estado natural, sin la autorización previa del "Servicio". Se debe mencionar que el servicio a que se refiere la norma es el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, que aún no existe y de que la potestad para otorgar el aludido permiso la tiene actualmente el Consejo de Monumentos Nacionales, mientras aquél no exista.

Los Santuarios de la Naturaleza, como figura de protección a nivel internacional, pueden categorizados dentro de las categorías de manejo de áreas protegidas que establece la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), estas categorías son:

- Categoría III: Conservación de los rasgos naturales
  Esta categoría tiene como objetivo proteger rasgos naturales específicos sobresalientes y la biodiversidad y los hábitats asociados a ellos
- Categoría IV: Conservación mediante manejo activo
  Esta categoría tiene como objetivo mantener, conservar y restaurar especies y hábitats.

3.7. JURISDICCIÓN Y RESPONSABILIDAD DEL SANTUARIO DE LA NATURALEZA

Los sitios mencionados que fueren declarados Santuarios de la Naturaleza (SN) quedarán bajo la custodia del Ministerio del Medio Ambiente, el cual se hará asesorar para estos efectos por especialistas en ciencias naturales. No se podrá, sin la autorización previa del Servicio, iniciar en ellos trabajos de construcción o excavación, ni desarrollar actividades como pesca, caza, explotación rural o cualquiera otra actividad que pudiera alterar su estado natural. Se debe señalar que, si estos sitios estuvieren situados en terrenos privados, sus dueños deberán velar por su debida protección, denunciando ante el servicio los daños a que se refiere, en tanto que el inciso quinto establece que la declaración de santuario de la naturaleza deberá contar siempre con informe previo del Consejo de Monumentos Nacionales.

En relación con las restricciones que la declaración de santuario de la naturaleza conlleva para el dueño del terreno respectivo, es menester señalar que el artículo 19, N° 24, de la Constitución Política de la República, dispone que sólo la ley puede establecer el modo de adquirir la propiedad, de usar, gozar y disponer de ella y

las limitaciones y obligaciones que deriven de su función social, debiendo precisar que ésta comprende cuanto exijan los intereses generales de la Nación, la seguridad nacional, la utilidad y salubridad públicas y la conservación del patrimonio ambiental. Así, en virtud de esa norma constitucional, el legislador ha establecido ciertas limitaciones y obligaciones para los propietarios de predios privados que sean declarados santuario de la naturaleza con la finalidad de conservar el patrimonio ambiental. Debido a esta norma es que se puede declarar santuario de la naturaleza en un terreno privado.

Respecto de la publicidad en el proceso de la declaratoria de santuario el artículo 39 de la ley N° 19.880 dispone, en sus incisos primero y segundo, que el órgano al que corresponda la resolución del procedimiento, cuando la naturaleza de éste lo requiera, podrá ordenar un período de información pública, para cuyo efecto se anunciará en un diario de circulación nacional, a fin de que cualquier persona pueda examinar el procedimiento, o la parte de este que se indique.

Al Consejo de Monumentos Nacionales le corresponde pronunciarse dentro del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), ante cualquier proyecto, programas o actividades que pretendan realizarse al interior de los SN, de esta forma el CMN es el Órgano del Estado que entrega el Permiso Ambiental Sectorial N ° 78 (PAS 78), y que autoriza actividades como trabajos de construcción o excavación, pesca, caza, explotación rural o cualquiera otra actividad que de alguna forma afecte el estado natural de los SN. En tanto, de acuerdo al Decreto N°40 del 30 de octubre del 2012 del Ministerio de Medio Ambiente, se establece en su Artículo 3 que "*Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, son los siguientes*" *Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita*.

4. AMENAZAS INDIRECTAS Y DIRECTAS

Las amenazas que se pueden identificar en el humedal se pueden clasificar de dos maneras, las amenazas naturales y amenazas antrópicas. Las amenazas naturales están referidas a cambios en la precipitación, sismicidad, tsunamis, sequias o cualquier otra afectación natural que no tenga incidencia directa del hombre. Por otro lado, las amenazas antrópicas están referidas a la acción directa del hombre, entendiendo estas como desviación del cauce, basurales, impermeabilización del suelo, cambios de cobertura terrestre, contaminación de aguas, urbanización, introducción de especies exóticas, caza, actividades intensivas o cualquier otra afectación de acción directa de las personas.

4.1 AMENAZAS INDIRECTAS

Son consideradas como amenazas indirectas, aquellas poco regulables y que tienen su origen en factores naturales, los cuales pueden tener o no, como causa indirecta la acción del hombre, como lo es, por ejemplo, el cambio climático.

La zona litoral de Chile se caracteriza por enfrentar modificaciones importantes por perturbaciones de origen natural. Entre ellas el alzamiento o hundimiento de la plataforma continental, observada en varios humedales costeros posterior al terremoto del 2010 (27F) y el impacto de grandes olas sobre estos ecosistemas aún están en la memoria de las personas que conviven con los humedales costeros (Valdovinos *et al* 2017). Además de estos, las grandes tormentas, marejadas, trombas marinas entre otras, son amenazas indirectas que causan importantes alteraciones en los humedales costeros y sus servicios ecosistémicos (Sandoval *et al* 2019).

4.1.1 Sismicidad

La zona de amortiguación propuesta se vería afectada en caso de que se produjese un sismo de 7.5 grados Richter o superior, ya que la periferia de la ciudad de Huasco FIGURA 15, se encuentran asentamientos cuyas bases se encuentran en rellenos de escombros, lo que hace de esta zona un lugar potencial de remoción en masa.

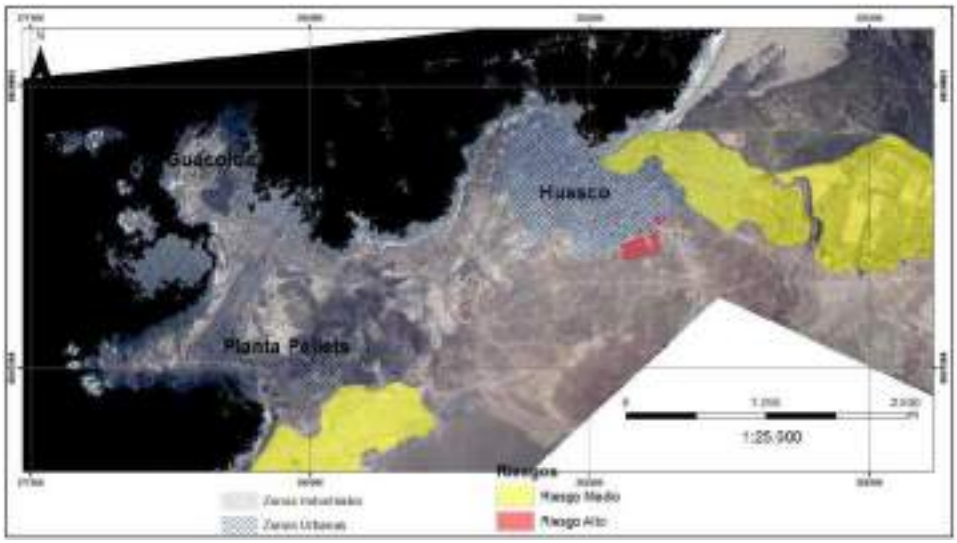


FIGURA 15: Mapa de Riesgo Sísmico. Fuente: Plan Regulador Comunal de Huasco, Estudio de Riesgo, 2016

4.2 Inundaciones

El Estudio de Riesgo elaborado para la actualización del Plan Regulador Comunal de Huasco, del año 2016, establece que la zona con un riesgo alto de inundación corresponde al lecho del rio Huasco, junto con las zonas de inundación del rio.

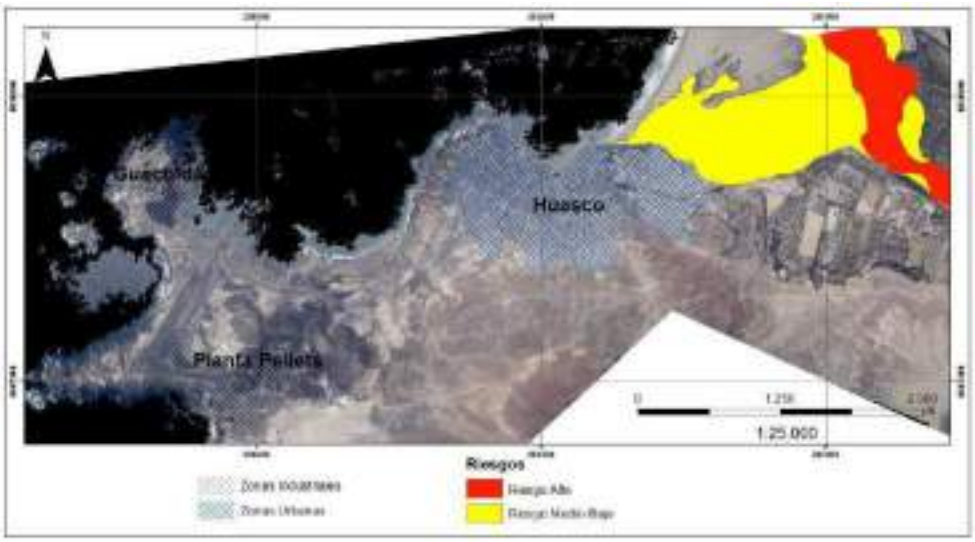


FIGURA 16: Mapa de Riesgo por Inundación. Fuente: Plan Regulador Comunal de Huasco, 2016.

4.3 Tsunami

La carta de Inundación por Tsunami del Servicio Hidrológico de la Armada de Chile (SHOA) del año 2015, establece que los lugares que se no presenten una altura de 20 metros por sobre la línea de más alta marea, son potencialmente peligrosos **FIGURA 13.** Sumada a la geomorfología de la desembocadura, la zona núcleo y la zona de amortiguación presentan una alta amenaza de quedar cubierta por un tsunami.

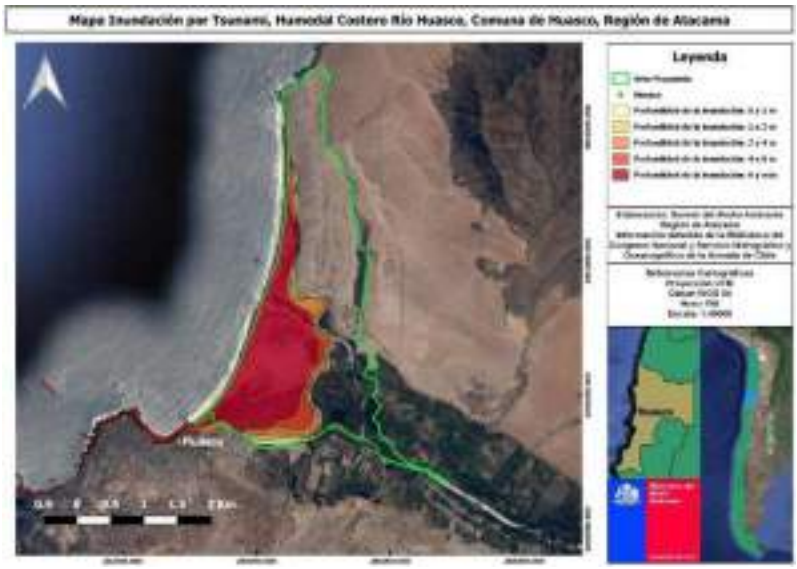
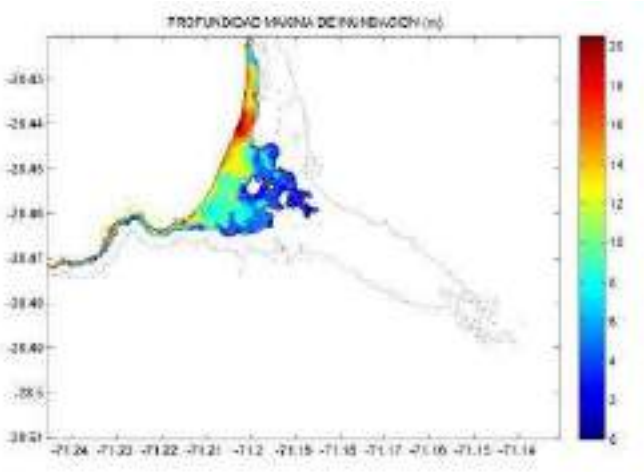


FIGURA 17: Mapa Inundación por Tsunami Humedal Costero Estuario del Río Huasco. Fuente: Elaboración Propia en base a Carta de Inundación del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, 2019

El documento elaborado por la Dirección de Extensión y Servicios Externos de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos de la Pontificia Universidad Católica de Chile para el Ministerio de Vivienda y Urbanismo llamado “Análisis Estudios de Riesgo por Tsunami, Región de Atacama” del año 2018, establece modelaciones sobre los tsunamis que han afectado a la región y considerando el de mayor credibilidad en relación a las modelaciones realizadas. De esta manera, la modelación utilizada para graficar la inundación por tsunami fue a partir del evento ocurrido el año 1922. Con esta modelación, se obtuvo el siguiente mapa (Figura 18).



Fuente: elaboración propia. *Se presentan las curvas de nivel de 10 y 30 metros referidas al nivel medio del mar.

Figura 18. Riesgo de Tsunami. Fuente: Pontificia Universidad Católica de Chile Análisis de Riesgo de Tsunami, Región de Atacama, 2018.

4.2 AMENAZAS DIRECTAS

Se entiende como amenaza directa, aquella que es posible de regular y que tienen su origen en las actividades antrópicas.

De acuerdo con estimaciones recientes del Ministerio del Medio Ambiente, se ha catastrado que los humedales en Chile comprenden una superficie aproximada de 4,5 millones de hectáreas, lo que representa cerca del 5,9% del territorio nacional. No obstante, esta superficie también se caracteriza por estar fuertemente amenazada. El Estuario del río Huasco no representa la excepción a ello, hasta el año 2016 (cea) las amenazas principales definidas como originadas por el hombre eran: microbasurales, cambios en el régimen hídrico, presencia de perros vagos, cambio de uso de la tierra.

Las amenazas descritas son amenazas directas y posibles de regular. Sin embargo, algunas de ellas como el cambio de uso de la tierra y cambios en el régimen hídrico son regulables a largo plazo. En relación con la disponibilidad hídrica, la cuenca del río Huasco el 2016, ya fue declarada por la Dirección General de Aguas como área de restricción producto del agotamiento de la cuenca del río Huasco y sus afluentes.

A continuación, se detalla el análisis efectuado en estudio “Caracterización biológica y propuestas de monitoreo Estuario Río Huasco” elaborado por GMA consultores, en relación a priorización de amenazas en el Humedal.

Amenazas	Unidades de Paisaje					
	Borde Costero	Duna Estabilizada	Cuerpos de agua	Duna Activa	Rivera Humedal	Plantación forestal
Contaminación doméstica	1	1	1	0	1	0
Contaminación Industrial	0	0	0	0	0	0
Deportes 4*4	1	0	0	1	0	0
Caza	0	0	1	1	1	1
Pesca enmalle	1	0	1	0	0	0
Perros vagos	1	1	1	0	1	0
Ganadería	0	0	1	0	1	1
Turismo	1	1	1	0	1	0
Zona camping	1	1	0	0	1	0
Extracción camarón	0	0	1	0	0	0
Senderos delimitados	0	1	0	1	1	1
TOTAL AMENAZAS	**6**	**5**	**7**	**3**	**7**	**3**
RANGO	**M**	**M**	**A**	**B**	**A**	**B**
CONVERSIÓN	**3**	**3**	**2**	**4**	**2**	**4**

Tabla 4. Amenazas e intervenciones antrópicas en el estuario río Huasco. Fuente: Caracterización biológica y propuestas de monitoreo Estuario Río Huasco. GMA

Rango amenazas por UP		Correspondencia
0 a 2	Muy Bajo	5
3 a 4	Bajo	4
5 a 6	Medio	3
7 a 8	Alto	2
9 a 10	Muy alto	1

Tabla 5. Estadígrafo aplicado. Fuente: Caracterización biológica y propuestas de monitoreo Estuario Río Huasco. GMA.

Es posible observar que los Cuerpos de Agua y la Rivera de Humedal, son las Unidades de Paisaje con mayor intervención, destacando la contaminación doméstica, la caza, los perros vagos, la ganadería y el turismo como las principales causantes de este riesgo que vulnera la conservación del Estuario.

En un rango de amenaza Medio, se encuentran las Unidades de Paisaje Borde costero y Duna estabilizada, destacando a la contaminación doméstica, los perros vagos, el turismo y las zonas de camping como las principales causantes de riesgo. Cabe destacar que estos sectores son los más cercanos al radio urbano, y, por lo tanto, los de mayor acceso a la población, pero también de mejor control y limpieza por parte del Municipio, por ello, probablemente está la mayor parte del tiempo más limpio que las UP en categoría de amenaza Alta, que están en áreas menos accesibles.

Por último, las áreas con menos riesgo continuo están las Unidades de Paisaje Plantación forestal y dunas activas, aunque se debe considerar que las Dunas activas si bien no sufren de impactos constantes, sí se encuentran vulneradas frente a deportes 4x4.

Cabe señalar que en dicha consultoría no se evidencio efectos por contaminación industrial, no obstante, existe una gran incertidumbre en el presente por los efectos del polvo negro sobre las especies de flora y fauna y ecosistema acuatico vinculado al humedal.

A continuación, se da mayor detalle de las principales amenazas directas:

4.2.1 Microbasurales

De acuerdo al terreno y las observaciones realizadas en el documento elaborado por el Centro de Ecología Aplicada, la basura es parte importante dentro del humedal, en el sentido que esta está presente preferencialmente en los sectores de las dunas y la playa de mar.



Figura 19. Indica micro basurales (MB) registrados en los puntos MB1 (H3 limnológico) y MB6 (H5 limnológico).



Figura 20: Posición de sitios donde fueron identificados microbasurales (MB) durante el 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.Fuente: Centro de Ecología Aplicada, 2017.

Punto	Observación	E	S
MB1	Micro Basural, borde de rio.	285021	6850774
MB2	Basura dispersa, camino interior.	284356	6849743
MB3	Basura dispersa	284224	6849793
MB4	Basura dispersa	285013	6851122
MB5	Basura dispersa	284831	6849657
MB6	Micro Basural, borde de rio.	285144	6850882
MB7	Presencia de basura en Matorral adyacente a la línea de costa. Posible arrastre por el viento. Presencia de guarenes	283531	6849830
MB8	Basura dispersa a lo largo de línea del tren, no en acopios.	285448	6849790
MB9	Basura a lo largo de matorral achaparrado. Presencia de ratón orejudo de Darwin	284974	6852048

Tabla 6. Descripción especifica de la ubicación de microbasurales

4.2.2 Quemas

En el terreno realizado el 26 de marzo de 2019, se presenció sectores en la duna que evidenciaban rastros de incendio.



Figura 21: Indincios de fuego en el humedal. Fuente: Material propio obtenido en terreno, 2019.

4.2.3 Especies exoticas

En la playa y al interior del humedal se ven muchos perros que van tanto con dueños como en grupos sin dueño, lo cual genera un enorme perjuicio a la fauna nativa del sector. Ademas hay gran cantidad de caballos pastoreando en diversas épocas del año.



Figura 22: Presencia de animales en el humedal y sus cercanías. Fuente: Material propio obtenido en terreno, 2019.

4.2.4. Motos y autos 4x4.

Se observaron en sector de playa marcas de vehículos en la playa y caminos para el desarrollo de motocross. Dicha actividad espanta a la fauna especialmente a las aves, toda vez que pasa a gran velocidad en zonas de descanso de aves y se genera mucho ruido que al mismo tiempo espanta.



Figuras 23. Presencia de vehiculos en el humedal y sus cercanías. Fuente: Material propio obtenido en terreno, 2019.

4.2.5 Polvo Negro

Las partículas cuyas dimensiones oscilan entre 1nm (0,001 um) y 0,1um de diámetro aerodinámico, por lo general, se pueden formar a partir de metales pesados emitidos directamente a la atmosfera por actividades industriales de fundición. Otras pocas, son emitidas como partículas de carbono elemental (hollín o carbón negro), las que se forman durante procesos de combustión incompleta (pirolisis). (Morales, R., 2006).

Es pocas palabras, se conoce como hollín o polvo negro (Eblen, R.A., 1994), a la materia particulada (MP) producida como resultado de la combustión incompleta de un hidrocarburo. Existe presencia de polvo negro por fuentes antropogénicas en Huasco, las cuales corresponden a la Central Termoeléctrica Guacolda y el complejo perteneciente a CAP.



Según lo desarrollado en Tesis de de Grado "CARACTERIZACIÓN DE POLVO NEGRO EN LA COMUNA DE HUASCO, III REGIÓN[5]", Tamara Ivana Ortiz Poblete (UNIVERSIDAD DE CHILE- FACULTAD DE CIENCIAS, 2018), se concluye respecto a Metales en polvo negro depositado superficialmente, que las mayores concentraciones

5 http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/150647/Tamara%20Ivana%20Ortiz%20Poblete.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[mg/kg] de metales en las muestras de polvo depositado superficialmente, pertenecen a los metales Zn, Cu, Ni, Fe, V y Mn. Además, hay una excesiva concentración de Fe en todas las muestras.

A continuación, se presentan las gráficas de distribución de los metales analizados a lo largo de la zona de estudio.

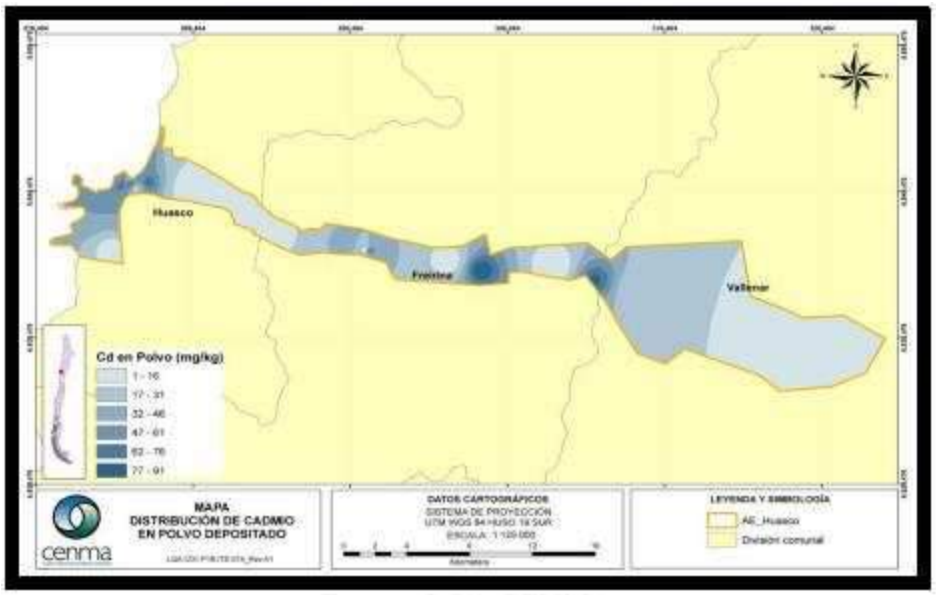


Figura 24: Concentración de Cd [mg/kg] en polvo depositado. Fuente: LQA CENMA

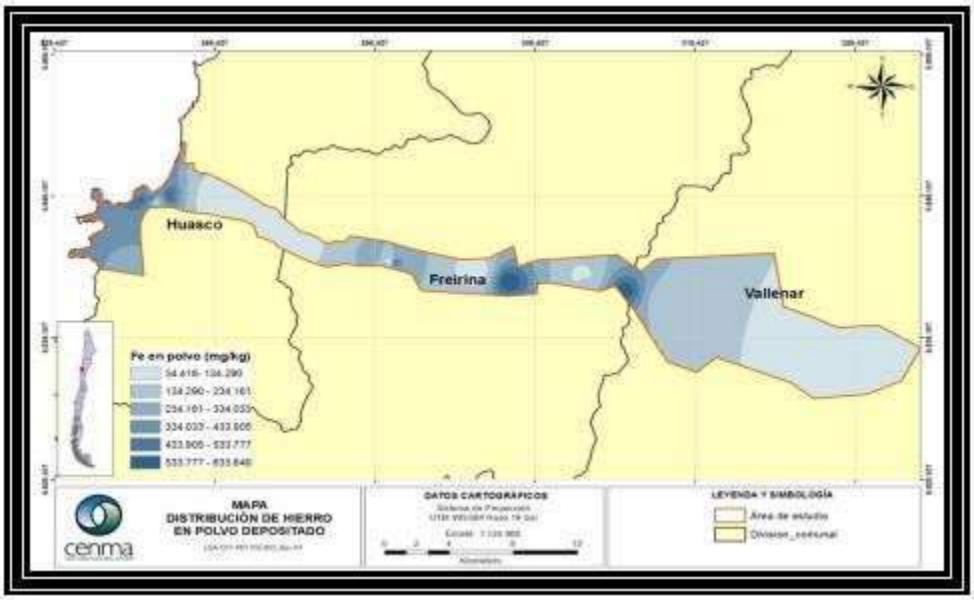


Figura 25: Concentración de Fe [mg/kg] en polvo depositado. Fuente: LQA CENMA

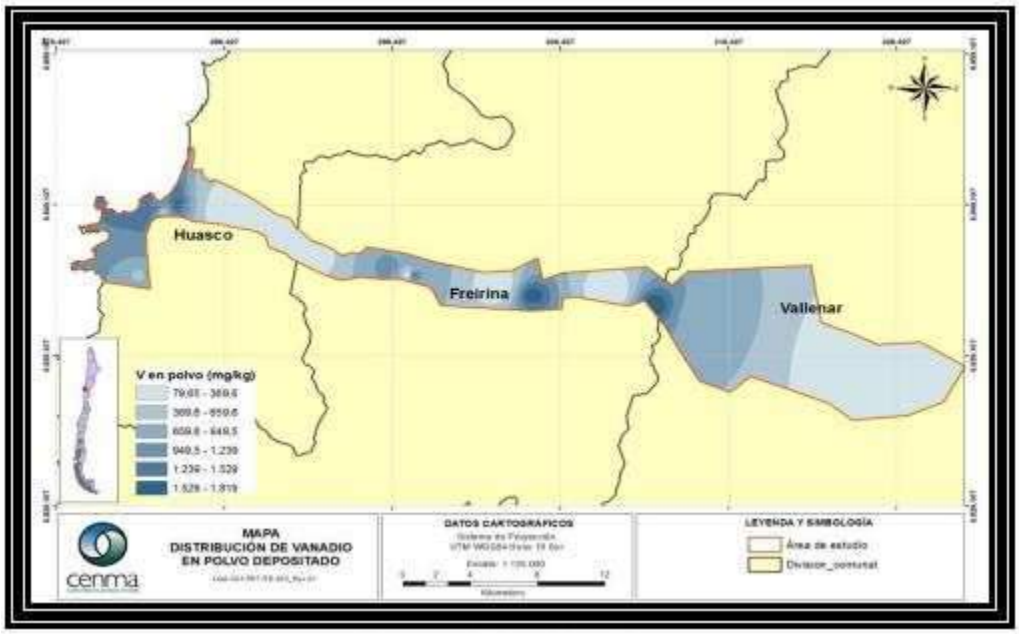


Figura 26: Concentración de V [mg/kg] en polvo depositado. Fuente: LQA CENMA

A su vez se estudian las concentraciones de metales en aguas superficiales, las que fueron muy bajas, por lo que no es posible relacionarlas con la presencia de polvo negro en la comuna de Huasco en este estudio.

Las emisiones de la Central Termoeléctrica Guacolda y el complejo CAP se relacionan a la contaminación existente en Huasco, dadas las altas concentraciones resultantes de ciertos metales en este estudio, y al MPS resultante cercano a estas fuentes.

Se espera que el Plan de Prevención de Contaminación Atmosférica para la Localidad de Huasco y su zona circundante, el cual fue aprobado en agosto de 2017 (MMA, 2017), logre reducir las emisiones de Material Particulado desde las dos fuentes antropogénicas mencionadas en este estudio, integradas en este plan, así como también, el cumplimiento de la norma de emisión de termoeléctricas (MMA, 2011).

No existen estudios específicos de como el “polvo negro” afectaría la biodiversidad local del humedal costero de Huasco.

Por último, es importante destacar que en Chile aún no existe una normativa específica que regule expresamente la calidad de los suelos, y de los sedimentos, así como la incidencia de los metales pesados en estos. Es necesario recurrir a valores internacionales, lo que demuestra que falta mucho camino por recorrer, en cuanto a legislación ambiental y al derecho de vivir en un medioambiente libre de contaminación como lo señala la constitución chilena.

5. ORGANIZACIONES FUNCIONALES DE LA COMUNA DE HUASCO

De acuerdo al Plan de Desarrollo comunal de Huasco 2019-2022, las organizaciones sociales que se encuentran en la ciudad y en sus cercanías, se muestran en la **TABLA 7**, considerando solamente las que se encuentren activas o en funcionamiento.

Tabla 7: Organizaciones Sociales de Huasco

N°	Juntas de Vecinos	Vigencia
1	Libertad	Vigente
2	Alborada	Vigente
3	Patria Nueva	Vigente
5	O'Higgins	Vigente
6	Moisés Nuñez	Vigente
7	Villa El Esfuerzo	Vigente
8	El Pino	Vigente
9	Canto del Agua	Vigente
10	Huasco III	Vigente
11	Nueva Esperanza	Vigente
12	Las Colinas	Vigente
14	El Mirador	Vigente
16	Los Toyos	Vigente
20	Los Pescadores	Pescadores
21	Julio Antoncich Vera	Vigente
26	Amigos de Carrizal Bajo	Vigente
27	Villa Las Palmas	Vigente
28	Llanos del Lagarto	Vigente
30	Payantume	Vigente
31	Barrio Estación	Vigente
N°	**Clubes de Adultos Mayores**	**Vigencia**
1	Club de Adultos Mayores "Hermanas Ángeles"	Vigente
2	Club de Adultos Mayores "Armonía"	Vigente
4	Club de Adultos Mayores "Los Regalones"	Vigente
6	Club de Adultos Mayores "Los Regalones"	Vigente
7	Club de Amigos Pensionados y "Montepiados Anselmo Nuñez"	Vigente
8	Club de Adultos Mayores "Campanitas"	Vigente
9	Agrupación de Adulto Mayor "Pensionados del Hierro Huasco"	Vigente
10	Club de Adultos Mayores "Siglo XXI"	Vigente
N°	**Clubes de Huasco**	**Vigencia**
1	Club de Huasos de Huasco Bajo	Vigente
N°	**Centros de Madres**	**Vigencia**

1	Centro de Madres "Católicas"	Vigente
3	Centro de Madres "Santa Teresita"	Vigente
5	Centro de Madres "Flor del Desierto"	Vigente
N°	**Centro de Padres y Apderados**	**Vigencia**
5	Centro de Padres y Apoderados José Miguel Carrera	Vigente
6	Centro General de Padres y/o Apoderados Jardín Infantil Condell Sur, Fundación Integra.	Vigente
10	Centro General de Padres, Madres y	Vigente
	Apoderados/as el Jardín Infantil Mi Pequeño Olivito.	
N°	**Comités de Comunidad**	**Vigencia**
1	Comité Agua Potable Rural "de Carrizal Bajo"	Vigente
2	Comunidad Agrícola y de Crianceros "Llanos del Lagarto"	Vigente
4	Comité de Regantes localidad de Canto del Agua	Vigente
6	Comunidad Bello Horizonte	Vigente
7	Comité de Crianceros: Burro, Cabrinos, Caballares El Sauce Cuesta La Arena	Vigente
N°	**Clubes Deportivos**	**Vigencia**
6	Club Deportivo "Huasco Bajo Unido"	Vigente
11	Club Social y Deportivo "Viejos Estandartes"	Vigente
N°	**Organizaciones Varias**	**Vigencia**
2	Agrupación Social, Cultural y Recreativa "Osada San Pedro"	Vigente
11	Grupo de Salud Integral, medicina alternativa "Las Añañucas"	Vigente
12	Comunidad Agrupación Ecológica de Vecinos "Nuevo Despertar" de Los Toyos.	Vigente
13	Agrupación "Carrizal Bajo al Progreso"	Vigente
16	Cultural y Recreativa "Talita Kun de Huasco"	Vigente
17	Consejo de Desarrollo "Centro de Salud Juan Verdaguer de Huasco"	Vigente
23	Comité de Desarrollo de Punta de Lobos.	Vigente
26	Artistas y Emprendedores de Huasco "ARTEHCO"	Vigente
49	Agrupación Social, Cultural y Recreativa Despertando a Carrizal Bajo.	Vigente
50	Agrupación Juvenil Levantemos Carrizal Bajo.	Vigente

Fuente: Elaboración Propia a partir de información PLADECO Huasco 2019-2022.

Además de las organizaciones sociales diagnosticadas en el PLADECO 2019-2022, en la comuna de Huasco existen, a partir de los datos obtenidos del Directorio Oficial de Establecimientos Educacionales 2018[6], en la comuna de Huasco existen 10 establecimientos educacionales (Tabla 8).

Tabla 8: Listado de Establecientes Educacionales en la comuna de Huasco.

ID	Establecimiento Educacional
1	LICEO JAPON
2	ESCUELA BASICA JOSE MIGUEL CARRERA
3	ESCUELA EL OLIVAR

[6] http://datosabiertos.mineduc.cl/

4	ESCUELA PABLO NERUDA
5	COLEGIO PARTICULAR ENGLISH COLLEGE
6	ESCUELA RURAL MOISES LOPEZ TRUJILLO
7	ESCUELA MIREYA ZULETA ASTUDILLO
8	ESC. ESP. DE LENGUAJE MIS RAICES
9	ESCUELA ESPECIAL DE LENGUAJE NUEVA JUVENTUD
10	ESC.ESP.LENGUAJE HUASCO EDUCA

Fuente: Elaboración Propia en base a datos obtenidos del Ministerio de Educación, 2019.

Los establecimientos que se encuentran dentro del Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimiento Educacionales[7] (SNCAE) (TABLA 9), son establecimientos que deben incorporar variables ambientales en los ámbitos pedagógicos, en la gestión de escuela, y en la relación de la comunidad educativa con el entorno.

TABLA 9: Listado de Establecimientos Educacionales con Certificación Ambiental.

ID	NOMBRE ESTABLECIMIENTO	DEPENDENCIA	AÑO DE ÚLTIMA CERTIFICACIÓN	NIVEL DE CERTIFICACIÓN
1	JARDÍN INFANTIL BURBUJITAS	JUNJI	2015	EXCELENCIA
2	JARDÍN INFANTIL MI PEQUEÑO OLIVITO	JUNJI	2014	EXCELENCIA
3	ESCUELA ESPECIAL DE LENGUAJE MIS RAÍCES	PARTICULAR SUBVENCIONADO	2015	EXCELENCIA
4	ESCUELA JOSÉ MIGUEL CARRERA	MUNICIPAL DAEM	2017	BÁSICO

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos del Ministerio de Educación, 2019.

En el año 2012, el Centro de Padres del Liceo Japón de Huasco, a través del Fondo de Protección Ambiental, desarrollaron un proyecto en el humedal costero del Huasco llamado “Conservación y Valoración de nuestro futuro Santuario de la Naturaleza, Humedal costero Desembocadura río Huasco “en el cual tenía como objetivo dar a conocer a los alumnos sobre la historia de los pueblos originarios que habitaron en el humedal, el conocimiento de la flora y fauna que presenta, y sobre el cuidado de la biodiversidad existente en la comuna de Huasco. A partir de estos, se organizaron talleres, material audiovisual, trípticos y elaboración de un libro sobre el humedal.

[7] http://educacion.mma.gob.cl/sistema-nacional-de-certificacion-ambiental-de-establecimientos-educacionales/



Figura 27. FPA - MMA

6. Descripción del Sitio Por Conservar

6.1 Clima

El clima de correspondiente a la franja cosera de la Región de Atacama es considerada como un Clima Desértico Marginal. Este clima se caracteriza por presentar una mayor cantidad de precipitaciones anuales, aumentando hacia el sur. La temperatura media anual corresponde a 15° C y la humedad tiende a desaparecer en la medida que penetra hacia el interior de los valles y cordones de cerros transversales. Las condiciones desérticas son más atenuadas, debido al aumento de las precipitaciones caracterizando a esta zona como un semidesierto.[8]

Esta región se caracteriza por ser la transición entre el clima desértico de las regiones I y II, conocidas como Norte Grande y uno semidesértico, con un aumento sostenido de las precipitaciones hacia el sur, que representa al denominado Norte Chico. Ello, permite la presencia de una vegetación abundante en zonas de quebradas y valles que la distinguen respecto a las regiones más al norte. La agricultura se desarrolla conforme a esta condición hídrica siendo la actividad más relevante de la cuenca del río Huasco (S.I.T. 131, 2007).

6.2. Precipitaciones

Las precipitaciones en la cuenca del Huasco presentan una considerable estacionalidad, concentrando más del 80% de éstas entre los meses de mayo y agosto (DGA, 2009; INIA, 2010). En relación con su comportamiento histórico la mayor precipitación se registra en el año 1997, condición asociada al fenómeno del niño. Mensualmente llueve en promedio entre 0.2-6.7 mm ver Figura 3 1, ello confirma la condición semiárida de atacama. En 2017 fue el último año con precipitaciones anuales mayores a 50 mm (90 mm). Existen años en que no se registraron precipitaciones, el último con esta característica fue 2007.

La Dirección General de Aguas (DGA por sus siglas), tuene información meteorológica en sus estaciones de muestreo en los cursos de las cuencas. De esta manera, la estación meteorológica más cercana al humedal es la estación Huasco Bajo.

[8] https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region3/clima.htm

TABLA 10: Precipitaciones Mensuales Estación Huasco Bajo, periodo 2010-2019.

GOBIERNO DE CHILE — Página: 1
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS — Fecha Emisión: 07-02-2019
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)
PERIODO: 01/01/2010 - 07/02/2019

Estación: HUASCO BAJO
Codigo BNA: 03826003-0 — **Altitud (msnm):** 50 — **UTM Norte (mts):** 6849535
Cuenca: RIO HUASCO — **Latitud S:** 28° 27' 45" — **UTM Este (mts):** 282150
SubCuenca: Rio Huasco — **Longitud W:** 71° 13' 30" — **Área de Drenaje (km2):** 0,00

AÑO	ENE	I	FEB	I	MAR	I	ABR	I	MAY	I	JUN	I	JUL	I	AGO	I	SEP	I	OCT	I	NOV	I	DIC	I
2010	0		0	%	0		0	%	24		0	%	0		5,5		0	%	0		0	%	0	
2011	0		0	%	0		0	%	0		45	%	49		0		0	%	18		0	%	0	
2012	0		0	%	0		0	%	0		0	%	0		0,5		0	%	0		0	%	0	
2013	0		0	%	0		0	%	24		0	%	4,8		0		0	%	0		5	%	0	
2014	0		0	%	0		0	%			0	%	0		0		5,2	%	0		0	%	0	
2015	0		0	%	7		0	%	0		0	%	11		37		0	%	2,5		0	%	0	
2016	0		0	%	0		0	%	1,5		3	%	0		0		0	%	0		0	%	0	
2017	0		0	%	0		0	%	83		25	%	0		7		0	%	0		0	%		

TABLA 10: Precipitaciones Mensuales Estación Huasco Bajo, periodo 2010-2019. Dirección General de Aguas, 2019.

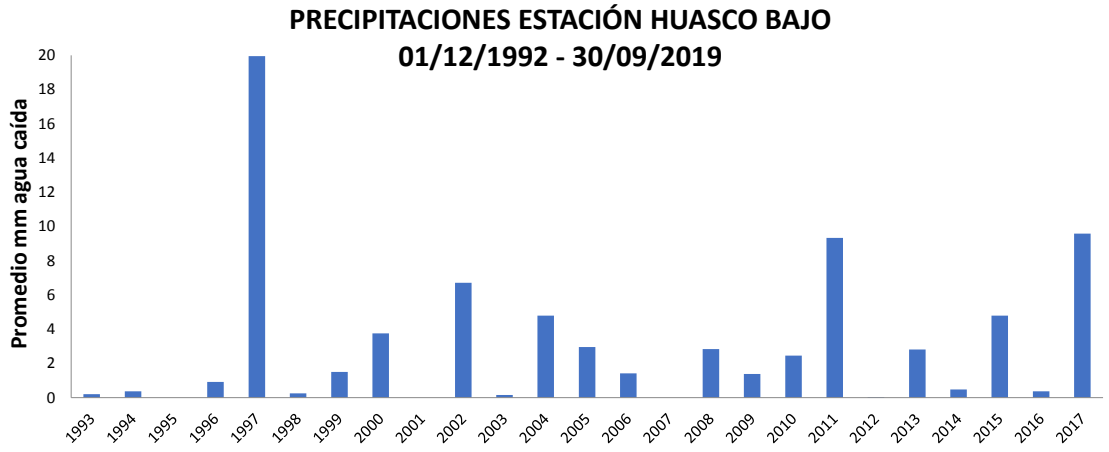


Figura 28. Precipitaciones promedio anual en estación meteorológica Huasco bajo.

6.3. TEMPERATURA

Las temperaturas en la región son variables, pero en general los días son calurosos y las noches frías. En la época estival se llega a los 28 o 32°C, superando los 35°C en ocasiones, en los valles.

En la costa, que es donde se encuentra el humedal la oscilación térmica es menor, por la regulación climática de los cuerpos de agua. En la figura siguiente, se grafica los promedios de las temperaturas medias anuales entre 2011-2019. Al revisar el grafico se observa una temperatura media anual sobre los 14°C. No se observa relación directa entre años lluviosos con años más calurosos.

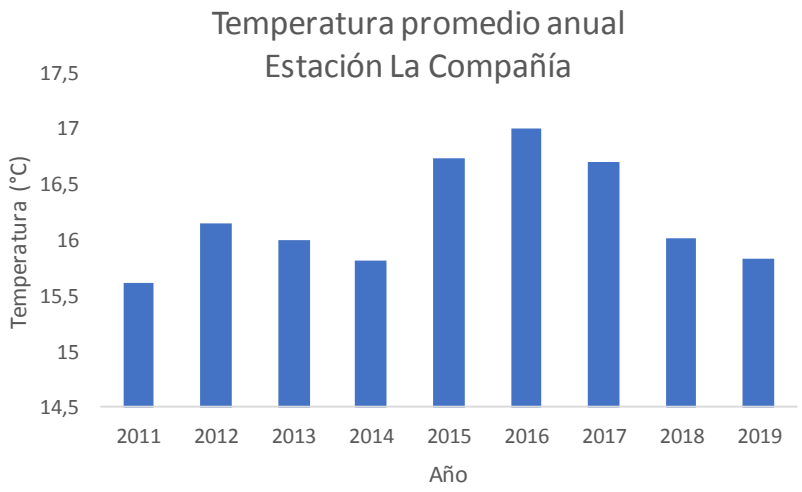


Figura 29. Temperaturas promedio anuales de la estación meteorológica La Compañía entre 2011-2019.

6.4. HIDROLOGÍA

El Humedal Costero Estuario del Rio Huasco se encuentra ubicado en la desembocadura del Rio Huasco, el cual pertenece a la Cuenca Hidrográfica del mismo nombre. Esta cuenca tiene una superficie de 9813 km2 y se encuentra ubicada en el sur de la Región de Atacama.

La cuenca se subdivide en tres cuencas menores o subcuencas, la subcuenca del Rio Transito, la subcuenca del Rio del Carmen, y la subcuenca del Rio Huasco.

La cuenca Río del Carmen tiene una superficie de 3.042 km2. El desarrollo total del río Carmen, desde el nacimiento del tributario más largo hasta Junta del Carmen, es de 145 km. Dos ríos principales y de escurrimiento permanente contribuyen a la formación del río del Carmen, el río Potrerillo y el río Matancilla. Además, esta subcuenca posee desarrollo compartido entre las regiones de Atacama y Coquimbo, perteneciendo a esta última los ríos Matancillas, Zancarrón, del Medio y Primero, todos afluentes del río del Carmen (Knight Piésold S.A., 2013).

La cuenca Río Tránsito tiene una superficie de 4.112 km2. La longitud total de este río, tomada desde el nacimiento de su subtributario principal hasta la Junta del Carmen, es de 108 km. Este río se forma de la confluencia de los ríos Conay y Chollay. A su vez el río Conay nace de la confluencia de los ríos Laguna Grande y Valeriano (Idem).

La cuenca del Rio Huasco hice en la unión de los ríos Transito y del Carmen, y tiene superficie de 2660 km2, y tiene una longitud de 90 km desde la unión hasta la desembocadura. Dentro de su trayecto, se encuentran ubicadas las ciudades de Vallenar, Freirina y Huasco.

El río Huasco fluye, con una leve orientación SE-NO, bañando en sentido transversal la zona de la Depresión Intermedia hasta desembocar en el océano Pacífico. Desde su nacimiento hasta su desembocadura en la ciudad de Huasco, este río recorre cerca de 230 Km., atravesando ciudades como Vallenar y Freirina.

El régimen hidrológico de este sistema es muy variable, con características francamente nivales en algunos años con crecidas de noviembre a enero. En años más secos las crecidas provienen de precipitaciones directas en los meses de invierno (S.I.T. 131, 2007).

El caudal medio del río Huasco medido en el sector del Algodones alcanza los 6,60 m3/s (MOP, 2012). En tanto, el caudal medio de entrada en el rio Huasco equivale a 3,50 m3/s, mientras que el de salida (cercano a la desembocadura) es de 1,70 m3/s (CAZALAC, 2011).

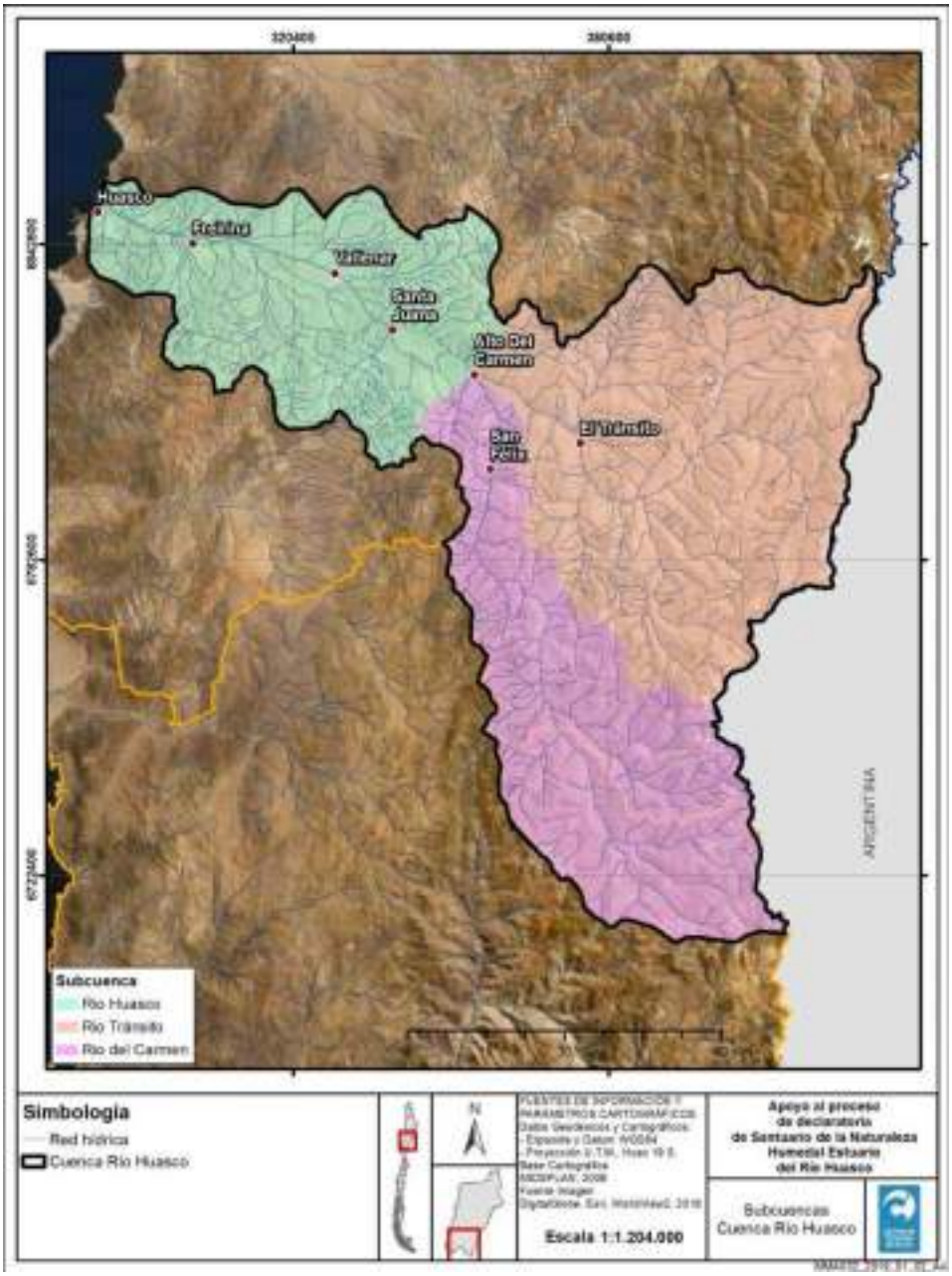


Figura 30. Red hídrica Cuenca del río Huasco. Fuente: CEA, 2019



Figura 31. Subsubcuencas de la red hídrica Cuenca del río Huasco. Fuente: CEA, 2019

La Dirección de General de Aguas (DGA), tiene estaciones de monitoreo a lo largo del Cuenca del Rio Huasco, dentro de las cuales, la estación Huasco Bajo presenta datos sobre el caudal medio mensual hasta el año 2000. Dichos datos se presentan en la siguiente tabla extraída del informe “Análisis Integrado de Gestión en Cuenca del Rio Huasco, Región de Atacama” del año 2013 y elaborado por Knight Piésold S.A. para la DGA.

TABLA 11: Caudales Medio, Máximos y Mínimos Mensuales: Estación Huasco Bajo

Caudal (m^3/s)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Medio*	17,13	9,85	6,89	6,76	5,98	6,54	4,45	4,87	4,90	4,66	10,47	20,01
Máximo*	102,96	56,54	34,33	26,52	23,06	19,35	15,48	17,78	27,49	25,67	68,60	127,89
Año Ocurrencia	1998	1998	1988	1998	1998	1998	1998	1987	1997	1997	1997	1987
Mínimo*	0,04	0,04	0,04	0,12	0,15	0,61	0,11	0,16	0,05	0,05	0,03	0,03
Año Ocurrencia	1996	1995	1995	1995	1996	1995	1996	1996	1996	1996	1995	1995

*Estadística desde el año 1987 al 2000.

Fuente: Knight Piésold S.A., 2013



Figura 32. Río Huasco cercano a la desembocadura

Cabe destacar que solo 2 estaciones de control de caudales aguas abajo del embalse Santa Juana (sector medio de la cuenca del río Huasco) se encuentran vigentes, estas son las estaciones "Río Huasco en Puente Nicolasa" y "Río Huasco en Santa Juana". Para los efectos de este estudio se consideró la estación "río Huasco en Huasco Bajo" que está suspendida, pero cuenta con 12 años de registro.

De acuerdo a la metodología presentada en el acápite b, al evaluar la información recopilada de caudales en la estación de monitoreo de la DGA en la zona cercana al humedal costero del estuario del río Huasco, se determinaron los caudales medios anuales. Además se pudo observar su variación en relación al desarrollo de eventos climáticos Niño-Niña asociado a periodos más lluviosos y más secos, respectivamente.

Por otra parte, al analizar la variación intra-anual del caudal medio mensual no se presentó un patrón claro de variación al considerar el periodo completo de datos. Sin embargo, al excluir el periodo 1987 (debido a su alto porcentaje de excedencia, debido a la ocurrencia de un ciclo fuerte de El Niño), puede observarse que la variación entre meses muestra un patrón en los caudales medios. Este patrón permite definir a este sistema

fluvial como uno de régimen pluvio-nival, pero preponderantemente pluvial, esto es, el máximo de los caudales ocurre durante la estación de invierno continental, otro máximo (menor al primero) en meses de deshielo en la alta cordillera, y caudales mínimos durante la estaciones seca (verano - otoño).

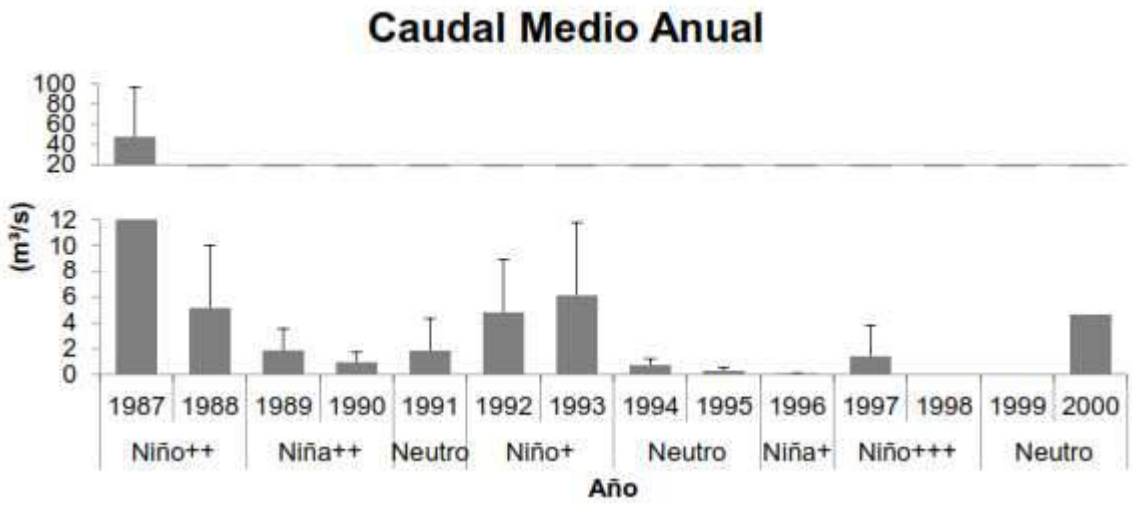


Figura 33. Promedio histórico del caudal medio anual para el período 1987-2000. Las barras corresponden a la desviación estándar del conjunto de datos. Se detallan los periodos niño- niña. Fuente: Elaboración propia con datos de la DGA y Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.

6.5. EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS

El Humedal Costero Estuario del Rio Huasco se encuentra ubicado en la desembocadura del rio Huasco, pero a nivel subsuperficial, el humedal forma parte del Acuífero Huasco Desembocadura, el cual es una división administrativa de los acuíferos de la Cuenca del Rio Huasco.

En dicho acuífero se encuentran ubicados cuatro pozos de los cuales el más cercano al humedal corresponde al pozo Huasco Alto. Este pozo se encuentra a una altura de 9 metros sobre el nivel medio del mar (m.s.n.m.), y el nivel estático del pozo al año 2016, se encontraba 7 92 metros, indicando que el acuífero se encontraba a poca profundidad.

En términos de la disponibilidad de recursos subterráneos en la zona baja de la cuenca del río Huasco, cabe considerar que la mayor parte del aporte al acuífero que subyace al río está dada por el riego, que alcanza el 93% en el escenario razonable. La mayor parte de éste proviene de la comuna de Vallenar, provenientes de grandes planicies ocupadas por cultivos de alfalfa, praderas y trigo. En esta zona, las precipitaciones aportan una pequeña fracción de la recarga, debido a la baja magnitud de los valores medios anuales y la alta evapotranspiración potencial de la zona (CEA, 2018)

TABLA 12: Nivel Estático en Pozo Estación Huasco Alto, Periodo 2012-2018

GOBIERNO DE CHILE												Página:	1		
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS												Fecha Emisión:	08-02-2019		
DIRECCION GENERAL DE AGUAS															
NIVELES ESTATICOS EN POZOS															
PERIODO: 01/02/2012 - 01/02/2018															
Estación:	HUASCO ALTO														
Codigo BNA:	03826006-5					**Altitud (msnm):**	0					**UTM Norte (mts):**	6848014		
Cuenca:	RIO HUASCO					**Latitud S:**	28° 28' 38"					**UTM Este (mts):**	287594		
SubCuenca:	Rio Huasco					**Longitud W:**	71° 10' 11"					**Área de Drenaje (km2):**	0,00		
Fecha	**Nivel (m)**	**I**	**Fecha**	**Nivel (m)**	**I**	**Fecha**	**Nivel (m)**	**I**	**Fecha**	**Nivel (m)**	**I**	**Fecha**	**Nivel (m)**	**I**	
29-03-2012	7,95		31-05-2012	8,00		18-07-2012	8,27		27-09-2012	8,17		22-11-2012	8,00		
24-01-2013	7,35		21-03-2013	7,38		30-05-2013	7,14		22-07-2013	8,85		27-09-2013	7,76		
25-11-2013	7,38		23-01-2014	7,31		25-03-2014	8,48		27-05-2014	8,33		24-07-2014	8,40		
26-09-2014	8,25		27-11-2014	8,36		26-01-2015	8,40		17-04-2015	8,66		26-05-2015	9,09		
21-01-2016	9,51		22-03-2016	9,63		18-05-2016	8,94		19-07-2016	9,21		22-09-2016	8,93		
24-11-2016	7,92														

Fuente: Dirección General de Aguas, 2019

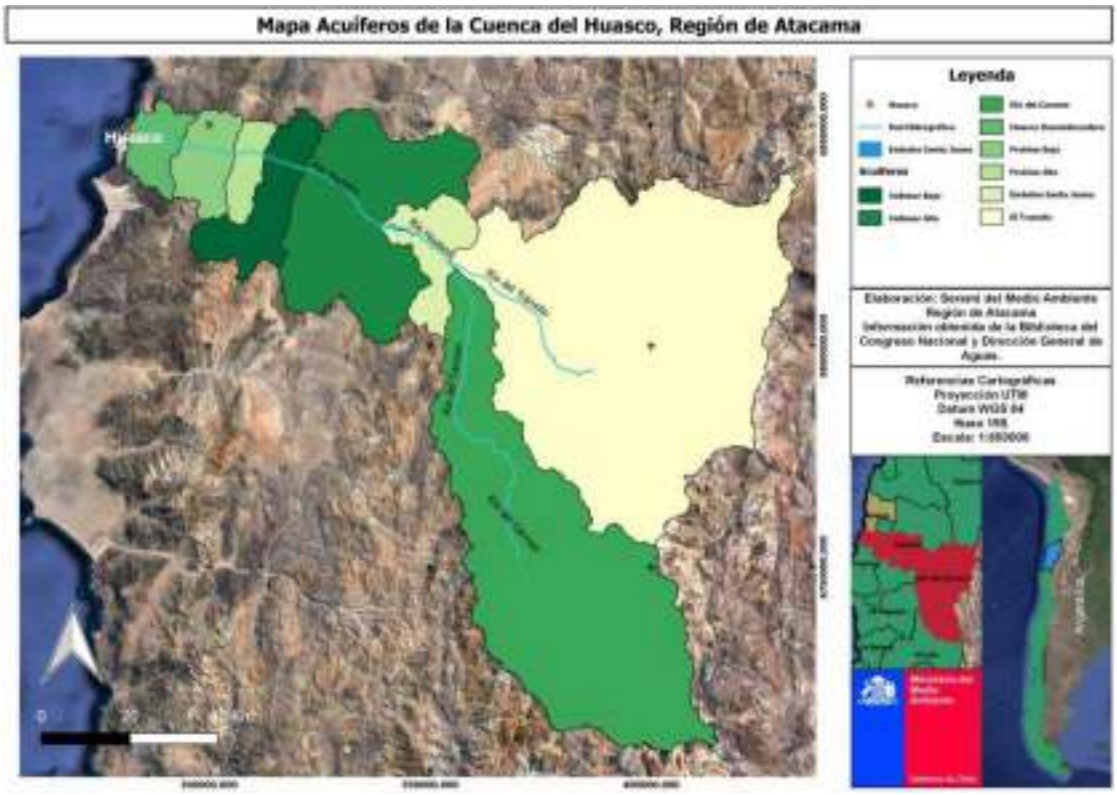


Figura 34: Mapa Acuíferos de la Cuenca del Huasco. Fuente: Elaboración Propia, 2019

En el informe "Análisis Integrado de Gestión en cuenca del Rio Huasco, Región de Atacama" elaborado por la consultora Knight Piésold S.A. del año 2013, se describe la oferta (l/s) y la disponibilidad de agua en el acuífero **(Figura 35).**

Sector	Oferta (l/s)	Volumen Total (m^3/año)
Huasco Desembocadura	28,0	819.936
Freirina Bajo	36,5	1.860.624
Freirina Alto	69,4	3.090.528
Vallenar Bajo	65,6	3.910.464
Vallenar Alto	182,9	5.171.904

Figura 35: Oferta y Disponibilidad de Agua en el Acuífero Huasco Desembocadura. Fuente: Extraído de Análisis Integrado de Gestión en cuenca del Rio Huasco, Región de Atacama, 2013.

6.6. Derechos de Extracción de agua

En el humedal costero del rio Huasco, se encuentran 3 derechos de extracción de agua correspondiendo todos a la empresa Agrocomercial AS Limitada, de los cuales 2 están dentro de la zona a declarar como santuario de la naturaleza (**Figura 36**). Las extracciones de agua corresponden a cursos de agua superficiales, eventuales y continuos. De acuerdo a los datos entregados por la Dirección General de Aguas, el caudal promedio anual para los tres pozos registrados es de 300 Lt/s, y constituyen derechos consuntivos de agua.

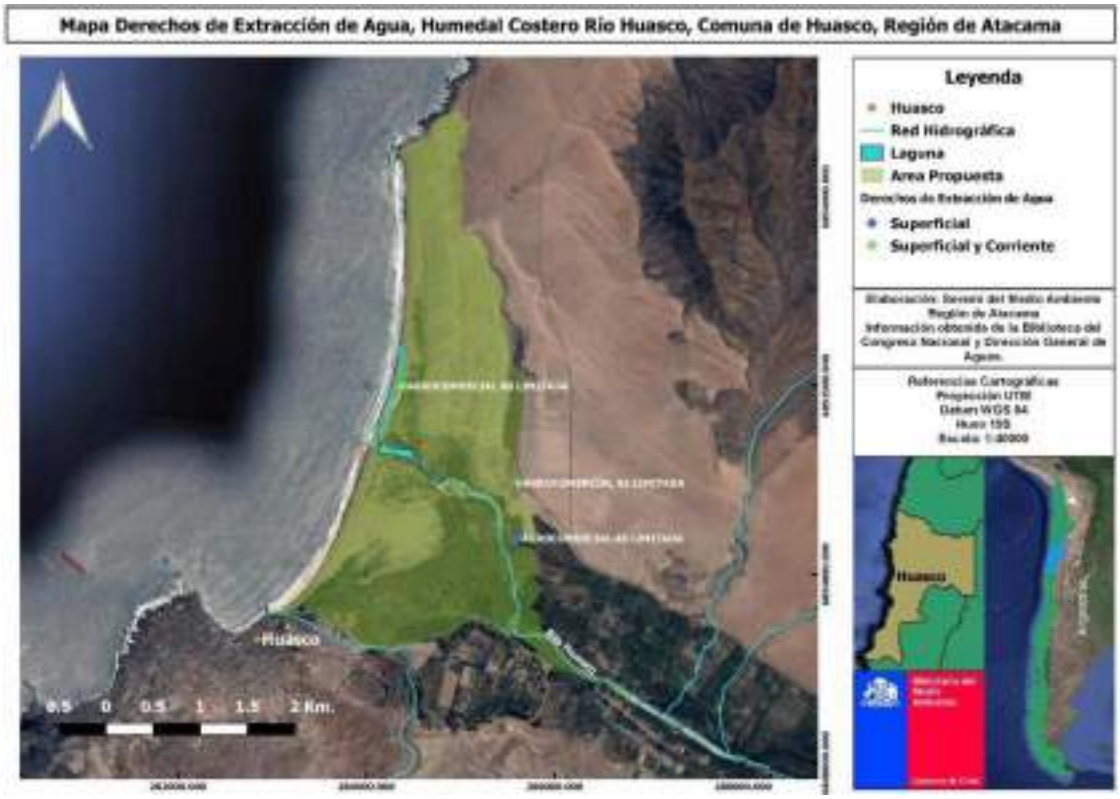


Figura 36: Pozos de extracción de agua. Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Se recopilaron los datos de derechos de aguas superficiales en la cuenca del río Huasco y se detalló en la zona de estudio. Estos derechos fueron clasificados según su régimen de uso, de tipo ventual o permanente y continuo o discontinuo. La actualización de antecedentes de la subcuenca del río Huasco desde el año 2016 – 2019 indica que en el área de estudio se ha modificado derechos de agua consuntivos superficiales y subterráneos de tipo permanente y continuo.

Tabla 13. Detalle de derechos de agua modificados en la subcuenca del río Huasco entre los años 2016-2019. Fuente: CEA, 2019

Nombre	Unidad de Resolución/ Oficio/ C.B.R.	Fecha de Resolución/ Envío al Juez/ Inscripción C.B.R.	Naturaleza del Agua	SubSubCuenca	Caudal Anual Prom.	Referencia a puntos conocidos de captación
ZAHIRA DEL CARMEN CAMPILLAY Y OTROS	C.B.R. Vallenar	03/08/2018	Superficial	Rio Huasco Entre Quebrada Totoras y Desembocadura	0,5 acc.	AGUAS QUE SE CURSAN POR EL CANAL QUEBRADA HONDA DERIVADO DEL RIO HUASCO, CON NPCATOMA UBICADA EN LA COMUNA DE VALLENAR. AGUAS QUE SE CURSAN POR EL CANAL QUEBRADA HONDA DERIVADO DEL RIO HUASCO, CON NPCATOMA UBICADA EN LA COMUNA DE VALLENAR. AGUAS QUE SE CURSAN POR EL CANAL QUEBRADA HONDA DERIVADO DEL RIO HUASCO, CON NPCATOMA UBICADA EN LA COMUNA DE VALLENAR.
INVERSIONES FREIRINA SPA.	C.B.R. Freirina	04/10/2017	Subterránea	Rio Huasco Entre Quebrada Totoras y Desembocadura	4,15 L/s	
COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.	DGA Copiapó	21/06/2017	Subterránea		2 L/s	
FELIPE MARCELO ROJAS ARAYA	C.B.R. Vallenar	13/05/2016	Superficial	Rio Huasco Entre Quebrada Tórtolas y Desembocadura	10 Acc.	DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS DE CARACTER SUPERFICIAL, CONSUNTIVO, DE EJERCICIO PERMANENTE Y CONTINUO, SOBRE AGUAS QUE SE CURSAN POR EL CANAL MARAÑON Y SU PROLONGACION, DE LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO HUASCO, CON BOCATOMA SITUADA EN LA RIBERA DERECHA DE ESTE CAUCE NATURAL, UBICADA EN LA COMUNA DE VALLENAR.

						CORRESPONDIENTE AL EXPEDIENTE ADMINISTRATIVO NC-0303-305, COMUNIDADA DE AGUAS CANAL MARAÑON Y SU PROLONGACION.

6.7. GEOLOGÍA

La geología del humedal corresponde a la Unidad Litoestatigrafica Gravas de Huasco, la cual corresponde a unidades aluviales de gravas polimícticas, mal clasificadas y moderadamente consolidadas, inmersas en una matriz de arena. Estas unidades se observan en ambos flancos del valle, formando las terrazas que conforman el valle y presentan espesores promedios de 100 m. en el sector de Maitencillo (Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad de Atacama, 2010).

De la geología subsuperficial de la zona del humedal, en el documento "Análisis Integrado de Gestión en Cuenca del Rio Huasco, Región de Atacama" se establece que el subsuelo donde se encuentra el humedal, se compone por sedimentos no consolidados medios-gruesos, lo que corresponde a arena gruesa, media y fina, con poco de limo y arcilla, lo que permite una permeabilidad media-alta, sedimentos no consolidados medios-finos, lo que corresponde a arenas media y fina con arcilla y limo, lo que se traduce como una permeabilidad media-baja, por último, sedimentos no consolidados finos, lo que corresponde a arcilla y lino, y con una permeabilidad baja.

La morfología del área está representada por terrazas fluvio-marinas, indicadoras de la relación entre los procesos del río con los del océano (MMA, 2015), es decir, sobre formaciones geológicas constituida por depósitos no consolidados y rellenos de depósitos fluviales; gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y llanuras de inundación (SERNAGEOMIN,2002).

El cauce del río fluye por un lecho relativamente estrecho siendo desviado de lado a lado por la irrupción de los conos de deyección de las quebradas adyacentes. Estos conos de deyección son en la actualidad aprovechados por los cultivos. El encajonamiento desaparece desde la Quebrada del Jilguero hasta la desembocadura en el mar, dando paso al segundo sector caracterizado por una geomorfología de amplias terrazas fluviales cuaternarias. (DGA, 2004)

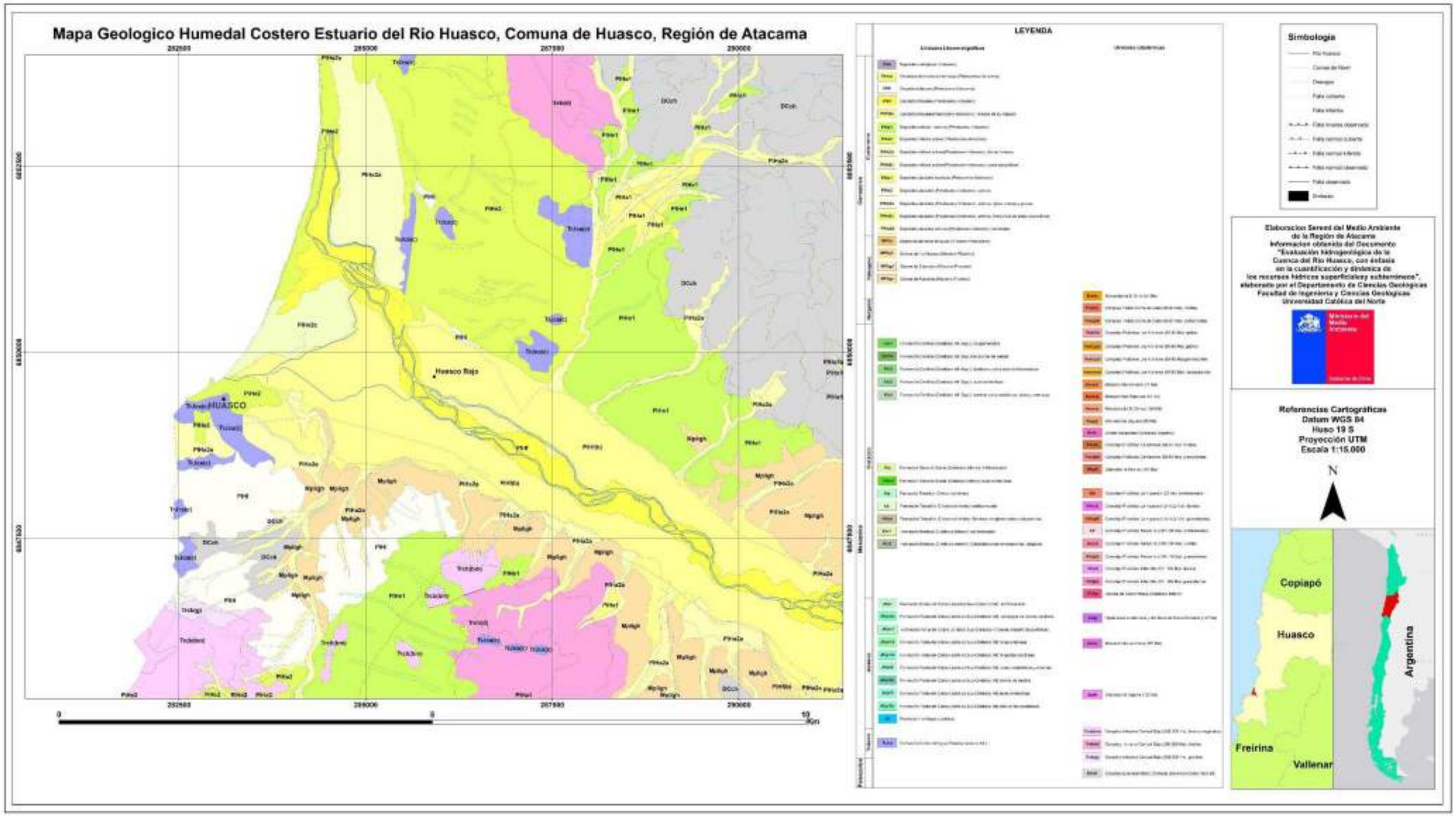


FIGURA 37: Mapa Geológico del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco. Fuente: Elaboración Propia en base a Información Vectorial del documento" Evaluación hidrogeológica de la Cuenca del Río Huasco, con énfasis en la cuantificación y dinámica de los recursos hídricos superficiales y subterráneos "elaborado por Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Geológicas de la Universidad Católica del Norte, 201

6.8 ARQUEOLOGÍA[9]

De acuerdo a la documentación, Huasco Bajo es zona de asentamiento humano desde por lo menos 4.000 años. Primero existieron grupos de cazadores-recolectores, los que fueron conformando características propias, lo que permitió el surgimiento de las culturas como Huentelauquén, la Cultura agroalfarera temprana El Molle y la cultura agroalfarera media Las Ánimas. Posteriormente, la cultura Ánimas, se escinde en dos vertientes: Cultura Copiapó y lo que se ha denominado Cultura Diaguita.

La Cultura Diaguita se desarrolla aproximadamente entre los años 1.000 al 1.470, dado que después de 1.470 se sufrió la invasión Inca, y luego, en el 1.540 llega Pedro de Valdivia.

Las tierras ocupadas por las comunidades indígenas en el Norte Chico fueron reconocidas como Pueblos de Indios, los que se constituyeron en virtud de la legislación española y fueron el mecanismo jurídico a través del cual se redujo el territorio ancestral indígena a pequeñas porciones de tierras (TEPU, 2005).

Los pueblos de indios constituidos por el español durante el período colonial en el territorio diaguita son los siguientes: En el valle del Choapa se encontraban los pueblos de indios de Mallaca, Choapa, Mincha, Illapel, Chalinga y Cuz. En el Valle del Limarí los pueblos de indios eran: Combarbala, Cogotí, Rapel, Guanilla, Guana, Sotaquí, Ovalle, Limarí, Barraza, Tuqui, Huamalata, Samo Bajo, Higuerillas, Tabaqueros y Samo Alto. En el valle de Elqui o antiguamente valle de Coquimbo, se fundaron los pueblos de indios de Asiento Minero de Andacollo, Tequirqui (La Serena), Algarrobito, Quilacan, Cutun, Marquesa La Baja, Molle, Guayihuaica, El Tambo, Marquesa La Alta, San Isidro, Peralillo, Diaguitas, Tres Cruces, Poya y Asiento Minero Los Choros. En el Valle del Huasco se encontraban los pueblos de indios de Huasco Bajo, Paisanasa y Huasco Alto, y finalmente en el valle de Copiapó, los pueblos de indios eran los de Copiapó, Nantoc, Painehue, Camasquil, Cachito, Choliguín, Los Puentes (Hornitos) y Paso Hondo (TEPU, 2005)

Muchos de estos pueblos de indios se mantuvieron vigentes hasta fines de la colonia, pero otros fueron absorbidos por el proceso de expansión hispana sobre tierras indígenas, quedando extinguidas las posesiones territoriales. Por ejemplo, en el valle del Huasco, a fines de la colonia las tierras que conservaban los Pueblos de Indios de Huasco Bajo y Paisanasa eran unas pocas, y la mayoría se habían perdido en juicios con los españoles que las usurparon.

El desarrollo alfarero prehistórico de la Región de Atacama ha sido ampliamente descrito. Se observa una periodización de carácter histórico-cultural que comprende El Molle como la entidad cultural del período Alfarero Temprano (300 a. C-700 d. C., aproximadamente), ocupando varios espacios de los previos cazadores-recolectores arcaicos. La cerámica es una de las manifestaciones culturales más antiguas y ricas del mundo Precolombino. La cultura El Molle, se caracteriza por ser considerada como la primera productora de cerámica del Norte Chico.

Es verosímil sugerir que hacia el 900 d.C. se gestaron localmente procesos de individualización sociocultural y política de comunidades agrícolas, seguramente de tronco cultural Ánimas, que configuraron un desarrollo particular del cual habría dado cuenta la cultura Copiapó en el Intermedio Tardío (Castillo, 1998) –por falta de investigaciones, no se conoce este proceso en el valle de Huasco. Del mismo modo, para esta zona aún no está definido si los diaguitas también habían habitado uniformemente Atacama y Coquimbo antes de los incas (Ampuero, 1972; Cornely, 1956), homogenizándose las manifestaciones culturales de ambas regiones durante

[9] Comisión Nacional del Medio Ambiente (2005), Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza "Humedal Estuario del Río Huasco"

este período. O los diaguitas-chilenos poblaron los valles fértiles de Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí y Choapa como también el litoral y todos los pequeños valles (Cornely,1956).

De esta manera, no existe documentación precisa entorno a asentamientos o vestigios arqueológicos en el área propuesta para la declaración de Santuario de la Naturaleza, de modo que en el desarrollo del Plan de Manejo para el Santuario de la Naturaleza, es necesario contemplar un estudio arqueológico que identifique y acredite de la existencia de asentamientos, vestigios u otro elemento de carácter arqueológico y que necesite de conservación.

7. Estado del Humedal

El Estado Biológico del Humedal se establece a partir del análisis de las siguientes categorías:

- Cambios físicos del humedal
- Estado de la Calidad del Agua en el Humedal
- Estado de la Flora
- Estado de la Fauna
- Integración de variables
- Identificación de Unidades de Paisaje

7.1 Cambios físicos del humedal

En las siguientes figuras se muestra la dinámica temporal de la barra como condición del borde costero. Las imágenes evidencian que los humedales litorales son zonas de alta energía y dinamismo, que deben ser tratadas bajo estas especificaciones. La barrera de arena que separa el ecosistema dulce acuícola con el marino temporalmente también modifica la orientación de la desembocadura del río Huasco, lo cual justifica dentro de otros motivos, incluir esta área como zona de conservación.

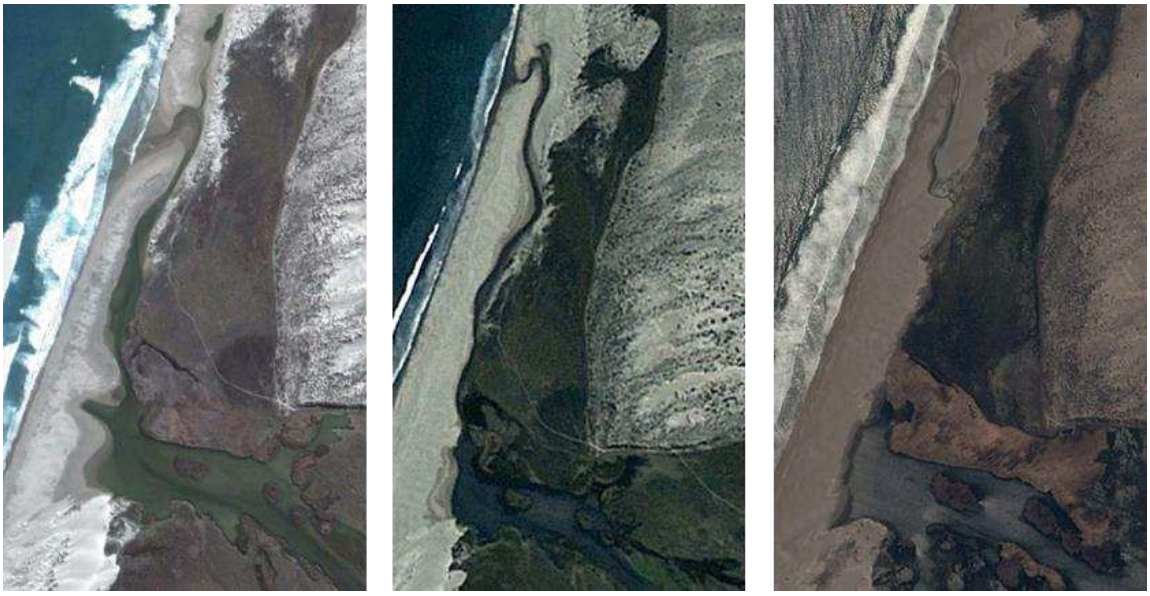


Figura 37. Comportamiento histórico del Humedal costero Estuario del río Huasco, donde de izquierda a derecha observamos la barra en los años 2005, 2007 y 2013. Extraído: Google Earth. Fuente: CEA, 2019



Figura 38. Actualización del comportamiento histórico del Humedal costero Estuario del río Huasco, donde de izquierda a derecha observamos la barra en los años 2015, 2017 y 2019 Extraído: Google Earth. Fuente: CEA, 2019

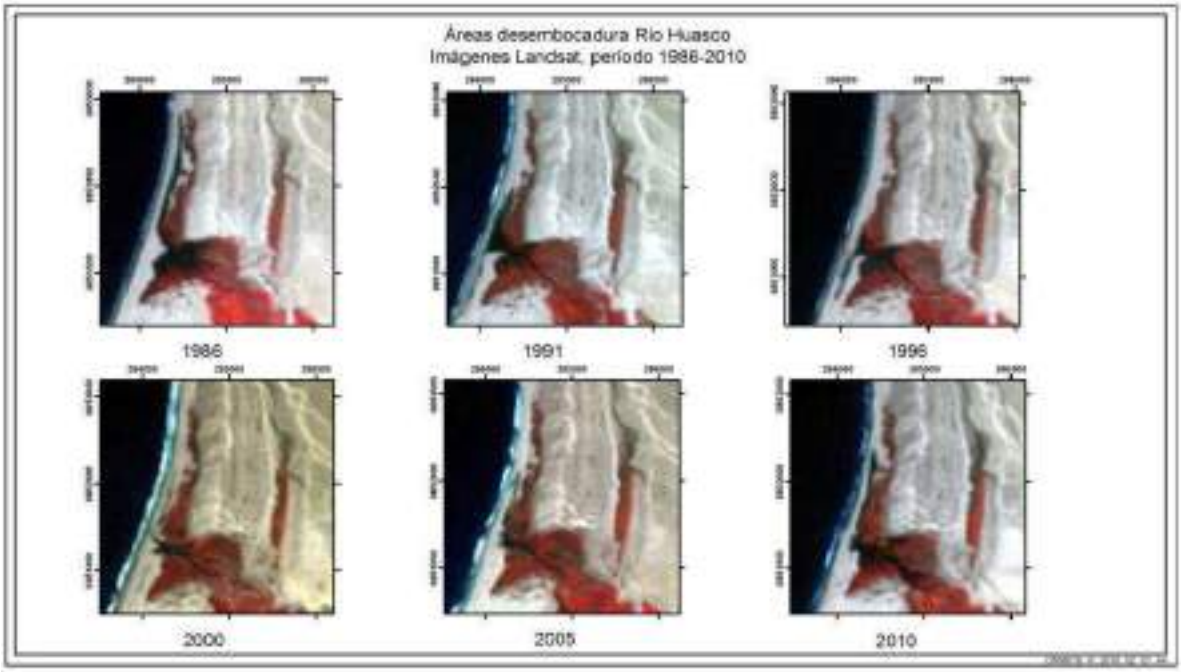


Figura 39. Secuencia de imágenes Landsat de la zona de desembocadura del río Huasco, donde se observa la movilidad de la barra y el río desde el año 1986 a 2010. CEA 2017.

Además, a partir de las imágenes anteriores, se verificó que la conexión superficial del estuario con el mar es muy pequeña, debido a que la barra está altamente consolidada. Dependiendo del año, se aprecia que el volumen de agua aumenta o disminuye, pero en todas las imágenes se aprecia cómo el curso de agua se desvía paralelo a la costa, por la acción de la barra. En algunos momentos, pareciera que el estuario estuviera casi completamente cerrado, con una muy leve conexión al océano. Por lo demás, es importante considerar

la evolución histórica de la extensión del espejo de agua, la presencia de conexión al océano y la zona donde esta ocurre en relación al comportamiento hidrológico estacional e interanual.

7.2 Estado de la Calidad del Agua en el Humedal

7.2.1 Monitoreo 2016.

Durante el año 2016 se realizo el monitoreo de calidad de agua físico quimico y de sedimentos, para el humedal en 6 puntos, según las siguientes coordenadas (WGS 84 H19S):

Punto	Norte	Este
H1	6851867	284376
H2	6851268	284181
H3	6850996	284871
H4	6850865	285159
H5	6850607	285440
H6	6848692	286814

Tabla 14. Coordenadas de puntos estudiados.

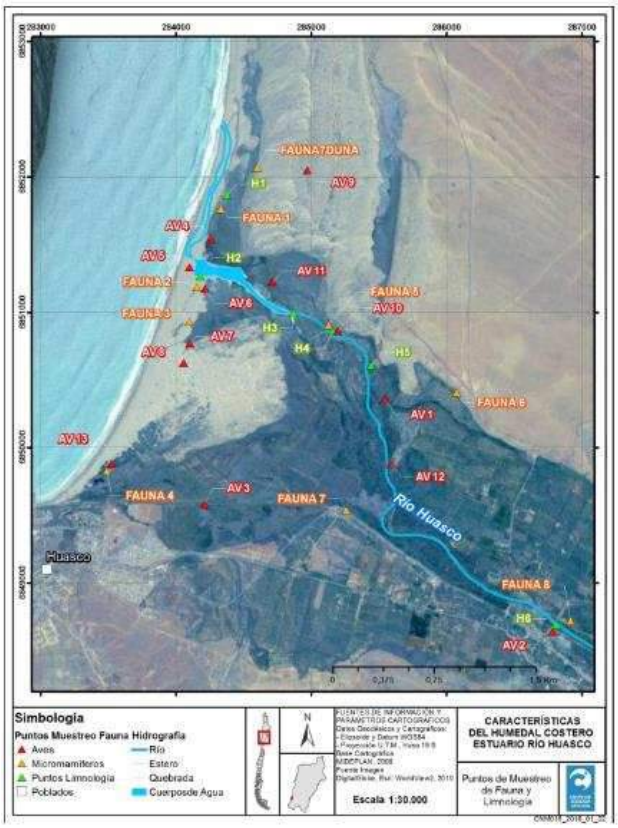


Figura 40. Puntos de muestreo limnológicos (biota acuática, calidad de agua y sedimentos), en verde campaña de invierno y primavera 2016. CEA 2017.

Referente a la NCh1333. Of78 y su uso en agua para riego, en la campaña de agosto 2016 los puntos de muestreo corresponden a aguas que debiesen ser usadas para riego en plantas tolerantes en suelos

permeables con métodos de manejo cuidadosos, al presentar una conductividades entre los 3,0 mS/cm y 7,5 mS/cm, y según su valor de sólidos totales disueltos en el rango de los 2000 mg/L y 5000 mg/L; en la campaña de noviembre, se presentaron variaciones entre puntos, donde H1 presentó valores de conductividad sobre el rango máximo establecido en la normativa (7,5 mS/cm), y el resto de los puntos presentaron valores que clasifican a las aguas como agua que puede tener efectos perjudiciales en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos, al presentar una conductividades entre los 3,0 mS/cm y 7,5 mS/cm. Esta agua, en ambas campañas, es apta para riego según sus valores desde neutro a moderadamente alcalinos de pH, encontrándose dentro del rango establecido para la normativa (5,5 – 9,0 unidades), y presentando valores inferiores a los máximos establecidos en la normativa en aluminio total, arsénico total, bario total, berilio total, cadmio total, cianuro total, cobalto total, cobre total, cromo total, hierro total, litio total (excepto para cítricos), mercurio total, molibdeno total, níquel total, plata total, plomo total, selenio total, vanadio total, zinc total y coliformes fecales. De manera opuesta, en todos los puntos de muestreo esta agua no cumple con lo establecido para riego según los valores registrados de boro total registrando valores superiores a los 0,75 mg/L establecidos en la norma en la campaña de agosto en todos sus puntos y en la campaña de noviembre en H1, así como los valores de cloruro superiores a los 200 mg/L de la normativa, litio total con concentraciones superiores a los 0,075 mg/L establecidos en la normativa para cítricos para todos los puntos en la campaña de agosto y para H1 en noviembre, manganeso total en H1 durante la campaña de noviembre, el porcentaje de sodio que fue superior al 35% normado en todos los puntos de la campaña de agosto y en H1 en noviembre 2016.

En lo que respecta a aguas aptas para la vida acuática, las aguas de todos los puntos y campañas (H1, H2, H3, H4 y H5) cumplirían con la NCh1333. Of 78, al presentan valores de alcalinidad superiores a los 20 mgCaCO3/L. EL punto de muestreo H1 en la campaña de agosto no cumple con la normativa establecida para sólidos flotantes al presentar presencia de ellos en sus aguas y el punto H5 presentó un valor inferior a los 5 mg/L de oxígeno disuelto en la campaña de noviembre 2016.

Según los valores requeridos para el uso con contacto directo de la NCh1333. Of 78, en todos los puntos de muestreo del estuario Huasco se presentaría un agua con características aptas para la recreación con contacto directo, al presentar valores inferiores a los 5,0 mg/L en aceites y grasas, a los 1000 NMP/100ml de coliformes fecales, a las 100 unidades de color, temperaturas inferiores a los 30°C, y pH neutro a moderadamente alcalinos los que se encuentran en el rango de las 6,0 a 9,0 unidades. El punto de muestreo H1 no cumple con la calidad para uso recreacional, debido a la presencia de sólidos flotantes en la campaña de agosto, y H2 en la campaña de noviembre 2016 superó los 50 NTU.

Las concentraciones de sólidos sedimentables, cianuro total, 2,4-D, aceites y grasas, DDT+DDD+DDE, hidrocarburos totales, lindano, metoxicloro, pentaclorofenol, arsénico disuelto, berilio total y disuelto, cobalto total y disuelto, cromo total y disuelto, mercurio total y disuelto, níquel disuelto, plata total y disuelta, selenio total y disuelto; y vanadio total y disuelto, presentaron en ambas campañas (2016) y en todos los puntos de muestreo valores inferiores a sus límites de detección respectivos. Los valores de arsénico total, detergentes (SAAM), DBO_5, cadmio total y disuelto, cobre disuelto, molibdeno total y molibdeno disuelto y níquel total, ortofosfato; y plomo total y disuelto, presentaron sobre el 50% de sus datos no cuantificables entre ambas (Centro de Ecología Aplicada, 2017).

Tabla 15: Resultados de calidad de agua parámetros físico-químicos, campañas agosto y noviembre del año 2016

Parámetro	Campaña Agosto 2016						Campaña Noviembre 2016				
	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5
2,4-D	µg/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Aceites y grasas	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Alcalinidad total	mgCaCO3/L	224,5	250	273,5	263,3	251	183,7	170,2	163,8	161,2	165,3
Aluminio disuelto	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Aluminio total	mg/L	0,016	0,025	<0,010	<0,010	0,012	0,121	0,979	0,057	0,067	0,069
Amonio	µg/L	38	29	22	61	29	122	72	16	106	65
Arsénico disuelto	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Arsénico total	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,006	0,005	<0,005	0,006
Bario disuelto	mg/L	0,025	0,026	0,028	0,028	0,027	0,031	0,029	0,028	0,028	0,028
Bario total	mg/L	0,036	0,028	0,031	0,031	0,029	0,039	0,04	0,031	0,031	0,03
Berilio disuelto	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Berilio total	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Bicarbonato	mg/L	274	275	304	291	291	209,1	192,6	199,7	196,6	201,6
Boro disuelto	mg/L	1,48	1,571	1,502	1,524	1,49	3,32	0,57	0,54	0,56	0,59
Boro total	mg/L	1,53	1,571	1,502	1,524	1,49	3,65	0,64	0,56	0,68	0,62
Cadmio disuelto	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,00006	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cadmio total	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,00028	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Calcio disuelto	mg/L	277	283	263	287	254	393,8	145,9	141,7	139,2	150
Calcio total	mg/L	293	285	283	287	273	-	-	-	-	-
Carbonato	mg/L	<5	15	15	15	7	7,3	7,3	<5	<5	<5
Cianuro total	mg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Clorofila	µg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cloruro	mg/L	512	513	507	503	477	14854	113,5	93,8	101	108,3
Cobalto disuelto	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cobalto total	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cobre disuelto	mg/L	0,003	0,004	<0,003	<0,003	<0,003	0,0044	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Cobre total	mg/L	0,009	0,013	0,006	0,006	0,007	0,0051	0,022	0,004	0,012	0,01
Coliformes fecales	NMP/100 ml	49	23	79	79	130	230	330	7,8	330	220
Coliformes totales	NMP/100 ml	130	49	240	130	240	1300	2400	130	3500	2400
Color	Pt-Co	10	15	15	15	15	15	15	30	30	30
Conductividad eléctrica	mS/cm	3,45	3,46	3,44	3,44	3,33	40,1	1,53	1,35	1,37	1,48
Cromo disuelto	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cromo total	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
DBO5	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	2	2	4	2	<2

DDT+DDD+DDE	**µg/L**	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
Detergentes	**mg SAAM/L**	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	0,15	0,19	0,13	0,18	0,13
DQO	**mg/L**	10	14	11	27	27	29	34	19	19	19
Fluoruro	**mg/L**	SD	SD	SD	SD	SD	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6
Fósforo total	**µg/L**	6	29	4	<3	4	57	65	60	89	128
Hidrocarburos totales	**mg/L**	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Hierro disuelto	**mg/L**	0,037	0,071	0,036	0,044	0,036	0,2208	0,07	0,041	0,037	0,048
Hierro total	**mg/L**	0,104	0,611	0,079	0,13	0,112	0,2734	1,443	0,138	0,125	0,158
Lindano	**µg/L**	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Litio disuelto	**mg/L**	0,107	0,113	0,108	0,109	0,106	0,046	0,059	0,058	0,06	0,062
Litio total	**mg/L**	0,119	0,121	0,121	0,122	0,119	0,079	0,063	0,059	0,063	0,063
Magnesio disuelto	**mg/L**	76	77	75	74	73	1078,8	34,6	30,9	32,5	35,3
Magnesio total	**mg/L**	80	80	79	78	74	1236,7	36,5	31,3	32,7	35,3
Manganeso disuelto	**mg/L**	<0,004	0,025	0,021	0,018	0,029	0,235	0,037	0,022	0,021	0,028
Manganeso total	**mg/L**	0,006	0,043	0,022	0,028	0,033	0,257	0,115	0,034	0,03	0,036
Materia orgánica	**mg/L**	0,81	0,94	0,28	0,25	0,41	2,21	2,11	0,51	0,38	0,51
Mercurio disuelto	**mg/L**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Mercurio total	**mg/L**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Metoxicloro	**µg/L**	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Molibdeno disuelto	**mg/L**	0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003	0,008	0,005	0,005	0,005	0,006
Molibdeno total	**mg/L**	0,004	<0,003	<0,003	0,005	<0,003	0,01	0,006	0,006	0,006	0,007
Níquel disuelto	**mg/L**	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Níquel total	**mg/L**	<0,003	0,004	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003
Nitrato	**µg/L**	<46	<46	52	116	108	96	142	133	98	155
Nitrito	**µg/L**	3,2	0,9	1	1,2	1,3	0,7	8,2	4	3,4	2,9
Nitrógeno total	**mg/L**	1,28	1,31	1,51	1,54	1,26	SD	SD	SD	SD	SD
Ortofosfato	**µg/L**	<10	<10	<10	<10	<10	27	45	36	35	33
Oxígeno disuelto	**mg/L**	8,3	5,54	6,66	5,7	9,14	5,32	8,47	7,12	5,55	4,23
Pentaclorofenol	**µg/L**	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
pH	**-**	8,16	7,9	7,71	7,92	8,02	7,85	7,97	7,88	7,67	7,73
Plata total	**mg/L**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Plata disuelto	**mg/L**	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Plomo disuelto	**mg/L**	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,0008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Plomo total	**mg/L**	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,001	0,011	<0,008	<0,008	<0,008
Potasio disuelto	**mg/L**	9	10	9	10	9	286,2	6,1	5,5	5,6	6
Potasio total	**mg/L**	10	10	9	10	9	330,4	7,1	6,9	6,2	6,4
RAS	**-**	5,4	5,5	5,4	5,3	5,1	46,7	2,2	2	2	2,2
Salinidad	**g/L**	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	25,6	0,6	0,5	0,5	0,5

Selenio disuelto	**mg/L**	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Selenio total	**mg/L**	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Sodio disuelto	**mg/L**	394	404	396	388	374	7904,7	111,7	101,1	101,3	113,9
Sodio porcentual	**%**	46	46	45	45	44	75	32	31	31	32
Sodio total	**mg/L**	421,88	408,39	396,5	387,99	381,11	-	-	-	-	-
Sólidos disueltos totales	**mg/L**	2625	2530	2455	2455	2455	988	1092	1010	988	1086
Sólidos flotantes	-	presente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sólidos sedimentables	**mg/L**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfato	**mg/L**	1426	918	948	926	1219	2081,4	707,2	711,3	696,6	721,5
Temperatura	**° C**	17	15,7	17,6	16,4	13,9	23,4	21,4	20,7	18,9	18,2
Transparencia	**-**	N/M	N/M	N/M	N/M	N/M					
Turbiedad	**NTU**	2	16,42	0,86	1,35	1,65	19,92	61,56	5,78	3,06	3,31
Vanadio disuelto	**mg/L**	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Vanadio total	**mg/L**	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Zinc disuelto	**mg/L**	0,003	0,006	0,006	0,012	0,012	0,0079	<0,002	0,004	<0,002	0,005
Zinc total	**mg/L**	0,032	0,02	0,021	0,028	0,02	0,009	0,082	0,012	0,057	0,048

Fuente: Extraído de "Caracterización del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza" elaborado por el Centro de Ecología Aplicada 2019.

Al estudiar la composición iónica del Humedal costero estuario del Río Huasco, se observó una diferencia temporal de esta, donde en la campaña de otoño se registró una clasificación de sus aguas del tipo sulfatada-sódica con aportes secundarios de cloruro y calcio, lo cual se evidencia en todos los puntos monitoreados (cerca y lejos de la costa).

Esta clasificación, no se registró en la campaña de noviembre, en la cual se presentó una variación espacial desde la costa hacia el interior del humedal, donde en H1 la composición iónica fue clorurada sódica, y el resto de los puntos presentaron una composición sulfatada cálcica, con aportes secundarios de sodio. Esta diferencia se encontraría asociada a la temporalidad de los datos, donde en el punto H1 el cuerpo de agua corresponde a una laguna salobre, producida por la entrada de agua de mar a ese sector, y el resto de los puntos correspondería agua propiamente de un río.

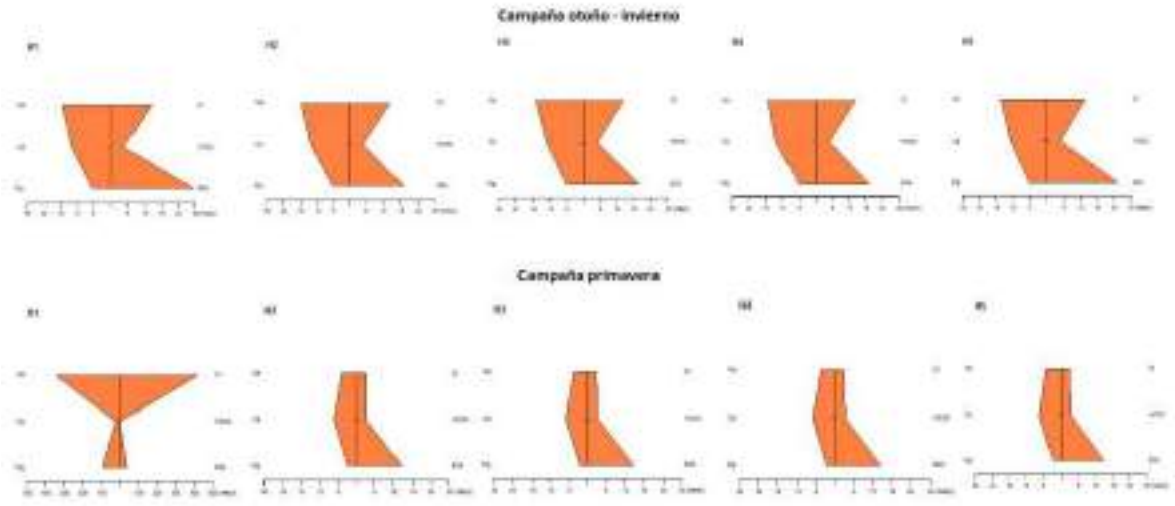


Figura 41. Diagramas de Stiff, composición iónica de las aguas del Humedal costero estuario del Río Huasco, monitoreo 2016. CEA, 2017.

7.2.2. MONITOREO 2019

La calidad del agua del Humedal costero de Huasco se determinó respecto a la NCh1333. Of78: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos que establece la calidad del agua para la protección o conservación del ambiente y la conservación de la naturaleza. Las características y valores de las aguas del humedal Huasco fueron medidos en un solo sitio a modo de actualizar los antecedentes generados en 2016. El punto H3 tomado en primavera de 2019 fue comparado con H3 de primavera de 2016 (H3 WGS 84; N 6850996 m - E 284871 m).



Figura 42. Punto limnológico de monitoreo. CEA 2016 Y 2019

En la tabla siguiente, se listan y detallan los parámetros de la calidad del agua del Estuario Rio Huasco para la estación H3.

Tabla 16. Parámetros de calidad de agua, tomados en estación H3, para periodo primavera 2016 y 2019 y su referencia a la norma

Parámetro	Unidad	LD	2016	2019	Nch 1333. Of 78		
			H3	H3	Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo
Aceites y grasas	mg/L	<5,0	<5,0	<1,00	-	-	10
Aluminio total	mg/L	<0,010	0,057	0,05	5	-	-
N-Amonio	µg/L	10	16	<10	-	-	-
Arsénico total	mg/L	0,005	0,005	0,036	0,1	-	-
Boro total	mg/L	0,007	0,56	**1,396**	**0,75**	-	-
Cadmio total	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	0,01	-	-
Calcio total	mg/L	0,013	N/A	180	-	-	-
Carbonato	mg/L	5	<5	18	-	-	-
Clorofila	mg/L	0,00	0,00	<0,01	-	-	-
Cobre total	mg/L	0,003	0,004	0,094	0,2	-	-
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1,8	7,8	**1300**	**1000**	**-**	**1000**
Conductividad eléctrica	mS/cm	-	1,35	2,87	<0,75 (1)	-	-
					0,75 - 1,5 (2)	-	-
					1,5 - 3,0 (3)	-	-
					3,0 - 7,5 (4)	-	-
					>7,5 (5)	-	-
Cromo total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	0,1	-	-
DBO5	mg/L	<2	4	4	-	-	-
DQO	mg/L	2	19	9	-	-	-
Fósforo total	µg/L	3	60	17	-	-	-
Hierro total	mg/L	0,002	0,138	0,316	5	-	-
Litio total	mg/L	0,004	0,059	0,193	0,075 (6)	-	-
					2,5	-	-
Manganeso total	mg/L	0,004	0,034	0,152	0,2		
Molibdeno total	mg/L	0,003	0,006	0,008	0,01	-	-
Nitrato	µg/L	46	133	0.2	-	-	-
Nitrito	µg/NL	0,2	4,0	0,9	-	-	-
Nitrógeno total	mg/L		S/I	1,15	-	-	-

Parámetro	Unidad	LD	2016	2019	Nch 1333. Of 78		
			H3	H3	Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo
Ortofosfato	µg/L	3	36	4	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L	-	7,12	7,15	-	>5,0	-
Plomo total	mg/L	0,008	<0,008	<0,008	5	-	-
Potasio disuelto	mg/L	0,093	5,5	5,42	-	-	-
Salinidad	g/L	-	0,5	1,40	-	-	-
Sodio disuelto	mg/L	0,04	101,1	340	-	-	-
Sólidos disueltos totales	mg/L	3	1010	2060	<500 (1)	-	-
					500 - 1000 (2)	-	-
					1000 - 2000 (3)	-	-
					2000 - 5000 (4)	-	-
Sulfato	mg/L	5	711,3	723	250	-	-
Temperatura	° C	-	20,70	18,40	-	-	30
Turbiedad	NTU	0,02	5,78	3,34	-	VN+30	50
Zinc total	mg/L	0,002	0,012	0,631	2	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg /L			0,95			
Sólidos totales suspendidos	mg /L			2,64			
pH			7.71	8.26	5,5 - 9,0	6,0 - 9,9	6,8 - 8,3

(1) Agua con la general no se observarán efectos perjudiciales
(2) Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles
(3) Agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos
(4) Agua que puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos
(5) Fuera del rango establecido en la normativa
(6) Cítricos

Referente a la NCh1333. Of78 y su uso en agua para riego, registradas en la campaña de 2019 los puntos de muestreo corresponden a aguas que debiesen ser usadas con precaución, debido a que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos, al presentar conductividad 2,87 mS/cm. En relación con los Sólidos disueltos totales la norma indica que el agua debe ser usada en riegos de plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos (2060 mg/L).

Esta agua, en ambas campañas, es apta para riego según sus valores desde neutro a moderadamente alcalinos de pH, encontrándose dentro del rango establecido para la normativa (5,5 – 9,0 unidades), y presentando valores inferiores a los máximos establecidos en la normativa

en aluminio total, arsénico total, bario total, cadmio total, cobre total, cromo total, hierro total, litio total, molibdeno total y, zinc total. De manera opuesta, al igual que lo observado en 2016 esta agua no cumple con lo establecido para riego según los valores registrados de boro total que presenta valores superiores a los 0,75 mg/L establecidos en la norma (1396 mg/L), del mismo modo los coliformes fecales están sobre lo indicado 1300 NMP/100 ml y la norma establece el límite de 1000 NMP/100 ml. Por lo tanto, no son aptas para recreación.

Según los valores requeridos para el uso con contacto directo de la NCh1333. Of 78, exceptuando el valor de coliformes los demás parámetros están dentro de la norma para aguas de recreación con contacto directo, al presentar valores inferiores a los 5,0 mg/L en aceites y grasas, temperaturas inferiores a los 30°C, y pH neutro.

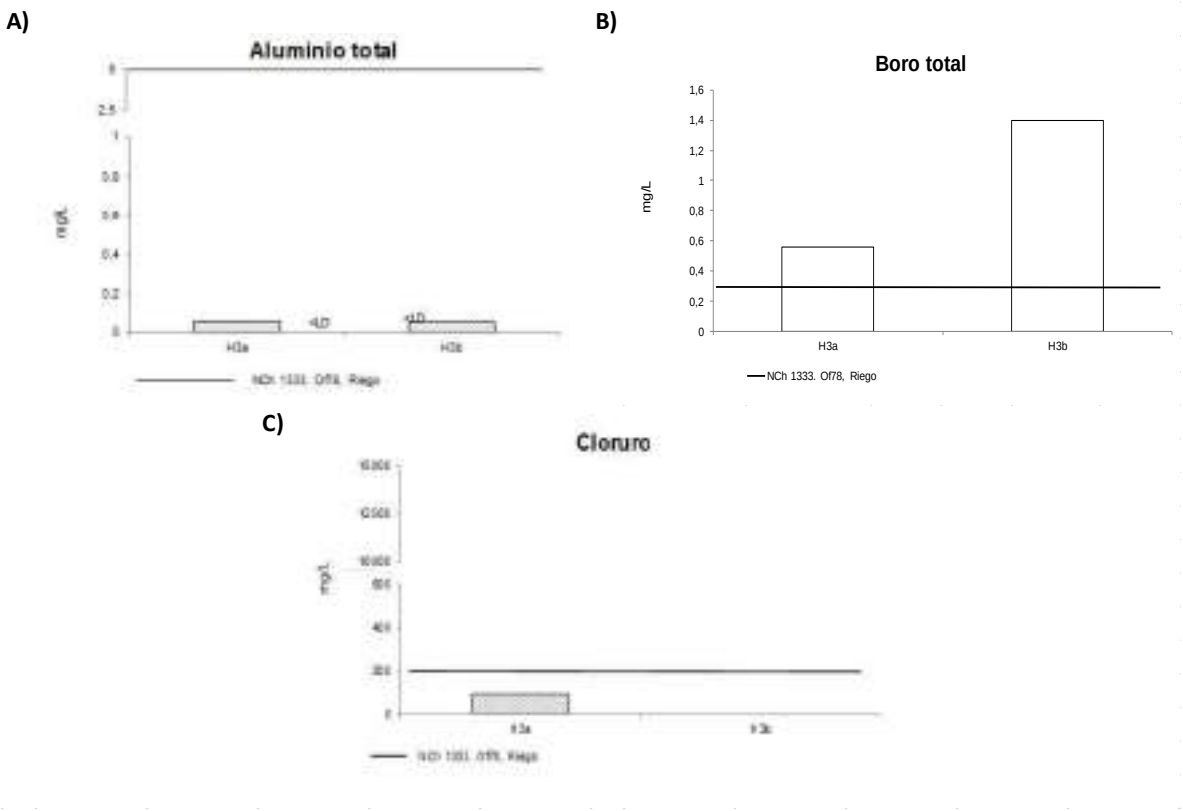


Figura 43. Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Donde: A) Aluminio Total, B) Boro Total, y C) Cloruro, en el humedal Huasco. Campañas primavera 2016(H3a)-2019 (H3b)

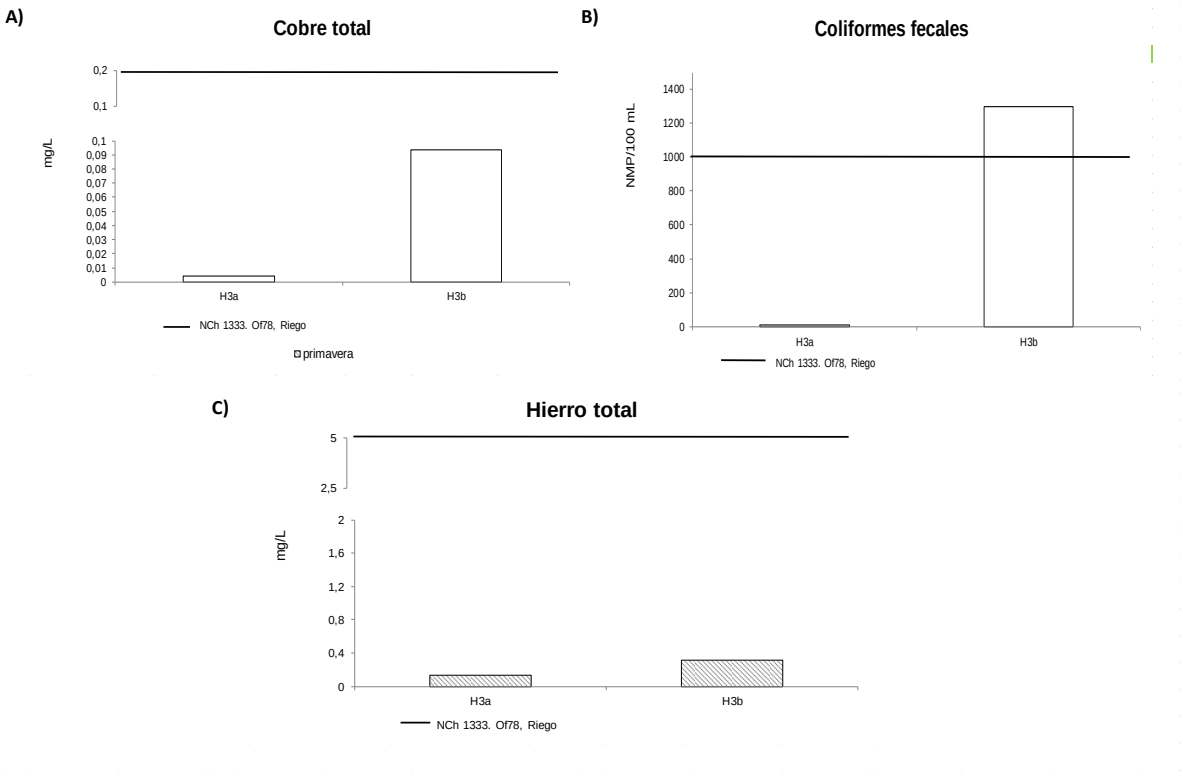


Figura 44. Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Dónde: A) Cobre Total, B) Coliformes fecales, y C) Hierro Total, en el humedal Huasco. Campañas primavera 2016(H3a)-2019 (H3b).

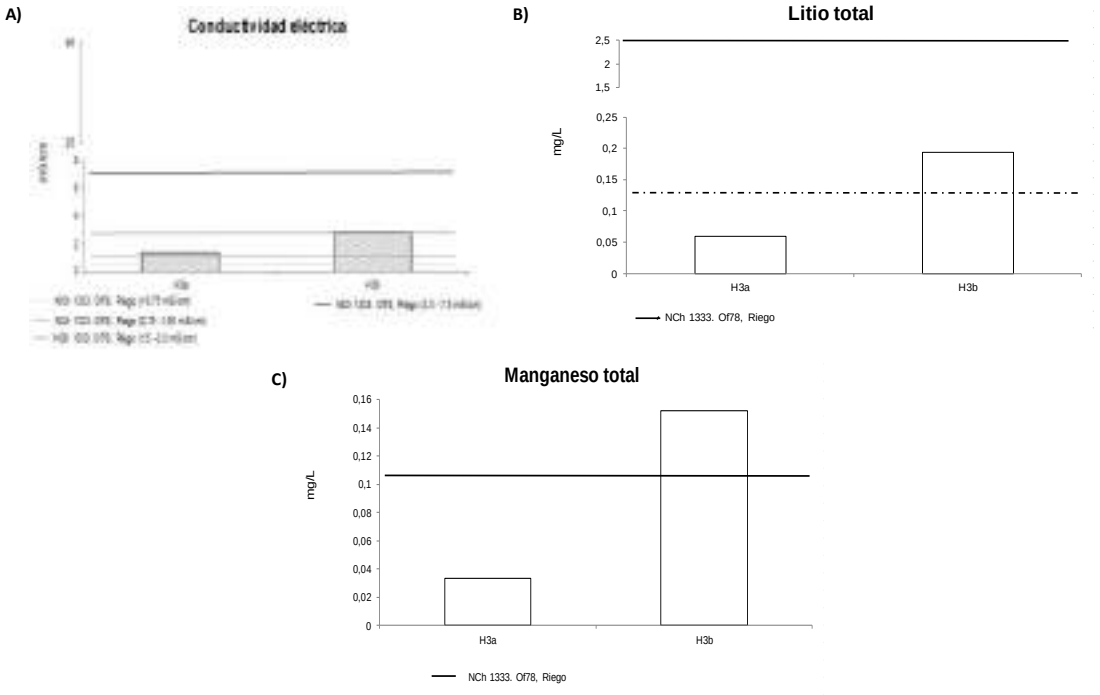


Figura 45. Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Dónde: A) Conductividad eléctrica, B) Litio Total, y C) Manganeso Total, en el humedal Huasco. Campañas primavera 2016-2019 punto H3.

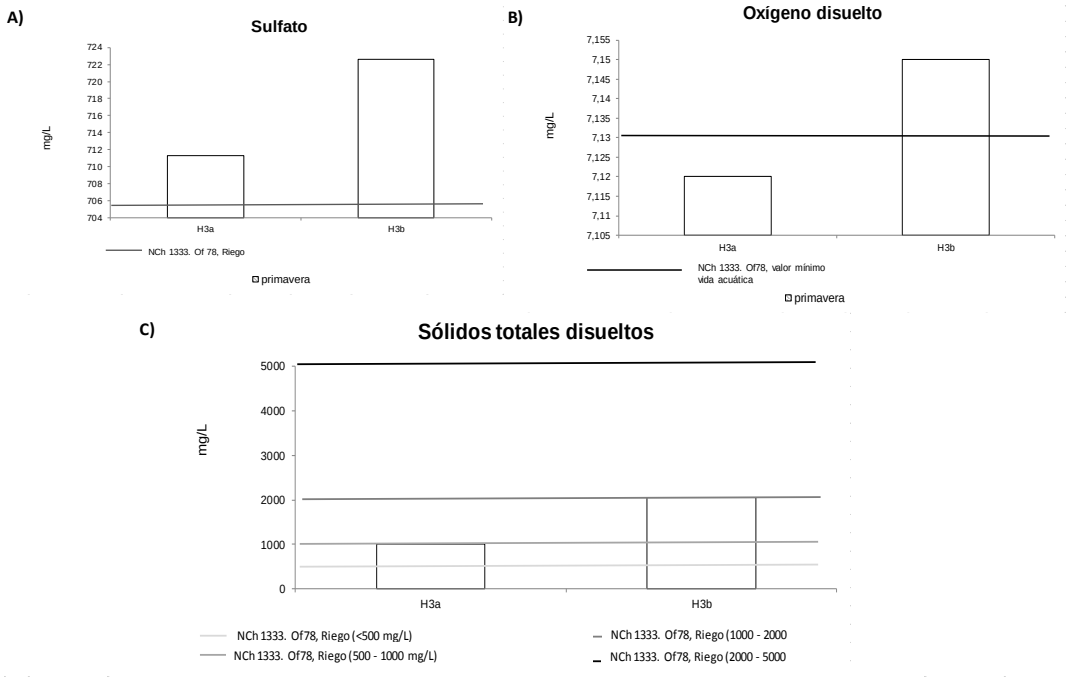


Figura 46. Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Dónde: A) Sulfato, B) Oxígeno disuelto, y C) Sólidos Totales disueltos, en el humedal Huasco. Campañas primavera 2016(H3a)-2019 (H3b).

7.2.3 Parámetros Sedimentos

Los sedimentos del humedal Huasco en las campañas otoño y primavera 2016, presentan todos sus valores de metales inferiores a los máximos establecidos en la Guía de sedimentos acuáticos de Ontario (Persaud et al., 1993) y la Norma Canadiense para sedimentos (CCME, 2002), donde no se observa un patrón espacial definido.

Respecto al porcentaje de materia orgánica en sedimentos, se observa un leve aumento desde zonas costeras a aguas arriba, con menores porcentajes en la zona cercana a la costa (H1 y H2) donde los valores fueron menores a 0,5% y con mayores valores en la zona lejana a la costa (H5) con valores superiores a 1,5%. Se observa un patrón espacial de porcentaje redox, donde los mayores valores en ambas campañas se registraron en H2, temporalmente se observa una variabilidad en los valores entre ambas campañas. El pH de los sedimentos en la campaña de noviembre, en todos los puntos, presentó características moderadamente ácidas.

La clasificación granulométrica de los sedimentos del humedal Huasco clasifica a las zonas más cercanas a la costa como arena fina, correspondiendo a los puntos H1, H2 y H3, al punto H4 como arena muy fina y al punto H5 como arena media, en la campaña de agosto; sufriendo modificaciones en la campaña de noviembre, donde H3 presentó características de arena media, H4 de arena fina y H5 de arena muy fina definido (Centro de Ecología Aplicada,2017).

Tabla 17: Resultados de Sedimentos Campaña agosto 2016.

Parámetro	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	Persaud *et al.*, 1993		CCME, 2002	
							LEL	SEL	ISQG	PEL
Arsénico	mg/kg	4,3	-	5	-	4,64	6	33	5,9	17
Azufre	mg/kg	3266	-	563,4	-	901,2	-	-	-	-
Cromo	mg/kg	5,8	-	5,4	-	6,2	26	110	37,3	90
Hierro	mg/kg	17097	-	15020	-	15567	20000	40000	-	-
Mercurio	mg/kg	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	0,2	2	0,17	0,49
Níquel	mg/kg	6,1	-	6	-	6,1	16	75	-	-
Vanadio	mg/kg	64,2	-	33,6		34,6	-	-	-	-
Materia orgánica	%	0,34	0,23	0,53	1,47	1,78	-	-	-	-
pH	-	N/M	N/M	N/M	N/M	N/M	-	-	-	-
Potencial Redox (Eh)	mV	-39,6	360	189,4	46	157,4	-	-	-	-
Granulometría										
Grava	%	2,3	0	13,07	4,23	24,23	-	-	-	-
Arena muy gruesa	%	0,26	0,01	2,42	0,38	2,6	-	-	-	-
arena gruesa	%	1,92	1,77	5,28	1,86	4,24	-	-	-	-
arena media	%	33,61	27,93	21,11	9,49	13,83	-	-	-	-
arena fina	%	54,45	69,02	48,16	47,49	41,28	-	-	-	-
arena muy fina	%	6,55	1,24	9,11	33,47	12,79	-	-	-	-
fango	%	0,92	0,04	0,83	3,07	1,03	-	-	-	-
Clasificación granulometría		Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena muy fina	Arena media	-	-	-	-

Fuente: Extraído de "Caracterización del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza" elaborado por el Centro de Ecología Aplicada, 2017.

Tabla 18: Resultados Sedimentos Campaña noviembre 2016.

Parámetro	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	Persaud *et al.*, 1993		CCME, 2002	
							LEL	SEL	ISQG	PEL
Arsénico	mg/kg	3,08	-	**6,73**	-	5,39	6	33	5,9	17
Azufre	mg/kg	336	-	7121	-	7105	-	-	-	-
Cromo	mg/kg	7,6	-	7,6	-	7,1	26	110	37,3	90
Hierro	mg/kg	14225	-	**25798**	-	15694	20000	40000	-	-
Mercurio	mg/kg	<0,01	-	0,03	-	0,05	0,2	2	0,17	0,49
Níquel	mg/kg	5	-	6,6	-	8	16	75	-	-

Vanadio	mg/kg	47,6	-	76,3	-	49,6	-	-	-	-
Materia orgánica	%	0,36	0,23	1,9	1,38	2,66	-	-	-	-
pH	-	4,74	6,02	6,5	5,76	5,8	-	-	-	-
Potencial Redox (Eh)	mV	243	350	69	161	79	-	-	-	-
Granulometría										
Grava	%	0,01	0	37,21	1,95	2,11	-	-	-	-
Arena muy gruesa	%	0,01	0	3,58	0,6	0,72	-	-	-	-
arena gruesa	%	0,24	0,18	4,29	2,62	1,62	-	-	-	-
arena media	%	24,36	29,05	12,06	15,76	8,87	-	-	-	-
arena fina	%	71,63	68,13	32,71	59,56	51,51	-	-	-	-
arena muy fina	%	3,65	2,61	9,13	17,16	31,68	-	-	-	-
fango	%	0,09	0,03	1,02	2,35	3,49	-	-	-	-
Clasificación granulometría		Arena fina	Arena fina	Arena media	Arena fina	Arena muy fina	-	-	-	-

Fuente: Extraído de "Caracterización del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza" elaborado por el Centro de Ecología Aplicada, 2017.

7.3 Estado de la Flora y vegetación

7.3.1 Especies registradas en el Humedal

La flora de la región consta de 980 especies vasculares nativas, además de 119 especies naturalizadas, lo que representa alrededor del 19% de la flora de Chile continental. La mayor concentración de especies se encuentra en los sectores costeros y hacia el sur de la región, y la menor a la porción intermedia al norte de la región.

El total mencionado se compone de 325 géneros y 104 familias, entre las cuales las más representativas son Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae, Cactaceae, Solanaceae, Boraginaceae, Portulaceae, Nolanaceae y Apiaceace, con un 54,6% del total de especies. Del número de especies nativas presentes en la región, un 54,3% corresponde a especies endémicas de Chile (532 especies), 37,3% endémicas del norte del país (366 especies, entre las regiones de Antofagasta y Coquimbo) y el 15% corresponde a especies endémicas de la Región de Atacama (77 especies).

De la revisión realizada en los documentos desde el 2010 se identificaron 281 especies en el área de estudio, de las cuales se presenciaron cinco clases de flora vascular, 1 especie de Equisetopsida, 2 especies de Filicopsida, 4 especies de Filicopsida, 38 especies de Liliopsida y 236 especies de Magnoliopsida. La clase Lioliopsida se compone de 25 géneros y 13 familias, las familias más dominantes son Poaceae (11 sp.), Alstroemeriaceae (6 sp.) y Bromeliaceae (5 sp.). La clase Magnoliopsida se compone de 144 géneros y 57 familias, de las familias más dominantes Asteraceae (36 sp.), Cactaceae (26 sp.) y Fabaceae (16 sp.). Del total de las especies se registraron 181 endémicas (64,4 %), 68 especies de origen nativo (24,1%) y 32 adventicias (11,3%).

Respecto a la forma de vida se identificaron 144 especies de hábitos herbáceos (51,4%), 86 especies arbóreas (66,1%), 27 sp. de suculentas (9,6%) y 24 sp. de sufrútice (8,5%).

Respecto a estado de conservación se registraron 37 especies clasificada en alguna categoría según las normativas vigentes. 9 especies se encuentran amenazadas, 17 se encuentran catalogadas en no amenazadas y 244 especies no se encuentran clasificadas.

Tabla 19. Lista de especies recopiladas desde el 2010 en el área de estudio.

Dónde: EN: En Peligro, VU: Vulnerable, NT: casi amenazada, LC: Preocupación menor, R: rara, FP: fuera de peligro. Forma de vida: H= Herbácea, A= Arbustiva, Su= Suculenta, S: Sufrútice. Origen: E= Endémica, N= Nativa, A= Adventicia. Origen: E= Endémica, N= Nativa, A= Adventicia

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Equisetopsida	Equisetaceae	*Equisetum*	*Equisetum giganteum*	LC	D.S Nº 13/2013	H	N
Filicopsida	Adiantaceae	*Adiantum*	*Adiantum chilense*	NT	D.S.Nº 75/2005	H	N
Filicopsida	Pteridaceae	*Cheilanthes*	*Cheilanthes mollis*	LC	D.S.Nº 38/2015	H	E
Gnetopsida	Ephedraceae	*Ephedra*	*Ephedra andina*			A	N
Gnetopsida	Ephedraceae	*Ephedra*	*Ephedra breana*			A	N
Gnetopsida	Ephedraceae	*Ephedra*	*Ephedra chilensis*	FP	D.S. Nº75/2005	A	N
Gnetopsida	Ephedraceae	*Ephedra*	*Ephedra gracilis*			A	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria*	*Alstroemeria leporina*			H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria*	*Alstroemeria philippi*	NT	D.S.Nº 19/2012	H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria*	*Alstroemeria polyphylla*	VU	D.S. N°33/2012	H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria*	*Alstroemeria* sp.			H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria*	*Alstroemeria wendermannii*			H	E
Liliopsida	Poaceae	*Arundo*	*Arundo donax*			H	A
Liliopsida	Asphodelaceae	*Asphodelus*	*Asphodelus fistulosus*			H	A
Liliopsida	Poaceae	*Bromus*	*Bromus berteroanus*			H	N
Liliopsida	Poaceae	*Bromus*	*Bromus catharticus*			H	N

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Liliopsida	Poaceae	*Chusquea*	*Chusquea culeou*			A	N
Liliopsida	Poaceae	*Cortaderia*	*Cortaderia speciosa*			H	N
Liliopsida	Bromeliaceae	*Deuterocohnia*	*Deuterocohnia chrysantha*			H	E
Liliopsida	Dioscoreaceae	*Dioscorea*	*Dioscorea fastigiata*			H	E
Liliopsida	Dioscoreaceae	*Dioscorea*	*Dioscorea paupera*			H	E
Liliopsida	Poaceae	*Distichlis*	*Distichlis spicata*			H	N
Liliopsida	Orchidaceae	*Habenaria*	*Habenaria paucifolia*			H	N
Liliopsida	Poaceae	*Jarava*	*Jarava tortuosa*			H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	*Leontochir*	*Leontochir ovallei*	EN-R	D.S. N° 50/08	H	E
Liliopsida	Alliaceae	*Leucocoryne*	*Leucocoryne ixioides*			H	E
Liliopsida	Alliaceae	*Leucocoryne*	*Leucocoryne narcissoides*			H	E
Liliopsida	Alliaceae	*Leucocoryne*	*Leucocoryne* sp.			H	E
Liliopsida	Iridaceae	*Olsynium*	*Olsynium junceum*			H	N
Liliopsida	Hyacinthaceae	*Oziroe*	*Oziroe biflora*			H	N
Liliopsida	Poaceae	*Pennisetum*	*Pennisetum clandestinum*			H	A
Liliopsida	Poaceae	*Phragmites*	*Phragmites australis*			H	N
Liliopsida	Poaceae	*Polypogon*	*Polypogon australis*			H	N
Liliopsida	Bromeliaceae	*Puya*	*Puya alpestris*			SU	E
Liliopsida	Bromeliaceae	*Puya*	*Puya boliviensis*	R	Benoit (1989)	H	E
Liliopsida	Amaryllidaceae	*Rhodophiala*	*Rhodophiala ananuca*			H	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Liliopsida	Amaryllidaceae	*Rhodophiala*	*Rhodophiala bagnoldii*			H	E
Liliopsida	Amaryllidaceae	*Rhodophiala*	*Rhodophiala phycelloides*			H	E
Liliopsida	Amaryllidaceae	*Rhodophiala*	*Rhodophiala* sp.			H	E
Liliopsida	Cyperaceae	*Schoenoplactus*	*Schoenoplectus americanus*			H	N
Liliopsida	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia capillaris*			H	N
Liliopsida	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia geissei*	NT	D.S. N° 41/12	H	E
Liliopsida	Typhaceae	*Typha*	*Typha angustifolia*			H	A
Liliopsida	Poaceae	*Vulpia*	*Vulpia* sp.			H	
Liliopsida	Tecophilaeaceae	*Zephyra*	*Zephyra elegans*			H	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia caven*			A	N
Magnoliopsida	Fabaceae	*Acacia*	*Acacia saligna*			A	A
Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia*	*Adesmia argentea*			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia*	*Adesmia glutinosa*			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia*	*Adesmia littoralis*			S	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia*	*Adesmia sessilifolia*			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia*	*Adesmia tenella*			H	E
Magnoliopsida	Verbenaceae	*Aloysia*	*Aloysia salviifolia*			A	E
Magnoliopsida	Amaranthaceae	*Alternanthera*	*Alternanthera* sp.			H	A
Magnoliopsida	Primulaceae	*Anagallis*	*Anagallis arvensis*			H	A
Magnoliopsida	Phytolaccaceae	*Anisomeria*	*Anisomeria littoralis*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Anthemis*	*Anthemis cotula*			H	E
Magnoliopsida	Apiaceae	*Apium*	*Apium panul*			H	N

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Papaveraceae	*Argemone*	*Argemone hunnemanni*			H	N
Magnoliopsida	Bignoniaceae	*Argylia*	*Argylia radiata*			H	N
Magnoliopsida	Aristolochiaceae	*Aristolochia*	*Aristolochia chilensis*			H	E
Magnoliopsida	Apiaceae	*Apiales*	*Asteriscium vidalii*	LC	D.S.Nº 19/2012	H	E
Magnoliopsida	Apiaceae	*Anisomeria*	*Asteriscium vidalii Phil.*			H	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Astragalus*	*Astragalus chamissonis*			S	N
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Atriplex*	*Atriplex clivicola*			A	E
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Atriplex*	*Atriplex semibaccata*			H	A
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Atriplex*	*Atriplex vallenarensis*			H	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Caryophyllales*	*Austrocylindropuntia miquelii*	LC	D.S.Nº 13/2013	SU	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis juncea*			H	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis linearis*			A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*			A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Bahia*	*Bahia ambrosioides*			S	E
Magnoliopsida	Ledocapaceae	*Balbisia*	*Balbisia peduncularis*			A	N
Magnoliopsida	Fabaceae	*Balsamocarpon*	*Balsamocarpon brevifolium*			A	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Brassica*	*Brassica campestris*			H	A
Magnoliopsida	Sapindaceae	*Bridgesia*	*Bridgesia incisifolia*			A	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Buddlejaceae	*Buddleja*	*Buddleja suaveolens*			A	E
Magnoliopsida	Zygophyllaceae	*Bulnesia*	*Bulnesia chilensis*			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Caesalpinia*	*Caesalpinia angulata*			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Caesalpinia*	*Caesalpinia spinosa*			A	N
Magnoliopsida	Fabaceae	*Caesalpinia*	*Calceolaria collina*			S	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Calliandra*	*Calliandra chilensis*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Carduus*	*Carduus pycnocephalus*			H	A
Magnoliopsida	Caricaceae	*Carica chilensis*	*Carica chilensis*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Carthamus*	*Carthamus lanatus*			H	A
Magnoliopsida	Asteraceae	*Centaurea*	*Centaurea chilensis*			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Centaurea*	*Centaurea flocosa*			S	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Centaurea*	*Centaurea melitensis*			H	A
Magnoliopsida	Asteraceae	*Chaetanthera*	*Chaetanthera glabrata*			H	E
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium papulosum*			H	N
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Chenopodium*	*Chenopodium petiolare*			H	N
Magnoliopsida	Polygonaceae	*Chorizanthe*	*Chorizanthe aff. frankenioides*			S	E
Magnoliopsida	Polygonaceae	*Chorizanthe*	*Chorizanthe commissuralis*			H	N
Magnoliopsida	Polygonaceae	*Chorizanthe*	*Chorizanthe glabrescens*			S	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Polygonaceae	*Chorizanthe*	*Chorizanthe vaginata*			S	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Chuquiraga*	*Chuquiraga ulicina*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Cichorium*	*Cichorium intybus*			H	A
Magnoliopsida	Montiaceae	*Cistanthe*	*Cistanthe calycina*			H	E
Magnoliopsida	Montiaceae	*Cistanthe*	*Cistanthe cephalophora*			H	E
Magnoliopsida	Montiaceae	*Cistanthe*	*Cistanthe coquimbensis*			H	E
Magnoliopsida	Montiaceae	*Cistanthe*	*Cistanthe grandiflora*			H	E
Magnoliopsida	Montiaceae	*Cistanthe*	*Cistanthe longiscapa*			H	E
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Colliguaja*	*Colliguaja odorifera*			A	E
Magnoliopsida	Convulvulaceae	*Convolvulus*	*Convolvulus chilensis*			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Conyza*	*Conyza sumatrensis*			H	N
Magnoliopsida	Cactaceae	*Copiapoa*	*Copiapoa coquimbana*			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Copiapoa*	*Copiapoa dealbata*	VU	D.S. N° 33/2012	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Copiapoa*	*Copiapoa echinoides*	NT	D.S.Nº 19/2012	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Copiapoa*	*Copiapoa fielderiana*			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Copiapoa*	*Copiapoa marginata*	VU	D.S.Nº 19/2012	SU	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cordia*	*Cordia decandra*	NT	D.S. N° 42/12	A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Cotula*	*Cotula coronopifolia*			H	A

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria*	*Cristaria aspera*			H	N
Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria*	*Cristaria cyanea*			H	E
Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria*	*Cristaria glaucophylla*			H	E
Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria*	*Cristaria gracilis*			H	E
Magnoliopsida	Malvaceae	*Cristaria*	*Cristaria vIridiluteola*			H	E
Magnoliopsida	Rubiaceae	*Cruckshanksia*	*Cruckshanksia montiana*			H	E
Magnoliopsida	Rubiaceae	*Cruckshanksia*	*Cruckshanksia pumila*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cryptantha*	*Cryptantha aspera*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cryptantha*	*Cryptantha glomerata*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cryptantha*	*Cryptantha gnaphalioides*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cryptantha*	*Cryptantha kingii*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Cryptantha*	*Cryptantha marticorenae*			H	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Cumulopuntia*	*Cumulopuntia sphaerica*	FP	Benoit (1989)	SU	E
Magnoliopsida	Convulvulaceae	*Cuscuta*	*Cuscuta chilensis*			H	N
Magnoliopsida	Asclepiadaceae	*Cynanchum*	*Cynanchum boerhraviifolium*			H	E
Magnoliopsida	Campanulaceae	*Cyphocarpus*	*Cyphocarpus psammophilus*			H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Descurainia*	*Descurainia pimpinellifolia*			H	N
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Descurainia*	*Descurainia* sp.			H	A
Magnoliopsida	Malpighiaceae	*Dinemagonum*	*Dinemagonum gayanum*			S	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Apocynaceae	*Diplolepis*	*Diplolepis boerhaviifolia*			H	E
Magnoliopsida	Rhamnaceae	*Discaria*	*Discaria trinervis*			A	N
Magnoliopsida	Cactaceae	*Echinopsis*	*Echinopsis coquimbanus*			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Echinopsis*	*Echinopsis deserticola*	VU	Benoit (1989)	SU	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Encelia*	*Encelia canescens*			S	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce aurata*	VU	D.S.Nº 13/2013	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce crispa*	VU	D.S. N° 33/2012	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce curvispina*			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce eriosyzoides*			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce napina*	NT	D.S.Nº 19/2012	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce* sp.			SU	A
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce subgibbosa*	R	Benoit (1989)	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eriosyce*	*Eriosyce villosa*			SU	E
Magnoliopsida	Geraniaceae	*Erodium*	*Erodium cicutarium*			H	A
Magnoliopsida	Apiaceae	*Eryngium*	*Eryngium anomalum*			H	E
Magnoliopsida	Apiaceae	*Eryngium*	*Eryngium macracanthum*	VU	D.S. N° 33/2012	H	E
Magnoliopsida	Myrtaceae	*Eucalyptus*	*Eucalyptus globulus*			A	A
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eulychnia*	*Eulychnia acida*			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Eulychnia*	*Eulychnia brevifolia*			SU	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia copiapina*			H	E
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia lactiflua*			A	E
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia thinophila*			H	E
Magnoliopsida	Zygophyllaceae	*Fagonia*	*Fagonia chilensis*			H	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Flouresia*	*Flouresia thurifera*			A	N
Magnoliopsida	Frankeniaceae	*Frankenia*	*Frankenia chilensis*			S	N
Magnoliopsida	Onagraceae	*Fuchsia*	*Fuchsia lycioides*			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Geoffroea*	*Geoffroea decorticans*			A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Gnaphalium*	*Gnaphalium heterotrichum*			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Gutierrezia*	*Gutierrezia resinosa*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Haplopappus*	*Haplopappus cerberoanus*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Haplopappus*	*Haplopappus deserticola*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Haplopappus*	*Haplopappus parvifolius*			S	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Haplopappus*	*Haplopappus pulchellus*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Helenium*	*Helenium atacamense*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium filifolium*	VU	D.S. N° 33/2012	A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium floridum*			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium glutinosum*	VU	D.S. N° 33/2012	A	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium huascoense*			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium inconspicuum*			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium longistylum*			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium megalanthum*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium sinuatum*			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium stenophyllum*			A	E
Magnoliopsida	Apiaceae	*Homalocarpus*	*Homalocarpus dichotomus*			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Hypochaeris*	*Hypochaeris scorzonorae*			H	E
Magnoliopsida	Juncaceae	*Juncus*	*Juncus acutus*			H	N
Magnoliopsida	Juncaceae	*Juncus*	*Juncus effusus*			H	N
Magnoliopsida	Verbenaceae	*Junellia*	*Junellia selaginoides*			A	E
Magnoliopsida	Krameriaceae	*Krameria*	*Krameria cistoidea*	LC	D.S. N° 42/12	A	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Lepidium*	*Lepidium angustissimum*			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Leucheria*	*Leucheria cumingii*			H	E
Magnoliopsida	Plumbaginaceae	*Limonium*	*Limonium sinuatum*			H	A
Magnoliopsida	Linaceae	*Linum*	*Linum usitatissimum*			H	A
Magnoliopsida	Verbenaceae	*Lippia*	*Lippia turbinata*			A	N
Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Lithrea*	*Lithrea caustica*			A	E
Magnoliopsida	Loasaceae	*Loasa*	*Loasa elongata*			H	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Cactaceae	*Campanulaceae*	*Lobelia polyphylla*			A	E
Magnoliopsida	Solanaceae	*Lycium*	*Lycium bridgesii*			A	E
Magnoliopsida	Solanaceae	*Lycium*	*Lycium chilense*			A	N
Magnoliopsida	Cactaceae	*Maihueniopsis*	*Maihueniopsis domeykoensis*	EN-R	D.S. N° 50/08	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Maihueniopsis*	*Maihueniopsis ovata*			SU	N
Magnoliopsida	Malesherbiaceae	*Malesherbia*	*Malesherbia humilis*			H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Menonvillea*	*Menonvillea minima*	EN	D.S. N° 33/2012	H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Menonvillea*	*Menonvillea orbiculata*			H	E
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Mesembryanthemum*	*Mesembryanthemum crystallinum*			H	A
Magnoliopsida	Cactaceae	*Miqueliopuntia*	*Miqueliopuntia miquelii*			SU	E
Magnoliopsida	Nyctaginaceae	*Mirabilis*	*Mirabilis elegans*			H	N
Magnoliopsida	Nyctaginaceae	*Mirabilis*	*Mirabilis ovata*			H	N
Magnoliopsida	Montiaceae	*Montiopsis*	*Montiopsis capitata*			H	N
Magnoliopsida	Plantaginaceae	*Monttea*	*Monttea chilensis*	EN	D.S. N° 51/08	A	E
Magnoliopsida	Polygonaceae	*Muehlenbeckia*	*Muehlenbeckia hastulata*			A	N
Magnoliopsida	Myrtaceae	*Myrcianthes*	*Myrcianthes coquimbensis*	EN	Benoit (1989)	A	E
Magnoliopsida	Solanaceae	*Nicotiana*	*Nicotiana glauca*			A	N
Magnoliopsida	Solanaceae	*Nicotiana*	*Nicotiana solanifolia*			A	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana coelestis*			S	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana crassulifolia*			S	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana divaricata*			S	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana filifolia*			A	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana paradoxa*			H	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana rostrata*			S	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana rupicola*			H	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana salsoloides*			A	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana*	*Nolana sedifolia*			S	E
Magnoliopsida	Onagraceae	*Oenothera*	*Oenothera coquimbensis*			H	E
Magnoliopsida	Oleaceae	*Olea*	*Olea europaea*			A	A
Magnoliopsida	Asteraceae	*Ophryosporus*	*Ophryosporus triangularis*			A	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia* sp			SU	E
Magnoliopsida	Oxalidaceae	*Oxalis*	*Oxalis gigantea*			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Pectocarya*	*Pectocarya dimorpha*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Pectocarya*	*Pectocarya linearis*			H	A
Magnoliopsida	Asteraceae	*Perityle*	*Perityle emoryi*			H	N
Magnoliopsida	Solanaceae	*Phrodus*	*Phrodus microphyllus*			A	E
Magnoliopsida	Verbenaceae	*Phyla*	*Phyla nodiflora*			H	N
Magnoliopsida	Verbenaceae	*Phyla*	*Phyla reptans*			H	A
Magnoliopsida	Zygophyllaceae	*Pintoa*	*Pintoa chilensis*	EN	D.S. N° 33/2012	A	E
Magnoliopsida	Plantaginaceae	*Plantago*	*Plantago hispidula*			H	E
Magnoliopsida	Plantaginaceae	*Plantago*	*Plantago lanceolata*			H	A

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Asteraceae	*Plocarphus*	*Pleocarphus revolutus*			A	E
Magnoliopsida	Lythraceae	*Pleurophora*	*Pleurophora pungens*			S	E
Magnoliopsida	Plumbaginaceae	*Plumbago*	*Plumbago caerulea*			A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Polyachyrus*	*Polyachyrus fuscus*			SU	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Polyachyrus*	*Polyachyrus poepigii*			S	E
Magnoliopsida	Zygophyllaceae	*Porlieria*	*Porlieria chilensis*			H	E
Magnoliopsida	Mimosaceae	*Prosopis*	*Prosopis chilensis*	VU	D.S.Nº 13/2013	A	N
Magnoliopsida	Mimosaceae	*Prosopis*	*Prosopis flexuosa*	VU	D.S.Nº 13/2013	A	N
Magnoliopsida	Mimosaceae	*Prosopis*	*Prosopis strombulifera*	LC	D.S.Nº 13/2013	A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	*Proustia*	*Proustia ilicifolia*			A	E
Magnoliopsida	Schoepfiaceae	*Quinchamalium*	*Quinchamalium carnosum*			H	E
Magnoliopsida	Schoepfiaceae	*Quinchamalium*	*Quinchamalium chilense*			H	N
Magnoliopsida	Solanaceae	*Reyesia*	*Reyesia chilensis*			H	E
Magnoliopsida	Solanaceae	*Reyesia*	*Reyesia parviflora*			H	N
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Ricinus*	*Ricinus communis*			A	A
Magnoliopsida	Polygonaceae	*Rumex*	*Rumex crispus*			H	A
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Salix*	*Salix humboldtiana*			A	N
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Sarcocornia*	*Sarcocornia fruticosa*			S	A
Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus latifolius*			H	N
Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus molle*			A	N
Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus pearcei*			A	N

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus polygamus*			A	N
Magnoliopsida	Solanaceae	*Schizantus*	*Schizantus candidus*			H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Schizpetalon*	*Schizopetalon maritimum*			H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Schizpetalon*	*Schizopetalon* sp.			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Senecio*	*Senecio alcicornis*			S	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Senecio*	*Senecio almeidae*			S	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Senna*	*Senna cummingii*			A	E
Magnoliopsida	Cucurbitaceae	*Sicyos*	*Sicyos baderoa*			A	N
Magnoliopsida	Brassicaceae	*Sisymbrium*	*Sisymbrium officinale*			H	A
Magnoliopsida	Apocynaceae	*Skytanthus*	*Skytanthus acutus*			A	E
Magnoliopsida	Solanaceae	*Solanum*	*Solanum maritimum*			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Sonchus*	*Sonchus oleraceus*			H	A
Magnoliopsida	Caryophyllaceae	*Spergularia*	*Spergularia pycnatha*			H	E
Magnoliopsida	Lamiaceae	*Stachys*	*Stachys eremicola*			H	E
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Suaeda*	*Suaeda foliosa*			S	N
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	*Suaeda*	*Suaeda multiflora*	VU	D.S. N° 33/2012	A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	*Tessaria*	*Tessaria absinthioides*			A	N
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Tetragonia*	*Tetragonia angustifolia*			A	E
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Tetragonia*	*Tetragonia macrocarpa*			H	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Tetragonia*	*Tetragonia maritima*			A	E
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Tetragonia*	*Tetragonia ulicina*			H	E
Magnoliopsida	Lamiaceae	*Teucrium*	*Teucrium nudicaule*			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	*Tiquilia*	*Tiquilia litoralis*			S	N
Magnoliopsida	Cactaceae	*Trichocereus*	*Trichocereus coquimbanus*	NT	D.S. N° 41/12	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	*Trichocereus*	*Trichocereus deserticola*	VU	D.S.Nº 19/2012	SU	E
Magnoliopsida	Fabaceae	*Trifolium*	*Trifolium dubium*			H	A
Magnoliopsida	Loranthaceae	*Tristerix*	*Tristerix aphyllus*			A	E
Magnoliopsida	Valerianaceae	*Valeriana*	*Valeriana fragilis*			H	E
Magnoliopsida	Valerianaceae	*Valeriana*	*Valeriana senecioides*	EN	D.S. N° 33/2012	A	E
Magnoliopsida	Caricaceae	*Vasconcellea*	*Vasconcellea chilensis*			A	E
Magnoliopsida	Verbenaceae	*Verbena*	*Verbena litoralis*			H	N
Magnoliopsida	Violaceae	*Viola*	*Viola polypoda*			H	E

Respecto al estado de conservación de la flora singular, se registró una especie catalogada en Categoría de Conservación Preocupación menor según el Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio de Medio Ambiente hasta su 14° proceso, además de cuatro taxa clasificadas en Categoría de Conservación Vulnerable por el Libro Rojo de la Región de Atacama, iniciativa local no oficial para la legislación ambiental vigente, que lista las especies y su estado de conservación para la región de Atacama. La Tabla muestra las categorías de conservación para las especies registradas en el área de estudio, dentro de las cuales solo *Eulychnia acida var. procumbens*, se encuentra catalogada por RCE, el resto están bajo categorías no oficiales.

ID	Especie	Estado	Decreto	Origen
1	*Adesmia littoralis*	VU	-	LR
2	*Eulychnia acida var. procumbens*	LC	DS 41/2011	MMA
3	*Salix humboldtiana*	VU	-	LR
4	*Senecio almeidae*	VU	-	LR

LC: Preocupación menor, MMA: Ministerio del Medio Ambiente Chile, LR: Libro Rojo Región de Atacama; VU: Vulnerable. Fuente: Elaboración Propia en base RCE (MMA, 2011) y Squeo *et al*, 2008.

Tabla 20. Listado de especies florísticas que presenten alguna categoría de conservación y libro rojo.



Figura 47. Ubicación especies florísticas singulares por presentar alguna categoría de conservación. Donde RCE: Registro de Calificación de Especies y LRA: Libro Rojo de Atacama. 2019.



Figura 48. *Adesmia littoralis*



Figura 49. *Eulychnia acida var. procumbens***.**



Figura 50. *Senecio almeidae*.



Figura 51. *Typha angustifolia*

7.3.2 FORMACIONES VEGETALES EN EL HUMEDAL DE HUASCO

Respecto a las formaciones vegetacionales que se registran en el área de estudio cabe mencionar que se distinguen ocho tipos: bosque, herbazal, herbazal matorral, matorral arbustivo, matorral arborescente, matorral arborescente ripariano, matorral herbazal y plantaciones forestales.

El tipo vegetacional predominante corresponde a los matorrales y matorrales herbazales. Los herbazales, herbazales matorrales y matorrales herbazales en conjunto ocupan una gran extensión y se ubican de preferencia en sectores con mayor humedad y salinidad, a excepción de las dominadas por la especie *Cristaria glaucophylla*, la cual prefiere sectores arenosos de dunas con menor humedad.

Otro ambiente particular dentro del área son los riparianos, donde la riqueza florística aumenta en relación con los demás tipos vegetacionales. También destaca la existencia de Bosques nativo ripariano de *Salix humboldtiana* y un Bosque de *Acacia saligna*, este último crece en el ecotono entre las dunas y matorrales.

Las formaciones vegetacionales que contienen especies singulares por tener alguna categoría oficial o local de conservación son: Matorral de *Tessaria absinthioides* con *Nolana salsoloides*, con la presencia de *Senecio almeidae*, Matorral de *Nolana salsoloides* con *Tiquilia litoralis*, que registro la presencia de *Eulychnia acida var. procumbens* y *Senecio almeidae*, Matorral de *Ephedra chilensis* con *Senecio almeidae* y *Tiquilia litoralis*, Matorral arborescente ripariano de *Salix humboldtiana* con *Tessaria absinthioides*, en el que se observó, además, el taxón *Typha angustifolia*, Matorral de *Adesmia littoralis*, Herbazal de *Typha angustifolia*, Matorral herbazal de *Baccharis spartioides* con *Tessaria absinthioides* y *Distichlis spicata*, con la presencia de *Typha angustifolia* y Matorral de *Baccharis spartioides*, que registro la especie *Adesmia littoralis.*

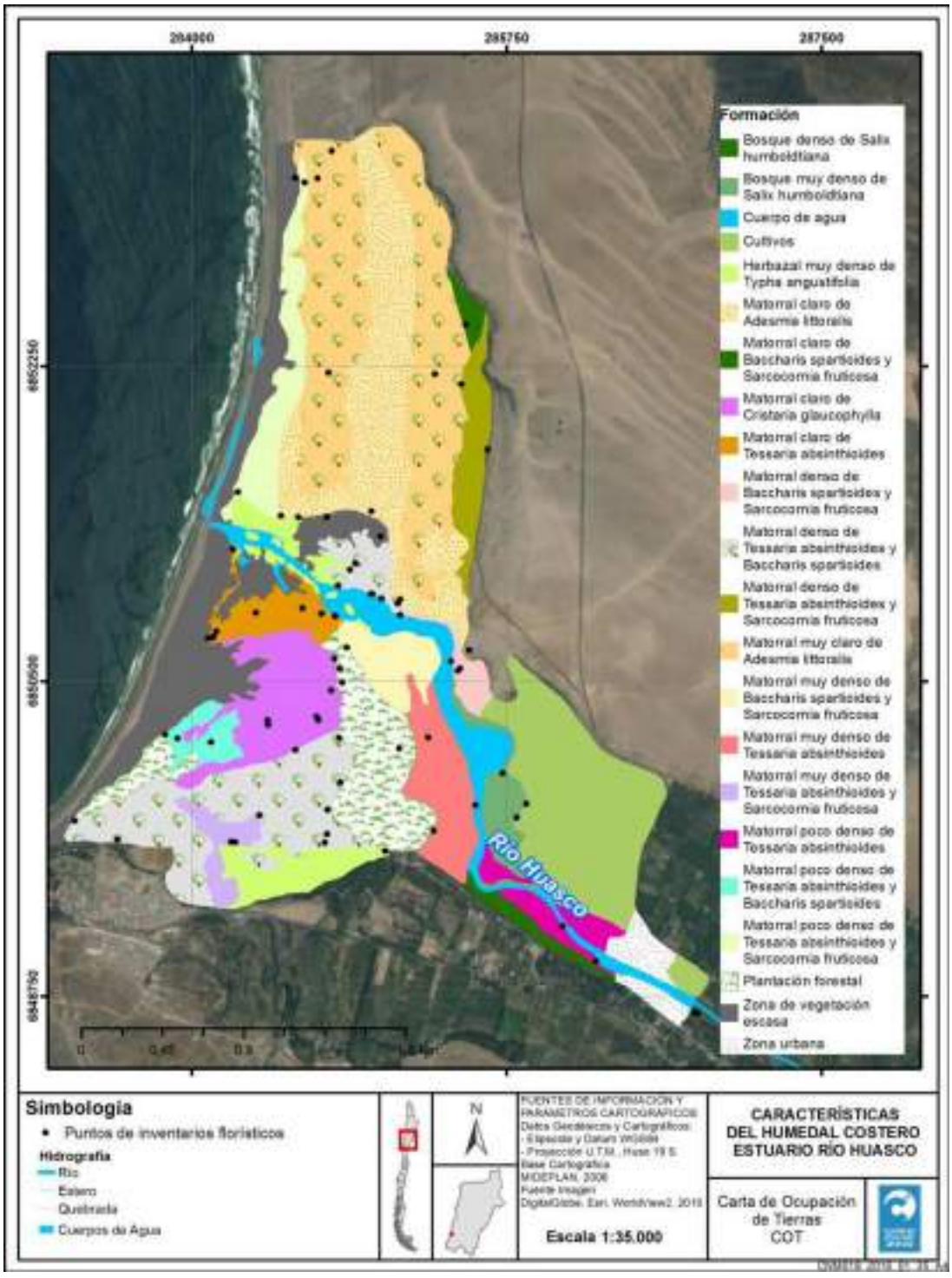


Figura 52. Carta de ocupación de tierras. Fuente: Extraído de Centro de Ecología Aplicada, 2017

A continuación, se describen las formaciones vegetales presentes en el área propuesta como Santuario de la Naturaleza:

Bosque de Acacia saligna

Tipo vegetacional de origen introducido. Corresponde a un bosque asilvestrado que se encuentra en coberturas claras en terrenos planos y actúan como contendores del avance de las dunas. Se compone de dos estratos, el primero dominado por la especie adventicia de hábito arbóreo *Acacia saligna*, con una altura de 2 a 4 metros. El segundo estrato es arbustivo, tiene una altura de 1 a 2 m y se compone por las especies *Baccharis spartioides* y *Tessaria absinthioides*.

La composición florística complementaria de esta formación vegetacional es la siguiente: *Baccharis linearis, Distichlis spicata, Eucalyptus camaldulensis* y *Nolana crassulifolia*.



Figura 53: Bosque de *Acacia saligna*

Fuente: del autor.

Herbazal de Cristaria glaucophylla

Tipo vegetacional compuesto por un estrato herbáceo dominado por *Cristaria glaucophylla* en coberturas claras y de una altura que no supera los 50 cm. Se emplaza en un sustrato arenoso en las dunas que rodean el humedal. Como especie ocasional se encuentra *Carpobrotus chilensis.*



Figura 54: herbazal de *Cristaria glaucophylla*

Fuente: del autor.

Herbazal de Typha angustifolia

Este tipo vegetacional crece en terrenos planos y húmedos, posee una altura de hasta 3 metros, tiene una cobertura muy densa, se compone de un solo estrato dominado por la especie introducida *Typha angustifolia* y se desarrolla de manera natural en el humedal, no obstante, también se distribuye por canales artificiales de 2 a 3 metros de ancho, los cuales pudiesen haber sido confeccionados con el objeto de segregar naturalmente áreas para cultivos.

Según la clasificación de la categoría de conservación regional establecida por el Libro Rojo de la Región de Atacama (Squeo *et al*, 2008), esta formación vegetacional es singular por la especie dominante de la misma.

La composición florística complementaria de esta formación vegetacional es la siguiente: *Apium panul*, *Baccharis juncacea, Baccharis salicifolia, Sarcocornia fruticosa y Tessaria absinthioides.*



Figura 55. Herbazal de Typha angustifolia. En la segunda imagen se puede apreciar las formas lineales de los totorales dominados por Typha angustifolia que se entrecruzan perpendicularmente entre ellas en algunos sectores del área de estudio.

Fuente: del autor.

Herbazal matorral de Cristaria glaucophylla con Baccharis spartioides

Esta formación se compone de dos estratos uno arbustivo dominado por *Baccharis spartioides* de una altura de hasta un metro y uno herbáceo dominado por *Cristaria glaucophylla* que no superan los 70 cm. Tiene una cobertura escasa y se emplaza en un terreno arenoso correspondiente a dunas.

La composición florística adicional de esta formación vegetacional es la siguiente: *Nolana crassulifolia, Nolana divaricata y Tiquilia litoralis*.



Figura 56: Herbazal matorral de *Cristaria glaucophylla* con *Baccharis spartioides*

Fuente: del autor.

Matorral arborescente de Eucalyptus camaldulensis con Tessaria absinthioides

Este tipo vegetacional, es compuesto por dos estratos principales el primero dominado por la especie arbórea introducida *Eucalyptus camaldulensis* que alcanza una altura de hasta ocho metros y una cobertura que no supera el 10 %. El segundo estrato es dominado por el arbusto nativo *Tessaria absinthioides* con una altura de hasta un metro. Esta formación vegetacional se emplaza en terrenos planos y posee una cobertura clara para ambos estratos. El estrato herbáceo está conformado por el taxón *Malvella leprosa* con altura que no supera los 15 cm.

La composición florística complementaria de esta formación vegetacional es la siguiente: *Acacia saligna, Baccharis spartioides, Baccharis pingraea* y *Schinus polygamus.*



Figura 57: Matorral arborescente de *Eucalyptus camaldulensis* con *Tessaria absinthioides*

Fuente: del autor.

Matorral arborescente ripariano de Salix humboldtiana con Tessaria absinthioides

Este tipo vegetacional se caracteriza por encontrarse en la ribera y lugares aledaños al estero y, en islas naturales formadas por el río Huasco en sectores de topografía plana. Se compone de tres estratos cuyo conjunto posee una cobertura clara.

El estrato superior es arbóreo dominado por el taxón *Salix humboldtiana* de una altura no mayor a cuatro metros. El segundo estrato es arbustivo y dominado principalmente por la especie *Tessaria absinthioides* con una altura que alcanza hasta un metro. Por último, la estrata herbácea se compone por una variedad de especies no dominado ninguna particularmente, sin embargo, es frecuente la presencia de *Paspalum vaginatum* y *Distichlis spicata*, en general este estrato es menor a 15 cm de altura. Destacan además la presencia de especies macrófitas como *Azolla filiculoides* y del género *Ruppia*.

Es una formación vegetacional singular, ya que Squeo *et al.* (2008) catalogan a *Salix humboldtiana* como una especie Vulnerable para la región de Atacama.

La composición florística complementaria observada en esta formación vegetacional es la siguiente: *Apium nodiflorum*, *Baccharis sagittalis, Baccharis salicifolia, Baccharis spartioides, Cotula coronopifolia, Halerpestes cimbalaria, Hydrocotyle ranunculoides, Phyla reptans, Plantago major, Polyachyrus fuscus, Samolus valerandi, Sarcocornia fruticosa, Selliera radicans* y *Typha angustifolia.*



Figura 58: Matorral arborescente ripariano de *Salix humboldtiana* con *Tessaria absinthioides*

Fuente: del autor.

Matorral de Adesmia littoralis

Tipo vegetacional de cobertura muy clara, que alcanza hasta un metro de altura y se desarrolla en sustratos arenosos correspondiente a una topografía de dunas. Es compuesto por un estrato arbustivo dominado por

la especie *Adesmia littoralis*, con la presencia de forma frecuente de *Chorizanthe kingii* y un taxón correspondiente al género *Nolana* spp.

Según la clasificación de la categoría de conservación regional establecida por el Libro Rojo de la Región de Atacama (Squeo *et al*, 2008), esta formación vegetacional es singular por la especie dominante de la misma.

La composición florística adicional de esta formación vegetacional es: *Distichlis spicata*, *Tessaria absinthioides* y *Tiquilia litoralis*.



Figura 59: Matorral de *Adesmia littoralis*

Fuente: del autor.

Matorral de Baccharis spartioides

Esta unidad presenta un estrato dominado por la arbustiva *Baccharis spartioides*, posee una cobertura clara y una altura no mayor un metro. Es frecuente la presencia de *Tessaria absinthioides*. Se emplaza en topografía de terrenos planos con sustrato salino.

La composición florística adicional de esta formación vegetacional es: *Acacia saligna, Baccharis juncacea, Carpobrotus chilensis, Frankenia chilensis, Juncus acutus* y *Sarcocornia fruticosa*.



Figura 60: Matorral de *Baccharis spartioides.* Se evidencia el afloramiento de sales en la superficie.

Fuente: del autor.

Matorral de Baccharis spartioides con Tessaria absinthioides y Sarcocornia fruticosa

Tipo vegetal arbustivo con un estrato dominado por *Baccharis spartioides y Tessaria absinthioides* con codominancia de *Sarcocornia fruticosa.* Posee una altura que va de los 50 a 80 cm. El estrato herbáceo es dominado por *Distichlis spicata* con alturas que no superan los 10 cm.

Posee una cobertura poco densa a muy densa y crece en terrenos planos secos y húmedos, además de sustratos arenosos en cajas de río del estuario.

Tiene una variada composición florística donde se encuentran las siguientes taxa: *Chorizanthe* spp., *Frankenia chilensis*, *Juncus acutus*, *Mesembryanthemum crystallinum, Nolana divaricata, Nolana salsoloides, Nolana* spp. y *Ophryosporus triangularis.*



Figura 61: Matorral de *Baccharis spartioides* con *Tessaria absinthioides y Sarcocornia fruticosa*

Fuente: del autor.

Matorral de Ephedra chilensis con Senecio almeidae y Tiquilia litoralis

Formación vegetacional de cobertura muy clara con una altura promedio que no supera los 50 cm, de un solo estrato dominado por *Ephedra chilensis* y *Senecio almeidae* y, con la presencia frecuente del subarbusto *Tiquilia litoralis.* Se desarrolla sobre un sustrato arenoso en una topografía correspondiente a dunas.

Esta formación es singular por la presencia del taxón *Senecio almeidae* catalogado como Vulnerable por el Libro Rojo de la Región de Atacama (Squeo *et al.* 2008).

La composición florística de esta formación vegetacional son las especies ya mencionadas dominantes de la misma.



Figura 62: Matorral de *Ephedra chilensis* con *Senecio almeidae* y *Tiquilia litoralis*

Fuente: del autor.

Matorral de Nolana salsoloides con Tiquilia litoralis

Tipo vegetal arbustivo con un estrato dominado por *Nolana salsoloides* y *Tiquilia litoralis*, su altura promedio no supera los 50 cm y se emplaza en terrenos arenosos en topografía de dunas. Tiene una cobertura muy clara.

Como especies acompañantes se observó las arbustivas *Chorizanthe kingii* y *Frankenia chilensis,* además de la herbácea *Cristaria glaucophylla*.

Al igual que la formación vegetacional descrita anteriormente, posee singularidad botánica por la presencia de la especie *Senecio almeidae* catalogado como Vulnerable por el Libro Rojo de la Región de Atacama (Squeo *et al.* 2008).

La composición florística complementaria observada para esta formación vegetacional es la siguiente: *Eulychnia acida* var. *procumbens*, *Juncus acutus* y *Solanum trinominum*.



Figura 63: Matorral de *Nolana salsoloides* con *Tiquilia litoralis*

Fuente: del autor.

Matorral de Sarcocornia fruticosa con Tessaria absinthioides

Este tipo vegetacional tiene una altura promedio menor a 50 cm y una cobertura clara. Se emplaza en un sustrato arenoso en una topografía de dunas.

Las especies dominantes de la formación vegetacional son *Sarcocornia fruticosa* y *Tessaria absinthioides*, además de un estrato herbáceo compuesto por *Distichlis spicata* y *Bacopa monnieri*, de una altura menor a 20 cm.

La composición florística de las especies complementarias a las antes mencionadas son las siguientes: *Carpobrotus chilensis* y *Malvella leprosa*.



Figura 64: Matorral de *Sarcocornia fruticosa* con *Tessaria absinthioides*

Fuente: del autor.

Matorral de Tessaria absinthioides

Tipo vegetacional compuesto de dos estratos. El estrato arbustivo es dominado por *Tessaria absinthioides.* Posee una altura entre 50 cm a un metro. El estrato herbáceo se compone principalmente por *Distichlis spicata* e *Hypochaeris scorzonerae* y tiene una altura no mayor a 10 cm.

La cobertura de la formación vegetacional es densa y se emplaza en un sustrato arenoso-pedregoso en las cajas de río que forma el estuario Río Huasco y sectores de dunas existentes.

La composición florística complementaria de esta formación es la siguiente: *Baccharis spartioides, Carpobrotus chilensis, Cristaria glaucophylla, Eucalyptus camaldulensis*, *Nolana crassulifolia*, *Nolana salsoloides* y *Senecio almeidae*.



Figura 65: Matorral de *Tessaria absinthioides*

Fuente: del autor.

Matorral herbazal de Baccharis spartioides con Tessaria absinthioides y Distichlis spicata

Este tipo vegetacional posee dos estratos uno arbustivo dominado por *Baccharis spartioides* y *Tessaria absinthioides* con alturas promedio de un metro. El estrato herbáceo es dominado por *Distichlis spicata* con alturas que llegan hasta los 15 cm. La cobertura de esta formación vegetacional es densa y en sectores de afloramientos acuosos se destaca la presencia de la macrófita *Azolla filiculoides*.

La composición florística de esta formación vegetacional se complementa con las siguientes especies: *Apium nodiflorum, Nolana crassulifolia* y *Typha angustifolia*.



Figura 66: Matorral herbazal de *Baccharis spartioides* con *Tessaria absinthioides* y *Distichlis spicata*

Fuente: del autor.

Matorral herbazal de Nolana salsoloides con Cristaria glaucophylla

Este tipo vegetacional mixto es conformado por un estrato arbustivo dominado por *Nolana salsoloides* y uno herbáceo dominado por *Cristaria glaucophylla*. Posee la una cobertura clara y se emplaza en un sustrato arenoso en ambiente de dunas. El estrato herbáceo es conformado por *Distichlis spicata.*

La composición florística de esta formación vegetacional se complementa con las siguientes taxa: *Ephedra chilensis*, *Mesembryanthemum crystallinum* y *Tessaria absinthioides*.



Figura 67: Matorral herbazal de *Nolana salsoloides* con *Cristaria glaucophylla*

Fuente: del autor.

Matorral herbazal de Sarcocornia fruticosa con Distichlis spicata

Tipo vegetacional mixto con un estrato arbustivo dominado por *Sarcocornia fruticosa* y uno herbáceo dominado por *Distichlis spicata.* La altura promedio bordea los 50 cm y posee una cobertura clara. Se desarrolla en terrenos planos húmedos.

La composición florística complementaria de esta formación vegetacional es la siguiente: *Bacopa monnieri, Cressa truxillensis, Chorizanthe spp.* y *Nolana crassulifolia.*



Figura 68: Matorral herbazal de *Sarcocornia fruticosa* con *Distichlis spicata*

Fuente: del autor.

Matorral herbazal de Tessaria absinthioides con Sarcocornia fruticosa y Distichlis spicata

Tipo vegetacional mixto con un estrato arbustivo dominado por *Tessaria absinthioides* con *Sarcocornia fruticosa* de una altura no mayor a un metro. El estrato herbáceo es dominado por *Distichlis spicata* con altura que no supera los 10 cm. La cobertura de esta formación vegetacional es muy densa y crece en terrenos planos salinos.

La composición florística es escasa solo formado por las especies dominantes de la formación vegetacional.



Figura 69: Matorral herbazal de *Tessaria absinthioides* con *Sarcocornia fruticosa* y *Distichlis spicata*

Fuente: del autor.

Plantación de Eucalyptus camaldulensis

Bosque compuesto por la especie adventicia *Eucalyptus camaldulensis* de una altura de hasta ocho metros. Además, posee un estrato arbustivo dominado por *Tessaria absinthioides* con una altura de hasta un metro y uno herbáceo compuesto por *Malvella leprosa* y de una altura de no más de 15 cm. Se desarrolla en terrenos planos cercanos al cauce del estuario, no siendo parte de la caja del río. La cobertura de esta formación vegetacional es muy clara superando el 10 %.

La composición florística la formación se complementa con las taxa *Acacia saligna* y *Sarcocornia fruticosa*.



Figura 70: Plantación de *Eucalyptus camaldulensis*

Fuente: del autor.

7.4 Estado de la Fauna

7.4.1 Fauna terrestre

A partir de la revisión de antecedentes de informes y trabajos entre los años 1995-2006, que tratasen sobre la fauna del humedal, además de los resultados de las campañas realizadas en invierno (julio) y primavera (septiembre) en el año 2016 y 2019 (primavera), se logro describir la composición faunística del mismo.

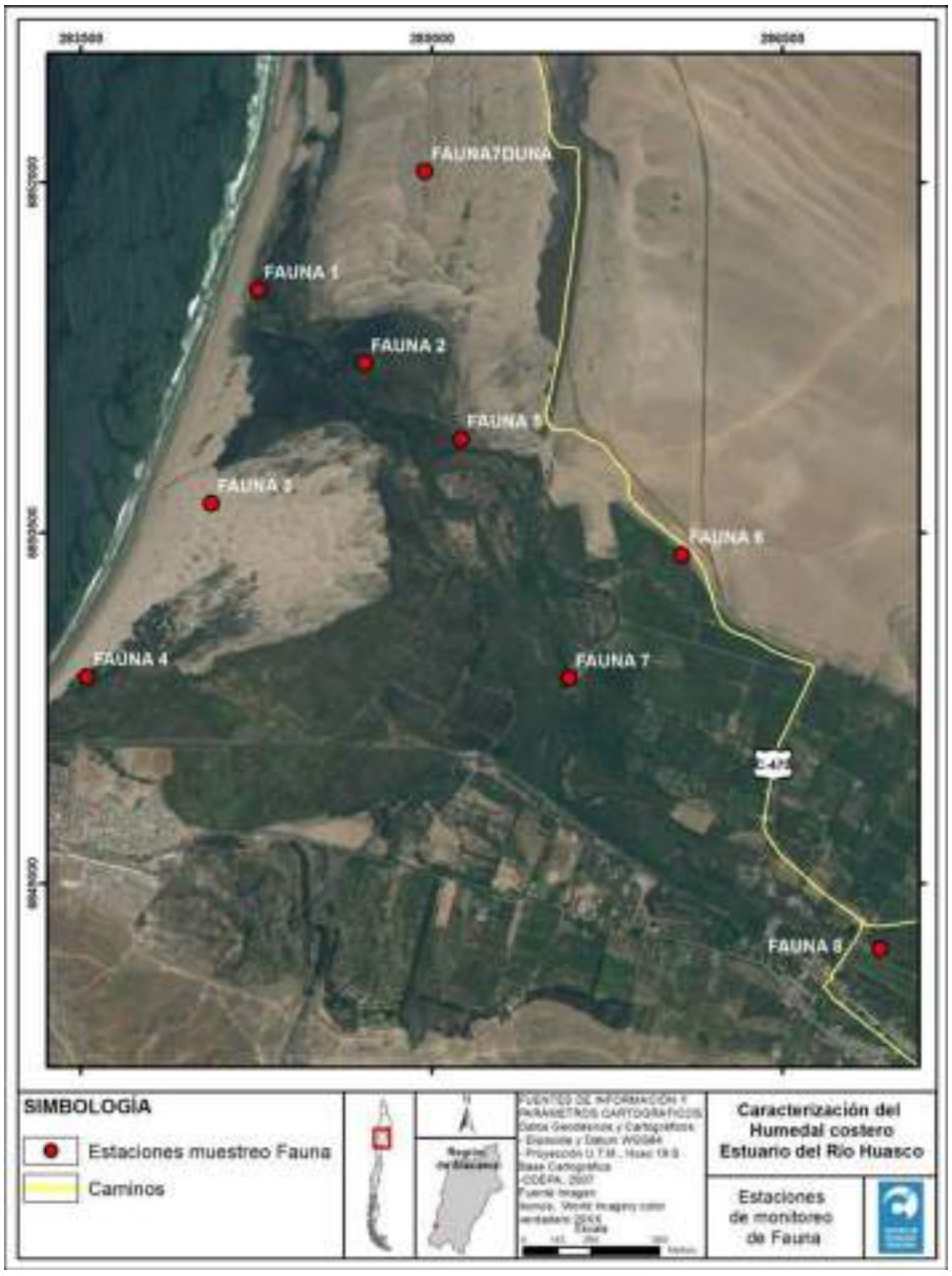


FIGURA 71: Mapa Puntos de monitoreo de fauna CEA 2016-2019. Fuente: Elaboración Propia a partir de información vectorial entregada por el Centro de Ecología Aplicada, 2019.

i. Composición faunística

A partir de la revisión de antecedentes de informes y trabajos entre los años 1995-2019 que tratasen sobre la fauna del humedal, además de los resultados de las campañas realizadas en 2016 y 2019, se establece que la fauna que compone el humedal corresponde a 171 especies, distribuidas en 5 grupos taxonómicos: Aves, Reptiles, Anfibios, Macromamíferos y Micromamíferos. De estos grupos, se destaca que el grupo de las Aves es la que presenta mayor presencia en el humedal, tanto bibliográficamente como en terreno.

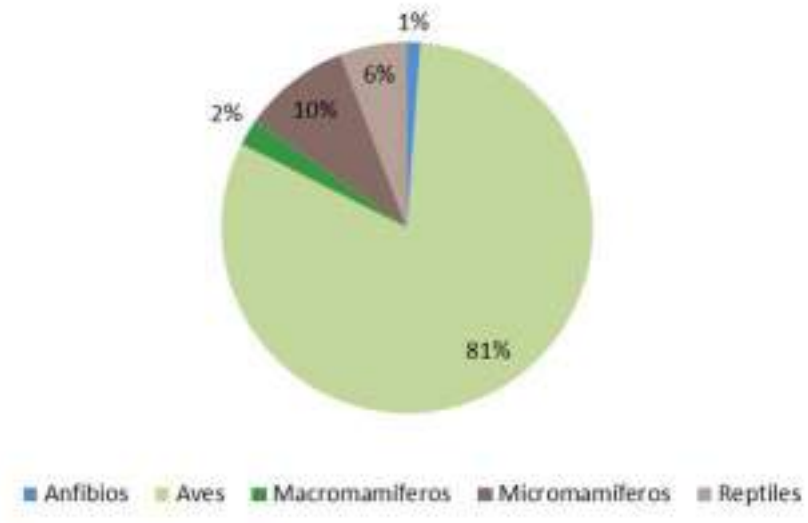


Figura 72. Distribución de los Grupos Taxonómicos. Fuente: Elaboración Propia, 2019. Fuente: CEA, 2019

De esta distribución taxonómica, las aves constan de 139 especies, todas nativas y solo una de origen endémico (Churrín del norte). Dentro del grupo de los mamíferos, los micromamíferos constan de 16 especies registradas, con tres de ellas endémicas (Rata chinchilla de Bennett, Cururo y Yaca) y cuatro introducidas. Respecto a los macromamíferos, éstos corresponden solo a cuatro especies, todas nativas.

En cuanto a la herpetofauna, fueron registradas diez especies de reptiles, siendo nueve de ellos endémicas. Este grupo taxonómico es el que presenta mayor endemismo en relación con las especies registradas, siendo el 90% de las especies endémicas. Se destaca que dos especies identificadas anteriormente (2005), Liolaemus bisignatus y Liolaemus copiapoensis, corresponden actualmente a sinonimias de la especie Liolaemus nigromacultaus (Troncoso-Palacios & Garín, 2013). Por último, los anfibios constan de 2 especies registradas, siendo una de ellas endémica (Sapo de Atacama).

Tabla 21. Listado de especies registradas entre los años 1995-2019 en el Humedal Costero Estuario del Rio Huasco.

.

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016	2019
Anfibios											
1	*Pleurodema thaul*	Sapito de cuatro ojos	Nativa				X				
2	*Rhinella atacamensis*	Sapo de Atacama	Endémica				X				
Aves											
1	*Agelasticus thilius*	Trile	Nativa			X	X	X	X	X	
2	*Agriornis livida*	Mero	Nativa				X				
3	*Agriornis montana*	Mero Gaucho	Nativa				X				
4	*Anairetes parulus*	Cachudito	Nativa				X	X	X		
5	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	Nativa				X			X	
6	*Anas cyanoptera*	Pato Colorado	Nativa			X	X	X	X	X	X
7	*Anas flavirostris*	Pato Jergón chico	Nativa		X	X	X	X			
8	*Anas flavirostris oxyptera*	Pato Jergón chico del norte	Nativa					X			
9	*Anas georgica*	Pato Jergón grande	Nativa		X	X	X	X	X	X	X
10	*Spatula platalea*	Pato cuchara	Nativa		X	X		X	X		
11	*Anas platyrhynchos*	Pato de Collar	Nativa				X				
12	*Anas sibilatrix*	Pato Real	Nativa		X	X		X	X	X	X
13	*Anthus correndera*	Bailarín chico	Nativa				X			X	X
14	*Aphriza virgata*	Playero de las rompientes	Nativa			X	X				
15	*Ardea alba*	Garza grande	Nativa		X	X	X	X	X	X	X
16	*Ardea cocoi*	Garza cuca	Nativa			X		X	X	X	
17	*Arenaria interpres*	Playero vuelvepiedras	Nativa			X	X				
18	*Athene cunicularia*	Pequén	Nativa	X			X				
19	*Bubo magallanicus*	Tucúquere	Nativa				X	X			

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016	2019
20	*Bubulcus ibis*	Garza boyera	Nativa			X	X	X			
21	*Buteo polyosoma*	Aguilucho	Nativa		X	X	X		X		
22	*Calidris alba*	Playero blanco	Nativa		X	X	X		X		X
23	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	Nativa			X	X				
24	*Calidris canutus*	Playero ártico	Nativa				X				
25	*Caracara plancus*	Traro	Nativa			X	X				X
26	*Carduelis barbatus*	Jilguero	Nativa						X		
27	*Cathartes aura*	Jote de Cabeza colorada	Nativa	X	X	X	X	X		X	X
28	*Catoptrophorus semipalmatus*	Playero albiblanco	Nativa			X					
29	*Charadrius alexandrinus*	Chorlo nevado	Nativa			X	X	X	X	X	
30	*Charadrius collaris*	Chorlo de collar	Nativa			X	X	X			
31	*Charadrius falklandicus*	Chorlo de doble collar	Nativa				X				
32	*Charadrius modestus*	Chorlo chileno	Nativa			X	X		X		
33	*Cinclodes fuscus*	Churrete acanelado	Nativa			X	X	X			
34	*Cinclodes nigrofumosus*	Churrete costero	Nativa		X				X		
35	*Cinclodes oustaleti*	Churrete chico	Nativa			X	X	X			
36	*Cinclodes patagonicus*	Churrete	Nativa					X			
37	*Circus cinereus*	Vari	Nativa			X	X	X		X	X
38	*Cistothorus platensis*	Chercán de las vegas	Nativa			X	X			X	
39	*Colorhamphus parvirostris*	Viudita	Nativa				X		X		
40	*Columba livia*	Paloma	Nativa				X				
41	*Columbia picui*	Tortolita cuyana	Nativa				X				
42	*Coragyps atratus*	Jote de Cabeza Negra	Nativa	X		X	X		X		X
43	*Coscoroba*	Cisne coscoroba	Nativa				X		X	X	
44	*Curaeus curaeus*	Tordo	Nativa			X	X		X	X	
45	*Cygnus melancoryphus*	Cisne Cuello negro	Nativa		X	X	X				

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016	2019
46	*Diuca*	Diuca	Nativa		X		X		X		
47	*Egretta caerulea*	Garza azul	Nativa				X	X	X		
48	*Egretta thula*	Garza chica	Nativa			X	X	X	X		
49	*Elaenia albiceps*	Fío	Nativa				X				
50	*Elanus leucurus*	Bailarín	Nativa			X	X				
51	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Nativa			X	X				
52	*Falco sparverius*	Cernícalo	Nativa			X	X				X
53	*Fulica armillata*	Tagua	Nativa		X	X	X	X	X	X	X
54	*Fulica leucoptera*	Tagua chica	Nativa		X	X	X	X	X	X	
55	*Fulica rufifrons*	Tagua de frente roja	Nativa			X	X	X	X	X	X
56	*Gallinago paraguaiae*	Becacina	Nativa				X	X	X		
57	*Gallinula galeata*	Taguita del norte	Nativa			X	X	X	X		
58	*Gallinula melanops*	Taguita	Nativa						X		X
59	*Geositta cunicularia*	Minero	Nativa	X			X		X		
60	*Geositta maritima*	Minero chico	Nativa		X						
61	*Geositta rufipennis*	Minero cordillerano	Nativa				X				
62	*Haematopus ater*	Pilpilén negro	Nativa			X	X		X		X
63	*Haematopus palliatus*	Pilpilén	Nativa			X	X	X	X	X	X
64	*Himantopus melanurus*	Perrito	Nativa			X	X	X	X	X	
65	*Hirundo rustica*	Golondrina Bermeja	Nativa			X	X				
66	*Hymenops perspicillatus*	Runrun	Nativa			X	X			X	X
67	*Ixobrychus involucris*	Huairavillo	Nativa			X	X				
68	*Larosterna inca*	Gaviotín monja	Nativa				X				
69	*Larus belcheri*	Gaviota peruana	Nativa			X	X				
70	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana	Nativa		X	X	X	X	X	X	X
71	*Larus maculipennis*	Gaviota cahuil	Nativa	X		X	X				

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016	2019
72	*Leucophaeus modestus*	Gaviota garuma	Nativa			X	X	X	X	X	X
73	*Larus pipixcan*	Gaviota de Franklin	Nativa			X	X			X	
74	*Chroicocephalus serranus*	Gaviota andina	Nativa				X				
75	*Laterallus jamaicensis*	Pidencito	Nativa			X	X				
76	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral	Nativa		X		X	X	X	X	X
77	*Lessonia rufa*	Colegial	Nativa		X	X	X	X	X	X	X
78	*Limosa haemastica*	Zarapito de pico recto	Nativa						X		
79	*Lophonetta speculariodes*	Pato juarjual	Nativa				X				
80	*Milvago chimango*	Tiuque	Nativa			X	X		X		
81	*Mimus thenca*	Tenca	Nativa				X	X			
82	*Molothrus bonariensis*	Mirlo	Nativa				X				
83	*Muscisaxicola brevirostris*	Dormilona fraile	Nativa		X		X				
84	*Muscisaxicola maclovianus*	Dormilona tontita	Nativa					X	X		
85	*Netta peposaca*	Pato negro	Nativa				X				
86	*Numenius phaeopus*	Zarapito	Nativa		X	X	X	X	X	X	X
87	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo	Nativa		X	X	X	X	X	X	
88	*Nycticryphes semicollaris*	Becacina pintada	Nativa				X				
89	*Oreopholus ruficollis*	Chorlo de campo	Nativa	X							
90	*Oxyura vittata*	Pato rana de pico pintado	Nativa			X	X	X			
91	*Parabuteo unicinctus*	Peuco	Nativa				X	X	X		
92	*Pardirallus sanguinolentus*	Pidén	Nativa			X	X	X			
93	*Patagona gigas*	Picaflor gigante	Nativa			X	X	X		X	X
94	*Pelecanus thagus*	Pelícano	Nativa			X	X	X	X	X	
95	*Phalacrocorax bougainvillii*	Guanay	Nativa				X				
96	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	Nativa			X	X	X	X	X	X
97	*Phalaropus tricolor*	Pollito de mar tricolor	Nativa				X				

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016	2019
98	*Phleocryptes melanops*	Trabajador	Nativa			X	X	X	X	X	X
99	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco chileno	Nativa		X	X	X				
100	*Phrygillus unicolor*	Pájaro plomo	Nativa	X							
101	*Phrygilus alaudinus*	Platero	Nativa				X				
102	*Phrygilus fruticeti*	Yal	Nativa			X	X		X		
103	*Phytotoma rara*	Rara	Nativa			X	X				
104	*Plegadis chihi*	Cuervo de pantano	Nativa						X	X	
105	*Pluvialis dominica*	Chorlo dorado	Nativa				X				
106	*Podiceps major*	Huala	Nativa			X	X	X	X	X	
107	*Podiceps occipitalis*	Blanquillo	Nativa				X	X			
108	*Podilymbus podiceps*	Picurio	Nativa			X		X	X	X	X
109	*Porphyriops melanops*	Taguita	Nativa			X	X	X			
110	*Pseudasthenes humicola*	Canastero	Nativa				X	X			
111	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina de dorso negro	Nativa				X	X	X		X
112	*Recurvirostra andina*	Caití	Nativa				X				
113	*Rhodopis vesper*	Picaflor del norte	Nativa				X	X		X	X
114	*Rollandia rolland*	Pimpollo	Nativa			X	X	X	X		
115	*Rynchops niger*	Rayador	Nativa			X	X	X		X	
116	*Scytalopus fuscus*	Churrín del norte	Endémica						X		
117	*Sephanoides sephaniodes*	Picaflor	Nativa			X		X	X	X	
118	*Sicalis luteola*	Chirihue	Nativa				X	X	X		X
119	*Spinus barbata*	Jilguero	Nativa			X	X	X			X
120	*Sterna hurundinacea*	Gaviotín sudamericano	Nativa				X				
121	*Sterna paradisaea*	Gaviotín ártico	Nativa			X	X				
122	*Sturnella loyca*	Loica	Nativa			X	X	X	X		
123	*Tachuris rubrigastra*	Siete Colores	Nativa			X	X	X	X	X	

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016	2019
124	*Tachycineta leucopyga*	Golondrina chilena	Nativa			X	X	X			
125	*Thalasseus elegans*	Gaviotín elegante	Nativa				X		X	X	
126	*Theristicus melanopis*	Bandurria	Nativa		X	X	X	X	X		X
127	*Thinocorus rumicivorus*	Perdicita	Nativa				X				
128	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico	Nativa			X	X	X		X	
129	*Tringa melanoleuca*	Pitotoy grande	Nativa			X	X	X		X	X
130	*Tringa semipalmata*	Playero grande	Nativa				X				
131	*Troglodytes aedon*	Chercán	Nativa		X	X	X		X	X	X
132	*Turdus falcklandii*	Zorzal	Nativa				X	X			
133	*Tyto alba*	Lechuza	Nativa				X				
134	*Upucerthia dumetaria*	Bandurrilla	Nativa				X				
135	*Vanellus chilensis*	Queltehue	Nativa			X	X	X	X	X	X
136	*Xolmis pyrope*	Diucón	Nativa				X		X		
137	*Zenaida auriculata*	Tórtola	Nativa			X	X	X		X	X
138	*Zenaida meloda*	Paloma de alas blancas	Nativa			X	X	X	X	X	X
139	*Zonotrichia capensis*	Chincol	Nativa	X	X	X	X	X	X	X	
Macromamíferos											
1	*Lama guanicoe*	Guanaco	Nativa		X		X	X			
2	*Lycalopex culpaeus*	Zorro culpeo	Nativa	X			X	X			
3	*Lycalopex griseus*	Zorro chilla	Nativa	X	X		X	X			
4	*Puma concolor*	Puma	Nativa				X	X			
Micromamíferos											
1	*Abrocoma bennetti*	Rata chinchilla de Bennett	Endémica				X	X			
2	*Abrothrix olivaceus*	Ratón oliváceo	Nativa				X	X	X	X	
3	*Abrotrix longipilis*	Ratón lanudo común	Nativa				X	X			
4	*Desmodus rotundus*	Vampiro o Piuchén	Nativa				X	X			

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016	2019
5	*Eligmodontia typus*	Ratoncito de pie sedoso	Nativa				X	X			
6	*Histiotus montanus*	Murciélago orejudo menor	Nativa				X	X			
7	*Lepus europaeus*	Liebre	Introducida	X				X			
8	*Mus musculus*	Ratón común	Introducida				X	X	X	X	
9	*Myocastor coypus*	Coipo	Nativa				X	X			
10	*Octodon degu*	Degú	Nativa				X	X			
11	*Olygorizomys longicaudatus*	Ratón de cola larga	Nativa				X	X			
12	*Oryctolagus cuniculus*	Conejo	Introducida					X			
13	*Phyllotis darwini*	Ratoncito de Darwin	Nativa				X	X	X	X	
14	*Rattus norvegicus*	Guarén	Introducida				X	X	X	X	
15	*Spalacopus cyanus*	Cururo	Endémica	X			X	X			
16	*Thylamys elegans*	Yaca	Endémica				X	X			
Reptiles											
1	*Callopistes maculatus*	Iguana chilena	Endémica		X		X	X			
2	*Homonota gaudichaudii*	Salamanqueja del norte chico	Endémica		X		X	X			
3	*Liolaemus atacamensis*	Lagartija de Atacama	Endémica		X		X	X			
4	*Liolaemus fuscus*	Lagartija oscura	Nativa					X			
5	*Liolaemus nigromaculatus**	Lagartija de mancha	Endémica		X		X	X			
6	*Liolaemus platei*	Lagartija de Platei	Endémica	X	X		X	X			
7	*Liolaemus silvai*	Lagartija de Silva	Endémica				X	X			
8	*Microlophus atacamensis*	Corredor de Atacama	Endémica				X	X			
9	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	Endémica				X	X			
10	*Tachymenis chilensis*	Culebra de cola corta	Endémica				X	X			

*Liolaemus bisignatus y Liolaemus copiapoensis corresponden a sinonimias de Liolaemus nigromaculatus. Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por el Centro de Ecología Aplicada, 2019.

ii. Variación temporal

Respecto a las variaciones temporales que se extraen de los estudios y campañas de terreno (1995-2019), en la figura 73 se observa una disminución constante a partir del año 2005 en los valores de riqueza de especies para el grupo de las aves (tanto terrestres como acuáticas). Los grupos de mamíferos, reptiles y anfibios en tanto manifiestan una mayor inestabilidad en los registros, debido a que corresponden a especies más difíciles de observar de forma directa.

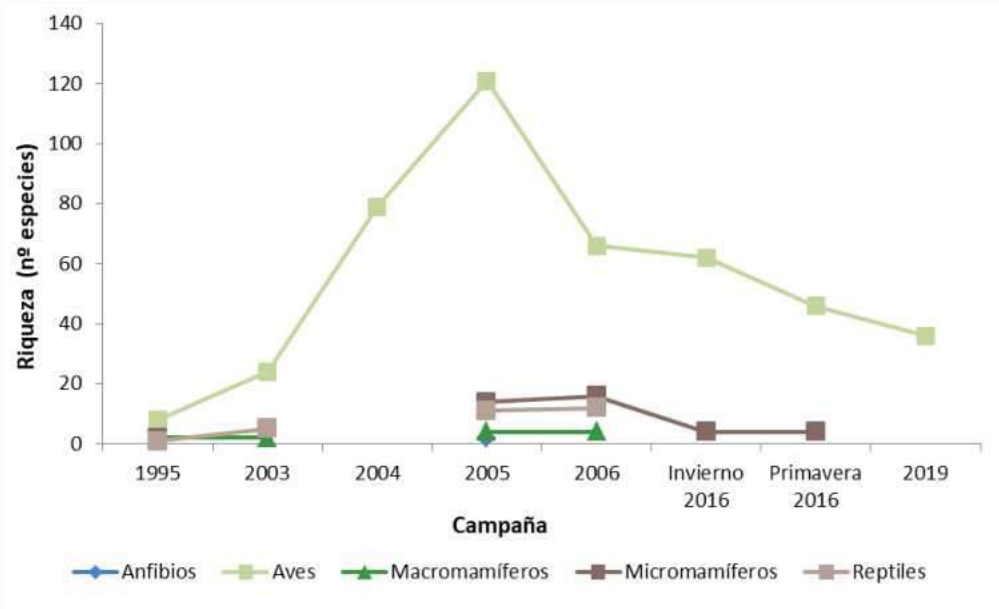


Figura 73. Variación temporal en la riqueza de especies (1995-2019). Fuente: CEA, 2019

iii. Estado de conservación

Del listado de 171 especies, 39 se encuentran incluidas en alguna categoría de conservación según el Reglamento de Clasificación de especies (actualizado hasta el proceso RCE Nº14, D.S. N º 79/2018), siendo estas el 22,8% por ciento del total registrado para el humedal. De las especies amenazadas, 3 de ellas se encuentran **En Peligro**, 9 **Vulnerables** y 21 en **Preocupación menor**. Por otra parte, de las categorías que no incluyen una amenaza actual, 5 de ellas son consideradas como **Casi amenazadas** y una como **Insuficientemente conocida**. En la 22, se muestra el detalle de las especies que presentan una categoría de Estado de Conservación.

Tabla 22. Listado de Especies con una Categoría de Estado de Conservación (RCE).

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Estado de Conservación
1	*Calidris canutus*	Playero ártico	Nativa	**En Peligro**
2	*Coscoroba coscoroba*	Cisne coscoroba	Nativa	**En Peligro**
3	*Plegadis chihi*	Cuervo de pantano	Nativa	**En Peligro**
4	*Larosterna inca*	Gaviotín monja*	Nativa	Vulnerable
5	*Leucophaeus modestus*	Gaviota garuma	Nativa	Vulnerable
6	*Chroicocephalus serranus*	Gaviota andina*	Nativa	Vulnerable

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Estado de Conservación
7	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco chileno*	Nativa	Vulnerable
8	*Lama guanicoe*	Guanaco	Nativa	Vulnerable
9	*Liolaemus silvai*	Lagartija de Silva*	Endémica	Vulnerable
10	*Microlophus atacamensis*	Corredor de Atacama*	Endémica	Vulnerable
11	*Rhinella atacamensis*	Sapo de Atacama	Endémica	Vulnerable
12	*Cygnus melancoryphus*	Cisne Cuello negro	Nativa	Vulnerable
13	*Theristicus melanopis*	Bandurria	Nativa	Preocupación menor
14	*Spalacopus cyanus*	Cururo	Endémica	Preocupación menor
15	*Spatula platalea*	Pato cuchara	Nativa	Preocupación menor
16	*Histiotus montanus*	Murciélago orejudo menor	Nativa	Preocupación menor
17	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	Nativa	Preocupación menor
18	*Ardea cocoi*	Garza cuca	Nativa	Preocupación menor
19	*Gallinago paraguaiae*	Becacina	Nativa	Preocupación menor
20	*Lycalopex griseus*	Zorro chilla	Nativa	Preocupación menor
21	*Abrocoma bennetti*	Rata chinchilla de Bennett	Endémico	Preocupación menor
22	*Desmodus rotundus*	Vampiro o Piuchén	Nativa	Preocupación menor
23	*Homonota gaudichaudii*	Salamanqueja del norte chico	Endémico	Preocupación menor
24	*Liolaemus fuscus*	Lagartija oscura	Nativa	Preocupación menor
25	*Lycalopex culpaeus*	Zorro culpeo	Nativa	Preocupación menor
26	*Liolaemus atacamensis*	Lagartija de Atacama	Endémica	Preocupación menor
27	*Liolaemus platei*	Lagartija de Platei	Endémica	Preocupación menor
28	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	Endémica	Preocupación menor
29	*Tachymenis chilensis*	Culebra de cola corta	Endémica	Preocupación menor
30	*Myocastor coypus*	Coipo	Nativa	Preocupación menor
31	*Thylamys elegans*	Yaca	Endémica	Preocupación menor
32	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Nativa	Preocupación menor
33	*Ixobrychus involucris*	Huairavillo	Nativa	Preocupación menor
34	*Puma concolor*	Puma	Nativa	Casi amenazada
35	*Callopistes maculatus*	Iguana chilena	Endémica	Casi amenazada
36	*Pleurodema thaul*	Sapito de cuatro ojos	Nativa	Casi amenazado
37	*Phalacrocorax bougainvillii*	Guanay	Nativa	Casi amenazado
38	*Liolaemus nigromaculatus*	Lagartija de mancha	Endémica	Casi amenazado
39	*Laterallus jamaicensis*	Pidencito*	Nativa	Insuficientemente conocida

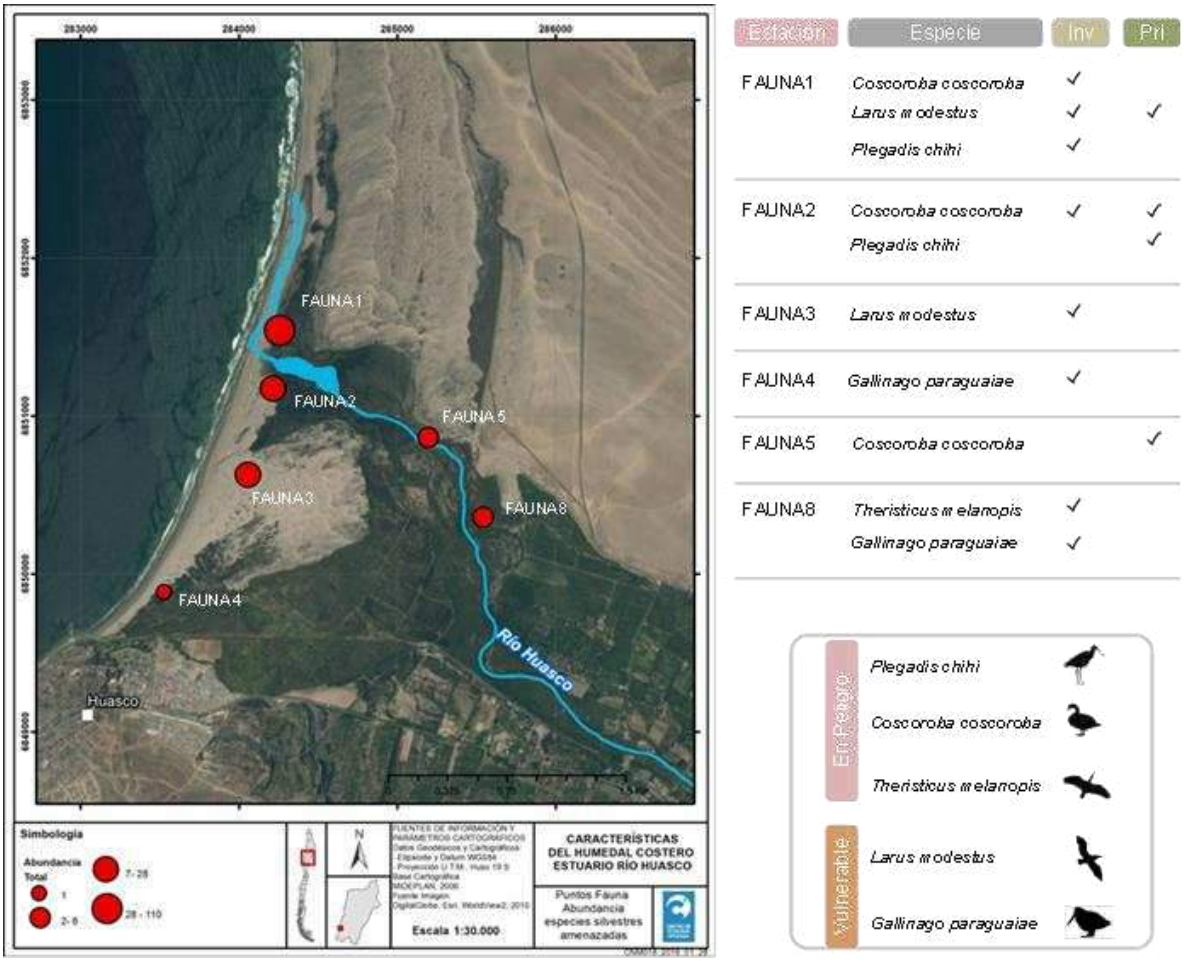


Figura 74: Distribución espacial y abundancia absoluta total (círculos rojos) de la avifauna amenazada (i.e. En Peligro y Vulnerable) presente durante 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Ala derecha se detalla la presencia en invierno y/o primavera. Fuente: Extraído de "Caracterización del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza" elaborado por el Centro de Ecología Aplicada, 2017.

iv. Frecuencia avistamientos

De las especies incluidas en alguna categoría de conservación de amenaza (**En Peligro, Vulnerable** y **Preocupación menor**), aquellas que presentan mayor frecuencia de avistamientos en los estudios y campañas de terreno (con presencias entre 3 y 6 estudios) corresponden a: Gaviota garuma, Pato cuchara, Lagartija de platei, Ratón oliváceo, Zorro chilla, Garza cuca, Salamanqueja del norte chico, Cururo, Cisne coscoroba, Cisne cuello negro, Flamenco chileno, Guanaco, Lagartija de Atacama, Becacina y Zorro culpeo.

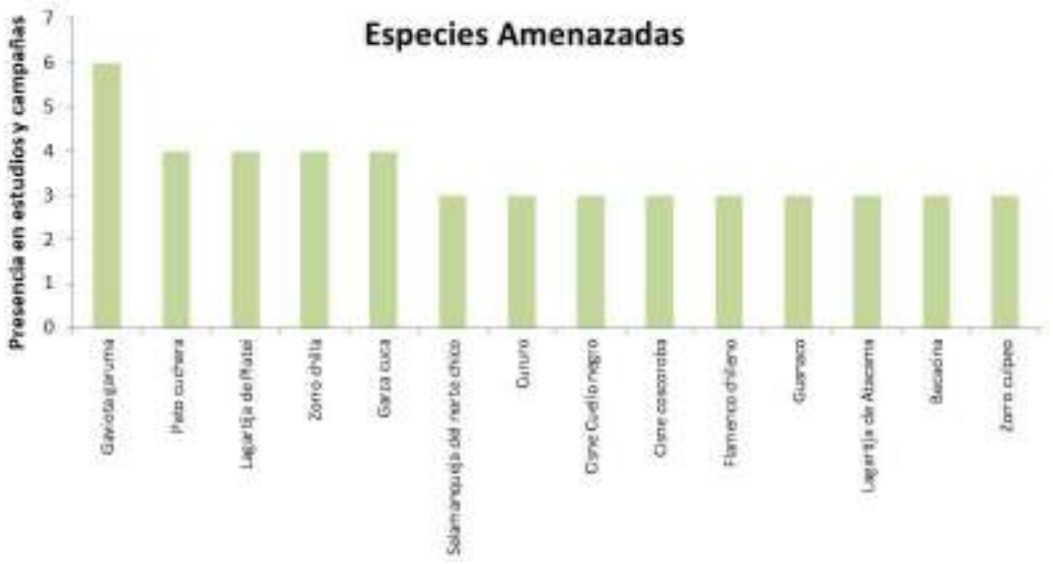


Figura 75. Frecuencia de avistamiento de especies (en categoría de amenaza) en estudios y campañas de terreno. Fuente: CEA, 2019

v. Singularidades

El humedal costero de la desembocadura del río Huasco presenta singularidades que lo hacen un ecosistema relevante en la zona norte del país, ya que, corresponde a uno de los últimos sitios que presentan hábitat para el desarrollo de algunas aves acuáticas. Existen seis especies de las identificadas que poseen como límite de distribución norte este humedal. Estas especies corresponden a: Cisne coscoroba, Cisne de cuello negro, Pato cuchara, Becacina, Huairavillo y el Pidencito (Medrano *et.al.*, 2018).

Además, el humedal del río Huasco corresponde también al límite norte de distribución no solo de aves, sino que también de mamíferos como el Cururo y el Coipo, y de herpetofauna como las lagartijas de platei y de Silva, incluyendo también al sapo de Atacama (ver Ficha especie Ministerio del Medio Ambiente, 2019). Por otra parte, para especies como la Lagartija de mancha y el Corredor de Atacama, el humedal del río Huasco se presenta como el límite sur de su distribución en el país (ver Ministerio del Medio Ambiente, 2019).

vi Objeto de conservación específicos

Cabe mencionar que todas las especies de fauna terrestre que se encuentran bajo categoría de conservación RCE son objetos de conservación. No obstante, para el caso de las aves que registra un alto número de especies en esta condición, específicamente 33 especies en condición de amenaza, hemos establecido *objetos de conservación específicos,* definidos bajo tres criterios: Estado de Conservación, Frecuencia de avistamiento y Singularidad.

Como resultado de lo anterior, de un total de 33 especies en categorías de conservación de un mayor grado de amenaza, solo 14 se encuentran con un rango de frecuencia de avistamientos (entre 3 y 6), 11 especies presentan alguna singularidad respecto a su rango de distribución en el país. Finalmente, las especies que cumplen con los tres criterios mencionados y que constituyen **objetos de conservación específicos** son ocho, de las cuales un reptil, seis aves y un mamífero, detallados en la Tabla .

Tabla 23. Listado de Especies identificadas como Objetos de conservación.

Nombre científico	Nombre Común	Criterio		
		Estado conservación	Frecuencia avistamiento	Singularidad
Reptiles				
Liolaemus platei	**Lagartija de Platei**	**Preocupación menor**	**4**	**Si**
Aves				
Gallinago paraguaiae	**Becacina**	**Preocupación menor**	**3**	**Si**
Coscoroba coscoroba	**Cisne coscoroba**	**En Peligro**	**3**	**Si**
Cygnus melancoryphus	**Cisne Cuello negro**	**Vulnerable**	**3**	**Si**
Spatula platalea	**Pato cuchara**	**Preocupación menor**	**4**	**Si**
Calidris canutus	**Playero ártico**	**En Peligro**	**1**	**No**
Plegadis chihi	**Cuervo del pantano**	**En Peligro**	**2**	**No**
Mamíferos				
Spalacopus cyanus	**Cururo**	**Preocupación menor**	**3**	**Si**



Figura 76. *Calidris alba* (Playero blanco) Fuente: CEA, 2019



Figura 77. *Cygnus melancoryphus* (Cisne cuello negro) Fuente: CEA, 2019

En el mapa de la Figura se observa la distribución y abundancia de las especies identificadas como objetos de conservación durante 2019, asociadas principalmente a cuerpos de agua (aves).



Figura 78. Distribución espacial de los objetos de conservación de fauna terrestre identificados en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Fuente: CEA, 2019

7.4.2 FAUNA ACUATICA

i. Peces

En base a estudios previos realizados en el estuario y caudal del río Huasco, históricamente se han descrito cinco especies nativas de ictiofauna y una introducida. Entre éstas, únicamente la Lisa (*Mugil cephalus*) fue registrada en 2016 y 2019 (CEA, 2016-2019). Además de capturar en ambas ocasiones la especie introducida *Gambusia holbrooki*.



Figura 79. *Mughil cephalus* (Lisa). Fuente CEA, 2019

A continuación, se presentan las especies presentes en el río Huasco, destacándose en negrita aquellas registradas en los estudios 2016-2019.

Tabla 24. Especies de peces presentes en el río Huasco y zona estuarina. En negrita especie registrada en 2016 y 2019.

Especie	Nombre común	Origen biogeográfico	Estado de conservación
Trichomycterus areolatus	Bagrecito	Nativa	Vulnerable
Basilichthys microlepidotus	Pejerrey del norte	Nativa	Vulnerable
Galaxias maculatus	Puye	Nativa	Vulnerable
Mugil cephalus	**Lisa**	**Nativa**	**Preocupación menor**
Cheirodon pisciculus	Pocha	Nativa	Vulnerable
Gambusia holbrooki	**Gambusia**	**Introducida**	**-**
Oncorhynchus mykiss	trucha arcoíris	Introducida	

ii. Fauna semiacuática

Entre la fauna semiacuática destaca la presencia del camarón de río (*Cryphiops caementarius*), especie Vulnerable DS 52/2014 MMA. Esta especie fue registrada visualmente en 2016 y capturada en 2019.



Figura 80. *Cryphiops caementarius* (Camarón de río)

iii. Bioindicadores acuáticos

Los indicadores biológicos son indicadores de carácter biológicos que dan cuenta de la situación en la que se encuentran las aguas, ya que estos organismos son susceptibles a cualquier cambio en la composición de las aguas, haciendo de estos una forma precisa de medición de la calidad de las aguas.

Uno de estos indicadores es el Perifiton, el cual es un componente de las comunidades bióticas acuáticas, su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y posibles fuentes de contaminación que pueden estar afectando de forma puntual o continua las condiciones naturales de cada ecosistema (Clavero et al 2002).

A partir del documento “Análisis de Componentes Biológicos en la Cuenca Hidrográfica del Rio Huasco periodo 2017-2018, en el Marco de Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental de las Aguas Superficiales de la Cuenca del Rio Huasco”, elaborado por el Instituto de Investigaciones Agropecuaria en el marco del desarrollo de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental de Huasco, se tomaron muestras en el humedal para determinar la cantidad de especies (taxa) y la abundancia de especies registradas, además de otros indicadores biológicos (Tabla X).

Tabla X: Promedio de índices ecológicos en base a la composición del perifiton en la cuenca hidrográfica del Río Huasco durante todos los periodos de muestreo entre los años 2017-2018.

Fuente: Extraído de "Análisis de Componentes Biológicos en la Cuenca Hidrográfica del Rio Huasco periodo 2017-2018, en el Marco de Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental de las Aguas Superficiales de la Cuenca del Rio Huasco", elaborado por el Instituto de Investigaciones Agropecuaria, 2019.

Con estos indicadores, se obtiene que el humedal presenta una alta cantidad de especies y la mayor abundancia de especies lo que conlleva a describir que el ecosistema acuático se encuentra en un estado saludable, ya que su presencia y abundancia indica que no se ven mayores afectaciones que perjudiquen el medio biótico del perifiton.

CEA 2017, obtuvo una riqueza total de 51 taxa en los seis puntos de muestreo del humedal costero. La mayor riqueza se registró en la campaña de invierno 2016 en el sitio H-5 con 30 taxa, mientras que la menor riqueza se registró en primavera en el punto H-4 y H-6, con 4 taxa de fauna planctónica. La mayor abundancia se presentó en primavera en el sitio H-6 (17,07 Ind/L), considerablemente mayor a la campaña anterior y a los puntos restantes; la menor abundancia se registró en la campaña de invierno en el sitio H-2 (0,40 Ind/L). La especie más destacada fue *Chydorus sphaericus,* que se ha encontrado en casi todos los puntos de las dos campañas (a excepción de H-1 en primavera).

En la Figura 81, se meustta la riqueza y la abundancia de ambas campañas para el zooplancton. En tanto, en la Tabla 25, se muestran en detalle los resultados obtenidos en las campañas de invierno y primavera del año 2016, por punto de monitoreo de limnología, además de la riqueza y abundancia de especies.

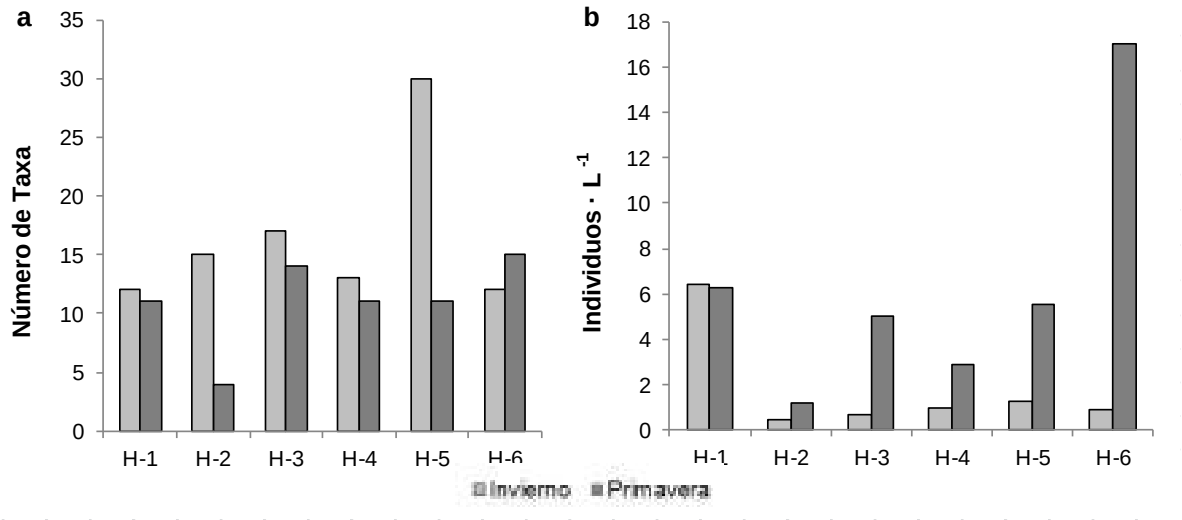


Figura 81: Riqueza (A) y Abundancia (B) de Zooplancton. Fuente: Extraído de "Caracterización del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza" elaborado por el Centro de Ecología Aplicada, 2017.

Tabla 25: Riqueza, abundancia de zooplancton expresado en Ind/L, en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Campañas Invierno-Primavera 2016.

Donde Inv= Invertebrata, Vert= Vertebrata, Artr= Arthropoda, Arac= Arachnida, Ostr= Ostracoda, Malac= Malacostraca, Branch= Branchiopoda, Maxil= Maxilopoda, Hydr= Hydrozoa, Ling= Lingulata, Gast= Gasteropoda, Bry= Bryozoa, Mon= Monogonta, For= Foraminifera, Entog= Entognata, Eurot= Eurotatoria, Clit= Clitellata.

Campaña	Invierno						Primavera					
Taxa / Punto de muestreo	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**
CHORDATA												
Huevo indet. (Invert.)	0,017	0,068	0,029	0,038	0,355	0,042	0	0	0	0	0	0
Larva pez indet. (Vert.)	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA												
Protozoea indet. (Artr.)	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0
Trombidiformes												
Halacaridae indet. (Arac.)	0,043	0,017	0,028	0,03	0,056	0,11	0	0	0	0	0	0
Ostracoda												
Ostracoda indet. (Ostr.)	0,82	0,021	0,237	0,13	0,218	0,145	0	0	0,374	0,133	0,214	0,819
Amphipoda												
Gammaridae indet. (Malac.)	0	0	0,003	0	0	0,003	0	0	0	0	0	0
Decapoda												
Zoea Bellidae indet. (Malac.)	0	0	0,013	0	0,038	0	0	0	0	0	0	0
Zoea Pinnotheridae indet. (Malac.)	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0
Zoea Majidae indet. (Malac.)	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0
Zoea indet. (Malac.)	0	0	0	0	0	0	0,653	0	0	0	0	0
Cladocera												
Neobosmina chilensis (Branch.)	1,56	0,034	0,074	0,097	0,021	0,011	0	0	0	0	0	0
Diplostraca												
Chydorus sphaericus (Branch.)	0,009	0,021	0,154	0,41	0,026	0,003	0	0,585	1,621	0,916	1,452	4,548
Leydigia leydigi (Branch.)	2,024	0,03	0	0,009	0,013	0	0	0	0	0	0	0
Alona sp. (Branch.)	0,158	0,004	0,013	0		0	0	0	0,109	0,042	0,22	1,029
Diptera												
Chironomidae indet. (Insect.)	0	0	0	0	0	0	0,382	0,374	0,805	0,265	1,212	2,943
Trichoptera indet. (Insect.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,055	0	0	0,41
Ephemeroptera												
Ephemeroptera indet. (Insect.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,046	0	0,21
Copepoda												
Nauplii copepoda (Maxil.)	0,099	0,026	0,004	0,043	0,06	0,313	3,031	0,179	0,938	0,491	0,788	2,324
Metanauplii copepoda (Maxil.)	0	0,004	0	0,017	0,017	0,005	0	0	0	0	0	0
Cirripedia												
Nauplii cirripedia (Maxil.)	0	0	0	0	0,021	0	0,2	0	0	0	0	0
Metanauplii cirripedia (Maxil.)	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0
Calanoida												
Acartia tonsa (Maxil.)	0	0	0,004	0	0,043	0	0	0	0	0	0	0
Calanus sp. (Maxil.)	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0
Calanoida indet. (Maxil.)	0	0	0	0	0	0	0,471	0	0	0	0	0

Pleuromamma gracilis (Maxil.)	0	0	0,004	0	0,009	0	0	0	0	0	0	0
Clausocalanus sp. (Maxil.)	0	0	0,009	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0
Lucicutia sp. (Maxil.)	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0
Paracanalus indicus (Maxil.)	0	0,013	0	0	0,043	0	0	0	0	0	0	0
Cyclopoida												
Cyclopoida indet. (Maxil.)	0,915	0,06	0,013	0,051	0,103	0,114	0	0	0,48	0,221	0,675	1,467
Harpacticoida												
Harpacticoida indet. (Maxil.)	0,615	0,055	0,017	0,021	0,064	0,051	0,3	0	0	0	0	0
Canthocamptidae indet. (Maxil.)	0	0	0	0	0	0	0,089	0	0,219	0,044	0,223	0,414
Acari												
Acari indet. (Arach.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,106	0,086	0,116	0,424
Collembola												
Collembola indet. (Entog.)	0	0	0	0	0	0	0,742	0	0	0	0	0
CNIDARIA												
Anthoathecatae												
Hydromedusae indet. (Hydr.)	0	0	0	0	0,004	0	0,376	0	0	0	0	0
Pólipo Hydromedusae indet. (Hydr.)	0	0	0,004	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0
Anthomedusae												
Hydra sp. (Hydr.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,106	0,09	0,22	1,033
BRACHIOPODA												
Lingulida												
Larva lingula indet. (Ling.)	0	0,017	0	0	0,026	0	0	0	0	0	0	0
MOLLUSCA												
Gasteropoda												
Gasteropoda indet. (Gast.)	0,078	0,013	0,014	0,055	0,017	0,053	0	0	0	0	0	0
Larva Gasteropoda indet. (Gast.)	0,017	0,004	0,017	0,013	0,021	0,033	0	0	0	0	0	0
Physidae indet. (Gast.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,21
BRYOZOA												
Larva cifonauta indet. (Bry.)	0	0	0	0	0,009	0	0	0	0	0	0	0
ROTIFERA												
Ploima												
Lepadella ovalis (Mon.)	0	0,017	0	0,009	0,004	0	0	0	0	0	0	0
Keratella sp. (Mon.)	0	0	0	0	0,004	0,011	0	0	0	0	0	0
Platyias quadricornis (Mon.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,429
Euchlanis dilatata (Mon.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,103	0,566	0,441	0,814
Lecane luna (Mon.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,055	0	0	0
Flosculariaceae												
Testudinella sp. (Eurot.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,055	0	0	0
FORAMINIFERA												
Foraminifera indet. (For.)	0,064	0	0,004	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0
NEMATODA												
Nematoda indet.	0	0	0	0	0	0	0,1	0,179	0,056	0	0	0,619
ANNELIDA												
Oligochaeta												
Oligochaeta indet. (Clit.)	0	0	0	0	0	0	0,658	0,179	0,48	0,133	1,02	0,819

Polychaeta												
Polychaeta indet.	0	0	0	0	0	0	2,136	0	0	0	0	0
TARDIGRADES												
Tardigrada indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,116	0
Riqueza	**13**	**16**	**18**	**14**	**30**	**13**	**11**	**4**	**14**	**11**	**11**	**15**
Abundancia	**6**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**6**	**1**	**5**	**3**	**6**	**17**

Fuente: Extraído de "Caracterización del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza" elaborado por el Centro de Ecología Aplicada, 2017.

Los resultados obtenidos para Zoobentos son los siguientes:

Se obtuvo una riqueza total de 20 especies en los puntos de muestreo del humedal costero. El sitio con mayor riqueza fue H-5 en invierno (9 taxa), mientras que la menor riqueza se registró en H-1 y H-3 de la campaña de primavera donde no se encontraron ejemplares de macro invertebrados bentónicos (0 taxa). La mayor abundancia se presentó en el sitio H-6 durante el invierno (8.314 ind/m^2), considerablemente mayor a los demás puntos; al contrario, en H-1 y H-3 de la campaña de primavera donde no se encontraron individuos de este ensamble. (Centro de Ecología Aplicada, 2017). En la Figura 82**,** se muestra la riqueza y la abundancia de zoobentos en el Humedal Costero Estuario del Rio Huasco. En la Tabla 26**,** se muestra en detalle los resultados obtenidos en las campañas de invierno y primavera del año 2016, además de presentar la riqueza y la abundancia de especies.

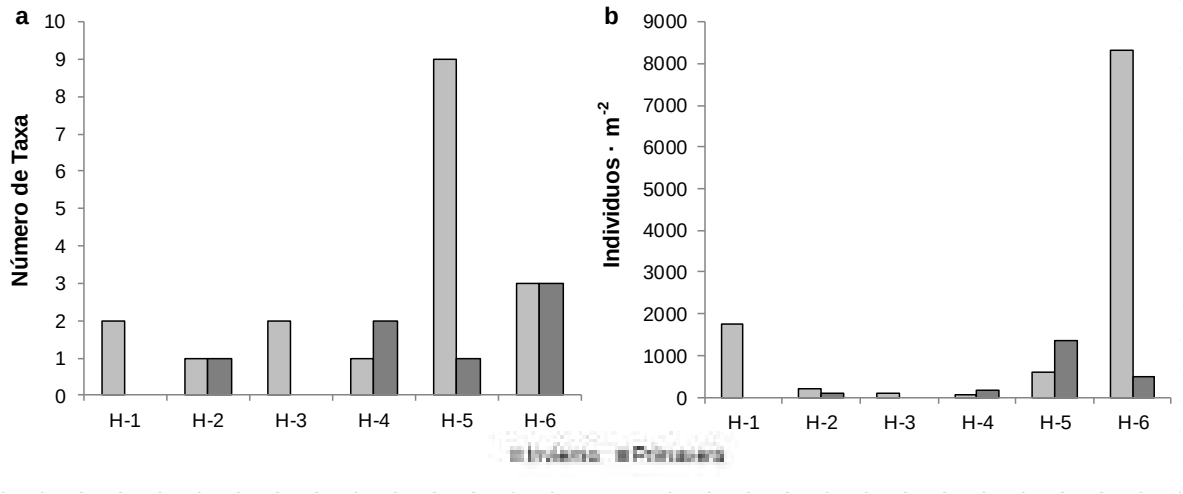


Figura 82: Riqueza (A) y Abundancia (B) de Zoobentos. Fuente: Extraído de "Caracterización del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza" elaborado por el Centro de Ecología Aplicada, 2017.

Tabla 26: Riqueza, abundancia de zoobentos expresado en Ind/m2, en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Campañas Invierno-Primavera 2016.

Campaña	Invierno						Primavera					
Taxa / Punto de muestreo	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**	**H-1**	**H-2**	**H-3**	**H-4**	**H-5**	**H-6**
Decapoda												
Cryphiops caementarius	0	0	0	0	0	0	0	84,18	0	0	0	0
Coleoptera												
Hydrophilidae indet. (Ins.)	39,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haliplidae indet. (Ins)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,18	0	0
Diptera												
Chironomidae indet. (Ins.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	1346,8	252,53
Ceratopogonidae indet.(Ins.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168,35
Odonata												
Libellulidae indet. (Ins.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
Aeshnidae indet.(Ins.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,18
Coenagrionidae indet. (Ins.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,18	0	0
Trichoptera												
Oxyethira sp. (Ins.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
Basommatophora												
Physa sp. (Gast.)	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomphalaria sp. (Gast.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
Littorinimorpha												
Heleobia sp. (Gast.)	1.725,49	196,08	39,22	39,22	274,51	509,8	0	0	0	0	0	0
Hirudinea												
Hirudinea indet. (Hiru.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
Nematoda												
Nematoda indet. (Nemat.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
Haplotaxida												
Naididae indet. (Oligo.)	0	0	0	0	0	980,39	0	0	0	0	0	0
Nais sp. (Oligo.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda												
Ostracoda indet. (Ostr.)	0	0	0	0	0	6.823,53	0	0	0	0	0	0
Seriata												
Dugesia sp. (Platy.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
Riqueza	**2**	**1**	**2**	**1**	**9**	**3**	**0**	**1**	**0**	**2**	**1**	**3**
Abundancia	**1.765**	**196**	**78**	**39**	**588**	**8.314**	**0**	**84**	**0**	**168**	**1.347**	**505**

Fuente: Extraído de "Caracterización del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza" elaborado por el Centro de Ecología Aplicada, 2017.

TABLA 27: Grupos taxonómicos identificados en zona de interés.

Grupo	Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	IR	PB	SM	SL		EH CR
										R	B	
Algas	Ochrophyta	Phaeophyceae	Laminariales	Lessoniaceae	Lessonia	*Lessonia* sp				x		
	Ochrophyta	Phaeophyceae	Laminariales	Lessoniaceae	Lessonia	*Lessonia trabeculata*			x			
	Ochrophyta	Phaeophyceae	Laminariales	Lessoniaceae	Lessonia	*Lessonia nigrescens*	x					
	Ochrophyta	Phaeophyceae	Fucales	Durvillaeaceae	Durvillea	*Durvillea antarctica*	x					
	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvales	Ulvaceae	Ulva	*Ulva* sp.	x					
	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvales	Ulvaceae	Ulva	*Ulva lactuca*	x					
	Rhodophyta	Florideophyceae	Gigartinales	Gigartinaceae	Iridaea	*Iridaea* sp.	x					
Zoobentos	Mollusca	Bivalvia	Mytilida	Mytilidae	Perumytilus	*Perumytilus purpuratus*	x					
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Littorina	*Littorina peruviana*	x					
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Littorina (Austrolittorina)	*Austrolittorina peruviana*	x					
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Nodilittorina	*Nodilittorina araucana*	x					
	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Turritellidae	Turritella	*Turritella cingulata*			x		x	
	Mollusca	Gastropoda	-	-	-	Gastropoda indet				x		
	Mollusca	-	-	-	-	Mollusca indet.				x		
	Arthropoda	Maxillopoda	Sessilia	Chthamalidae	Jehlius	*Jehlius cirratus*	x					
	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae	Petrolisthes	*Petrolisthes* sp.		x				
	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae	Allopetrolisthes	*Allopetrolisthes* sp.		x				
	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	Cryphiops	*Cryphiops caementarius*						x
	Arthropoda	Crustacea (Subfilo)	-	-	-	Crustacea indet.	x			x		
	Echinodermata	Echinoidea	Arbacioid a	Arbaciidae	Tetrapygus	*Tetrapygus niger*			x			
	Annelida	Polichaeta	-	-	-	Polichaeta indet.	x			x		

Fuente: Extraído de "Caracterización del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza" elaborado por el Centro de Ecología Aplicada, 2017. Donde: IR: Intermareal rocoso, PB: Playas con bolones, SM: Submareal, SL: Sublitoral, R: Rocoso, B: Blando, EH: Estuario Huasco, CR: Caudal río Huasco.

7.5. INTEGRACIÓN DE VARIABLES

Para integrar las variables que den cuenta el estado del Humedal, se puede observar la red de monitoreo integrado en la siguiente figura para campañas de invierno y promavera 2016.

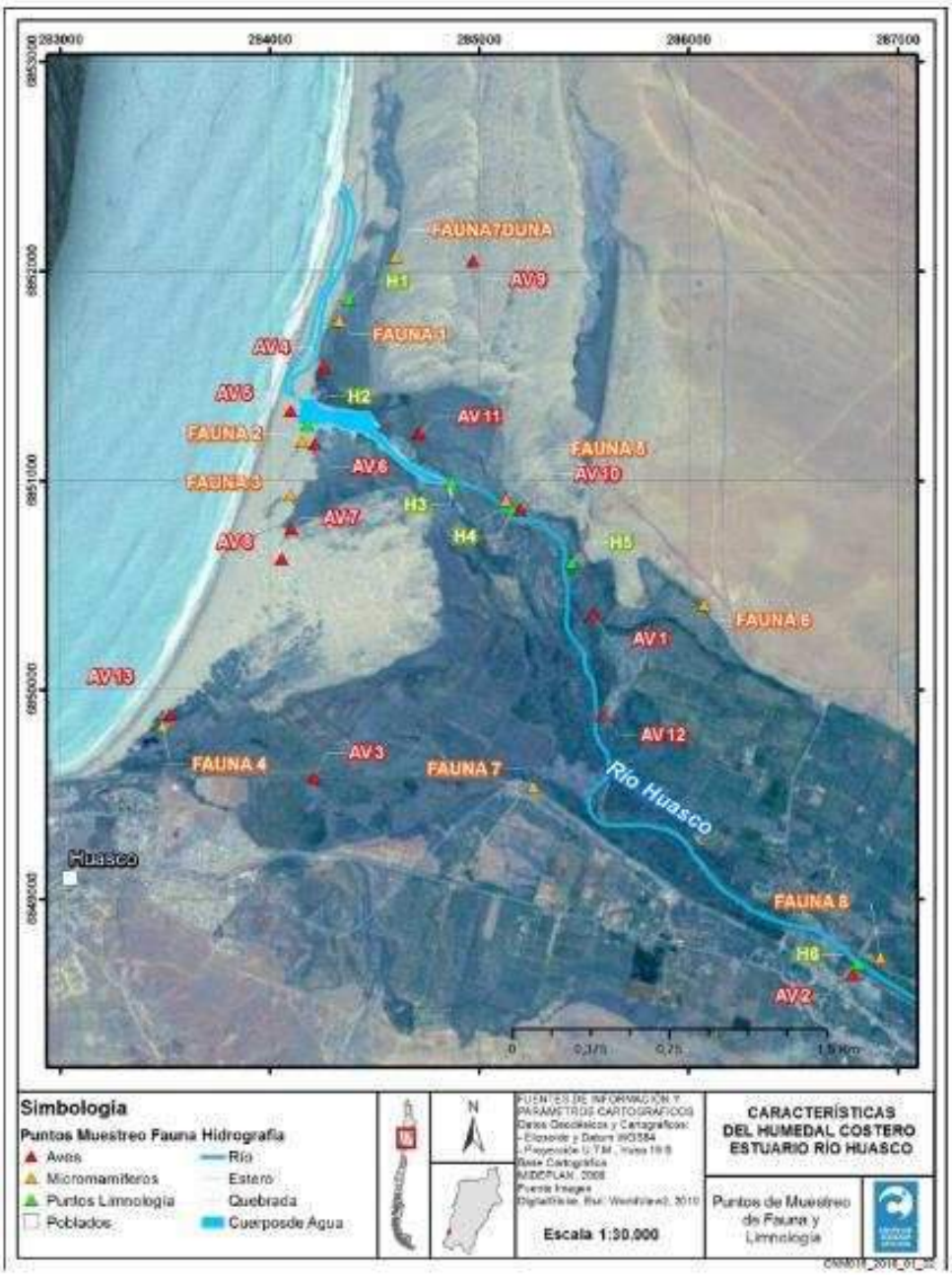


Figura 83. Puntos de muestreo limnológicos (biota acuática, calidad de agua y sedimentos), fauna (micromamíferos) y aves correspondientes a la campaña de invierno y primavera 2016. CEA 2017.

En primer lugar, el potencial de óxido-reducción (Redox) se caracteriza por una pérdida (oxidación) o ganancia (reducción) de electrones. Cuando el oxígeno está presente actúa como aceptor de electrones para la respiración microbiana aeróbica.

Una vez consumido, el aceptor de electrones alternativo para la respiración microbiana anaeróbica es el nitrato seguido en secuencia por óxido de manganeso, hierro óxido, sulfato y finalmente dióxido de carbono (Patrick et al., 1985). Este tipo de reacciones determina el ciclo de los nutrientes, su disponibilidad, composición de la vegetación y la materia orgánica contendida en el sistema.

Las reacciones Redox son importantes en los sistemas de aguas superficiales, debido a que todos los organismos acuáticos obtienen su energía metabólica a partir de reacciones Redox. Los organismos fotosintéticos reducen el dióxido de carbono de la materia orgánica, utilizando la energía luminosa. Mientras que los organismos no fotosintéticos descomponen los productos fotosintéticos mediante reacciones Redox que requieren un gasto energético (Steinberg y Coonrod 1994). En este sentido, el constante equilibrio y "desequilibrio" es normal en estos sistemas, altamente dinámicos, en que, en cortos periodos es posible observar grandes procesos oxidativos y reductivos en áreas cercanas dentro del sistema. Esta dinámica responde al rol depurador del humedal, que se encarga de degradar e incorporar en la red trófica los componentes que arrastra la cuenca hasta este punto terminal, ya sea orgánico e inorgánico. Por este motivo, es de vital importancia que los componentes que ingresan al río aguas arriba del estuario se encuentren en una forma y cantidad fácil de degradar y a su vez no impliquen proceso bioacumulativos en las especies presentes en el estuario.

La Figura siguiente resume los valores de cada variable de estado registrada en el Humedal del Río Huasco durante las campañas de invierno y primavera de campaña 2016.

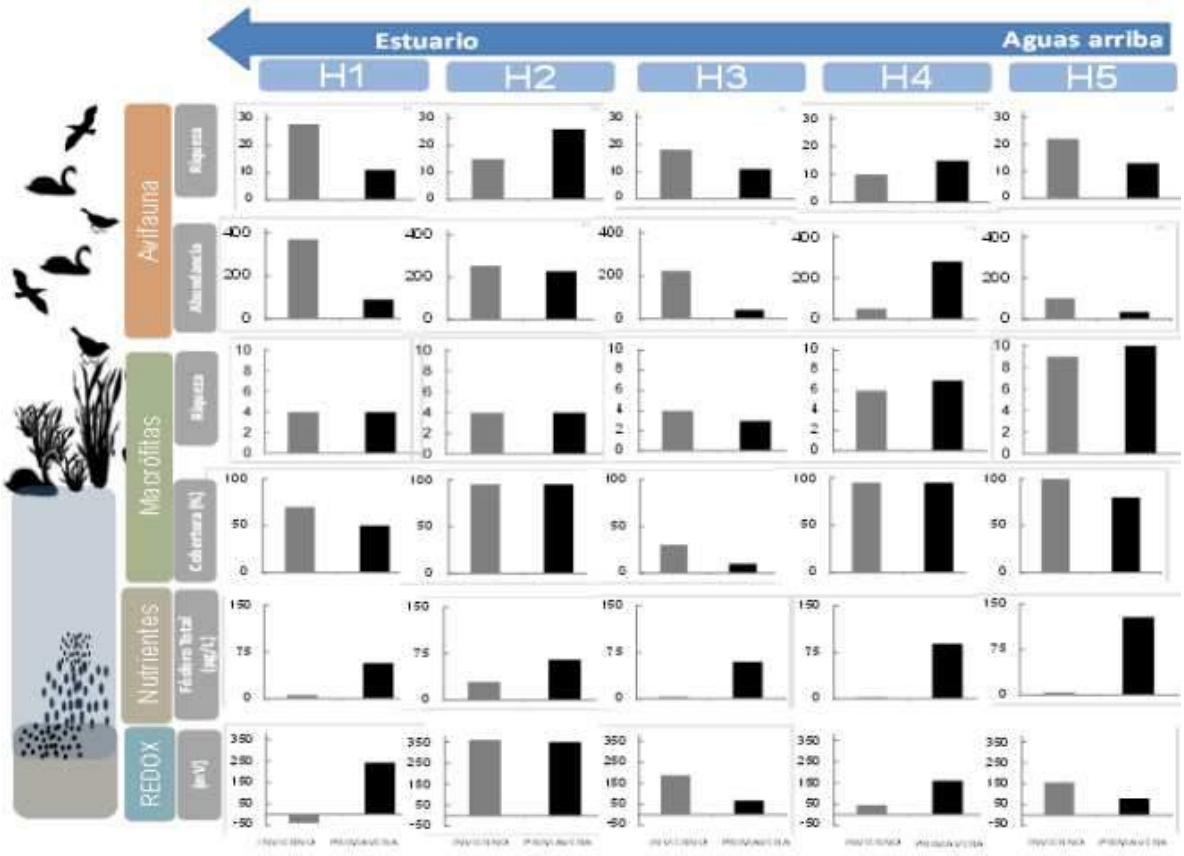


Figura 84. Resumen general variables de estado obtenidos durante invierno 2016 (barras gises) y primavera 2016 (barras negras) para las variables de estado medidas en el las estaciones limnológicas del Humedal Costero Estuario del río Huasco.

Los resultados que se sintetizan en la Figura anterior deben ser visualizados y entendidos de la siguiente manera. De derecha a izquierda, desde el inferior hacia arriba observamos el parámetro redox de calidad de agua, el cual, aumenta considerablemente hacia el sector de la boca o estuario (H2-H1), dado que desde el punto H5 hasta H3 encontramos características de un humedal de agua dulce, es decir, a esta altura no encontramos una diferenciación de humedal costero, sino más bien un humedal continental. Contrario a lo que ocurre con el Redox el nutriente fósforo no aumenta a medida que avanzamos hacia la boca independiente de la estación del año, esto no responde a lo esperado, donde los nutrientes en estos sistemas normalmente y a medida que avanzan a lo largo de una cuenca aumentan, por efecto acumulativo, en la zona costera, esto puede deberse a variados factores, sobre todo al uso del suelo asociado al río Huasco, donde la intensidad de usoagrícola puede influir en la disponibilidad de nutrientes en la parte alta por sobre la zona más baja del río (H3-H2-H1).

En el caso de las macrófitas estas presentan una riqueza mayor en la parte más alejada del estuario, lo que es natural de observar, ya que son pocas las especies vegetacionales acuáticas las que resisten la influencia del mar, por lo que la riqueza disminuye en la zona costera. Junto con ello, la variación en la cobertura ocurre por efecto de la crecida del río en invierno, donde una parte de la vegetación fue aplastada por el agua que rompió en H2 la barrera de arena directamente hacia el mar. Este cambio ocurrido en el cambio de estación influyó en las dos estaciones estuarinas, donde H1 principalmente, pasó de ser una zona semiconectada con el mar, a una laguna salina que en determinados momentos del día se conecta con el mar. Esto provocó una desecación en el área que rodeaba al sitio de muestreo. En tanto, H2 se trasformó en un río caudaloso que desembocaba con gran fuera en el mar.

Esta variación también se observa en la abundancia de especies de aves, las que en invierno se alojaban principalmente en H2 que era un sistema lagunar con abundancia de vegetación y que luego al ser un río de aguas corrientes en primavera, disminuyó las visitas de especies de aves que se trasladaron a la nueva laguna salina (H1).

Respecto a las aves es importante destacar que tanto la riqueza como abundancia aumentan en dirección a la zona estuarina y que posiblemente por procesos migratorios, la abundancia fue mayor en invierno que en primavera.

8. Objetos de Conservación

Para la establecer los objetos de conservación dentro del humedal es primero necesario entender que no se puede conservar de manera desagregada, es decir, que los humedales, dentro de la complejidad biológica que forman entre las interacciones de los componentes biológicos y no biológicos. En segunda instancia, comprender que este humedal es hogar de distintas especies con alguna categoría de Estado de Conservación, por lo que, focalizarse en preservar cada por separado, traería como consecuencia la perdida de este, debido a que se separa el objeto del medio. De esta manera, se debe pensar que la conservación de los ecosistemas como un complejo de componentes entrelazados y dependientes del otro, y no solo con especies banderas (con problemas de conservación), sino que integrando las distintas fuerzas y factores que se ven desarrolladas en el ecosistema.

Una característica distintiva de los humedales es el abundante crecimiento y cobertura de la vegetación. En el caso del Humedal Costero Estuario del río Huasco esta vegetación está dominada por Macrófitas, las que constituyen parte del primer nivel trófico sustentado por los nutrientes y dióxido de carbono (CO_2) que se encuentran en el sedimento o disueltos en la columna de agua. Estacionalmente la disponibilidad de nutrientes para las macrófitas varía dependiendo del régimen hidrológico, el cual depende de la presencia de barreras físicas que unen el río Huasco con el mar Durante invierno de 2016 se observó una barrera de arena

que impedía que el caudal del río desembocara completamente en el mar, por lo que se registró una alta cobertura de macrófitas que potencialmente estaba asociada a una alta disponibilidad de nitrógeno y fosforo contenido en el estuario. Este escenario es una condición favorable para la fauna herbívora ya sea acuática o terrestre, la cual está constituida principalmente por aves y en una menor proporción por peces o roedores. Para la fauna herbívora terrestre (i.e. aves y roedores), la vegetación constituye un hábitat propicio para refugio y alimentación, donde pueden tener un consumo selectivo de especies (Gedan et al., 2009). Los roedores aun cuando pueden protegerse en la vegetación, son depredados continuamente por las aves, principalmente por rapaces o carroñeras que habitan el humedal.

La interacción predominante entre las especies nombradas con la vegetación cambió en primavera, donde las barreras físicas de arena, que separaban las aguas dulces de las aguas saladas desaparecieron, provocando que el caudal del río desembocara en el mar en su totalidad. Esta condición disminuyó la cobertura de macrófitas en su fracción emergente y redujo los sectores propicios para el establecimiento de fauna de hábitos acuáticos, disminuyendo su riqueza y abundancia**.**

La fauna acuática como peces, zooplancton y macroinvertebrados sufren las mismas consecuencias de los cambios físicos en el estuario. Sin embargo, estos se dan principalmente por la pérdida de hábitat, ya que en invierno el área inundada era mayor a la registrada en primavera. Esto puede tener efectos difíciles de dimensionar mediante esta investigación, pero que sin duda influyeron en la disponibilidad de alimento en diferentes niveles tróficos.

Por otro lado, una parte importante del funcionamiento de este tipo de ecosistemas, en el proceso de degradación y descomposición de la materia que es arrastrada desde la zona alta de la cuenca hasta la desembocadura, es la presencia de los organismos detritívoros, que pueden estar conformados por diversos taxa y que son los encargados de completar el ciclo de los nutrientes iniciado desde la producción primaria (Moorhead et al, 1996). Es decir, reciclan la materia orgánica e inorgánica y dejan disponible nuevamente las moléculas esenciales para el funcionamiento y mantención del ecosistema. La Figura 85 resume los niveles tróficos detectados en el Humedal del Rio Huasco y la Figura 86 resume el flujo de materia y energía entre los componentes de este ecosistema.

En general el Humedal Costero evaluado se caracteriza por una gran interacción de todos los componentes de la red trófica, de manera equilibrada, permitiendo la permanencia, crecimiento y reproducción de diferentes especies que describen un ecosistema ecológicamente saludable. Esto se ve reflejado en la biodiversidad que sólo para el año 2016 (invierno y primavera) registró 79 especies vertebradas y 73 invertebrados (53 especies planctónicas y 20 bentónicas).

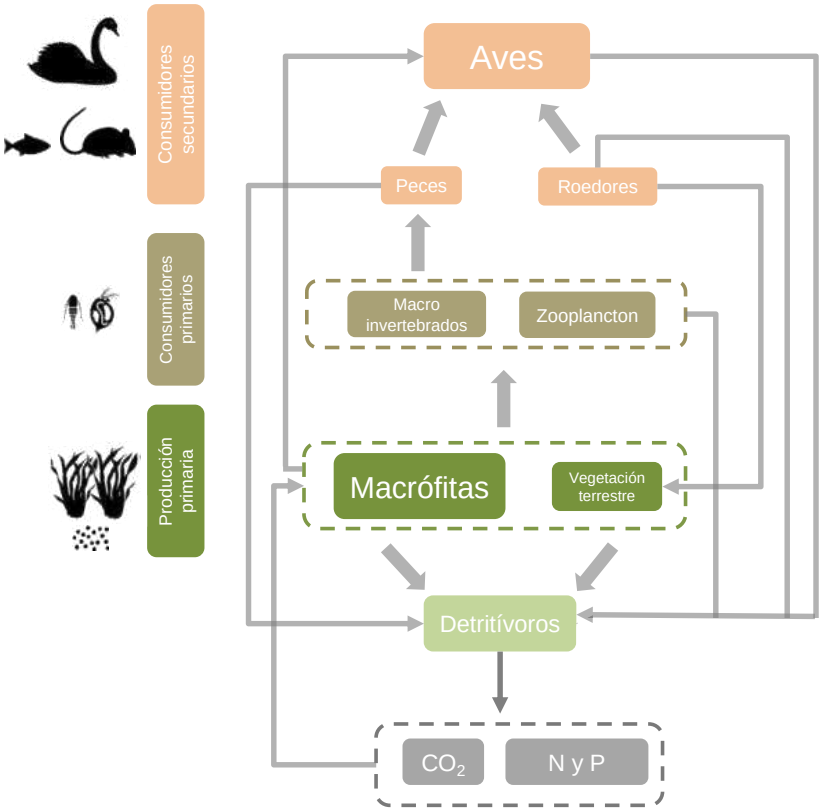


Figura 85. Esquema de red trófica general del Humedal Costero Estuario del río Huasco. Las flechas indican el flujo de materia y energía. El tamaño de las cajas guarda relación con los componentes más abundantes.

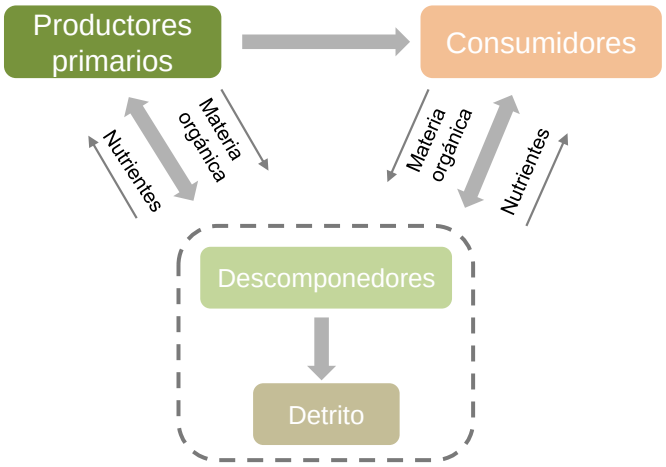


Figura 86. Esquema general de la transferencia de materia y energía en el Humedal del Río Huasco. Las flechas indican la dirección del flujo.

De esta manera, **el objeto de conservación diagnosticado para la Propuesta de Santuario de la Naturaleza es el ecosistema completo del humedal**. Al conservar el ecosistema por completo, se da paso a la preservación de las especies que se encuentran con problemas de conservación, además de no centralizarse en estas, sino que abarcar en su totalidad las especies que habitan el humedal. Este objeto de conservación

incluiría la biota acuática y los componentes del agua presente en la laguna estuarial y la laguna costera (cuando no exista conexión entre el rio y el mar), de modo que también sería posible la preservación de la fauna y flora acuática del humedal.

Cabe mencionar que todas las especies de fauna terrestre que se encuentran bajo categoría de conservación RCE son objetos de conservación. No obstante, para el caso de las aves que registra un alto número de especies en esta condición, específicamente 33 especies en condición de amenaza, hemos establecido *objetos de conservación específicos,* definidos bajo tres criterios: Estado de Conservación, Frecuencia de avistamiento y Singularidad.

Como resultado de lo anterior, de un total de 33 especies en categorías de conservación de un mayor grado de amenaza, solo 14 se encuentran con un rango de frecuencia de avistamientos (entre 3 y 6), 11 especies presentan alguna singularidad respecto a su rango de distribución en el país. Finalmente, las especies que cumplen con los tres criterios mencionados y que constituyen **objetos de conservación específicos** son ocho, de las cuales un reptil, seis aves y un mamífero, detallados en la Tabla 8.

Tabla 28. Listado de Especies identificadas como Objetos de conservación.

Nombre científico	Nombre Común	Criterio		
		Estado conservación	Frecuencia avistamiento	Singularidad
Reptiles				
Liolaemus platei	**Lagartija de Platei**	**Preocupación menor**	**4**	**Si**
Aves				
Gallinago paraguaiae	**Becacina**	**Preocupación menor**	**3**	**Si**
Coscoroba coscoroba	**Cisne coscoroba**	**En Peligro**	**3**	**Si**
Cygnus melancoryphus	**Cisne Cuello negro**	**Vulnerable**	**3**	**Si**
Spatula platalea	**Pato cuchara**	**Preocupación menor**	**4**	**Si**
Calidris canutus	**Playero ártico**	**En Peligro**	**1**	**No**
Plegadis chihi	**Cuervo del pantano**	**En Peligro**	**2**	**No**
Mamíferos				
Spalacopus cyanus	**Cururo**	**Preocupación menor**	**3**	**Si**

Otra manera de generar un objeto de conservación para el Humedal Costero Estuario del Rio Huasco es a través de la valorización de los Servicios Ecosistémicos presentes en el humedal. Los servicios ecosistémicos son los beneficios, directos o indirectos, tangibles o no tangibles, del medio ambiente que son aprovechados por el hombre.

A partir del documento "Priorización de Servicios Ecosistémicos en el Marco de las NSCA para la Protección de las Aguas del Rio Huasco" elaborado por Corporación Chile Ambiente en el año 2016, es que se establecieron 26 servicios ecosistémicos para la Cuenca del Rio Huasco (Tabla 29),

Tabla 29: Servicios Ecosistémicos Identificados en la Cuenca del Rio Huasco

ID	Servicio Ecosistémico
	Servicios de Regulación

1	Mantención un clima local estable para las actividades humanas (ej. temperatura, precipitación)
2	Regulación de caudales por masa glaciar y cobertura de nieve
3	Mantención de suelos productivos
4	Control de erosión
5	Prevención y protección frente a inundaciones y eventos extremos
6	Calidad de agua para riego
7	Calidad de agua para consumo humano
8	Calidad de agua para consumo industrial
9	Calidad de agua para consumo animal
10	Regulación de desechos por procesos naturales, químicos y físicos
Servicios de Provisión	
11	Agua para riego
12	Agua para actividad minera
13	Agua para consumo humano
14	Agua para uso industrial
15	Agua para consumo animal
16	Grava y arena para construcción
17	Plantas y animales silvestres para alimentos y medicina
18	Material genético de plantas, algas y animales
19	Hidroenergía
20	Fibras y madera
Servicios Culturales	
21	Recreación (ej. pesca deportiva, baño)
22	Turismo (ej. belleza escénica, observación de paisajes de ríos y humedales, uso experiencial de plantas, animales y paisaje)
23	Valor de existencia (ej. cultural)
24	Ciencia y educación
25	Lugares sagrados (ej. espiritual histórico)
26	Herencia y cultura

Fuente: Extraído de "Priorización de Servicios Ecosistémicos en el Marco de las NSCA para la Protección de las Aguas del Rio Huasco" elaborado por Corporación Chile Ambiente, 2016.

Resumiendo, **los objetos de conservación identificados para el Humedal de la desembocadura del río Huasco son los siguientes:**

- **Calidad y cantidad del recurso hídrico como componente estructural del ecosistema acuatico**
- **Especies en categoría de conservación**
- **Especies con singularidades**
- **Especies con avistamiento recurrente**
- **Servicios ecosistémicos prestados por el humedal**
- **Formaciones vegetacionales presentes**

9. DESCRIPCIÓN DE VALORES COMPLEMENTARIOS DEL SITIO PROPUESTO

9.1 HISTORIA[10]

La comuna de Huasco, como tal, se constituyó mediante Decreto supremo, el 16 de abril 1850 bajo el gobierno Manuel Bulnes. A pesar de ese reconocimiento formal de la era republicana, el puerto de Huasco (anteriormente Puerto Victoria), tiene un pasado que se remonta a la época incaica, donde habitaron diversos pueblos originarios como camanchacos (changos), diaguitas, ánimas, molle, entre otros. Dada su posición geográfica desde siempre ha sido referente por su calidad de puerto al ser territorio costero.

Corría el año 1536, cuando la expedición de Diego de Almagro llegó al Valle del Huasco, específicamente al pueblo de Payantume (actual Huasco Bajo), llegando se entera que los exploradores que fueron enviados con anterioridad fueron asesinados por los nativos de la zona, lo cual provocó que Diego de Almagro castigara a los jefes de la tribu, trasladándolos a Coquimbo donde fueron ejecutados. Con esto se da por hecho que los primeros españoles que murieron en Chile, fue por causa del rechazo de los indios de este valle.

Años después arribó a esta zona Pedro de Valdivia, el cual tuvo un mejor encuentro con los nativos. Posteriormente al asentarse los españoles en el territorio chileno, los escasos barcos que llegaban a la región fondeaban en la rada donde posteriormente se iba a fundar el puerto de Huasco.

Este puerto estuvo ubicado en dos emplazamientos, el primero correspondía a la bahía donde está la desembocadura del río Huasco, y la otra a 5km al sur al lado de la isla llamada actualmente Guacolda. En un comienzo estos puertos, no tenían mayor importancia ya que no había exportación de ningún tipo, hasta que al final del 1700 y comienzo del 1800, cuando tomó auge la explotación y venta de cobre en la zona, comenzaron a llegar barcos en busca de la compra de este mineral, por lo que se comenzó a vender cobre por ambos puertos. Fue así como en el año 1845, en la actual bahía de Huasco, se instaló la Agencia Naviera Craig, una de las primeras en el puerto, dándole auge a la economía de la zona.

En 1681 desembarca en Caleta Victoria el corsario inglés Bartolomé Sharp, quien en primera instancia, llega a Huasco Bajo. En 1686 ingresa a la bahía el pirata inglés Edward Davis, ocasionando desmanes. El día 6 de abril de 1749, por disposición de don Domingo Ortiz de Rozas, Capitán General del Reino de Chile, la antigua Caleta Victoria fue reconocida como Puerto Huasco, aunque no fue hasta 1850, que se le reconoce oficialmente. Durante el siglo XVIII, barcos extranjeros llegaron en busca del cobre y de los minerales del valle. Los minerales eran enterrados en la arena en espera de su embarque. A comienzos del siglo XIX, Alejandro Humboldt visitó Sudamérica, y al describir su

[10] Plan de Desarrollo Comunal Huasco 2019-2022, http://nuevo.imhuasco.cl/wp-content/uploads/2019/01/PLADECO-2019-2022-Final.pdf

viaje, señalaba que el cobre de Huasco seguía el camino de Guayaquil, desde donde era trasbordado para seguir a España. En 1805, Caleta Victoria fue atacada por un corsario.

Durante el periodo de Patria Vieja se inicia el emporio del cobre en el Valle. En 1820 y 1824, con Carrizal, Fraguita, Labrar y El Morado se abasteció a todas las Indias Inglesas. Este Auge se prolongó hasta 1840. En 1847 se traslada y refunda el Puerto de Huasco en su actual emplazamiento, en la explanada y ladera próxima a la desembocadura del río Huasco. De acuerdo a las necesidades del movimiento de minerales, se habilitaron los puertos de Sarco y Peña Blanca y Carrizal. Huasco era puerto mayor.

El intelectual Claudio Gay visitó el puerto en 1840, y en su "Historia Física y Política de Chile", se refiere a Huasco haciendo mención de un grabado del puerto, en la que se representan las mulas que bajan hasta el puerto, conduciendo las barras de cobre destinadas a Chile central y al Perú, y la llegada en 1840, de los dos primeros vapores mercantes: el "Chile" y el "Perú", obra y creación de Guillermo Wheelright. La Pacífic Stema Navegation Co. en 1845 incluye al puerto de Huasco dentro del Itinerario de servicios entre Valparaíso y Ecuador. Administra y representa en este puerto a la P.S.N. Co, Jonh Hunter Craig, a quien se reconocen sus servicios a la comunidad, otorgándole su apellido a la calle principal de este Puerto.

En 1855, los mercados extranjeros abrieron sus puertas al cobre del Huasco. En 1862 La Casa Sewell y Patrickson, reciben autorización para construir el primer muelle particular en el Puerto de Huasco.

En 1880, el auge de la industria del salitre repercute en todo el Valle del Huasco, dando salida por el muelle de Puerto Huasco a cientos de cabezas de vacunos, aceitunas, vinos, sebo y chicha, para surtir las salitreras.

El puerto avanzó rápidamente en todo orden de cosas, por esa razón las autoridades del Valle consideraron que debía construirse una vía férrea entre Huasco y Vallenar. Fue contratada su construcción en 1888 con la "North Anda South American Construction Company", siendo entregado a la Dirección General para su explotación el 19 de agosto de 1893.

En el año 1956 se inaugura el puerto mecanizado Las Losas, que se instala a 2km al sur de Huasco. Luego, en el año 1959 se instala la Compañía Aceros del Pacífico (CAP), con la construcción del puerto mecanizado Guacolda I a 5km al sur de Huasco. Esta construcción trae consigo la unión de la isla Guacolda al continente, por lo que se rellena el canal que los separaba. Estos dos terminales de carga le dieron un gran auge económico al puerto de Huasco, dando más de 2000 puestos de trabajo a los huasquinos y a gente de otras localidades. El fierro era traído en trenes y camiones desde los minerales de Guantemé (Santa Bárbara) y Algarrobo (CAP).

En el año 1963 se instala la Central Termoeléctrica Huasco, propiedad de Endesa, al lado de la terminal Guacolda. Una década después, Guacolda, dada la gran demanda de fierro construye un nuevo puerto de embarque, Guacolda II. Años después CAP construye la Planta de Pellets en el mismo sector. Más tardes CAP en asociación con Termoeléctrica Guacolda construyen la Central Termoeléctrica Guacolda, la cual se compone de cinco unidades generadoras de electricidad; que

actualmente pertenecen a AES Gener. Existen elementos del poblamiento urbano asociados a la actividad productiva, como por ejemplo la población CAP, construida el año 1959, la población ENDESA, del año 1965 y población O'Higgins.

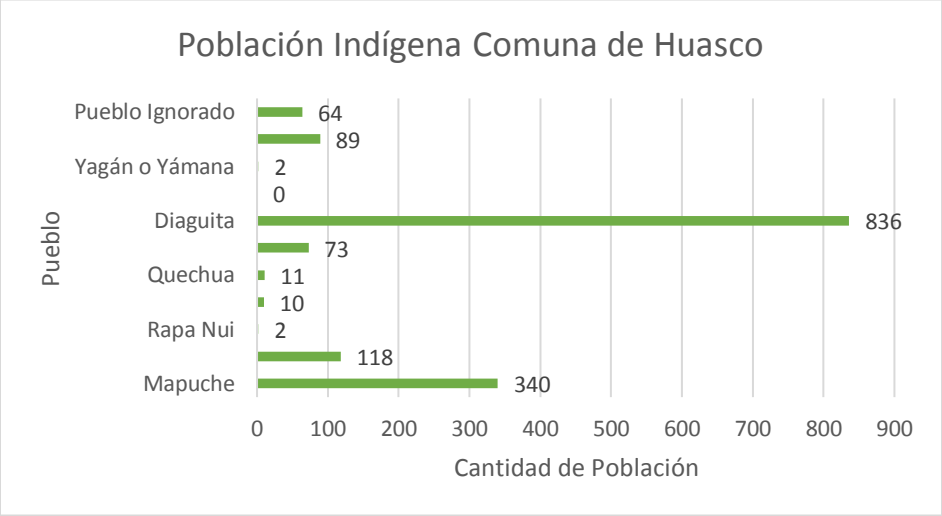
Durante la década del 2000, se construye el nuevo puerto Las Losas capacitado para la carga y descarga de maquinarias. Este puerto pertenece a CAP y Agrosuper. En la actualidad todas las empresas mencionada brindan incontables puestos de trabajos para los habitantes de Huasco, Vallenar e intermedios, sea tanto en los puertos de embarque como en las minas al interior de la provincia.

Actualmente la población de Huasco asciende a 10.149 y la principal fuente de ingresos corresponde al movimiento portuario, por la gran cantidad de barcos que recalan en sus terminales de carga.

9.1 Demografía

De acuerdo a los resultados entregados por el Censo 2017[11], la comuna de Huasco presenta una población de 10.149 habitantes, de los cuales 4.906 son mujeres y 5.243 hombres. A nivel etario, el grupo etario más representativo de la comuna es la población entre 15 a 64 años, y lo sigue la población inferior a 15 años, y la población de 65 o más es el grupo con menor presencia en la comuna. Dentro de la estadística de población de la comuna, el porcentaje de población indígena es del 13%, correspondiendo a 1545 personas que se consideran indígenas. Dentro de la población que se considera indígena, el grupo correspondiente al Pueblo Diaguita es el que presenta mayor presencia debido a que la comuna de Huasco formo parte del territorio diaguita antes de la colonización española. En la Figura 87**,** se muestra la cantidad de población considerada indígena en la comuna.

Figura 87: Población Indígena en la Comuna de Huasco



Fuente: Elaboración Propia en base a datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas, 2019.

En las cercanías del humedal, de acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Estadísticas, se encuentra el sector de La Chincada, el cual es colindante al rio y al humedal. Este sector presenta

[11] Instituto Nacional de Estadísticas, https://resultados.censo2017.cl/

una población de 60 personas, con 28 casas registradas según los datos del Instituto Nacional de Estadísticas.

9.2 VALOR TURÍSTICO

La comuna de Huasco presenta una gran variedad de atractivos turísticos, entre playas, monumentos arquitectónicos y parajes naturales, destacándose también los huertos de olivos, plantaciones de edad centenaria que encierran historia, en sus cultivos y las formas de extracción de aceite, haciendo estas plantaciones interesante para el desarrollo del agroturismo, con la participación directa de los turistas en la extracción de aceite. Además, debe tomarse en consideración la presencia del humedal costero de Huasco, único en su tipo en la Región de Atacama y el P.N. Llanos de Challe. A lo anterior se debe sumar la definición por parte de SERCOTEC de una de las tres rutas a desarrollar en la Región de Atacama en los próximos años, denominada Ruta Valle del Huasco, la cual debe incorporar circuitos que incorporen estos atractivos 97 comunales. La Ruta del Valle del Huasco atraviesa las comunas de: Alto del Carmen, Vallenar, Freirina y Huasco.[12]

Tabla 30: Listado de Atractivos turísticos de la comuna de Huasco.

ID	Nombre	Urbano/Rural	Localidad
1	Playa Blanca de Huasco	R	Huasco
2	Balneario de Tres Playitas	R	Tres Playitas
3	Playa Los Pozos	R	Carrizal Bajo
4	Playa Las Hualtatas	R	Carrizal Bajo
5	Punta Lobos	R	
6	Quebrada Aguada de Tongoy	R	Huasco
7	Playa Brava de Huasco	R	Huasco
8	Playa Agua Luna	R	Baratillo
9	Playa Baratillo	R	Baratillo
10	Playa Los Toyos	R	Los Toyos
11	Parque Nacional Llanos de Challe	R	Parque Llanos de Challe
12	Desierto Florido en Parque Nacional Llanos de Challe	R	Parque Llanos de Challe
13	Raid Costero	R	Huasco
14	Caleta Angosta	R	
15	Caleta Las Pozas	R	
16	Caleta Los Bronces	R	
17	Cerro Centinela de Huasco	R	Huasco
18	Playa Caleta Angosta	R	
19	Dunas de Huasco Bajo	R	Huasco Bajo
20	Cerro Negro	R	Carrizal Bajo
21	Petroglifo Hacienda Nicolasa	R	

[12] Plan de Desarrollo Comunal Huasco 2011-2015, http://www.imhuasco.cl/transparencia2014/municipalidad/secpla/PLADECO%20HUASCO%202011%20-%202015.pdf

22	Rodeo de Burros De Aguada De Tongoy	R	Aguada de Tongoy
23	Ruinas de Carrizal Bajo	R	Carrizal Bajo
24	Poblado de Carrizal Bajo	R	Carrizal Bajo
25	Playa Blanca de Carrizal Bajo	R	Carrizal Bajo
26	Iglesia de Carrizal Bajo	R	Carrizal Bajo
27	Ciudad de Huasco	R	Huasco
28	Caleta Herradura de Chañaral	R	Carrizal Bajo
29	Humedal de Carrizal Bajo	R	Carrizal Bajo
30	Salamancas de Huasco Bajo	R	Huasco Bajo
31	Playa Chica de Huasco	U	Huasco
32	Playa Grande de Huasco	U	Huasco
33	Costanera de Huasco	U	Huasco
34	Ex Estación de Ferrocarriles de Huasco (Biblioteca Pública)	U	Huasco
35	Iglesia San Pedro de Huasco	U	Huasco
36	Muelle de Huasco	U	Huasco
37	Terminal Pesquero	U	Huasco
38	Fiesta Religiosa San Pedro de Huasco	U	Huasco
39	Islote Los Puentes	U	Huasco
40	Ex Gran Hotel de Huasco (Carabineros)	U	Huasco
41	Muelle Mecanizado Las Lozas	U	Huasco
42	Planta de Pellets	U	Huasco
43	Central Termoeléctrica Guacolda	U	Huasco
44	Faro Monumental de Huasco	U	Huasco
45	Iglesia de Huasco Bajo	U	Huasco Bajo
46	Poblado de Huasco Bajo	U	Huasco Bajo
47	Escultura Viento Norte	U	Huasco
48	Humedal de Huasco Bajo	U	Huasco Bajo
49	Petroglifo Las Lozas de Huasco	U	Huasco
50	Sitio Arqueológico Los Infieles	U	Huasco Bajo
51	Puerto Guacolda I Y II	U	Huasco

Fuente: Elaboración propia en base a Plan de Desarrollo Comunal de Huasco 2011-2015, 2019.

9.3 Estudios Científicos en el Humedal Costero Estuario del rio Huasco

Así como lo establece la declaración de Santuario de la Naturaleza en la ley 17.288 sobre Monumentos Naturales, estos deben de presentar una importancia para el Estado por sus estudios e investigaciones científicas. Es a partir de esto, que los estudios realizados en el Humedal Costero Estuario del Rio Huasco, se pueden categorizar en: Estudios elaborados por Consultoras, Publicaciones Científicas, y Memorias de Títulos o Tesis. En la **TABLA 31,** se muestran un listado de los distintos documentos que estudian los componentes del humedal.

Tabla 31: Listado de Estudios, Publicaciones Científicas, Informes Científicos Técnicos, Estudios de Impacto Ambiental y Declaraciones de Impacto Ambiental realizados en el Humedal Costero Estuario del Rio Huasco o sus cercanías.

ID	Nombre	Año	Autor	Tipo
1	Accounting for environmental flow requirements in global water assessments	2014	Pastor A.V, F. Ludwig, H. Biemans, H. Hoff, & P. Kabat.	Publicación Científica
2	Ampliación y Habilitación Terminal Marítimo Las Losas.	1999	TESAM	EIA
3	Ampliación y Mejoras Operacionales en Planta de Pellets.	2009	Gestión Ambiental Consultores	EIA
4	Análisis de impacto económico y social de anteproyecto de normas secundarias de calidad - Cuenca río Huasco	2009	DSS AMBIENTE	Informe Científico Técnico
5	Análisis integrado de gestión en cuenca del río Huasco, Región de Atacama.	2013	KNIGHT PIESOLD S.A.	Informe Científico Técnico
6	Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile.	2009	Ávalos, P., H. Fernández, R. Retamal, C. Herrera, M. Bembow, R. Troncoso, R. Custodio.	Informe Científico Técnico
7	Biodiversidad y estructura comunitaria de ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile.	2013	Palma A., J. González-Barrientos, C. A. Reyes & R. Ramos-Jiliberto.	Publicación Científica
8	Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, en el sitio prioritario de conservación de biodiversidad estuario del río Huasco.	2006	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores	Informe Científico Técnico
9	Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad de la región de Atacama.	2008	GEONOVA	Informe Científico Técnico
10	Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)	2008		Publicación Científica
11	Central Guacolda Unidad Nº 3.	2005	Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A	EIA
12	Central Hidroeléctrica Río Huasco / Modificación del Proyecto Central Hidroeléctrica Río Huasco Mediante Instalación de Subestación Eléctrica Río Huasco	2009/2012		DIA
13	Central Hidroeléctrica Río Huasco.	2010	Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A	DIA
14	Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero.	1995	Dames & Moore	EIA
15	Central Termoeléctrica Maitencillo	2008	Empresa Eléctrica Vallenar	DIA
16	Central Termoeléctrica Punta Alcalde	2012	GAC	EIA

17	Cierre y Sellado Vertedero Comuna de Huasco.	2012	Ilustre Municipalidad de Huasco	DIA
18	Conflictos por el agua en Chile: el gran capital contra las comunidades locales. Análisis comparativo de las cuencas de los ríos Huasco (desierto de Atacama) y Baker (Patagonia austral).	2009	Torres R. & A. García	Publicación Científica
19	Construcción Camino Costero Sector Quebrada Tongoy – Huasco, Dm 0,000 km a DM 19,860	2010	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores	DIA
20	Consultoría para la recopilación de información sobre la biodiversidad y la situación socio-económica en el apoyo de la elaboración del anteproyecto de la norma secundaria de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Huasco	2007	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores	Informe Científico Técnico
21	Cost of environmental flow during water scarcity in the arid Huasco River basin, northern Chile	2014	Wagnitz P., J. Núñez & L. Ribbe	Publicación Científica
22	Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivo de calidad. Cuenca del río Huasco.	2004	CADE-IDEPE	Informe Científico Técnico
23	Dinámica espacio temporal del ensamble aviar del humedal de la desembocadura del río Huasco III región (28° 27’s – 71°12’o) durante el periodo 2004 - 2005	2006	Olivares, F	Publicación Científica
24	Elaboración de Cartografía digital para el Humedal Costero Estuario del Río Huasco	2009	5 Ingeniería Consultores	Informe Científico Técnico
25	Estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de atacama 2010 -2017	2005		Informe técnico
26	Estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de Atacama 2010-2017	2009		Informe técnico
27	Estudio ingeniería red de alcantarillado y disposición final de aguas servidas Huasco bajo comuna de Huasco.	1998	Ilustre Municipalidad de Huasco	DIA
28	Evaluación preliminar de caudales ecológicos en la cuenca del río Huasco (Chile) mediante la simulación del hábitat físico del pejerrey *Basilichthys microlepidotus* y el camarón de río *Cryphiops caementarius*.	2012	UICN	Informe Científico Técnico
29	Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento.	1998	TESAM	EIA
30	Flora amenazada de la Región de Atacama y estrategias para su conservación	2008		Publicación Científica
31	Flora nativa de valor ornamental. Identificación y propagación, Chile, zona norte.	2016		Publicación Científica

32	Gestión con propietarios ribereños del Sitio Prioritario, Humedal Estuario del río Huasco, para la actualización y presentación del expediente de postulación como Santuario de la Naturaleza.	2010	Tierra del Sol Investigación y Desarrollo	Informe Científico Técnico
33	Glacier contribution to streamflow in two headwaters of the Huasco River, Dry Andes of Chile Glacier contribution to streamflow in two headwaters of the Huasco River, Dry Andes of Chile.	2011	S. Gascoin, C. Kinnard, R. Ponce, S. Lhermitte, S. MacDonell and A.Rabatel	Publicación Científica
34	Grain size-dependent 10Be concentrations in alluvial stream sediment of the Huasco Valley, a semi-arid Andes región	2013	Aguilar C., S. Carretiar, V. Regard, R. Vassallo, R. Riquelme & J. Martinod	Publicación Científica
35	Hacia una fitogeografía histórica del Desierto de Atacama	2011		Publicación Científica
36	La vegetación natural de Chile; clasificación y distribución geográfica	1994	Gajardo, R.	Publicación Científica
37	Levantamiento y análisis de información sobre uso y propiedad de los terrenos insertos en el sitio prioritario estuario del río Huasco – Laguna Carrizal bajo, como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes de creación de áreas protegidas en la comuna de Huasco, región de Atacama.	2007	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores	Informe Científico Técnico
38	Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama	2008	Francisco A. Squeo, Gina Arancio & Julio R. Gutiérrez	Publicación Científica
39	Mamíferos terrestres de la Región de Atacama, Chile. Comentarios sobre su distribución y estado de conservación	2012	Pablo Valladares Faúndez	Publicación Científica
40	Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Freirina.	2002	S/I	DIA
41	Mejoramiento planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina-aguas Chañar S.S.	2011	Aguas-Chañar	DIA
42	Modelo para la gestión hídrica de la cuenca de Huasco: evaluación de caudal ambiental y valoración de servicios hidrológicos.	2012	CAZALAC	Informe Científico Técnico
43	Modificación del proyecto Central Hidroeléctrica Río Huasco Mediante Instalación de Subestación Eléctrica Río Huasco	2012	S/I	DIA
44	Modificación Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco.	2006	S/I	DIA
45	Plan de Manejo Participativo del Sitio Prioritario Estuario del río Huasco, Utilizando la Metodología propuesta por The Nature Conservancy, Planificación para la Conservación de Áreas (PCA).	2007	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores	Informe Científico Técnico
46	Plant communities of the fog-free coastal desert of Chile: plant strategies in a fluctuating environment	1993	Armesto, J. , P. Vidiella & J. Gutierrez.	Publicación Científica

47	Planta de Equipos Generadores de Vallenar.	2008	POCH AMBIENTAL S.A	DIA
48	Priorización de servicios ecosistémicos en el marco de las NSCA para la protección de las aguas del río Huasco. Informe de avance n°4 sistematización resultados talleres cartografía participativa.	2016	Corporación Chile Ambiente	Informe Científico Técnico
49	Proyecto central termoeléctrica punta alcalde	2013		EIA
50	Proyecto Cerro Blanco	2013	SGA	EIA
51	Ruta Costera, Sector Puerto Viejo- Carrizal Bajo, Región de Atacama.	2003		DIA
52	Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile	2006	Luebert y Pliscoff	Publicación Científica
53	Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza “Humedal Estuario del Río Huasco”	2005	CONAMA	Informe Científico Técnico
54	Una Nueva Especie Leñosa de”Cryptantha”(Boraginaceae) para la Flora de Chile	2009		Publicación Científica
55	Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A.	2009	Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A	EIA
56	EL BASAMENTP DE LA COSTA DEL NORTE CHICO, CHILE, 20 AÑOS DESPUÉS	2003	GODOY,E./WELKNER,D.	Publicación Científica
57	ANEXO Nº3 INFORME MEDIO BIÓTICO	2003	Victor Chamorro Agurto	Informe Científico Técnico
58	DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PLAN REGULADOR COMUNAL HUASCO, REGIÓN DE ATACAMA	2004	MARCELO MOLINA/GINA GHIO/JAIRO CASTILLO/ALEJANDRA BARBAGLIA/JORGE GREENE/NURILUZ HERMOSILLA/SOFIA REBOLLEDO	DIA
59	ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LAS CUENCAS DE HUASCO Y MATAQUITO INFORME FINAL	2006	GCF	Informe Científico Técnico
60	EVALUACION DE LA EXPLOTACION MAXIMA SUSTENTABLE DEL ACUIFERO DE HUASCO “Modelación Hidrogeológica del Valle del Río Huasco”	2007	DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION DE RECURSOS HIDRICOS	Informe Científico Técnico
61	DETERMINACIÓN DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN CUENCAS CON FAUNA ÍCTICA NATIVA Y EN ESTADO DE CONSERVACIÓNÓN DE BIODIVERSIDAD ESTUARIO DEL RÍO HUASCO	2008	CENTRO DE ECOLOGIA APLICADA LTDA.	Informe Científico Técnico
62	Evaluación hidrogeológica de la Cuenca del Río Huasco, con énfasis en la cuantificación y dinámica de los recursos hídricos superficiales y subterráneos	2010	Christian Herrera/ Claudio Moya/ Constanza Rojas/ Maria Soledad Bembow	Informe Científico Técnico

63	CARACTERIZACION FISICO – QUIMICA DEL RIO HUASCO AREAS DE VIGILANCIA ANTEPROYECTO NORMA AGUA SUPERFICIAL CUENCA RIO HUASCO	2010	IDITEC	Informe Científico Técnico
64	REEVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS EN LOS SECTORES ACUIFEROS DEL VALLE DEL RÍO HUASCO, EN LA REGIÓN DE ATACAMA	2011	DGA	Informe Científico Técnico
65	COST-BENEFIT ANALYSIS REGARDING ENVIRONNMENTAL FLOW IMPLEMENTATION IN THE SEMI-ARID HUASCO WATERSHED NORTHERN CHILE	2014	Philipp Wagnitz	Publicación Científica
66	INDICE DE FUNCIONALIDAD FLUVIAL RÍO HUASCO, REGIÓN DE ATACAMA	2012	Álvaro Parra Valdivia	Informe Científico Técnico
67	CONSERVACIÓN Y VALORACIÓN DE NUESTRO FUTURO SANTUARIO DE LA NATURALEZA, HUMEDAL COSTERO, DESEMBOCADURA DEL RÍO HUASCO	2012	Club de forjadores Ambientales Liceo Japón de Huasco	Publicación Científica
68	DIAGNOSTICO ESTADO Y TENDENCIAS DE LA BIODIVERSIDAD: REGIÓN DE ATACAMA	2015	Patricio Rodrigo Salinas	Informe Científico Técnico
69	VIII ENCUENTRO NACIONAL DE ESTUDIANTES DE GEOLOGÍA	2017		Publicación Científica
70	PLAN REGIONAL DE GOBIERNO 2018-2022 REGIÓN DE ATACAMA	2018	GOBIERNO DE CHILE	-
71	PLADECO HUASCO 2019-2022	2019	Ilustre Municipalidad de Huasco	-
72	PROGRAMA PARA LA RECUPERACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DE HUASCO	2017	MMA	-
73	CHILE, PAÍS DE HUMEDALES	2018	WCSChile	Publicación Científica
74	Análisis Integral de calidad de agua para el aseguramiento de la competitividad del sector social y productivo y la sustentabilidad de ecosistemas acuáticos, en el marco de elaboración de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental de las aguas superficiales de la cuenca del río Huasco	2019	INIA-Universidad de Chile	Informe Científico Técnico
75	Caracterización de polvo negro en la comuna de Huasco, III Región	2018	Ortiz, T.	Publicación Científica
76	CARACTERIZACIÓN DEL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RÍO HUASCO PARA SU POSTULACIÓN COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA	2017	CENTRO DE ECOLOGIA APLICADA LTDA.	Informe Científico Técnico
77	ANALISIS ESTUDIO DE RIESGO POR TSUNAMI, REGIÓN DE ATACAMA	2018	DESE	Informe Científico Técnico
78	DINAMICA ESPACIO TEMPORAL DEL ENSAMBLE AVIAL DEL HUMEDAL DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO HUASCO III	2005	Flavio Olivares Zuleta	Tesis de grado

	Región (28° 27'S – 71°12'O) DURANTE EL PERIODO 2004 - 2005			

Fuente: Elaboración Propia, 2019

10. Estado Actual de la Conservación de los Objetos y/o del Sitio Propuesto

El registro de especies amenzadas no se cuenta con un registro actualizado sobre la abundancia a través de un periodo de tiempo para identificar si ha existido algún cambio en la presencia de las especies con algun problema de conservación.

Por esto, es necesario que en el plan de manejo a elaborarse se incorpore la necesidad de contar con información actual de las especies con problemas de conservación para un evaluación detallada y completa sobre el Estado actual de conservación de los objetos de conservación.

10.1 Presiones y/o Amenazas sobre el Sitio Propuesto o los objetos de conservación

Los objetos de conservación pueden sufrir alteraciones de origen natural y antrópico. Las primeras forman parte del equilibrio natural; los sistemas, por lo general, aunque no siempre, se recuperan restableciéndose el equilibrio original y dando origen a un nuevo equilibrio. Las alteraciones de origen natural pueden ser causadas por: deslizamientos de tierra, incendios por rayos, fenómenos atmosféricos recurrentes, sunamis, terremotos, etc.

Las alteraciones de origen antrópico son más peligrosas, sobre todo si se prolongan por mucho tiempo. Cuando se producen en grandes extensiones geográficas pueden llegar a ser irreversibles y conllevar la extinción de especies. Pueden ser causadas por hechos como el aumento continuo de la población, su concentración progresiva en grandes centros urbanos, microbasurales, introducción de especies exóticas invasoras, el desarrollo industrial o el avance de la frontera agropecuaria en detrimento de los sistemas naturales. Las presiones antrópicas amenazan la estructura y funcionamiento de los objetos de conservación.

Las amenazas directas identificadas para las características ecológicas del humedal de Huasco y su jerarquización se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 32. Jerarquización de las amenazas directas identificadas para el Humedal de Huasco, Región de Atacama, Chile.

Amenaza	Jerarquía			
	Urgencia	**Intensidad**	**Oportunidad**	**Total**
Cambios en régimen hídrico	Alta	Alta	Media/ Alta	8.5
Presencia de perros	Media/Alta	Media	Media/ Alta	7
Contaminación	Media	Media	Baja	5
Microbasurales	Media	Media	Alta	7
Cambio del uso de la tierra	Media	Baja	Baja	4

Además, se identifican al menos dos amenazas indirectas, esto es, elementos de carácter más amplio que, dando pie a que surjan amenazas directas, afectarían el cumplimiento del Plan de Manejo. Estas amenazas indirectas están relacionadas con:

- La falta de valoración del humedal,
- Falta de un modelo de Gobernanza integrado para el sitio.
- Falta de enfoque de paisaje en el humedal, no existe ordenamiento del territorio.

Cabe señalar que las amenazas directas definidas como cambio del régimen hídrico, presencia de perros y microbasurales, son amenazas que tienen posibilidad de ser revertidas con oportunidad de mejoras.

La primera referida al cambio del régimen hídrico, si bien tiene implícito los efectos del cambio climático, también puede ser manejado en el ordenamiento de las actividades de extracción de agua, aguas arriba del humedal y aguas abajo del embalse existente en la zona.

Dada la importancia del régimen hidrológico sobre el humedal es pertinente indicar que se deben comprender las causas que están detrás de los cambios hidrológicos que ha experimentado el humedal, sus consecuencias en el mediano plazo, y las medidas que pueden tomarse para revertir esta situación es, por lo tanto, una prioridad para este Plan de Manejo. Es importante determinar las demandas futuras por agua potable y también para riego, lo cual podría tener efectos en el balance hídrico del humedal, esto sumado a los pronosticos de aumento de sequías podría generar cambios en el estado ecológico del sistema.

Tal comprensión debe tomar en cuenta al menos dos aspectos: por un lado las actividades antrópicas que se realizan en la cuenca del río Huasco, las cuales tienen potencial influencia sobre la calidad y cantidad del caudal de agua, así como la variabilidad climática, tanto aquella relacionada con fenómenos con gran influencia en la zona (como es el caso de Niño), como con aquellos más recientes e inciertos, como es el caso del cambio climático global.

En cuanto a las actividades antrópicas en la cuenca Huasco, se deben tener claros antecedentes y cuantificados acerca de la diversidad y magnitud de actividades antrópicas que se desarrollan en la cuenca,

aguas arriba del humedal, y como éstas podrían afectar tanto la magnitud del caudal superficial como su calidad. Se sabe que en esta cuenca se realizan actividades de agricultura, captación de agua potable y extracción de áridos.

Respecto a la presencia de perros vagos y microbasurales, la primera amenaza es fundamental para el desarrollo de las actividades reproductivas de las especies de fauna nativa, la ausencia de una regulación que permita el control de los perros en las áreas protegidas, y de una que apunte a la tenencia responsable de mascotas en las zonas pobladas, así como el desconocimiento sobre los efectos de los perros sobre el sistema y la fauna silvestre, son las amenazas directa. En tanto, la segunda amenaza (microbasurales) es un elemento que genera problemas en cuanto ser foco atracción de perros vagos y especies de roedores exóticos. Ambas amenazas fueron definidas con una oportunidad de reducción alta, ya que esto depende las medidas adoptadas en el plan de manejo referente al control de ingresos al área.

La contaminación y el cambio de uso de tierra, son actividades que tiene una baja probabilidad de ser reducidas, ya que las decisiones de modificar estas amenazas estarían relacionadas con procesos y decisiones en otro ámbito que no estarían relacionadas con la ejecución específica del plan de manejo. No obstante es relevante estudiar los efectos del polvo negro sobre la biodiversidad del Humedal.

Por último, la definición de amenazas indirectas detectadas, como la baja valoración del humedal y la falta de gobernanza, deben ser amenazas que deben ser abordadas de manera explícita en el plan de manejo, la primera con medidas orientadas a la educación ambiental y la segunda con un estatuto claro de la administración del área silvestre protegida.

10.2 Uso Actual del Suelo

A continuación, se detalla el uso actual del humedal y se jerarquiza según su intensidad de uso actual y la proyección futura bajo la mantención de condiciones actuales, se indica + para aquellas actividades que deberían aumentar, 0 para aquellas que se mantienen y – para aquellas que disminuirán:

Tabla 33. Proyección de amenazas

Ubicación	Usos territoriales / Actividades	Probable proyección futura
1	Agricultura (actividad productiva)	0
2	Urbano (actividad uso habitacional)	+
3	Cuerpo de agua (actividades recreacionales)	-
4	Microbasurales	+
5	Observación de aves	0
6	Senderismo	0
7	Pesca deportiva	-

8	Ganadería	+
9	Educación	+

A continuación se detalla cuadro explicativo de las proyecciones definidas cualitativamente bajo las condiciones actuales en el humedal.

Tabla 34. proyecciones definidas cualitativamente bajo las condiciones actuales en el humedal.

Ubicación	Usos territoriales / Actividades	Probable proyección futura
1	Agricultura	Dado el uso territorial histórico, la disminución de recurso hídrico y los costos de la tecnificación, no se prevé aumento de la producción agrícola dentro del área establecida como humedal. Además existen evidencias de áreas agrícolas abandonadas.
2	Urbano	Según lo indicado en talleres, existirían proyectos inmobiliarios en áreas aledañas al humedal.
3	Cuerpo de agua	Bajo escenario de cambio climático y el aumento del uso del recurso hídrico se estima una disminución del cuerpo de agua.
4	Microbasurales	En el caso de no existir regulación de ingreso el humedal puede aumentar el área usada como microbasurales.
5 **6** **7**	Observación de aves Senderismo Pesca deportiva	De no existir un plan de manejo y protección del área no debiese existir de manera espontánea un aumento de las personas atraídas por actividades turísticas en el humedal.
8	Ganadería	Bajo la condición de desregulación del territorio podría aumentar las cabezas de ganado en el área.
9	Educación	Las áreas silvestres protegidas y no protegidas son un polo de desarrollo educacional, por lo tanto este humedal debería tener un aumento del uso para educación, tanto para reforzar aprendizaje positivo (ej. Conservación) como negativo (ej. Contaminación)

El uso actual del suelo correspondiente al Humedal Costero Estuario del Rio Huasco se estableció a partir del levantamiento de información en terreno el día 26 de marzo del 2019 (Anexo VI), de manera que los resultados obtenidos a partir de este terreno son los siguientes:

- Estacionamiento formal al costado de la playa.
- Mirador con vista hacia el humedal.

- Crecimiento inmobiliario adyacente al humedal.
- Canchas de futbol adyacentes al humedal.
- Campo dunario establecido.
- Zona de duchas y baños para los visitantes estivales de la playa.
- Vegetación ribereña en estado normal.
- Caminos para la realización de actividades asociadas al motocross y ciclismo.
- Plantaciones de olivos hacia el inicio del humedal por la ribera norte del rio Huasco.

A continuación, se muestran algunas imágenes tomadas en terreno con los usos de suelo actuales.



Figura 88: Estacionamiento aledaño a la playa. Fuente: Material propio obtenido ne terreno, 2019**.**



Figura 89: Mirador hacia el humedal. Fuente: Material propio obtenido ne terreno, 2019.



Figura 90: Crecimiento inmobiliario cercano al humedal. Fuente: Material propio obtenido ne terreno, 2019.



Figura 91: Plantaciones de olivos. Fuente: Material propio obtenido ne terreno, 2019**.**



Figura 92: Duchas y baños en la playa. Fuente: Material propio obtenido ne terreno, 2019**.**



Figura 93: Campo dunario aledaño al humedal. Fuente: Material propio obtenido en terreno, 2019.

10.3 Análisis Instrumentos de Planificación vigentes para el Sitio Propuesto

10.3.1 Plan Regulador Intercomunal Costero

El Plan Regulador Intercomunal de las Comunas Costeras de Atacama (PRICOST) se encuentra vigente desde el año 2001, y actualmente se encuentra en modificación. Para la zona correspondiente al humedal, en específico para la zona núcleo propuesta, el PRICOST establece como una zona ZPI-3, lo que significa que es una zona de protección ambiental, específica para los ríos Copiapó y Huasco, y ordena que no se permiten edificaciones salvo obras de protección y defensa de las riberas, los cauces, recuperación de terrenos inundables y/o pantanosos, extracción de áridos, y boca tomas de canales de regadío.

En tanto, para la zona correspondiente a la zona de amortiguación, el PRICOST establece las siguientes zonificaciones:

- ZUI-1, la cual está referida a las áreas urbanas de las comunas costeras de la Región de Atacama, y que establece, de acuerdo al Artículo 29° de la Ordenanza del PRICOST, que aquellas comunas que no tenga un Plan Regulador Comunal vigente deberán regirse por las siguientes disposiciones:
  - Uso de suelo: Vivienda: incluye hospedaje.
    Equipamiento de: Educación, Salud, Comercio minorista, Cultura, Esparcimiento y turismo, Deportes, Servicios públicos, Servicios profesionales, Áreas verdes, Seguridad, Servicios artesanales, Culto, Organización comunitaria.
    Actividades productivas: industriales y similares, inofensivas.
  - Intensidad de ocupación del territorio: Coeficiente máximo de constructibilidad igual a 2 Los proyectos deberán considerar la mitigación de efectos molestos en su entorno, generados por la cantidad de estacionamientos y tipo de vehículos, horario de funcionamiento, emisión de ruidos, entre otros, de conformidad a las normas y exigencias señaladas por los organismos pertinentes y el municipio respectivo.

Tabla 35: Localidades con zonificación ZUI-1

Localidad	Comuna
Chañaral	Chañaral
Portofino	Chañaral
El Salado	Chañaral
Flamenco	Chañaral
Caldera	Caldera
Copiapó	Copiapó
Carrizal Bajo	Huasco
Huasco	Huasco
Freirina	Freirina

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- ZUI-7, la cual corresponde a los terrenos de interés silvoagropecuario clasificados como I, II y III de riego. Las condiciones de subdivisión y edificación en que se admitirá la construcción de las instalaciones mínimas e indispensables de apoyo al uso del recurso, considerando una baja intensidad de ocupación del suelo, serán las definidas en el Plan Regulador Comunal. Forman parte de la Zona ZPI 4, los terrenos cultivables del valle del río Huasco.

10.3.2 Plan de Desarrollo Comunal de Huasco 2019-2022

EL Plan de Desarrollo Comunal de Huasco 2019-2022, señala en el punto 5.1.5 Paisaje y Biodiversidad que “se precisa el caso de la comuna de Huasco, señalando que a su haber existen sitios prioritarios para su conservación, por ser parte del patrimonio natural de la comuna y un territorio rico en paisaje y biodiversidad que corre riesgos de sobreexplotación si no se le da el debido cuidado. Huasco, actualmente cuenta con un paisaje rico en flora y fauna que a nivel regional es catalogada como única y singular: los humedales del **río Huasco** y de la laguna Carrizal Bajo; el

Parque Nacional Llanos de Challe; las áreas que abarca el fenómeno del desierto florido, por nombrar algunos."

Además, de acuerdo a la participación ciudadana del PLADECO, que la población quiere proteger el humedal costero del Rio Huasco, estableciendo al humedal como un Santuario de la Naturaleza. De esta manera es que dentro de los lineamientos estratégicos de la comuna de Huasco, esta "Priorizar el rescate y conservación de los **humedales de Huasco** y Carrizal Bajo; y el territorio que cubre el fenómeno del desierto florido."

6.- Recuperación del patrimonio material e inmaterial.	6.1 Impulsar la preservación y la puesta en valor del patrimonio material e inmaterial, cultural y natural de la comuna.
	6.2 Fomentar la cultura y tradiciones locales.
	6.3 Poner en valor la preservación y el entorno del Parque Nacional Llanos de Challe.
	6.4 Priorizar el rescate y conservación de los humedales de Huasco y Carrizal Bajo; y el territorio que cubre el fenómeno del desierto florido.

10.3.3 Otras figuras de protección presentes en el Sitio Propuesto

El Humedal Costero Estuario del Rio Huasco, no cuenta con figura de protección oficial, pero sin embargo se encuentra categorizada como sitio prioritario según la estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de Atacama 2010- 2017. Los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad constituyen áreas del territorio nacional que representan características ecológicas relevantes y que, por lo mismo, se ha considerado pertinente que se otorguen protección a través de los instrumentos que contempla el ordenamiento jurídico[13].

El sitio prioritario Humedales Costeros de Huasco considera los humedales del estuario del Rio Huasco y la Laguna de Carrizal Bajo, abarcando una superficie de 9761,00 ha. Tiene su origen en la Estrategia Regional de Biodiversidad del 2002 y se contempla que, para complementar la información regional, a los sitios prioritarios se adicionen nuevos sitios de interés para la biodiversidad como son el Humedal Costero de Carrizal Bajo, como Santuario de la Naturaleza con el fin de general una figura de protección oficial del área.

[13] CONAMA Estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad en la Región de Atacama 2010-2017

11. GESTIÓN DEL SITIO PROPUESTO

11.1 PROPIETARIO/OS DEL SITIO

De acuerdo el informe "Caracterización del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza" elaborado por el Centro de Estudios en el año 2017, para el sitio propuesto existen 68 propietarios, pero de acuerdo a los criterios aplicados para la propuesta de Santuario de la Naturaleza, la cantidad de propietarios disminuyo a solamente 10 **(TABLA 36),** lo cual no implica que no existan nuevos propietarios, por lo que se hace presente la actualización de la información de los propietarios en el área propuesta.

Tabla 36: Listado de propietarios al año 2017.

ID	PROPIETARIOS
1	B.N.U.P. MINISTERIO DE BIENES NACIONALES
2	B.N.U.P. - SUBSECRETARÍA DE LAS FUERZAS ARMADAS - AUTORIDAD MARÍTIMA
3	ELBA CALLEJAS MOLINA
4	GONZALO PÉREZ
5	ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO
6	ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO
7	JEANICE GILBERT CONCHA Y MAR6A CAROLINA YANQUEZ MERY
8	LAURA ROSAS ENRIQUE Y LEONEL ARTURO POBLETE CODUTTI
9	RENE DEL CARMEN ROJO ROJO
10	VIRGINIA OTTO DE VICH V

Fuente: Extraído de "Caracterización del Humedal Costero Estuario del Rio Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza" elaborado por el Centro de Ecología Aplicada, 2017.



Figura 94: Mapa Propietarios Humedal Costero Rio Huasco. Fuente: Elaboración Propia, 2019.

11.2 Actores, Organizaciones, Instituciones responsables de la Gestión

La Gobernanza del Santuario de la Naturaleza "Humedal Costero Estuario del Rio Huasco", quedará asociado a la administración y manejo la Ilustre Municipalidad de Huasco y propietarios, y bajo la custodia del Ministerio del Medio Ambiente.

La Ilustre Municipalidad de Huasco será la responsable de velar, resguardar y promover el cuidado del humedal, además de ser quien establezca la coordinación con los distintos propietarios del humedal costero.

Por otra parte, se establecerá un comité de trabajo con los distintos actores y organismos que tendrá como tarea el aportar en medidas de conservación, desarrollar acciones gestión y colaboración, además de apoyar la elaboración del Plan de Manejo del Santuario.

Estará conformado, a modo de propuesta inicial, por los siguientes actores:

- Ilustre Municipalidad de Huasco
- Juntas de Vecinos de Huasco y Huasco Bajo
- Representante de ambientalistas locales
- Servicios Públicos (CONAF, MMA, SAG. DGA. MOP. Turismo. GORE Atacama)
- Otros actores locales y privados con interés de aportar
- Centros Educacionales
- Organizaciones Sociales, comunitarias y afines

12. Plan de Manejo, con sus respectivos objetivos, lineamientos y metodologías

El plan de manejo preliminar para el Santuario de la Naturaleza Humedal Costero Estuario del Rio Huasco, debe de contemplar la conservación y preservación del ecosistema completo del humedal costero, además de enfatizar en la educación ambiental del humedal tanto a los habitantes locales como a la población que visita al humedal. A su vez, debe contemplar un programa de puesta en valor del humedal para su uso turístico, un programa de monitoreo y registro de los distintos componentes del humedal, y el resguardo de los valores socioculturales del humedal.

12.1. Objetivo General del Plan de Manejo Preliminar

Conservación y resguardo del ecosistema del humedal costero Huasco, a través del resguardo de la flora, fauna, el rio, las dunas que componen al humedal, como también de los valores socioculturales y servicios ecosistémicos prestados por el Humedal.

12.2. Objetivos Específicos del Plan de Manejo Preliminar

- Conservar la calidad del ambiente acuático que sirve como refugio permanente o transitorio de la avifauna.
- Conservar la variedad y cantidad de la fauna silvestre que utiliza el área propuesta como santuario de la naturaleza, como lugar de residencia o descanso durante sus migraciones.
- Conservar la variedad de flora silvestre que se encuentra en el sitio propuesto.

- Implementar un programa de difusión y educación ambiental destinado a crear conciencia sobre la importancia de los humedales costeros en zonas áridas.
- Disminuir la presión por turismo mal planificado y brindar opciones de desarrollo turístico en la zona.
- Disminuir la caza furtiva.

12.3 METAS DEL PLAN DE MANEJO PRELIMINAR

La **meta global** del plan de manejo propuesto para el sector del Humedal Costero Estuarino del río Huasco, es:

> "La mantención de las características ecológicas del humedal de Huasco, inspirando el desarrollo sustentable, la investigación y la educación ambiental"

Las **metas específicas** de este plan de manejo son:

- Establecer un ordenamiento territorial y la gobernanza del área.
- Fomentar turismo y educación sustentable de la comuna de Huasco.
- Fomentar el conocimiento, la valorización y protección del área y su biodiversidad.
- Fomentar el uso responsable del área.

12.4 OBJETO DE CONSERVACIÓN DEL SANTUARIO:

Los objetos de conservación identificados para el Humedal de la desembocadura del río Huasco son los siguientes:

- **Calidad y cantidad del recurso hídrico como componente estructural del ecosistema acuatico**
- **Especies en categoría de conservación**
- **Especies con singularidades**
- **Especies con avistamiento recurrente**
- **Servicios ecosistémicos prestados por el humedal**
- **Formaciones vegetacionales presentes**

12.5 LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS DEL PLAN DE MANEJO PRELIMINAR

- Fomentar la educación ambiental en torno a los problemas de contaminación que afectan a los humedales.
- Generar una conciencia en cuanto a la importancia de los humedales en Huasco.
- Desarrollar una planificación turística del humedal costero de Huasco para su uso responsable.
- Garantizar el ordenamiento territorial y gobernanza local del humedal.

Para la realización de los objetivos propuestos en el plan de manejo preliminar, se realizarán una serie de acciones de acuerdo al objetivo específico propuesto. De tal modo, las acciones contempladas son las siguientes:

- Conservar la calidad del ambiente acuático que sirve como refugio permanente o transitorio de la avifauna.
    1. Actualización del registro y abundancia de avifauna, a partir de consultorías/estudios mediante la coordinación con el MMA y otros servicios.
    2. Coordinar acciones con la Ilustre Municipalidad de Huasco, para la gestión de los residuos dentro del área.
    3. Coordinar acciones con el MMA, incorporando un plan de seguimiento de las variables ambientales del humedal.
    4. Fiscalización y monitoreo del área protegida por parte de Organismos sectoriales e Ilustre Municipalidad de Huasco.
    5. Vigilancia del humedal en conjunto con la comunidad
    6. Coordinar con DGA monitoreos de calidad y nivel de las aguas de la laguna.
- Conservar la variedad y cantidad de la fauna silvestre que utiliza el área propuesta como santuario de la naturaleza, como lugar de residencia o descanso durante sus migraciones.
    1. Actualización del registro y abundancia de fauna, a partir de consultorías/estudios mediante la coordinación con el MMA y otros servicios.
    2. Coordinación con la Ilustre Municipalidad de Huasco para establecer lugares de restricción de uso.
    3. Coordinación con centros educacionales y organizaciones sociales para realización de talleres y charlas.
    4. Fiscalización y monitoreo del área protegida por parte de Organismos sectoriales e Ilustre Municipalidad de Huasco.
    5. Manejo de especies exóticas invasoras
- Conservar la variedad de flora silvestre que se encuentra en el sitio propuesto.
    1. Actualización del registro y abundancia de flora, a partir de consultorías/estudios mediante la coordinación con el MMA y otros servicios.
    2. Coordinación con la Ilustre Municipalidad de Huasco para declarar áreas de restricción de uso dentro del humedal costero.
    3. Monitoreo del estado de la flora silvestre por el departamento encargado de la Ilustre Municipalidad de Huasco y otros servicios.
- Implementar un programa de difusión y educación ambiental destinado a crear conciencia sobre la importancia de los humedales costeros en zonas áridas.
    1. Instalación de señalética
    2. Actividades en el humedal costero enfocadas a niños y jóvenes de Huasco.
    3. Integrar a las metas de SCAM de I. M. de Huasco.
- Definir los propietarios del humedal costero de Huasco.
    1. Actualización de los propietarios en el humedal costero de Huasco.
    2. Junta con los propietarios para obtener visiones sobre el posible resguardo del humedal costero.
- Disminuir la presión por turismo mal planificado y brindar opciones de desarrollo turístico en la zona.
    1. Coordinación con el departamento encargado de la Ilustre Municipalidad de Huasco, otros servicios, y organizaciones locales para la formulación de un plan de turismo aplicable al humedal costero.
    2. Coordinación con la Ilustre Municipalidad de Huasco y MMA para establecer áreas de uso del humedal costero.
    3. Planificar junto a propietarios colindantes del humedal sobre posibilidades de turismo en el humedal.
- Disminuir la caza furtiva.
    1. Coordinación con la ilustre Municipalidad de Huasco y SAG para monitoreo del humedal costero.
    2. Realizar charlas y talleres abiertos sobre la importancia del humedal costero.

- Actualización del estado de conservación de las especies con problemas de conservación presentes en el humedal
    1. Coordinación con la Ilustre Municipalidad de Huasco, SAG, CONAF y otros servicios para el monitoreo y seguimiento de las especies amenazadas del humedal.
    2. Monitoreo por especies por parte del departamento encargado y otros servicios.
- Actualización de la arqueología del humedal costero de Huasco, y difusión de esta.
    1. Coordinación con el MMA y otros servicios para mediación de consultorías/estudios sobre la arqueología del humedal costero.
- Estudiar efectos del polvo negro sobre la biodiversidad del Humedal

12.6 Medidas Plan de Manejo, para cumplir con requerimientos establecidos

Para el cumplimiento de los objetivos específicos planteados en el plan de manejo preliminar, las medidas propuestas es la instalación de infraestructura preliminar para realizar las actividades de monitoreo, vigilancia, y recorrido del humedal.

Tabla 37: Medidas de infraestructura propuesto

Infraestructura	Características	Objetivos
Miradores	Implementar miradores para el avistamiento de aves con información relevante sobre el área y los objetos de conservación	Apoyar el plan de manejo de amenazas, atraer visitantes y fomentar el turismo de intereses especiales facilitando el avistamiento de avifauna
Senderos	Construir senderos de interpretación ambiental bien delimitados para la circulación de los visitantes	Apoyar el plan de manejo de amenazas y el plan de extensión y educación ambiental
Contenedores de residuos	Contenedores de residuos con tapa en ciertos puntos del área para evitar ingreso de aves y derrames. Loza de Hormigón.	Aporte para el plan de manejo de amenazas, facilitando la cuantificación de residuos.
Señalética	Implementación de señalética relativa que permita apoyar las labores de fiscalización y de educación ambiental	El objetivo principal es informar a la comunidad y a los usuarios de las prácticas prohibidas y las permitidas dentro del área asociado a deportes 4x4 y la caza furtiva, además de señalética con información relevante sobre el Humedal y su biodiversidad
Instalaciones para Camping	De acuerdo a los resultados del plan de manejo de visitación se debería tomar en cuenta las características de estas instalaciones y la capacidad de carga de éste para las características del lugar	Fomentar el turismo en la localidad de Carrizal Bajo. Regularizar Camping.

Instalaciones Sanitarias	Instalaciones sanitarias en los senderos y camping para el uso de los visitantes del humedal.	Reducir los depósitos y residuos producidos por los visitantes.

12.7 PROGRAMA DE MONITOREO DE PLAN DE MANEJO

Para establecer el éxito de las medidas de gestión propuestas, debemos trabajar con indicadores, los que revelaran el estado de nuestro objeto de conservación. Para ello, deben existir un seguimiento que se detalla a continuación:

Tabla 38. Establecimiento de indicadores y monitoreo para los objetos de conservación del Santuario de la Naturaleza

Objeto de conservación	Objeto de conservación especifico	Indicador	monitoreo	Frecuencia
Bióticos				
Avifauna	*Coscoroba coscoroba* *Plegadis chihi* *Cygnus melancoryphus* *Spalacopus cyanus* *Spatula platalea* *Gallinago paraguaiae* *Liolaemus platei*	Disminución en la riqueza y/o abundancia	Estacional	2 a 4 veces al año en períodos contrastantes
Flora	*Adesmia littoralis* (LR) *Eulychnia acida var. procumbens* (RCE) *Salix humboldtiana* (LR) *Senecio almeidae* (LR)	Reducción de cobertura, disminución de la riqueza.	Estacional	COT 1 vez al año riqueza 1 a 2 veces al año en periodos contrastantes Incluyendo siempre primavera
Biota acuática	*Cryphiops caementarius* *Mugil cephalus*	Disminución en la riqueza y/o abundancia	Estacional	2 a 4 veces al año en períodos contrastantes
Abióticos				

Objeto de conservación	Objeto de conservación especifico	Indicador	monitoreo	Frecuencia
Agua	Calidad y disponibilidad hídrica	-Reducción en la Calidad conforme a lo indicado por la NCh1333 of78. -Medición de caudal	Estacional	-2 a 4 veces al año en períodos contrastantes. -Monitoreo constante en zona cercana a la desembocadura (estación)

En la siguiente tabla se pueden observar las especificaciones del programa de monitoreo Santuario de la Naturaleza humedal:

Componente para monitorear	Método	Periodo
Fauna terrestre	Recorrido pedestre y trampeo	semestral
Fauna acuática	Pesca con redes	semestral
Flora	Recorrido pedestre y Método Point-Quadrat	Semestral incluir siempre primavera
Vegetación	Carta de ocupación de Tierras	1 a vez al año (primavera)
Calidad de agua	Idealmente una estación de monitoreo permanente o toma de muestras y evaluación con especialistas	semestral
Disponibilidad hídrica	Medición de caudal con estación de monitoreo cercano a la desembocadura con análisis históricos	Mensual/ semestral

Tabla 39. Especificaciones del programa de monitoreo Santuario de la Naturaleza humedal costero de Huasco

12.8. MEDIDAS DE DISMINUCIÓN DE LAS AMENAZAS SOBRE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN

Instauración de sendero

La principal medida física propuesta en este plan de manejo es crear una ruta de transito dentro del humedal establecida mediante un sedero "elevado" que dirige hacia la zona media de la desembocadura. Esta ruta en altura permitirá disminuir las principales amenazas identificadas sobre los OC.



Figura 95: Ejemplo de sendero elevado (Ex: Conaf, 2019)

Para disminuir la basura

La implementación del sendero como se detalla en la figura permite en la misma ruta instalar contenedores de basura en el punto de inicio del sendero (punto limpio). En este mismo lugar se propone instalar un letrero que indique las ventajas del manejo de residuos y con ello incentivar a las personas a depositar su basura en contenedores para residuos orgánicos, plásticos, latas y vidrios.



Figura 96: Ejemplo de punto limpio



Figura 97: Plan manejo en el área propuesta como Santuario de la Naturaleza

Para proteger especies de aves y sus huevos

La elevación del sendero permitirá que las personas transiten libremente sin interferir en la biodiversidad ni sus ciclos reproductivos, ya que muchas especies se refugian entre hierbas y matorrales para tener sus crías y son difíciles de identificar a simple vista. Además de ello el sendero permitirá el tránsito de personas con limitaciones de desplazamiento. Es decir, se propone el sendero también como una ruta de inclusión para la comunidad de Huasco y de todo aquel que visite el lugar.



Figura 98: Ejemplo de sendero inclusivo (Ex: Teletón, 2019)

Para aumentar la vigilancia

Junto con el sendero, se propone tener horarios de ingreso. Ello permitirá regular las visitas al humedal en un horario familiar. Para su control se sugiere tener vigilantes que puedan recorrer el sendero en horas en que el lugar permanezca cerrado. A modo de dar aviso de la presencia de algún tipo de persona o elemento perturbador. Se propone tener zonas de mayor elevación para mejorar la visibilidad del vigilante.

Para promover el turismo

Conforme a las sugerencias de la comunidad se sugiere la instauración de una oficina informativa respecto a las características del Santuario de la Naturaleza. Conforme a la propuesta de Plan de Manejo se propone la instalación de una caseta informativa junto a un sitio de estacionamiento que considera la instalación de servicios sanitarios y sitios de sombra para visitantes.

Junto con ello y para incentivar la visita al lugar se sugiere instalar uno o más complementarios al sendero, de modo que las personas puedan ver con ayuda de binoculares las especies presentes en la zona costera.



Figura 99: Ejemplo de mirador de especies avifauna

Para aumentar la educación ambiental

Uno de los temas más nombrados en los talleres comunitarios, fue la falta de educación ambiental y el poco conocimiento del humedal costero. Por este motivo, la implementación de zonas que faciliten la llegada, estadía y desplazamientos dentro y en las cercanías del Santuario de la Naturaleza facilitarán involucrar a la comunidad con el ecosistema y a su vez poder dar charlas educativas mediante visitas guiadas. Junto con ello, se sugiere implementar una sala para dar charlas de educación ambiental en el sitio de llegada al Santuario.



Figura 100: Ejemplo de Sala educativa Santuario de la Naturaleza

Para control de perros asilvestrados

Al igual que lo detallado en el informe CEA (2017) se sugiere realizar actividades asociadas a la ley sobre tenencia responsable de mascotas y animales de compañía (Ley 21.020) como las ya realizadas por la municipalidad de Huasco. Con esto se podrá regular la presencia de perros que ingresan libremente al humedal y que matan aves y comen huevos. Además de ellos se sugiere instalar un refugio para perros vagos, incentivando la adopción y cuidado del medio ambiente.



Figura 101: Campaña de esterilización municipalidad de Huasco

Ejemplo de Santuario de la Naturaleza al que se quiere llegar: Laguna Conchalí - Centro Andrónico Luksic Abaroa de Difusión de la Minería del Cobre y el Desarrollo Sustentable (CALA)

Laguna Conchalí poseealto valor ecológico por ser representativa de los humedales costeros de la zona mediterránea de Chile central, los cuales constituyen una cadena de sitios altamente valiosos en biodiversidad a lo largo de la costa del centro norte de Chile. Laguna Conchalí constituye un hábitat altamente singular para el establecimiento y desarrollo de biota terrestre y acuática en la costa norte de Chile central por encontrarse bajo la influencia de dos importantes ecorregiones: el desierto de Atacama (desiertos y matorrales xéricos), y el matorral de Chile (matorrales mediterráneos).

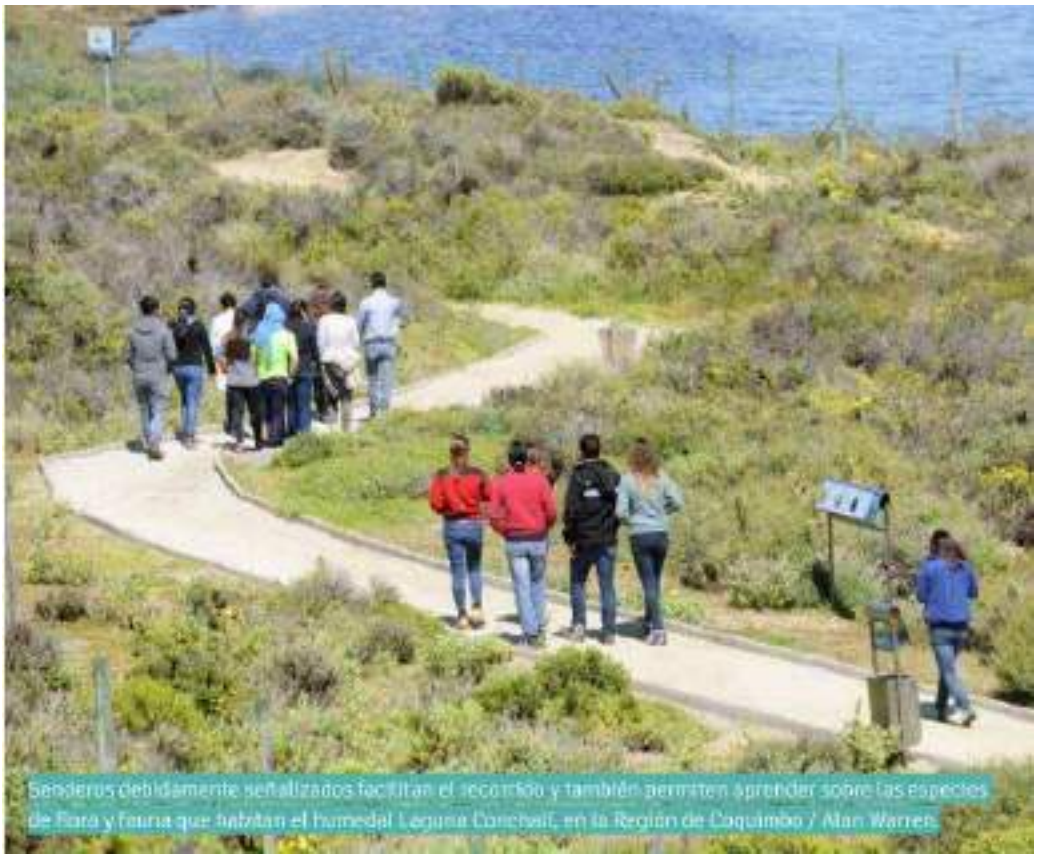


Figura N° 102: Sendero humedal *La Laguna Conchalí.*

La singularidad señalada, asociada a su alta diversidad biológica, a la presencia de flora, fauna terrestre y acuática de interés, y por tratarse además de un sitio clave en la ruta migratoria de las aves neotropicales e inter hemisféricas que migran a lo largo de la costa de Chile Central, le confieren una relevancia de carácter regional, nacional e internacional. Este santuario de la naturaleza se ubica 4 km. al norte de Los Vilos y tiene una superficie de 50,4 há. (incluye la entrada del estero, que está fuera del terreno de la compañía) y la superficie del sitio RAMSAR es de 34 há. La laguna está compuesta por aguas salobres (alimentada por el estero Conchalí y por aportes de agua marina durante pleamar, por grandes marejadas en invierno, y principalmente por infiltración subterránea). Tiene una profundidad máxima de 2,2 metros (en el sector de la roca grande) en invierno.

Considerando todos los monitoreos anuales realizados desde el año 1997, se observa que la riqueza de especies de aves ha oscilado entre valores mínimos de 38 especies y máximos de 70 especies, llegando a un total acumulado de 119 especies (101 residentes habituales y 18 migratorias).



Figura 103: Santuario de la Naturaleza Laguna Conchalí.

Gracias al trabajo de recuperación del ecosistema en el año 2000 la Laguna Conchalí recibe la categoría de conservación de Santuario de la Naturaleza (ley n° 17.288, sobre Monumentos Nacionales de Chile) bajo la protección del Consejo de Monumentos Nacionales (dependiente del Ministerio de educación) y en él no se pueden realizar trabajos de construcción o excavación, desarrollar actividades como pesca, caza, explotación rural, o cualquier otra actividad que pudiera alterar su estado natural. Desde ese año el nombre oficial del humedal es Santuario de la Naturaleza Laguna Conchalí.

Además, en el año 2004 se adscribe a la convención RAMSAR de protección de humedales de importancia internacional, siendo así uno de los 13 sitios RAMSAR en nuestro país y el único que está protegido por una empresa privada.

Durante el mes de agosto de 2019, funcionarios de la Ilustre Municipalidad de Huasco y miembros de la comunidad que viven en localidades con humedales costeros de la provincia del Huasco fueron invitados a visitar el CALA, con el fin de ver acciones en terreno sobre un Humedal costero protegido.



Figura N° 104. Visita alcalde de Huasco centro CALA.

El centro CALA es la imagen objetivo que se busca para el Humedal costero de Huasco, toda vez que se ha logrado visibilizar el humedal y generar interés nacional además de la declaración de Humedal de importancia internacional y Santuario de la Naturaleza. Destaca además su infraestructura como apoyo en la difusión.

13. FINANCIAMIENTO

13.1 FONDO SOCIAL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

Organismo Público: Ministerio del Interior – Subsecretaría del Interior – Departamento de Acción Social.

Objetivo del Fondo Concursable: A través del Fondo Social Presidente de la República se invita a entidades públicas y privadas para que postulen al financiamiento de proyectos de carácter social que contribuyan a apoyar y complementar las políticas de inversión social del Estado. Estos proyectos deberán estar preferentemente orientados a: contribuir a la superación de la extrema pobreza y a mejorar la calidad de vida la población, y prevenir y mitigar las condiciones de vulnerabilidad que les afectan.

¿Quiénes pueden postular?

Podrán postular y beneficiarse de un proyecto, todos aquellos organismos públicos o privados con personalidad jurídica vigente, que no persigan fines de lucro; y que no tengan saldos pendientes o cuentas por rendir con el Fondo Social.

Áreas temáticas de financiamiento: Fomento a la vida comunitaria y creación de capital social.

Proyectos que tengan relación con la prevención ante una situación de riesgo de origen natural y/o humano y la protección a las personas, sus bienes y el medioambiente. En esta línea se financiarán proyectos presentados por municipalidades.

¿Cuál es el monto máximo de postulación?

Proyectos de Equipamiento e Implementación Comunitaria: Corresponde a aquellos destinados a la adquisición o acceso a un bien mueble necesario para la realización de una actividad determinada, que contribuya a mejorar el bienestar material y/o social de los beneficiarios del proyecto. Los montos por postular tendrán un mínimo de $ 500.000.- (quinientos mis pesos) y un máximo de $1.500.0000.- (un millón quinientos mil pesos).

13.2 Fondo de Protección Ambiental

El Fondo de Protección Ambiental (FPA), es el primer y único fondo concursable de carácter ambiental con que cuenta el Estado de Chile. Fue creado por la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, para apoyar iniciativas ciudadanas y financiar total o parcialmente proyectos o actividades orientados a la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental.

Según las Bases Generales del FPA, “podrán presentarse al concurso personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que cumplan los requisitos específicos señalados para cada concurso en las bases especiales”, los que pueden ser organizaciones sociales e instituciones chilenas sin fines de lucro, como:

- Juntas de vecinos.
- Clubes deportivos.
- Centros de padres.
- Agrupaciones culturales y ambientales.
- Comunidades y asociaciones indígenas (Ley 19.253)
- Organismos No Gubernamentales ONG’s
- Asociaciones gremiales

¿Cuál es el monto máximo?

- Concurso de Gestión Ambiental Local. Desde $4.000.000.- (cuatro millones de pesos) hasta $5.000.000.- (cinco millones de pesos)

- Concurso de Protección y Gestión Ambiental Indígena. Desde $4.000.000.- (cuatro millones de pesos) hasta $5.000.000.- (cinco millones de pesos), para las líneas temáticas de Manejo sustentable y uso eficiente de recursos naturales, Gestión de residuos y Actividades productivas armónicas con el desarrollo sustentable.

13.3 Fondo de Fortalecimiento de las Organizaciones de Interés Público (LEY N° 20.500)

Organismo Público: Ministerio Secretaría General de Gobierno.

Objetivo del Fondo Concursable: Fortalecer a las organizaciones de interés público cuya finalidad sea la promoción del interés general, en materia de derechos ciudadanos, asistencia social, educación, salud, medio ambiente, o cualquiera otra de bien común, en especial las que recurran al voluntariado.

¿Quiénes pueden postular?

Podrán postular todas las organizaciones que posean la calidad de interés público y que se encuentren inscritas en el catastro respectivo, en particular:

- Las Juntas de Vecinos y demás organizaciones comunitarias y funcionales, regidas por la ley Nº 19.418.
- Las Asociaciones y comunidades indígenas, reguladas por la ley Nº 19.253.
- Asimismo, podrán postular al concurso otras organizaciones que posean la calidad de interés público (corporaciones, fundaciones, clubes deportivos, voluntariados, etc.), cuya inscripción deberá ser validada por el Consejo Nacional que administra esta convocatoria.

¿Cuál es el monto máximo?

Para proyectos locales, es decir aquellos que solo benefician a una comuna, el máximo es $2.000.000.- (dos millones de pesos).

13.4. Aportes desde privados

Se realizarán convenios con empresas de la comuna de Huasco para apoyo de actividades anuales.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Ampuero, G. (1972-1973). Nuevos resultados de la arqueología del Norte Chico. Boletín de Prehistoria, [número especial], 311-337.
- Bala, L. O. (Ed.) (2008) Humedales costeros y aves playeras migratorias. CENPAT. Puerto Madryn, 120 pp.
- Belmonte, E., Faúndez, L., Flores, J., Hoffmann, A., Muñoz, M., & Teillier, S. (1998). Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, *47*, 69-89.
- Braun-Blanquet, J. (1979). Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones, Madrid. 820 p.
- CONAMA (2005) Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza "Humedal Estuario del Río Huasco". Atacama
- CORNELY, F (1956). Cultura Diaguita Chilena y Cultura El Molle, Editorial del Pacífico.
- Copini MV, (sf) *Calentamiento global, cambio climático y efecto invernadero*. Descargado de: https://geoinnova.org/blog-territorio/calentamiento-global-cambio-climatico-efecto-invernadero/?gclid=Cj0KCQiAuefvBRDXARIsAFEOQ9E2kmjdgsh4ILluFJRxrlY2qPcyglDKL19RRev3Kbl-n1LQBGKXQvUaAhIzEALw_wcB
- Costanza, R. & Daly, H. E. Natural capital and sustainable development. Conserv. (1992) Biol. 6, 37–46
- Daily, G. (ed.) Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems (Island,Washington DC, 1997).
- Decreto Supremo Nº 151/2006. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Primer Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo Nº 50/2008. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Segundo Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo N° 51/2008. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Tercer Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo Nº 23/2009. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Cuarto Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo N°33/2011. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Quinto Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo Nº 41/2011. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Sexto Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo N° 42/2011. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Séptimo Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo Nº 29/ 2011. Ministerio del Medio Ambiente. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación.
- Decreto Supremo N°19/2012. Ministerio del Medio Ambiente. Octavo Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.

- Decreto Supremo N°13/2013. Ministerio del Medio Ambiente. Noveno Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Decreto Supremo N°52/2014. Ministerio del Medio Ambiente. Décimo Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.
- Granizo T, Molina M, Secaira E, Herrera B, Benítez S, Maldonado O, Libby M, Arroyo P, Ísola P Y Castro M (2006) Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. *The nature Conservancy*. 390 pp.
- Hauenstein E, A. Muñoz-Pedreros, F Peña, F Encina & M González (1999) Humedales: Ecosistemas de alta biodiversidad con problemas de conservación. El Árbol Nuestro Amigo (Chile) 13:8-12.
- Medrano F, Barros R, Norambuena H, Matus R Y Schmitt F (2018) Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2011). Decreto N° 29: Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2019) Ficha especie. Consulta página: http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx.
- Myers, N. (1990). The biodiversity challenge: expanded hot-spots analysis. *Environmentalist*, *10*(4), 243-256.
- Niemeyer, H. (1982). Cultura El Molle de río Huasco. Revisión y síntesis. En Actas del VIII Congreso de Arqueología Chilena (pp. 295-315).
- Niemeyer, H. y Ballereau, D. (1998). Los petroglifos del cerro La Silla, Región de Coquimbo. Chungará, 28(1-2), 277-317.
- Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente (1991). *Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños.* Washington D.C. Descargado de: https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea57s/ch005.htm
- Sandoval N, C. Valdovinos, J. P Oyanedel, D.Vásquez (2019) Impacts of coseismic uplift caused by the 2010 8.8 Mw earthquake on the macrobenthic community of the Tubul-Raqui Saltmarsh (Chile). Estuarine, Coastal and Shelf Science. doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106278
- Senner, N. R., Stager, M., and Sandercock, B. K. (2017). Ecological mismatches are moderated by local conditions for two populations of a long-distance migratory bird. Oikos 126, 61–72. doi: 10.1111/oik.03325
- Squeo A. Francisco, Arancio G. & Julio R. Gutiérrez, (2008). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 22p.
- SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Minería (2002). Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000.
- Squeo Francisco A., Arancio Gina &. Gutiérrez Julio R (2008) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama
- Troncoso-Palacios J & Cf Garin (2013) On the identity of *Liolaemus nigromaculatus* Wiegmann, 1834 (*Iguania, Liolaemidae*) and correction of its type locality. ZooKeys 294: 37–56.

- WCMC (World Conservation Monitoring Centre). (1992) Protected Areas of the World: A Review of National Systems. Gland, Switzerland: IUCN
- Zuloaga, F. O., Morrone, O., & Belgrano, M. J. (2008) *Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur*. Missouri Botanical Garden Press
- Aguas-Chañar (2011), Mejoramiento planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina-aguas Chañar S.S.
- Armesto, J. , P. Vidiella & J. Gutierrez. (1993), Plant communities of the fog-free coastal desert of Chile: plant strategies in a fluctuating environment
- Ávalos, P., H. Fernández, R. Retamal, C. Herrera, M. Bembow, R. Troncoso, R. Custodio. (2009), Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile.
- CADE-IDEPE (2004) Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivo de calidad. Cuenca del río Huasco.
- CAZALAC (2012) Modelo para la gestión hídrica de la cuenca de Huasco: evaluación de caudal ambiental y valoración de servicios hidrológicos.
- CENTRO DE ECOLOGIA APLICADA LTDA. (2008) DETERMINACIÓN DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN CUENCAS CON FAUNA ÍCTICA NATIVA Y EN ESTADO DE CONSERVACIÓNÓN DE BIODIVERSIDAD ESTUARIO DEL RÍO HUASCO
- CENTRO DE ECOLOGIA APLICADA LTDA. (2017) CARACTERIZACIÓN DEL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RÍO HUASCO PARA SU POSTULACIÓN COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA
- Club de forjadores Ambientales Liceo Japón de Huasco (2012) CONSERVACIÓN Y VALORACIÓN DE NUESTRO FUTURO SANTUARIO DE LA NATURALEZA, HUMEDAL COSTERO, DESEMBOCADURA DEL RÍO HUASCO
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (2007) Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza “Humedal Estuario del Río Huasco”
- Coordinadora Nacional de Estudiantes de Geología (2017) VIII ENCUENTRO NACIONAL DE ESTUDIANTES DE GEOLOGÍA
- Corporación Chile Ambiente (2016) Priorización de servicios ecosistémicos en el marco de las NSCA para la protección de las aguas del río Huasco. Informe de avance n°4 sistematización resultados talleres cartografía participativa.
- Dames & Moore (1995) Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero.
- DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION DE RECURSOS HIDRICOS (2007) EVALUACION DE LA EXPLOTACION MAXIMA SUSTENTABLE DEL ACUIFERO DE HUASCO “Modelación Hidrogeológica del Valle del Río Huasco”
- DESE (2018) ANALISIS ESTUDIO DE RIESGO POR TSUNAMI, REGIÓN DE ATACAMA
- Dirección General de Aguas (2011) REEVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS EN LOS SECTORES ACUIFEROS DEL VALLE DEL RÍO HUASCO, EN LA REGIÓN DE ATACAMA
- DSS AMBIENTE (2009) Análisis de impacto económico y social de anteproyecto de normas secundarias de calidad - Cuenca río Huasco

- Carta de Inundación por Tsunami del Servicio Hidrológico de la Armada de Chile (SHOA) del año 2015Empresa Eléctrica Vallenar (2008) Central Termoeléctrica Maitencillo
- Francisco A. Squeo, Gina Arancio & Julio R. Gutiérrez (2008) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama
- Gajardo, R. (1994) La vegetación natural de Chile; clasificación y distribución geográfica
- GCF (2006) ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LAS CUENCAS DE HUASCO Y MATAQUITO INFORME FINAL
- GEONOVA (2008) Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad de la región de Atacama.
- Gestión Ambiental Consultores (2009) Ampliación y Mejoras Operacionales en Planta de Pellets.
- Gestión Ambiental Consultores (2012) Central Termoeléctrica Punta Alcalde
- Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores (2006) Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, en el sitio prioritario de conservación de biodiversidad estuario del río Huasco.
- Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores (2010) Construcción Camino Costero Sector Quebrada Tongoy – Huasco, Dm 0,000 km a DM 19,860
- Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores (2007) Consultoría para la recopilación de información sobre la biodiversidad y la situación socio-económica en el apoyo de la elaboración del anteproyecto de la norma secundaria de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Huasco
- Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores (2007) Levantamiento y análisis de información sobre uso y propiedad de los terrenos insertos en el sitio prioritario estuario del río Huasco – Laguna Carrizal bajo, como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes de creación de áreas protegidas en la comuna de Huasco, región de Atacama.
- Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores (2007) Plan de Manejo Participativo del Sitio Prioritario Estuario del río Huasco, Utilizando la Metodología propuesta por The Nature Conservancy, Planificación para la Conservación de Áreas (PCA).
- GOBIERNO DE CHILE (2018) PLAN REGIONAL DE GOBIERNO 2018-2022 REGIÓN DE ATACAMA
- GODOY,E./WELKNER,D. (2003) EL BASAMENTO DE LA COSTA DEL NORTE CHICO, CHILE, 20 AÑOS DESPUÉS
- Flavio Olivares Zuleta (2005). Tesis DINAMICA ESPACIO TEMPORAL DEL ENSAMBLE AVIAL DEL HUMEDAL DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO HUASCO III Región (28° 27'S – 71°12'O) DURANTE EL PERIODO 2004 - 2005
- Herrera, C., Moya, C., Rojas, C., Bembow, M. (2010) Evaluación hidrogeológica de la Cuenca del Río Huasco, con énfasis en la cuantificación y dinámica de los recursos hídricos superficiales y subterráneos
- IDITEC (2010) "CARACTERIZACION FISICO – QUIMICA DEL RIO HUASCO AREAS DE VIGILANCIA ANTEPROYECTO NORMA AGUA SUPERFICIAL CUENCA RIO HUASCO"

- Ilustre Municipalidad de Huasco (2012) Cierre y Sellado Vertedero Comuna de Huasco.
- Ilustre Municipalidad de Huasco (1998) Estudio ingeniería red de alcantarillado y disposición final de aguas servidas Huasco bajo comuna de Huasco.
- Ilustre Municipalidad de Huasco (2019) PLAN DE DESARROLLO COMUNAL DE HUASCO 2019-2022
- INIA-Universidad de Chile (2019) Análisis Integral de calidad de agua para el aseguramiento de la competitividad del sector social y productivo y la sustentabilidad de ecosistemas acuáticos, en el marco de elaboración de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental de las aguas superficiales de la cuenca del río Huasco
- Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A (2005) Central Guacolda Unidad Nº 3.
- Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A(2009) Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A.
- Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A(2010) Central Hidroeléctrica Río Huasco.
- KNIGHT PIESOLD S.A. (2013) Análisis integrado de gestión en cuenca del río Huasco, Región de Atacama.
- Luebert y Pliscoff (2006) Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile
- Ministerio de Educación (2011) Ley Nº 17.288 de Monumentos Nacionales y Normas Relacionadas
- Ministerio del Medio Ambiente (2017) PROGRAMA PARA LA RECUPERACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DE HUASCO
- Molina, M. et al. (2004) DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PLAN REGULADOR COMUNAL HUASCO, REGIÓN DE ATACAMA
- Olivares, F (2006) Dinámica espacio temporal del ensamble aviar del humedal de la desembocadura del río Huasco III región (28° 27's – 71°12'o) durante el periodo 2004 - 2005
- Ortiz, T. (2018) Caracterización de polvo negro en la comuna de Huasco, III Región
- Pablo Valladares Faúndez (2012) Mamíferos terrestres de la Región de Atacama, Chile. Comentarios sobre su distribución y estado de conservación
- Palma A., J. González-Barrientos, C. A. Reyes & R. Ramos-Jiliberto. (2013) Biodiversidad y estructura comunitaria de ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile.
- Parra, A. (2012) INDICE DE FUNCIONALIDAD FLUVIAL RÍO HUASCO, REGIÓN DE ATACAMA
- Pastor A.V, F. Ludwig, H. Biemans, H. Hoff, & P. Kabat. (2014) Accounting for environmental flow requirements in global water assessments
- POCH AMBIENTAL S.A (2008) Planta de Equipos Generadores de Vallenar.
- Ramsar (2016) INTRODUCCIÓN A LA CONVENCIÓN SOBRE LOS HUMEDALES
- Salinas, P. (2015) DIAGNOSTICO ESTADO Y TENDENCIAS DE LA BIODIVERSIDAD: REGIÓN DE ATACAMA
- S/I (2002) Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Freirina.
- S/I (2006) Modificación Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco.
- S/I (2012) Modificación del proyecto Central Hidroeléctrica Río Huasco Mediante Instalación de Subestación Eléctrica Río Huasco
- Tabilo E., et al. (2017) Humedales y Aves playeras en la Costa Árida del pacifico Sudamericano

- TESAM S.A (1999) Ampliación y Habilitación Terminal Marítimo Las Losas.
- TESAM S.A (1998) Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento.
- Tierra del Sol Investigación y Desarrollo (2010) Gestión con propietarios ribereños del Sitio Prioritario, Humedal Estuario del río Huasco, para la actualización y presentación del expediente de postulación como Santuario de la Naturaleza.
- UICN (2012) Evaluación preliminar de caudales ecológicos en la cuenca del río Huasco (Chile) mediante la simulación del hábitat físico del pejerrey Basilichthys microlepidotus y el camarón de río Cryphiops caementarius.
- Victor Chamorro Agurto (2003) ANEXO Nº3 INFORME MEDIO BIÓTICO
- Wagnitz P., J. Núñez & L. Ribbe (2004) Cost of environmental flow during water scarcity in the arid Huasco River basin, northern Chile
- WCSChile (2018) CHILE, PAÍS DE HUMEDALES
- William J. Mitsch James G. Gosselink (2015) Wetlands

15. ANEXOS

Anexo I. CARTA DEL INTERESADO DIRIGIDA A SRA. MINISTRA DEL MEDIO AMBIENTE (SAN MARTÍN 73, COMUNA DE SANTIAGO, REGIÓN METROPOLITANA)

Anexo II. DOCUMENTO QUE ACREDITE LA PROPIEDAD SOBRE EL ÁREA QUE SE POSTULA

Anexo III. DOCUMENTO QUE ACREDITE LA CONFORMIDAD DE EL O LOS PROPIETARIOS DEL ÁREA PARA QUE ÉSTA SEA POSTULADA COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA

Anexo IV. CARTAS DE APOYO U OPINIÓN RESPECTO DE LA SOLICITUD DE DECLARACIÓN POR PARTE DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES, DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS U DE LA COMUNIDAD, CUANDO PROCEDIERA

Anexo V. TABLA COMPLETA CON VÉRTICES DEL POLÍGONO (COORDENADAS UTM, WGS84)

Anexo VI. TABLA DE OBSERVACIONES TERRENO 26 DE MARZO DEL 2019.

Anexo VII. MAPA TERRENO 26 DE MARZO DEL 2019.

Anexo VIII. ARCHIVOS FOTOGRÁFICOS TERRENO 26 DE MARZO DEL 2019.

Anexo IX. ARCHIVOS RECOPILADOS.

Anexo X. ARCHIVOS SIG.

Anexo XI. TABLA MONITOREO HISTÓRICO 1996 – 2018 SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG) ATACAMA.

INFORME FINAL

“APOYO AL PROCESO DE DECLARATORIA DE SANTUARIO DE LA NATURALEZA Y PROPUESTAS DE MEDIDAS DE GESTION DE LOS SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACION, HUMEDAL ESTUARIO DEL RIO HUASCO Y HUMEDAL COSTERO DE CARRIZAL BAJO"

HUMEDAL COSTERO DE CARRIZAL BAJO



CENTRO DE ECOLOGIA APLICADA

Febrero, 2020

Folio020210

Santuario de la Naturaleza Carrizal Bajo

El 2018 comienza la postulación formal a la autoridad ambiental para declarar santuario de la Naturaleza al humedal costero Laguna Carrizal bajo. posterior a la presentación del expediente. El 2019 se declara oficialmente este ecosistema de alto valor conservación como Santuario de la Naturaleza. Constituyendo el segundo en la región de Atacama. Su declaración implica una serie de compromisos legales y ambientales, los que son asumidos con inmediatez por la autoridad regional. En este sentido este documento tiene como objetivo generar los lineamientos principales de un plan de manejo para garantizar el cuidado del ecosistema de manera ordenada e incluyendo todos los factores necesarios, ya sean ecológicos o sociales.

Centro de Ecología Aplicada

El Centro de Ecología Aplicada Ltda. (CEA) es una consultora ambiental fundada en 1992. Su principal ámbito de desarrollo es el estudio de ecosistemas naturales, teniendo gran experiencia en soluciones a problemáticas provenientes del uso de los recursos naturales, además colabora en la toma de decisiones y soluciones direccionándola en beneficio del medioambiente y de las actividades que se desarrollan en él. CEA Ltda. patrocina y promueve estudios científicos relevantes para el conocimiento de la diversidad biológica y la dinámica de patrones y procesos de los ecosistemas del país.

www.cea.cl

Folio020211

CONTROL REVISIÓN DOCUMENTOS				
Versión	**Fecha**	**Elaborado por:**	**Revisado por:**	**Aprobado por:**
Avance	11-10-2019	Nicolas Contreras Felipe Díaz Andrea Fuentealba Natalia Sandoval	Natalia Sandoval	Elizabeth Araya
V0	20-12-2019	Nicolas Contreras Felipe Díaz Paul Granado Andrea Fuentealba Natalia Sandoval	Natalia Sandoval	Elizabeth Araya
V1	26-01-2020	Felipe Díaz Paul Granado Natalia Sandoval	Natalia Sandoval	José María Peralta

Folio020212

RESUMEN

Posterior a la declaración del humedal costero de Carrizal bajo como Santuario de la Naturaleza, comienza el avance en su gestión y manejo. Para ello, el Ministerio de Medio Ambiente solicita al Centro de Ecología Aplicada, actualizar la información de antecedentes de este ecosistema y en base a ello dar lineamiento de gestión.

En este sentido se desarrolla un Plan de Manejo, el cual consiste en la elaboración sistemática y estructurada de una serie de medidas que tiendan a mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos que pueda tener el ecosistema. Este instrumento considera aspectos sociales, culturales y ecológicos. bajo tres ejes: i) La revisión y actualización de antecedentes, ii) la identificación de objetos de conservación y iii) la propuesta de indicadores ambientales que garanticen la protección de estos objetos de conservación en el tiempo.

Los antecedentes bibliográficos del área de estudio fueron complementados con una campaña de terreno que contempló la caracterización del ecosistema en sus variables biológicas, físicas y químicas, además de aspectos sociales y comunitarios.

La caracterización biológica se basó en el monitoreo de flora, vegetación y fauna. Las variables físicas fueron analizadas en terreno y demás se utilizó imágenes satelitales para evaluar el ecosistema, la calidad del cuerpo de agua fue estimada mediante un análisis fisicoquímico que consideró 39 parámetros. Los aspectos culturales y sociales fueron abordados mediante talleres expositivos realizados en la comuna de Carrizal Bajo.

Los resultados indican que el Humedal costero de Carrizal bajo posee una alta biodiversidad, definida por una riqueza florística de 32 taxa de las cuales 13 son endémicas (40,63 %), 10 nativas (31,25 %) y tres adventicias (9,38 %). Respecto al estado de conservación de la flora, se registraron dos especies clasificada en categoría de conservación Preocupación menor según el Reglamento de Clasificación de Especies. Respecto a la vegetación, se distinguen tres tipos biológicos principales: los herbazales y matorrales contiguos al humedal y sus mixturas y, los matorrales suculentos ubicados en las laderas de exposiciones principalmente Este y Oeste que circundan el cauce del estuario.

La fauna fue descrita en base a la revisión de antecedentes y la campaña de terreno 2019 revelan que, de las 173 especies descritas para el humedal, 77 especies han sido regularmente registradas, por lo tanto, existe un 44,5% de fauna potencial. De estos grupos, se destacan las aves como las de mayor presencia en el humedal. 20 de ellas, se encuentran incluidas en alguna categoría de conservación según el Reglamento de Clasificación de especies.

En relación con las variables físicas en el humedal, se describe una baja conectividad de Laguna Carrizal Bajo con el mar. El agua sube en marea alta provocando una intermitencia parcial que no modifica significativamente la morfología de la barra o playa en el tiempo.

Folio020213

El análisis de calidad de agua evaluada en dos puntos de la laguna, muestran un cuerpo de agua dulce con limitaciones en el uso según establece la Norma chilena de calidad de agua (NCh1333. Of78). De los parámetros evaluados seis están sobre la norma para riego, dos para el uso de recreación y contacto directo y uno para de vida acuática.

La información de aspectos sociales y comunitarios fueron obtenidos mediante tres talleres expositivos. En estas instancias los habitantes de Carrizal bajo expusieron los servicios ecosistémicos que reconocen en el humedal costero y las principales amenazas sobre el ecosistema.

Posterior al análisis integral de lo anteriormente descrito, fueron definidos y georreferenciados los objetos de conservación, que corresponden a aquellas características o valores que queremos conservar en un área de interés, éstas pueden ser especies, ecosistemas u otros aspectos importantes de la biodiversidad, al igual que bienes y servicios económicos, culturales y sociales entre otros. Los objetos de conservación más numerosos corresponden a componentes de la biodiversidad, luego objetos culturales/sociales.

En favor de las medidas de manejo para la fauna terrestre se estableció un criterio de selección de las especies que fueron nombradas objetos de conservación y son definidas como objetos de conservación específico. Estas, además de estar bajo categoría de amenaza, tienen singularidades de distribución y son: Cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), Cisne Cuello negro (*Cygnus melancoryphus*), Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), Bandurria (*Theristicus melanopis*), Gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), Pato gargantillo (*Anas bahamensis*), Garza cuca (*Ardea cocoi*).

En relación con la fauna acuática se define un objeto de conservación: *Mugil cephalus* (Lisa), categorizada como Preocupación menor (LC) DA 52/2014 MMA

Para la flora y vegetación es considerada como objeto de conservación: la cactácea suculenta *Eulychnia acida var. Procumbens* descrita por el DS 41/2011, MMA como una especie en preocupación menor y *Miqueliopuntia miquelii* bajo la misma categoría de conservación (DS 13/2013). Junto con ellos, son definidas especies incluidas como Vulnerables en el libro Rojo de Atacama (*Copiapoa cinerascens* y *Senecio almeidae*). En relación con las formaciones vegetacionales es definido el matorral herbazal de totora (*Typha angustifolia*), ya que constituye la base de nidificación de muchas especies de aves.

Los objetos de conservación culturales incluyen restos arqueológicos presentes en el humedal, que revelan asentamiento Humanos de poblaciones alfareras y cazadoras recolectoras. Por otro lado, se considera el paisaje y su condición natural dado el valor emotivo que le dan los carrizalinos al ecosistema.

Como objeto de conservación económico es definido el turismo, la playa de Carrizal Bajo es una zona ampliamente visitada en verano, momento en el cual algunos habitantes del lugar desarrollan actividades comerciales.

Folio020214

Finalmente se define un objeto de conservación de provisión, referido a la cantidad y calidad del agua extraída del ecosistema para ser tratada y utilizada para consumo humano (APR).

Una vez definidos los objetos de conservación fueron identificadas las amenazas sobre estos. Las más importantes son: basura, ruido, turistas, vehículos, pesca deportiva. Las medidas de gestión sobre estas amenazas se establecen bajo una zonificación del área donde se define una zona núcleo de baja interacción, compuesta por el cuerpo de agua y su ribera, área actual del Santuario de la Naturaleza (46,7 ha), un área de interacción media o zona de amortiguación, delimitada conforme a la distribución de especies objeto de conservación que actualmente habitan fuera del polígono definido como Santuario de la Naturaleza (15.89 ha). Finalmente, la zona más amplia es la de Zona de transición que incluye los límites de la cuenca dado que lo que ocurre aquí influye en la condición ambiental de la zona litoral.

En base a esta delimitación se proponen medidas físicas educativas y medidas físicas restrictivas que consisten en la instalación de señalética, barrera para el ingreso de vehículos a la playa, creación de un sendero, creación de una sala educativa para iniciativas ambientales, entre otras. Finalmente se propone medidas de seguimiento y monitoreos para evaluar permanentemente la condición ambiental del humedal. Para establecer el éxito de las medidas propuestas se establecen indicadores para todos los componentes evaluados (flora, fauna, vegetación, calidad de agua, etc.)

Folio020215

Tabla de Contenidos

RESUMEN.....iv
1 PREÁMBULO 1
1.1 Historia sobre los intentos de protección del Humedal Costero de Carrizal Bajo . 1
2 DEFINICIÓN DE PLAN DE MANEJO..... 2
3 ÁREA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANEJO..... 4
3.1 Población aledaña. 7
3.2 Acceso terrestre al sitio 7
3.3 OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO..... 9
3.4 Objetivo general 9
3.5 Objetivos específicos.. 9
4 ACTUALIZACIÓN DE ANTECEDENTES AMBIENTALES DEL SANTUARIO DE LA NATURALEZA CARRIZAL BAJO. 10
4.1 Factores físicos 10
4.2 Factores fisicoquímicos 21
4.3 Factores biológicos..... 33
5 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS..... 75
5.1 Servicios ecosistémicos del Santuario de la Naturaleza Laguna de Carrizal bajo 76
6 OBJETOS DE CONSERVACIÓN (OC) DEL SANTUARIO..... 76
7 AMENAZAS 80
7.1 Amenazas indirectas 80
7.2 Amenazas directas 81
8 ZONIFICACIÓN 82
9 GESTIÓN DE SANTUARIO DE LA NATURALEZA CARRIZAL BAJO 84
9.1 Plan operativo..... 84
10 CONCLUSIONES 102
11 REFERENCIAS 104
12 ANEXOS..... 106

Folio020216

12.1 METODOLOGÍA DEL PLAN DE MANEJO 106
13 CONSULTA CIUDADANA (TALLER COMUNITARIO) 117
13.1 Taller comunitario 1 117
13.2 Taller comunitario 2 128
13.3 Taller comunitario 3 134

Figura 3-1 Contexto provincial del área Santuario de la Naturaleza 5

Figura 3-2 Polígono del Santuario de la Naturaleza Humedal Costero de Carrizal Bajo. Ex: Expediente Carrizal SN 2018 6

Figura 3-3 Rutas de acceso al Santuario de la Naturaleza Carrizal bajo. 8

Figura 4-1 COT Santuario de la Naturaleza Carrizal Bajo 13

Figura 4-2 Red hidrológica Carrizal bajo 15

Figura 4-3 Sitio arqueológico, conchal de poblaciones alfareras. Ex: Contreras, 2003 18

Figura 4-4 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Donde: A) Aluminio Total, B) Boro Total, y C) Cloruro y D) Coliformes fecales. Santuario de la naturaleza Humedal costero de Carrizal bajo. Campaña primavera 2019. 24

Figura 4-5 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Donde: E) Hierro Total, F) Manganeso Total, y G) Litio Total y H) Sulfato. Santuario de la naturaleza Humedal costero de Carrizal bajo. Campaña primavera 2019. 25

Figura 4-6 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Donde: I) Conductividad eléctrica, J) Sólidos Totales disueltos, y K) Oxígeno disuelto y L) Temperatura. Santuario de la naturaleza Humedal costero de Carrizal bajo. Campaña primavera 2019. 26

Figura 4-7 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Donde: M) Turbidez y N) Zinc total. Santuario de la naturaleza Humedal costero de Carrizal bajo. Campaña primavera 2019 27

Figura 4-8Puntos de monitoreo limnológico, primavera 2019 28

Figura 4-9 Análisis histórico de la dinámica de la Laguna Carrizal Bajo con el mar mediante imágenes extraídas de Google Earth (2019). 30

Folio020217

Figura 4-10 Análisis histórico de la dinámica de la Laguna Carrizal Bajo con el mar mediante imágenes Landsat 5..... 31

Figura 4-11 Zona de conectividad entre el mar y la Laguna Carrizal bajo, primavera 2019 32

Figura 4-12 Barrera que delimita parcialmente el mar de la Laguna Carrizal bajo, primavera 2019 32

Figura 4-13 Diagrama de flujo de una laguna costera (Ex: Sandoval *et al*., 2019). 34

Figura 4-14 distribución de especies en Categoría de conservación por el Reglamento de Calificación de especies silvestres (RCE) O Libro rojo de Atacama (LRA)..... 38

Figura 4-15 Mapa Puntos de monitoreo de fauna (CA). Fuente: Centro de Ecología Aplicada, 2019. 55

Figura 4-16 Distribución de los Grupos Taxonómicos. Fuente: Elaboración Propia, 2019. 56

Figura 4-17 Variación temporal en la riqueza de avifauna (2008-2019). 66

Figura 4-18 Presencia de especies (en categoría de amenaza) en censos y campaña de terreno. 70

Figura 4-19 Distribución espacial de los objetos de conservación faunísticos identificados en el Humedal Costero Carrizal Bajo. Centro de Ecología Aplicada, 2019..... 73

Figura 5-1: Cascada de los Servicios Ecosistémicos Haines-Young & Potschin (2012). Ex: MMA 2019. 75

Figura 6-1 Distribución de los objetos de conservación biológicos presentes en el Santuario de la Naturaleza..... 79

Figura 7-1 Amenazas directas y su interacción con los objetos de conservación presentes en el ecosistema a conservar (Santuario de la Naturaleza Humedal costero Laguna de Carrizal bajo). Elaboración propia, 2019. 81

Figura 8-1 Criterio de zonificación Plan de Manejo 82

Figura 8-2 Zonificación preliminar de zona núcleo en el Santuario de la Naturaleza..... 83

Figura 9-1 Ejemplo de barrera para delimitación del Santuario de la Naturaleza 85

Figura 9-2 Ejemplo de senderos en humedales chilenos 86

Folio020218

Figura 9-3 Medidas físicas a implementar para proteger los objetos de conservación 87

Figura 9-4 Medidas físicas (ampliadas) a implementar para proteger los objetos de conservación 88

Figura 9-5 Ejemplo de barrera para vehículos motorizados. 90

Figura 9-6 Ejemplo de contenedores de basura (punto limpio sector ingreso a la playa). 91

Figura 9-7 Punto limpio en sala educativa y mirador en sector quebrada 91

Figura 9-8 Iniciativa para limpiar de desechos el humedal costero de Carrizal bajo. Ex: www.maray.cl (2019) 92

Figura 9-9 Campaña del MMA, para control de residuos en playas de Chile. Ex: https://mma.gob.cl/ 93

Figura 12-1 Pasos a seguir para el desarrollo del Plan de Manejo Santuario de la Naturaleza Laguna de Carrizal bajo. 107

Figura 13-1 Taller en salón de la Junta de Vecinos de Carrizal Bajo 118

Figura 13-2 Charla introductoria a la Reunión-Taller 119

Figura 13-3 Lista de asistencia taller realizado en Carrizal Bajo 127

Figura 13-4 Reunión con comunidad de Huasco 129

Figura 13-5 método de captura de información 129

Figura 13-6 método de captura de información georreferenciados 130

Figura 13-7Talleres expositivos Carrizal bajo 136

Tabla 2-1 Principales documentos consultados para el desarrollo del Plan de Manejo del Santuario de la Naturaleza Laguna Carrizal bajo. 3

Tabla 4-1 Temperatura Medias Mensuales (°C) 02/01/2015 - 13/12/2019. Estación Canto de Agua. Sub cuenca Quebradas Carrizal y Carrizalillo 11

Tabla 4-2 Precipitación Medias Mensuales (mm) 02/01/2011 - 13/12/2019. Estación Canto de Agua. Sub cuenca Quebradas Carrizal y Carrizalillo 11

Folio020219

4-3 Precipitaciones mensuales Estación Canto del Agua, para últimos 10 años. Fuente BNA-DGA. 11

Tabla 4-4. Faenas presentes en la comuna, nombre de la empresa, proceso de operación y mineral. Fuente Sernageomin. 19

Tabla 4-5 Parámetros de Calidad de agua medidos en primavera de 2019 en el Santuario de la Naturaleza Húmedas costero de Carrizal bajo. 21

Tabla 4-6 Listado de especies registradas en Humedal Carrizal Bajo. 35

Tabla 4-7 Listado de especies florísticas que presenten alguna categoría de conservación. Dónde: LC: Preocupación menor, MMA: Ministerio del Medio Ambiente Chile, LR: Libro Rojo Región de Atacama; VU: Vulnerable. 37

Tabla 4-8 Estudios e Informes referidos a la biodiversidad del Humedal Costero de Carrizal Bajo, entre los años 1996-2019. 54

Tabla 4-9 Listado de especies potenciales y registradas entre los años 1996-2019 en el Humedal Costero Carrizal Bajo. 57

Tabla 4-10 Listado de Especies con una Categoría de Estado de Conservación (RCE). . 67

Tabla 4-11Listado de Especies en categoría de conservación (RCE) y especificación de aquellas que son identificadas como Objetos de conservación específico. 71

Tabla 4-12 Organismos zoobentónicos presentes en el Humedal costero Laguna de Carrizal bajo. Campaña primavera 2019. 74

Tabla 9-1 Establecimiento de indicadores y monitoreo para los objetos de conservación del Santuario de la Naturaleza 95

Tabla 9-2 Especificaciones del programa de seguimiento del Santuario de la Naturaleza humedal costero Carrizal bajo que deben comenzar el primer año de implementación del plan de manejo 99

Tabla 9-3 Periodo de instalación de infraestructura en el Santuario de la Naturaleza de Carrizal bajo 101

Tabla 12-1 Codificación “abundancia relativa de flora” según criterio de Braun–Blanquet (1979). 109

Tabla -12-2. Zonificación en tres unidades principales de manejo en base al esquema de zonificación de las Reservas de la Biosfera de la UNESCO (Araya, 2009) 116

Folio020220

1 PREÁMBULO

El sistema de humedales costeros de la región Atacama está compuesto por 4 áreas de alto valor biológico: i) la Desembocadura del Río Copiapó, ii) la Laguna estero de Carrizal Bajo y iii) el Estuario del Río Huasco y iv) Humedal de Totoral. Estos ecosistemas litorales se presentan como un sitio de alimentación, refugio y área de reproducción para numerosas especies y especialmente para aves migratorias.

Los humedales cobran especial importancias en zonas tan áridas como el norte de Chile. En Carrizal bajo las temperaturas oscilan entre los 17°C -32°C como promedio histórico por lo que la escasez de precipitaciones es característica, no obstante, la neblina actúa como aporte principal de humedad en la zona. En el Santuario de la Naturaleza Laguna Carrizal bajo, la presencia de quebradas que conducen la escaza agua a este ecosistema mantiene una dinámica hídrica que, junto con las aguas subterráneas, permite que en la zona permanezca una cama de vegetación durante todo el año. Es por ello, que las quebradas se describen como verdaderos corredores biológicos que conectan la zona costera con las alturas donde, en este caso, se sitúa Parque Nacional Llanos de Challe.

Mantener la protección de estos ecosistemas cobra real importancia en un proceso mundial, donde la escasez hídrica se hace presente y dominante. En este contexto, los humedales son fuente de vida, reguladores climáticos y protectores frente a contaminantes, entre otras características. Por ello, el presente documento presenta alternativas de manejo y gestión que permitan garantizar el buen estado ambiental de estos ecosistemas como un aporte ambiental local y global.

1.1 Historia sobre los intentos de protección del Humedal Costero de Carrizal Bajo

A continuación, se detallan cronológicamente los planes e intentos de proteger legalmente el Humedal de Carrizal Bajo:

- Área con prohibición de caza: Se ha declarado la prohibición de caza mediante el decreto N°27 del 8 de mayo de 1995 del Ministerio de Agricultura (MINAGRI), por lo que el Servicio Agrícola Ganadero (SAG) se encarga del monitoreo y censo permanente desde el año 1996.
- Plan de Manejo Parque Nacional Llanos de Challe: El año 1997 la Corporación Nacional Forestal (CONAF) indica la necesidad de ampliar el área de manejo y así incluir entre otros sectores el área de la Laguna (en la Quebrada Carrizal Bajo).
- Plan Regulador Intercomunal Costero (PRICOST): El año 2001 el humedal es establecido como ZPI-2, por ser una zona de protección ecológica.

Folio020221

- Estrategias y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama 2010- 2017: La CONAMA publicó este plan el año 2009, y categoriza el Humedal de Carrizal Bajo como sitio prioritario.
- Plan de Desarrollo Comunal Comuna de Huasco (PLADECO): La Municipalidad de Huasco publica este plan el 2010, indicando que la laguna es un área de alto valor ecológico.
- Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Huasco: Publicado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) el 2017, busca el dialogo entre los diferentes actores, tener un ambiente libre de contaminación y recuperar ambiental y socialmente Huasco. Contiene varias medidas, entre ellas y como prioridad moderada y para cumplir a corto plazo la de declarar Santuario de la Naturaleza el Humedal de Carrizal.
- Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022: Publicado por el MMA en octubre 2018, persigue detener el deterioro y preservar la diversidad de los humedales en Chile. Este documento indica que se debe declarar el humedal como Santuario de la Naturaleza.
- Solicitud de declaración de Santuario de la Naturaleza al Humedal Costero de Carrizal Bajo: Realizada por parte de Agrícola Quebrada Hondas S.A. en diciembre del 2018.
- 2019 declaración de Santuario de la Naturaleza al Humedal Costero de Carrizal Bajo como parte del Plan Regional de Atacama, el Programa para la Recuperación Ambiental y Social de Huasco (PRAS), y el Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022.
- Elaboración del Plan de Manejo (2019) del Santuario de la Naturaleza al Humedal Costero de Carrizal Bajo

2 DEFINICIÓN DE PLAN DE MANEJO

Un Plan de Manejo Ambiental consiste en la elaboración sistemática y estructurada de una serie de medidas que tiendan a mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos sobre el ecosistema. Esto contempla la elaboración de una estrategia ambiental que incluye, además de un detallado levantamiento de información de aspectos sociales, culturales y ecológicos de la zona en cuestión, medidas de prevención de riesgos ambientales y monitoreo. En este sentido, el Plan de manejo del Santuario de la Naturaleza Carrizal Bajo, pretende incluir medidas de conservación que garanticen la buena condición ecológica del ecosistema en el tiempo, mediante el uso regulado de sus áreas.

El desarrollo del documento considera diferentes políticas y Planes asociados a un Plan de manejo. De ellas, son consideradas como referencias (Tabla 2-1):

Folio020222

Tabla 2-1 Principales documentos consultados para el desarrollo del Plan de Manejo del Santuario de la Naturaleza Laguna Carrizal bajo.

Documento	Año	Organización	Acuerdo/Ley	Objetivo
Estrategia Nacional	2003	CONAMA	Bases del Medio Ambiente (Ley 19.300)	Conservar la diversidad biológica del país, promoviendo su gestión sustentable, con el objeto de resguardar su capacidad vital y garantizar el acceso a los beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras.
Plan de Acción para la Biodiversidad	2005	CONAMA	Bases del Medio Ambiente (Ley 19.300)	Conservar la diversidad biológica del país, promoviendo su gestión sustentable, con el objeto de resguardar su capacidad vital y garantizar el acceso a los beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras.
Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable de la Región de Coquimbo	2012-2020	Ministerio del Medio Ambiente		Promover la sustentabilidad ambiental del proceso de desarrollo, con miras a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, garantizando un medio ambiente libre de contaminación, la protección del entorno, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.
Política Nacional de Especies Amenazadas	2005	CONAMA	Bases del Medio Ambiente (Ley 19.300)	Mejorar el estado de conservación de la biota nativa amenazada.
Open Standards for the Practice of Conservation (CMP)	2013	Conservation Measures Partnership		Entregar lineamientos en manejo y gestión de áreas de interés global.
Sistema nacional integral de áreas protegidas para Chile: una estructura financiera y operativa (GEF-SNAP)	2008	Ministerio del Medio Ambiente – Fondo Mundial para el Medio Ambiente – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo		Generar un modelo integral único de gestión institucional y financiero para las Áreas Protegidas terrestres y acuáticas, tanto públicas como privadas del país
Manual para la planificación del manejo de las áreas protegidas del SNASPE	2017	CONAF-Ministerio de Agricultura		Metodología para el desarrollo de Planes de Manejo de las áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) administradas por la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

Folio020223

3 ÁREA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANEJO

El Humedal Costero de Carrizal Bajo se ubica en la Comuna de Huasco, de la Provincia homónima, en la región de Atacama. Este ecosistema, declarado Santuario de la Naturaleza se distancia en 155 km de la capital regional Copiapó y a 86 km de la capital provincial Vallenar (Figura 3-1).

El Santuario de la Naturaleza lo constituyen 36.5 ha (Figura 3-2) que, conforme al expediente que respalda su declaración, alberga a 10 especies de flora, 6 reptiles, 7 mamíferos, y 4 especies de aves clasificas como amenazadas en el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE). Además de ello, se reconocen importantes servicios ecosistémicos en el lugar, destacando el turismo como el de mayor desarrollo local. No obstante, las importantes amenazas fundadas principalmente en la falta de gobernanza hacían urgente su protección.

El área de estudio convive con la población de Carrizal Bajo, su cercanía hace de esta laguna costera un lugar de alto valor cultural para lo carrizalinos, quienes siguen en detalle la evolución del humedal, con consideraciones tan cercanas como saber cuándo un cisne tiene crías y cuantas son. Esta relación es fundamental para garantizar el éxito de medidas de gestión de un ecosistema de alto valor.

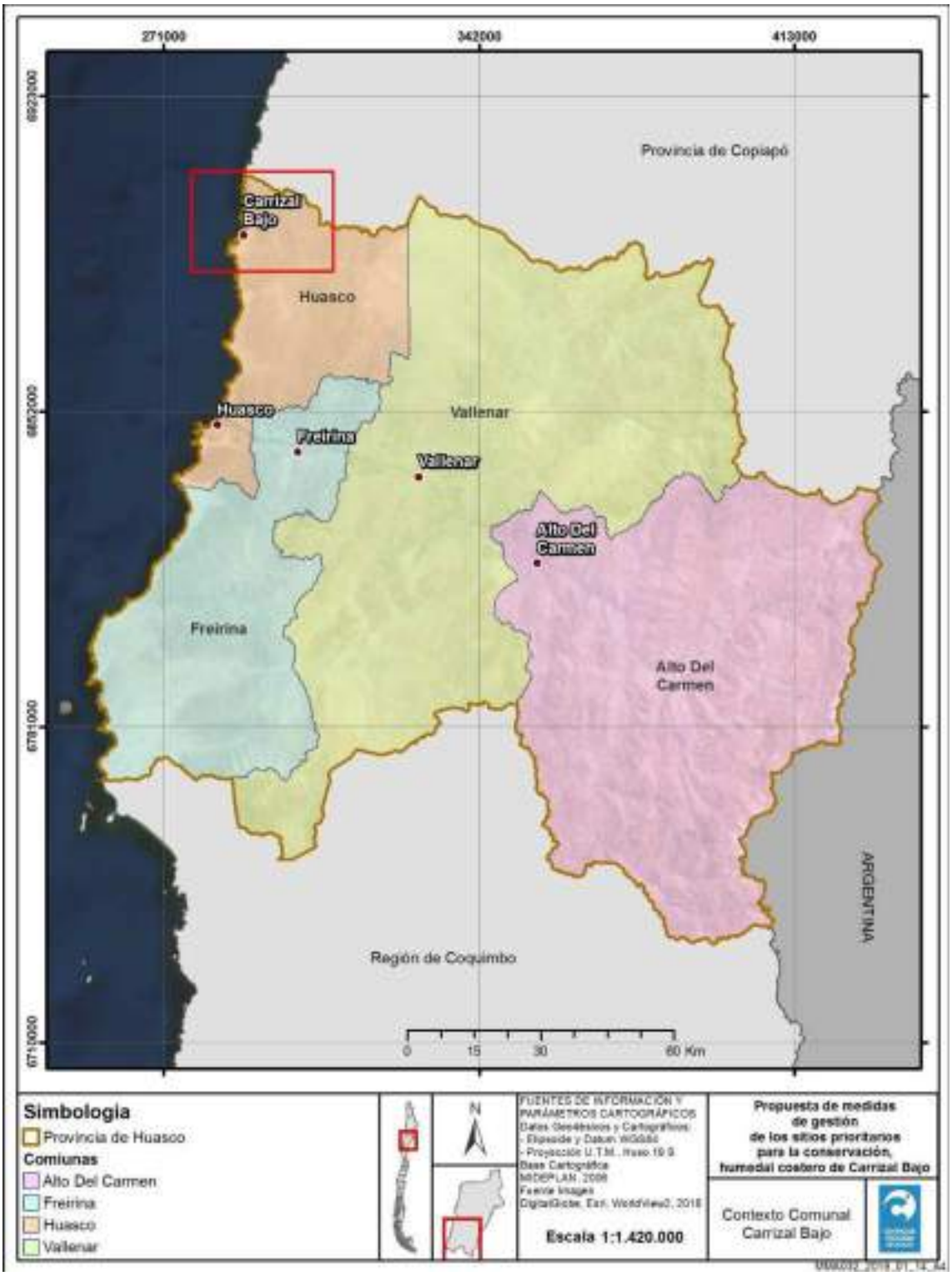


Figura 3-1 Contexto provincial del área Santuario de la Naturaleza

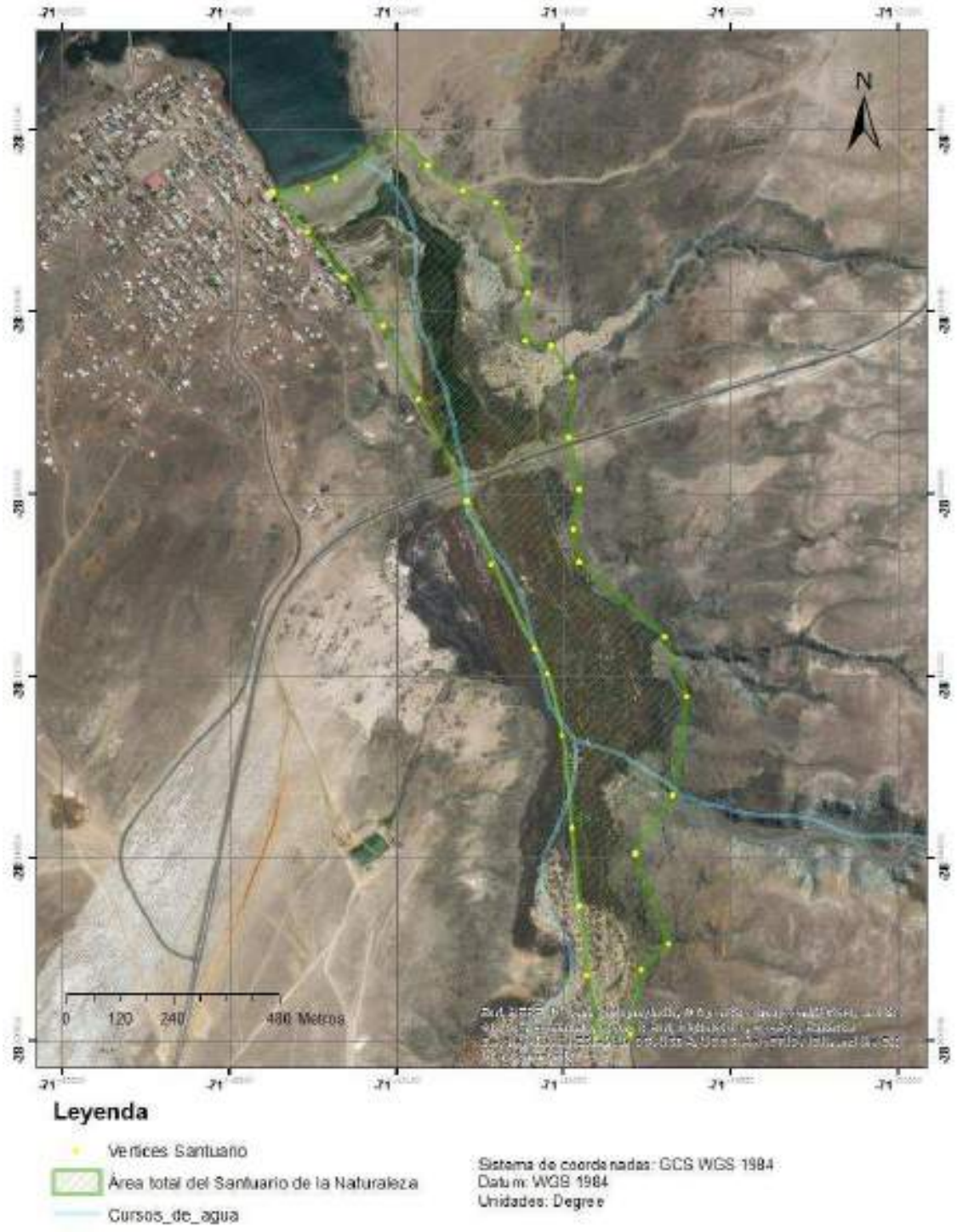


Figura 3-2 Polígono del Santuario de la Naturaleza Humedal Costero de Carrizal Bajo. Ex: Expediente Carrizal SN 2018

Folio020226

3.1 Población aledaña.

Una de las principales comunidades que se relacionan con el santuario es la población de Carrizal bajo. Esta localidad se encuentra en 40 km al norte de Huasco y a solo pocos metros de la costa. Es por ello, que constituye un balneario muy popular dentro de la provincia de Huasco al cual pertenece.

Carrizal bajo alberga al Parque Nacional Llanos de Challe que desciende por las quebradas hasta aproximarse bastante a la zona costera y por tanto al Santuario de la Naturaleza laguna Carrizal bajo. En esta localidad, se encuentra la caleta de pescadores de Carrizal organizada en dos asociaciones pesqueras (42 personas en total). Ellos actualmente cuentan con un muelle facilitador para sus actividades que reúne alrededor de 400 personas que se dedican a la pesca de especies como: Lenguados, Merluzas, Blanquillos, Congrios, Sardinas, Anchovetas, Cojinovas y a la colecta de algas.

En cuanto a su infraestructura, cuentan con: sede social, Jardín infantil, Escuela, Posta rural y limitado transporte público. En este lugar se desarrolla el turismo por lo que cuenta también con un camping dentro del área delimitada como Santuario de la Naturaleza.

3.2 Acceso terrestre al sitio

En general, el litoral de la Región es accesible en prácticamente toda su extensión. Hasta el año 2010 la comuna contaba con una red de vialidad secundaria cercana a 40 km, de los cuales un 83% corresponde a calles y el resto a pasajes. La Ruta 5 es la principal vía de la región y da la conexión con Copiapó y La Serena. El eje transversal que une a la ciudad de Alto del Carmen, Vallenar y Freirína, permite la comunicación de esta área con el borde costero y el interior del valle del Huasco.

Actualmente se clasifica Carrizal bajo como un sector de mediana accesibilidad. Al humedal es posible llegar de dos maneras: 1) tomando la Ruta Costera (Ruta 1) que une la región desde Caldera hasta Huasco (Ruta N° 326) o 2) tomando la carretera panamericana norte viniendo desde Copiapó para luego tomar la ruta C - 432 y C – 440. De ambas formas para acercarse a la zona más costera del Santuario se debe tomar la ruta C-444 (Figura 3-3). Los caminos son transitables sin problemas durante todo el año.

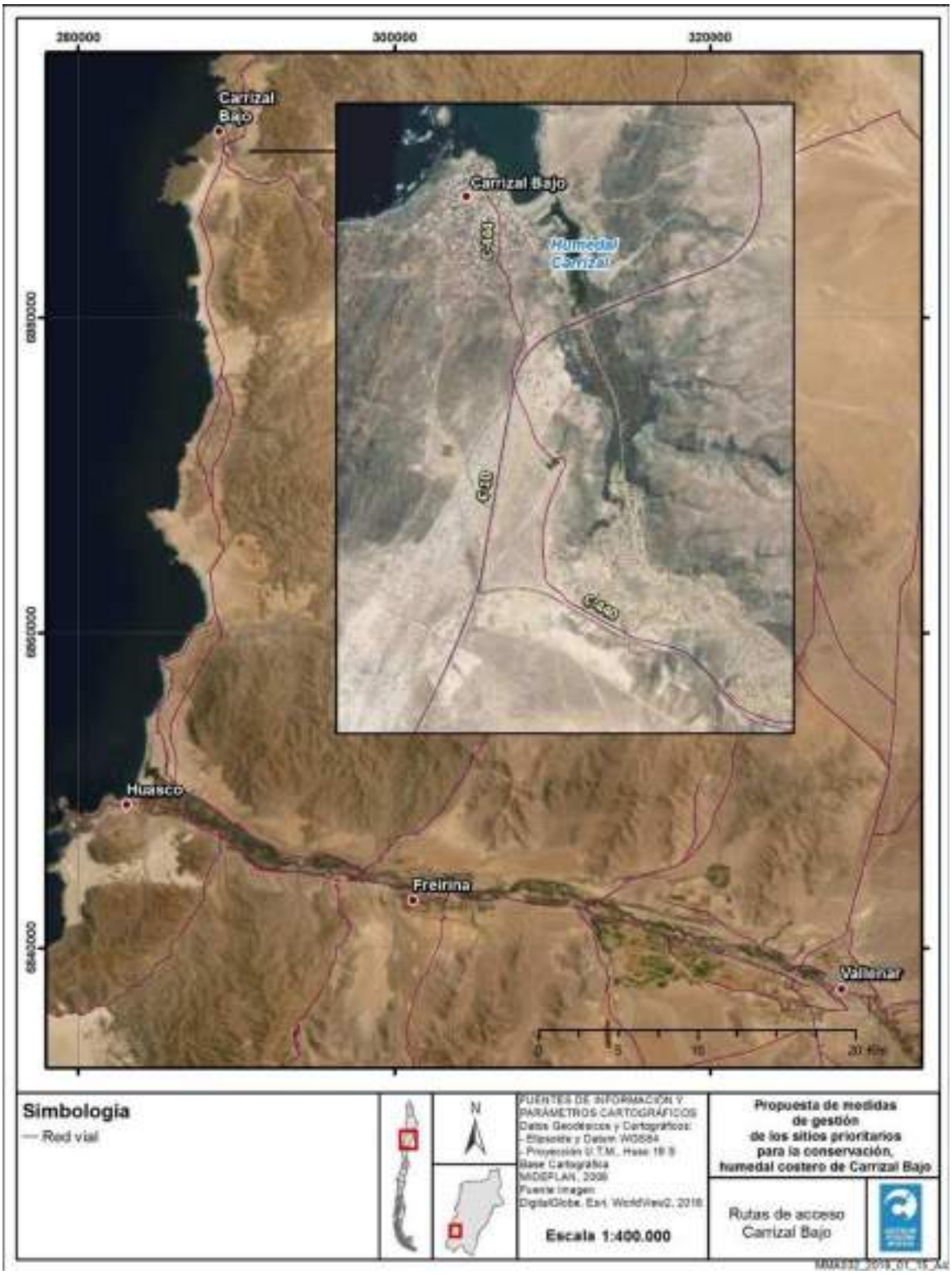


Figura 3-3 Rutas de acceso al Santuario de la Naturaleza Carrizal bajo.

Folio020228

3.3 OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO

3.4 Objetivo general

El objetivo general de este documento es proporcionar lineamientos para la implementación de un Plan de Manejo en el Santuario de la Naturaleza Carrizal Bajo, por medio de la identificación de indicadores y medidas de seguimiento y de monitoreo que permitan establecer el uso regulado del ecosistema y de este modo, asegurar la conservación de las especies presentes en el Santuario.

3.5 Objetivos específicos.

- Establecer los componentes ambientales más relevantes del ecosistema y definir objetos de conservación.
- Identificar y describir las principales amenazas sobre los objetos de conservación.
- Zonificar el área según las consideraciones anteriores.
- Desarrollar un plan de monitoreo y seguimiento conforme a los resultados obtenidos
- Proponer mecanismos de gestión y gobernanza

Folio020229

4 ACTUALIZACIÓN DE ANTECEDENTES AMBIENTALES DEL SANTUARIO DE LA NATURALEZA CARRIZAL BAJO.

Con el objeto de revisar y actualizar los antecedentes del humedal costero, se procede a caracterizar ambientalmente el ecosistema estableciendo relaciones ecológicas, económicas y sociales que determinan la condición actual del santuario de la naturaleza para la posterior implementación de un Plan de Manejo. Se considera una revisión de antecedente bibliográficos, talleres comunitarios y caracterización ecológica del ecosistema.

4.1 Factores físicos

4.1.1 Clima

El clima de la región de Atacama se debe principalmente al Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur (ASPS) que bloquea la llegada de frentes climáticos, a la corriente fría de Humboldt, y que sumados a la compleja topografía conlleva a escasas y concentradas precipitaciones en algunos días de la época invernal; por esta razón la región es semiárida y predomina el clima desértico (Squeo et al., 2008). Las precipitaciones aumentan a medida que se avanza al sur o de oeste a este; lo que atenúa el desierto. En la región destacan cuatro subclimas (BCN, 2018; ODEPA, 2018 y SERNATUR, 2015):

- Clima desértico litoral: se produce en la costa de la región y se característica por la abundante nubosidad matinal. Las precipitaciones aumentan hacia el sur alcanzando los 18 mm anuales y la humedad relativa está en torno al 70%.

- Clima desértico de interior: se da en la franja intermedia de la región, especialmente en las pampas. Se caracteriza por elevadas temperaturas durante el día, ausencia de nubosidad y precipitaciones.

- Clima desértico marginal: se desarrolla desde el sur del valle de Copiapó hasta el límite meridional de la región. Se produce una mayor cantidad de precipitaciones anuales, si se compara con los dos tipos de climas anteriores, especialmente en el sur de la región. La humedad tiende a desaparecer al ingresar al interior de los valles y el desierto está un poco más atenuado, por lo que se le denomina a esta zona semi-desierto.

- Clima desértico marginal de altura: se localiza por sobre los 2.000 metros de altitud. Las precipitaciones son más abundantes que en los otros tres climas mencionados (250 mm anuales) y en las zonas más altas predominan las precipitaciones sólidas. Las temperaturas son bajas y hay una marcada oscilación térmica entre el día y la noche.

Carrizal Bajo, ubicado en la costa norte de la comuna de Huasco, tiene un clima desértico litoral. El aire costero presenta una alta humedad relativa (74%), que varía de un 66% en enero a un 78% en julio, por lo que las neblinas costeras se transforman en una importante fuente de recurso hídrico para la vegetación xerófila existente en la zona (Squeo *et al*., 2008).

En la Tabla 4-1 Temperaturas de la estación Canto de agua, que se encuentra cercana a Carrizal Bajo durante los últimos 5 años.

Tabla 4-1 Temperatura Medias Mensuales (°C) 02/01/2015 - 13/12/2019. Estación Canto de Agua. Sub cuenca Quebradas Carrizal y Carrizalillo

Temperatura Medias Mensuales (°C)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2015	20,87	19,14	18,66	16,85	14,09	11,39	11,76	14,66	14,63	14,88	15,84	17,23
2016	19,56	19,73	18,26	16,20	14,48	11,65	12,89	12,59	13,79	15,13	16,53	18,79
2017	21,38	20,27	17,75	15,77	13,81	12,87	11,04	12,20	14,04	14,96	15,98	16,71
2018	18,73	19,02	16,12	14,49	12,20	10,89	11,58	11,42	12,58	14,21	15,87	17,28
2019	19,36	20,48	17,12	15,79	12,31	10,85	10,82					

Las precipitaciones son variables, se presentan principalmente desde mayo a agosto y excepcionalmente en primavera (Squeo *et al*., 2008), tal y como se muestra en la Tabla 4-2 Precipitación Medias Mensuales (mm) 02/01/2011 - 13/12/2019. Estación Canto de Agua. Sub cuenca Quebradas Carrizal y Carrizalillo

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	0	0	0	0	0	15	31	0	0	9	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	3,2	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	5	6	0	0	6,5	0	0	0
2015	0	0	14	0	0	0	22	14	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	55	11	0	24	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
2019	0	0		0	0	0	0					

4-3, que detalla las precipitaciones mensuales de la estación Canto de Agua, cercana a la zona de estudio.

Tabla 4-2 Precipitación Medias Mensuales (mm) 02/01/2011 - 13/12/2019. Estación Canto de Agua. Sub cuenca Quebradas Carrizal y Carrizalillo

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	0	0	0	0	0	15	31	0	0	9	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	3,2	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	5	6	0	0	6,5	0	0	0
2015	0	0	14	0	0	0	22	14	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	55	11	0	24	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
2019	0	0		0	0	0	0					

4-3 Precipitaciones mensuales Estación Canto del Agua, para últimos 10 años. Fuente BNA-DGA.

4.1.2 Geomorfología

La región de Atacama no presenta las unidades tradicionales del relieve de Chile (Cordillera de los Andes, Depresión Intermedia, Cordillera de la Costa y planicies litorales), pues su relieve es muy irregular y accidentado; las características geográficas dominantes son la Cordillera de los Andes, los valles transversales y las Planicies litorales.

- Cordillera de los Andes: conserva sus características y destaca la cumbre más alta del país: Ojos del Salado con 6.893 m.s.n.m., además está el Nevado de Tres Cruces (6.748 m.s.n.m.), el Incahuasi (6.621 msnm), el Ermitaño (6.146 m.s.n.m.) y el Nevado San Francisco (6.018 m.s.n.m.).

- Depresión Intermedia: es sustituida por los valles transversales, en donde se da la actividad agrícola, gracias a las escasas aguas fluviales. Importante es destacar la presencia del desierto; en donde en ocasiones, producto de las inusuales lluvias se transforma en un Desierto Florido.

-Cordillera de la Costa: es discontinua y su altura disminuye en esta región, debido a la presencia de los valles transversales y por la erosión marina.

-Planicies litorales: es amplia y pareja en Atacama y se confunden con la Cordillera de la Costa. Cuenta con un litoral de más de 500 km, en donde hay playas y sectores de costa.

La región se caracteriza por cuencas endorreicas, extensas llanuras de escombros y detritus, ríos de poca madurez y con una inclinación extrema, alturas extremas, la mayoría de los valles son quebradas es decir sin afluentes permanentemente activos y morfología correspondiente a la actividad volcánica.

El Santuario de la Naturaleza Humedal de Carrizal Bajo se ubica en las planicies litorales, en el sector norte de la comuna de Huasco, aproximadamente a 2 km de la cordillera de la Costa, si se traza una línea recta.

4.1.3 Suelo

El suelo en el sector de Carrizal Bajo es de tipo yermosol cálcico, el cual se distribuye por toda la costa de la región de Atacama y se refiere a un régimen higrométrico árido (FAO-Unesco, 1976; Squeo *et al*., 2008).

Entre los usos actuales del suelo de Santuario de la Naturaleza Humedal de Carrizal Bajo destacan: estacionamiento no regulado de vehículos en el sector de playa para la época estival, tomas inmobiliarias, camping no formal, acopio de algas, zona de residuos (contenedor) y mirador del humedal. No obstante, en su mayoría es un sector de área natural con vegetación herbazal y matorral (Figura 4-1)

Es importante señalar que el camino que rodea al humedal no se encuentra regularizado, la vegetación ribereña está en estado normal, existe una zona de dunas y otra rocosa adyacentes. Por otro lado, no ha existido un cambio de uso de suelo respecto a otros sectores económicos tal como la agricultura o uso ganadero.

Folio020232

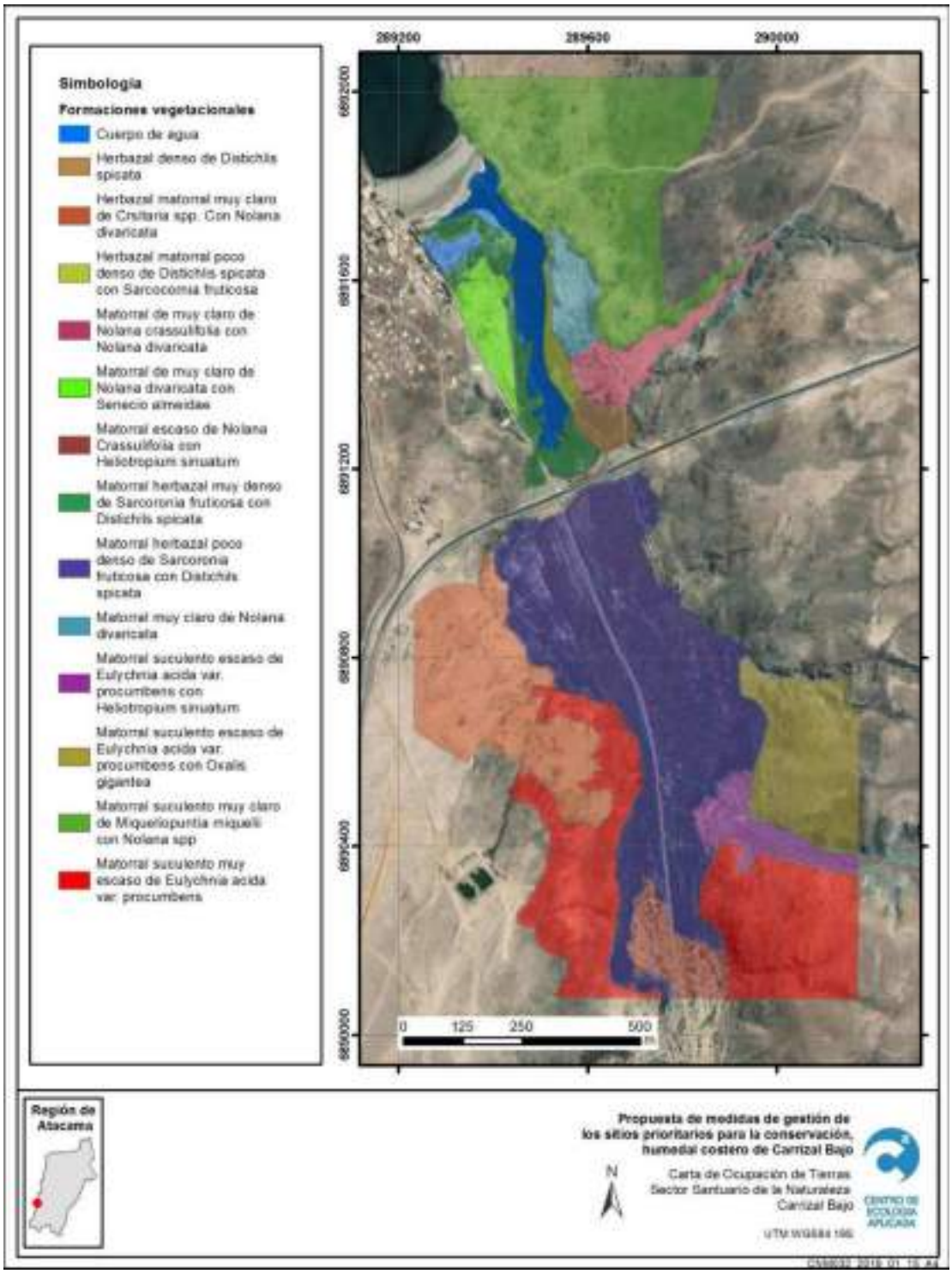


Figura 4-1 COT Santuario de la Naturaleza Carrizal Bajo

Folio020233

4.1.4 Hidrografía y derechos de agua

***4.1.4.1** Determinación de las unidades de estudio (microcuencas) por cuencas presentes en el área de estudio*

La cuenca hidrográfica se concibe como un sistema dentro del medio ambiente, compuesto por las interrelaciones de los subsistemas social, económico, demográfico y biofísico (Faustino & Jiménez, 2000). Junto con otros componentes ambientales, la estructura de las cuencas determina las características del medio, como el relieve, la distribución demográfica y la estructura vegetacional y faunística.

Carrizal bajo se ubica en el vértice de las subcuencas Quebrada Costanera y Quebrada Carrizal. Esta confluencia hidrológica junto con la intermitente conectividad con el mar y aguas subterráneas originan la laguna costera Carrizal bajo.

4.1.4.2 Derechos de agua

Entre las cuencas costeras de la región de Atacama, la cuenca de quebrada Carrizal es la que más derechos de aguas subterráneas presenta lo que al año 2010 constituían 293 l/s, de ejercicio permanente y continuo. Actualmente en el área de estudio no existen derechos de agua asignados. No obstante, sí existen solicitudes de derechos de agua para la zona más alta de la cuenca asociada a proyectos mineros (VP-0303-165), actividad industrial más importante en esta zona.

Folio020234

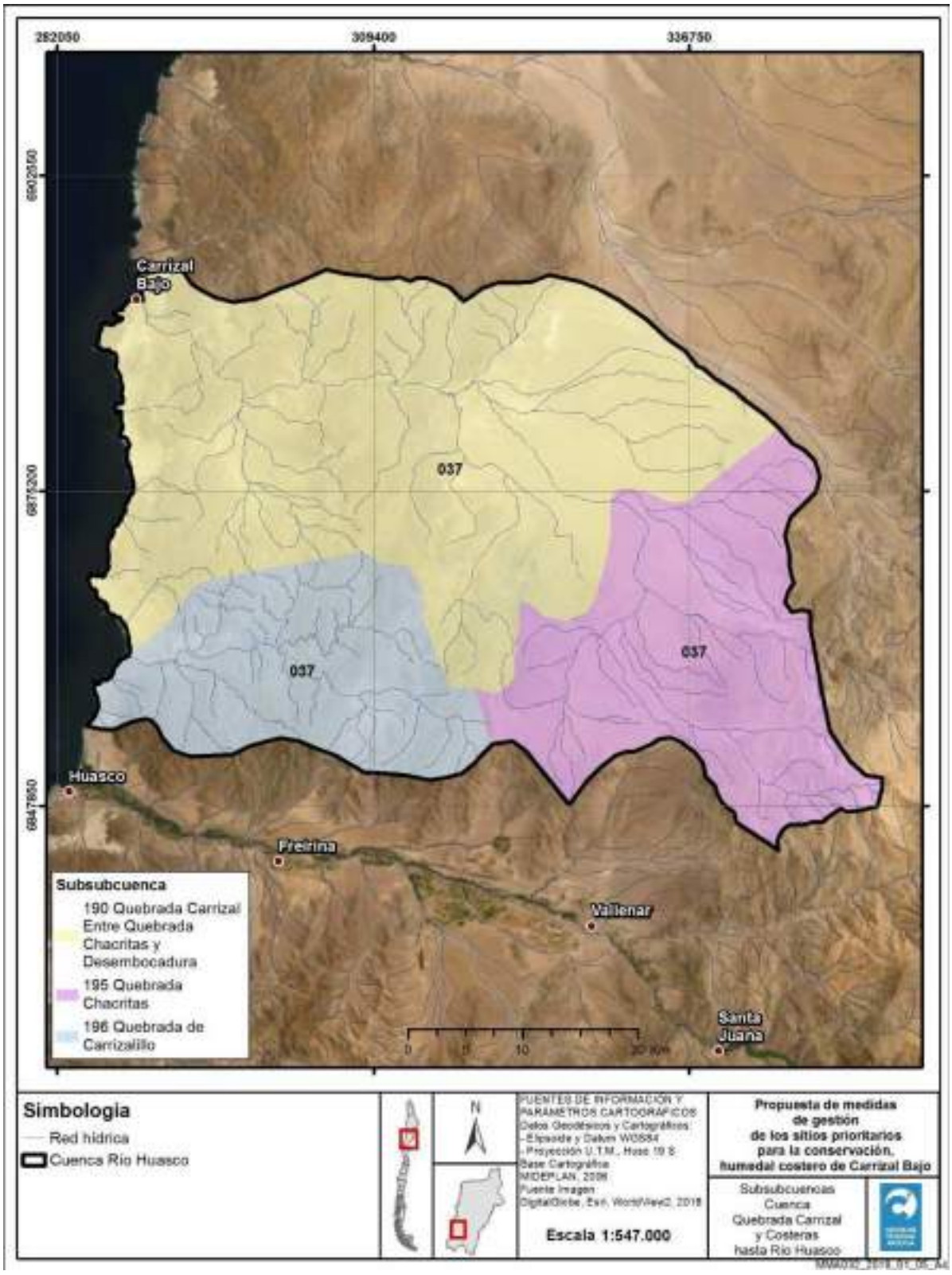


Figura 4-2 Red hidrológica Carrizal bajo

4.1.5 Medio humano y sociocultural

La comuna de Huasco, donde se encuentra este santuario, posee un cúmulo cultural material e inmaterial, relacionado principalmente con los pueblos indígenas. Por su ubicación en la costa, los indígenas se asentaron en esta zona, ya que el mar era fuente de recursos. También está el valle del Huasco, en el cual se localiza el río Huasco, donde la agricultura les entregaba productos desde tiempos antiguos.

La zona rural es campesina, por lo que conserva las tradiciones y las costumbres antiguas. En este sector destaca la producción de aceites de oliva y aceitunas.

Entre el patrimonio material de Huasco destacan: Fuerte sur o esmeralda, Biblioteca Municipal, el sector de Huasco Bajo, Bahía Guacolda, la desembocadura del río Huasco, las escuelas de niños y niñas en Huasco y Huasco Bajo, la iglesia Nuestra Señora del Rosario y la parroquia San Pedro Apóstol con las respectivas plazas que las anteceden, las localidades de Canto del Agua y Carrizal Alto con sus antiquísimas fundiciones de minerales, el desierto florido y el Parque Nacional Llanos de Challe.

En cuanto con las actividades recreativas, relacionan con las celebraciones que se realizan en distintas épocas y han aumentado con los años. También se dictan talleres municipales, principalmente de danza, música y artesanía, y están constituidas por 12 clubes deportivos.

4.1.5.1 Contexto arqueológico

Las regiones de Atacama y Coquimbo, ha sido designado como el área de las “Provincias Diaguitas”, por la distribución de las evidencias en sus principales valles de Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí y Choapa (Ampuero, 1978). En la zona Central mediterránea, la cultura Diaguita chilena representó el Período Agroalfarero, el cual tuvo lugar desde el año 300 a.C.

Los Changos, otro pueblo indígena que se estableció en el norte, era seminómade, pescador y recolector. Se caracterizaban por ser grandes nadadores y buceadores; navegaban en balsas formadas por cuero inflado de piel de lobos y se organizaban en tribus nómadas entre Perú y el Sur de la IV Región.

Según los trabajos realizados por Ampuero, el patrón de asentamiento que evidencian los sitios diaguitas consiste en uno de tipo semialdeano o aldeano, ubicado en diferentes pisos ecológicos, con una población que iba en aumento y fuertemente concentrada, y con un manejo tecnológico elevado. Muy probablemente una fracción de la población se mantuvo sedentaria, desarrollando prácticas hortícolas y ganaderas, y otro grupo debió mantenerse más móvil, concentrado en prácticas de recolección y caza. Así, las poblaciones diaguitas habrían alcanzado un alto grado de estabilización con el medio.

La cultura Diaguita tuvo un gran desarrollo agrícola y ganadero, estableciéndose de preferencia en los valles y la costa. Como elemento de identidad de la cultura Diaguita se reconoce los trabajos cerámicos. Los restos arqueológicos de platos y vasijas, entre otras piezas útiles y ornamentales, destacan por la variedad de técnicas de elaboración utilizadas (como tramas geométricas, colores, pulidos y grabados) y por la complejidad de sus formas. Otros elementos definitorios de la cultura fueron la tipología de

Folio020236

sepulturas, claramente identificadas por ruedos de piedra en la superficie, como también una metalurgia sencilla basada en el cobre.

Los diaguitas estuvieron en plenitud desde los años 1000 al 1470 D.C., puesto que en 1470 fueron invadidos por los Incas, que aportaron con mejores técnicas para el cultivo y la minería, además de nuevas formas de cerámica. Luego, en 1541 con la llegada de Pedro de Valdivia al actual territorio chileno, las tierras ocupadas por los diaguitas y otras comunidades indígenas fueron reconocidas como Pueblos de Indios y su territorio ancestral se redujo a pequeñas porciones de tierras.

Varios pueblos indígenas se conservaron durante toda la colonia, pero la expansión de la corona española los dejo con exiguo territorio, asimismo disminuyó notoriamente la población de indígenas y dio lugar al mestizo (mezcla española e indígena). La llegada de los españoles impuso un nuevo orden político, social y económico. Siendo la minería la principalidad actividad económica de la región de Atacama, lo que promovió progreso y desarrollo. Actualmente, es posible encontrar poblaciones aborígenes más puras, pero en sectores puntuales y al interior de los valles.

La Laguna Carrizal Bajo, se describe como un área de asentamiento humano desde por lo menos 4.000 años, al principio se establecieron grupos cazadores recolectores, que con el tiempo derivó en las culturas Huentelauquén, Agroalfarera temprana El Molle y la cultura Agroalfarera media Las Ánimas. Esta última se divide a su vez en dos: la cultura Copiapó y lo que se ha descrito anteriormente, la cultura Diaguita.

En el área del Santuario de la Naturaleza se registran hallazgos de asentamientos humanos encontrados durante una prospección arqueológica en el sector Oeste Suroeste de Copiapó, asociada a la construcción de la carretera costera. Este estudio reveló la presencia de sitios arqueológicos en el área específica del humedal costero (Contreras, 2003).

Uno de los hallazgos se muestra en la Figura 4-3, aquí se desarrolló un campamento de poblaciones alfareras. En este sector fueron observados grandes cantidades de desechos de valvas de moluscos, asociados a restos líticos compuestos por núcleos, lascas, percutores y manos de moler; huesos de lobos marinos y fragmentos de vasijas monocromos. Así como este sitio se describen también otros con conchales pertenecientes a poblaciones cazadoras recolectoras.

Folio020237

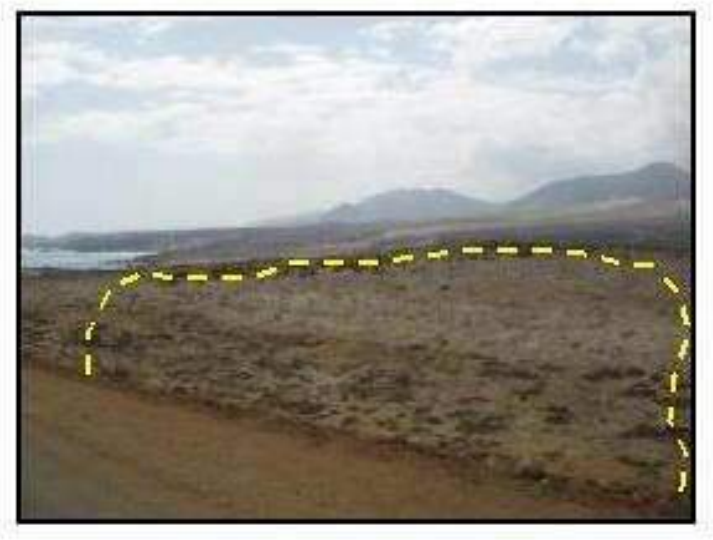


Figura 4-3 Sitio arqueológico, conchal de poblaciones alfareras. Ex: Contreras, 2003

4.1.5.2 Contexto actual

Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), de acuerdo con el Censo aplicado el año 2017, la comuna de Huasco tiene una población de 10.149 habitantes, de los cuales 4.906 son mujeres y 5.243 hombres; produciéndose un crecimiento de 2.204 personas si se le compara con las cifras del Censo del año 2002. La población de Huasco es mayormente adulta, siendo el tramo que va de los 30 a los 64 años el que concentra la mayor parte de los habitantes, con un 46,1%, seguido por el tramo que va de 0 a los 14 años con un 22,2% y de los 15 a los 29 con un 19,8%.

El 15,2% de los habitantes de la comuna declara pertenecer a un pueblo originario; de estos el 54,1% declara ser diaguita, el 22% mapuche, el 7,6% Aymara y el 4,8% Colla.

En cuanto a los migrantes, representan un 1,7% del total de la población, de este porcentaje el 30,9% son colombianos y el 21,5% bolivianos.

Según último Censo del año 2017, la población que nunca asistió a la educación formal corresponde a un 4%, lo que aumentó según el Censo anterior (2002), ya que las cifras estaban en un 2,6%, aunque este aumento es directamente proporcional al incremento de la población total. Las personas que cuentan con estudios superiores corresponden a un 15% para el año 2017, las cifras aumentaron, en relación con el año 2002 que se sitúo en un 11%.

En la comuna la tasa de natalidad ha disminuido, desde un 17,1% en el 2007 a un 12,4% en el 2017. Por el contrario, la esperanza de vida y la mortalidad han aumentado los últimos años.

La comuna de Huasco concentra un 13,5% de pobreza por ingresos, esto según datos de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen) realizada el 2015; esta cifra es casi el doble del 6,9% que tiene la región de Atacama, sin embargo, es más cercana al promedio del país que se sitúa en un 11,7%. En este mismo instrumento se

Folio020238

indica que es la mujer quien sufre mayormente esta situación y que asume la jefatura de hogar en un 40%.

La pobreza multidimensional, que evalúa cinco dimensiones: educación, salud, trabajo y seguridad social, vivienda y entorno, redes y cohesión está en un 22,9%, ligeramente más alta que el porcentaje a nivel nacional, que corresponde a un 20,9%.

Con respecto a la situación laboral, el 58% de la población declara trabajar, el 63% corresponde a hombres y el 37% a mujeres. En ambos casos se produce un aumento del 8%, respecto a la medición anterior.

El sector económico que concentra la mayor cantidad de empleos es el de servicios, le sigue el sector extractivo, tanto la agricultura como la pesca.

En relación con la pesca, esta es importante para la comuna, ya que cuenta con más de 40 km de costa. Es realizada de manera artesanal y según lo ha informado el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) para el año 2010, la Caleta Carrizal Bajo desembarcó 12.827,302 toneladas de algas y la Caleta Huasco solamente 3.903,311 toneladas. Aunque, la Caleta Huasco presenta un mayor desembarque de peces y moluscos; en peces la Caleta Huasco desembarcó 24,913 toneladas, en cambio la Caleta Carrizal Bajo alcanzó las 18,928 toneladas. Los moluscos en la Caleta Huasco llegaron a las 7,82 toneladas y 5,650 toneladas en Carrizal Bajo. En cuanto a la pesca de crustáceos, Huasco registró 230,443 toneladas y Carrizal Bajo nada. Por último, con relación a otras especies, Huasco capturó 50,691 toneladas y Carrizal Bajo 0,213 toneladas.

En Huasco se encuentran presentes grandes empresas del sector industrial como Compañía Minera del Pacífico (CAP), la cual para el año 2009 tuvo una producción y compras de 8 millones 534 mil toneladas métricas de mineral, de las cuales 5 millones 300 mil toneladas métricas corresponden a producción del Valle del Huasco, 1 millón 792 mil toneladas métricas al Valle del Elqui y 1 millón 442 mil toneladas métricas de producción de Hierro Atacama. La Planta de Chancado y Concentración Los Colorados posee una capacidad de procesamiento de 1,5 millones de toneladas anuales de mineral.

Según el Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin), en la comuna existen 5 plantas y faenas mineras, de las cuales 1 corresponde a la extracción de hierro, 2 a plantas de procesos de mineral de hierro y 2 a extracción de cobre. En la Tabla 4-4 se indican los nombres de las faenas presentes en la comuna, junto al nombre de la empresa, al proceso de operación y mineral.

Tabla 4-4. Faenas presentes en la comuna, nombre de la empresa, proceso de operación y mineral. Fuente Sernageomin.

Nombre faena	Nombre empresa	Proceso de operación	Mineral
Mina Verde	Eduardo Diaz Álvarez	Mina subterránea	Cobre
Mina Verde	L.M.S. e Hijos Ltda.	Mina subterránea	Cobre
Mina Los Colorados	C.M. Huasco S.A.	Mina a rajo abierto	Hierro

Folio020239

Nombre faena	Nombre empresa	Proceso de operación	Mineral
Planta Los Colorados	C.M. Huasco S.A.	Planta	Hierro
Planta de Pellets	C.M. del Pacífico S.A.	Planta	Hierro

Otra gran empresa situada en la comuna es la Empresa Eléctrica Guacolda, de AES Gener, que aporta 760 MW al Sistema Interconectado Nacional que actualmente utiliza carbón pulverizado para su funcionamiento. También se pueden mencionar Huasco TG con capacidad de 64 MW y que utiliza gasóleo, Diego de Almagro con 24 MW y que funciona con gasóleo y Huasco Vapor que tiene una capacidad de 16 MW y que funciona con carbón.

En cuanto con la actividad comercial, según el Rol de Patentes Comerciales, la comuna cuenta con más de 170 empresas dedicadas directamente al comercio, destacando el comercio dedicado a la venta de alimentos, bazares, boutique, mueblerías, librerías, relojería, vidriería, farmacia, barraca, ferretería, artículos para mascotas, insumos computacionales, etc.

Existen solamente 11 artesanos formales, dentro de los cuales realizan trabajos en concha, costura artesanal, greda y cerámica, cuero, piedra. Pero de acuerdo con el Registro de Microempresarios de la Comuna de Huasco del año 2010, existen 52 artesanos en total (formales e informales).

Con relación a los atractivos turísticos, destacan las cabalgatas por el río Huasco, la Playa Grande y Olivos Centenarios. Según el Rol de Patentes Municipales 2010, hay 44 servicios de alimentación, entre restaurantes, salones de té, fuentes de soda, entre otros. Además, el Departamento de Turismo tiene un catastrado de 30 prestadores de servicio de alojamiento informales, los cuales ofertan 191 habitaciones y 369 camas. Junto a lo anterior, la comuna presenta 3 camping: El Pino, Tres Playitas y Carrizal.

Aguas Chañar es responsable del servicio sanitario, y según su Memoria Anual 2017, la cobertura de agua potable alcanza un 99,76% (584.299 m^3) y el alcantarillado llega al 95,34% (475.624 m^3). La comuna también cuenta con distintos servicios: Oficina de Registro Civil e Identificación, Correos de Chile, Oficina del Instituto de Previsión Social, Banco Estado, oficinas de Emelat, Aguas Chañar, Chilexpress, Turbus, Supermercado Santa Isabel, Farmacias San Miguel y Más Vida, Gasolinera de Copec y Shell, la Caja Vecina del Banco Estado está en varios almacenes y locales, Biblioteca Pública, Centro Cultural Padre Luis Gil, Hospital Manuel Magalhaes Medling, entre otras.

El sistema de transporte público cuenta con buses Interurbano (Tur Bus, Elqui Bus, Palacios y Serenamar), taxis colectivos para servicios locales, preferentemente. Las empresas Cormar y Vallenar entregan sus servicios de minibuses permanentes entre Vallenar y Huasco. Las otras localidades cuentan con limitado transporte de pasajeros, de hecho, a Carrizal Bajo existe una línea de minibuses que hacen el recorrido de Vallenar a Carrizal Bajo, pero solamente 2 veces por semana.

Folio020240

4.2 Factores fisicoquímicos

4.2.1 Calidad de agua

La calidad del agua del Humedal costero Carrizal bajo se determinó respecto a la NCh1333. Of78: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos que establece la calidad del agua para la protección o conservación del ambiente y la conservación de la naturaleza. Las características y valores de las aguas de la laguna de Carrizal bajo fueron medidos en dos sitios identificados como CARR-1 y CARR-2. Los resultados se representan la Tabla 4-5 y Figura 4-4; Figura 4-5; Figura 4-6; Figura 4-7.

Tabla 4-5 Parámetros de Calidad de agua medidos en primavera de 2019 en el Santuario de la Naturaleza Húmedas costero de Carrizal bajo.

Parámetro	Unidad	LD	CARR-1	CARR-2	Nch. 1333. Of 78		
					Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo
Arsénico total	mg/L	0,005	0,020	<0,005	0,1	-	-
Aceites y grasas			1,56	<1,00	-	-	10
Aluminio total			0,052	0,079	5	-	-
N-Amonio					-	-	-
Boro total	**mg/L**	**0,007**	**2,098**	**2,544**	**0,75**	**-**	**-**
Cadmio total	**mg/L**	**0,001**	**<0,001**	**<0,001**	**0,01**	**-**	**-**
Calcio disuelto	mg/L	0,013	1156	1240			
Carbonato		-	26	<5	-	-	-
Cobre total	mg/L	0,003	0,208	<0,003	0,2	-	-
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1,8	<1,7	<1,8	1000	-	1000
Clorofila	mg/L	0,00	<0,01	<0,01	-	-	-
Conductividad eléctrica (25ºC)	**mS/cm**	**-**	**30,40**	**28,70**	**<0,75 (1)**	-	-
					0,75 - 1,5 (2)	-	-
					1,5 - 3,0 (3)	-	-
					3,0 - 7,5 (4)	-	-
					>7,5 (5)	-	-
Cromo total	mg/L	0,002	<0,002	0,104	0,1	-	-
DBO5	mg/L	<2	5	3	-	-	-
DQO	mg/L	2	9	7	-	-	-

Parámetro	Unidad	LD	CARR-1	CARR-2	Nch. 1333. Of 78		
					Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo
Fósforo de ortofosfato (P-PO_4)	ug/L	3	14	7	-	-	-
Fósforo total	ug/L	3	48	68	-	-	-
Hierro total	mg/L	0,002	0,070	0,259	5	-	-
Litio total	mg/L	0,004	0,089	0,130	0,075 (6)	-	-
					2,5	-	-
Manganeso total	mg/L	0,004	<0,004	0,103	0,2		
Molibdeno total	mg/L	0,003	0,008	<0,003	0,01	-	-
Nitrógeno de amonio (N-NH_4)	mg/L	-	78	36			
Nitrógeno de nitrato (N-NO_3)	mg/L	46	1	1	-	-	-
Nitrógeno de nitrito (N-NO_2)	mg/L	0,2	<0,002	0,0	-	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg /L		1,35	1,28			
Nitrógeno total	mg/L		2,15	1,93	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L	-	5,54	1,42	-	>5,0	-
pH (25°C)	-	-	8,77	0,93			
Plomo total	mg/L	0,008	<0,008	<0,008	5	-	-
Potasio disuelto	mg/L	0,093	114,2	138,0	-	-	-
Salinidad	g/L	-	18,60	17,60	-	-	-
Sodio disuelto	mg/L	0,040	5006	4685	-	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/L	-	3,9	12,2			
Sólidos disueltos totales	**mg/L**	**3**	**22133**	**19233**	**<500 (1)**	**-**	**-**
					500 - 1000 (2)	**-**	**-**
					1000 - 2000 (3)	**-**	**-**

Parámetro	Unidad	LD	CARR-1	CARR-2	Nch. 1333. Of 78		
					Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo
					2000 - 5000 (4)	**-**	**-**
Sulfato	**mg/L**	**2**	**5001**	**4520**	**250**	**-**	**-**
Temperatura	º C	-	16,10	19,40	-	-	30
Turbidez	NTU	-	6,18	3,72	-	VN+30	50
Zinc total	mg/L	0,002	0,025	<0,002	2	-	-

(1) Agua con la general no se observarán efectos perjudiciales

(2) Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles

(3) Agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos

(4) Agua que puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con método de manejo cuidadosos

(5) Fuera del rango establecido en la normativa

(6) Cítricos

El agua analizada es evaluada conforme a los límites que establece la Norma chilena de calidad de agua para diferentes usos (NCh1333. Of78). Los parámetros analizados en primavera de 2019 revelan que para el uso de regadío el agua presenta algunas limitaciones por componentes como el Boro Total, Manganeso Total, Sulfato, Sólidos Totales disueltos y Conductividad eléctrica que se encuentran fuera de la norma para cualquiera de los tipos de riego. En relación con el uso para Recreación con contacto directo, la Turbidez esta fuera de la norma en CARR-1. En cuanto a la vida acuática en CARR-2 se registra valores de baja concentración de oxígeno disuelto, lo cual limita la supervivencia de organismos acuáticos menos tolerantes a esta condición.

Folio020243

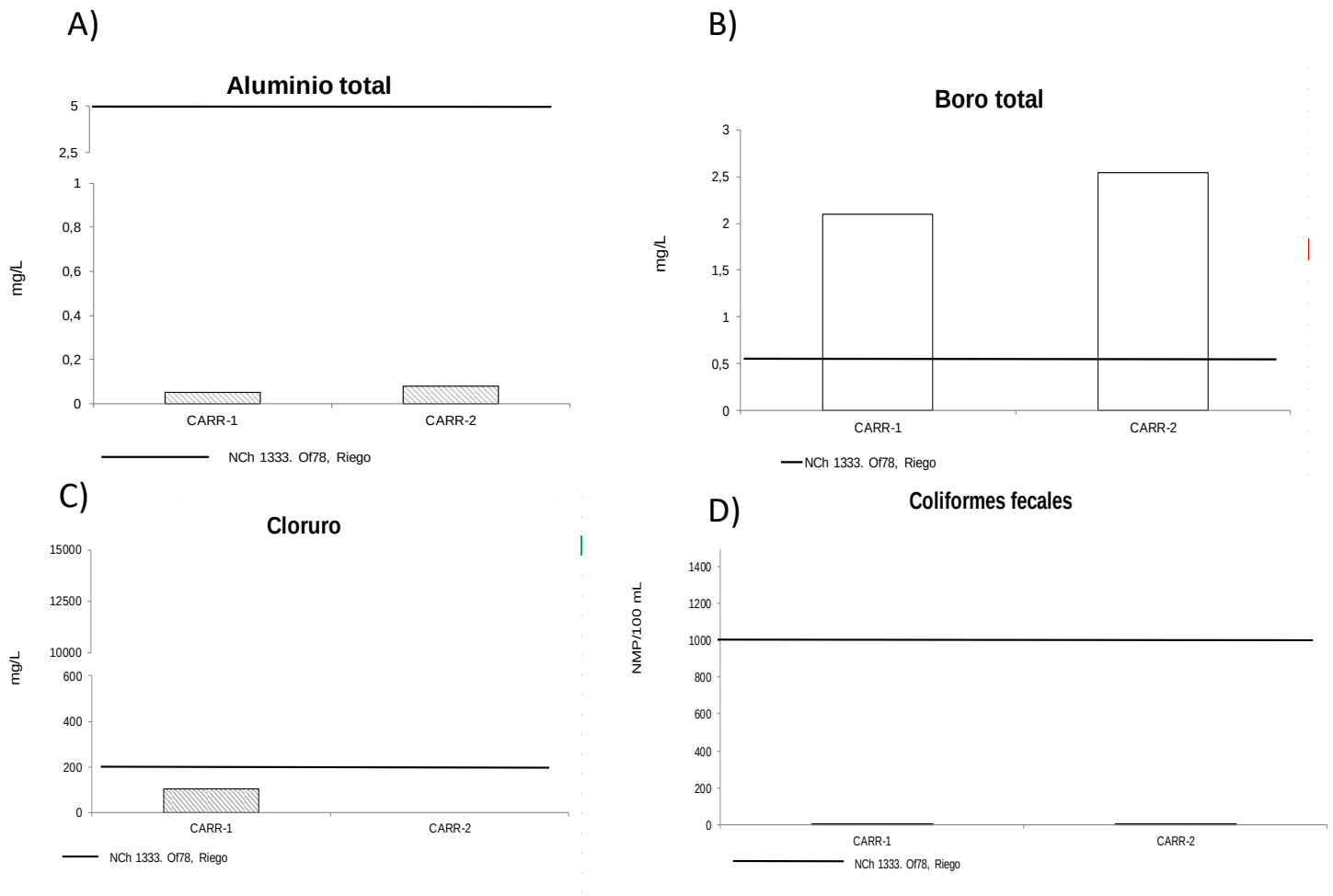


Figura 4-4 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Donde: A) Aluminio Total, B) Boro Total, y C) Cloruro y D) Coliformes fecales. Santuario de la naturaleza Humedal costero de Carrizal bajo. Campaña primavera 2019.

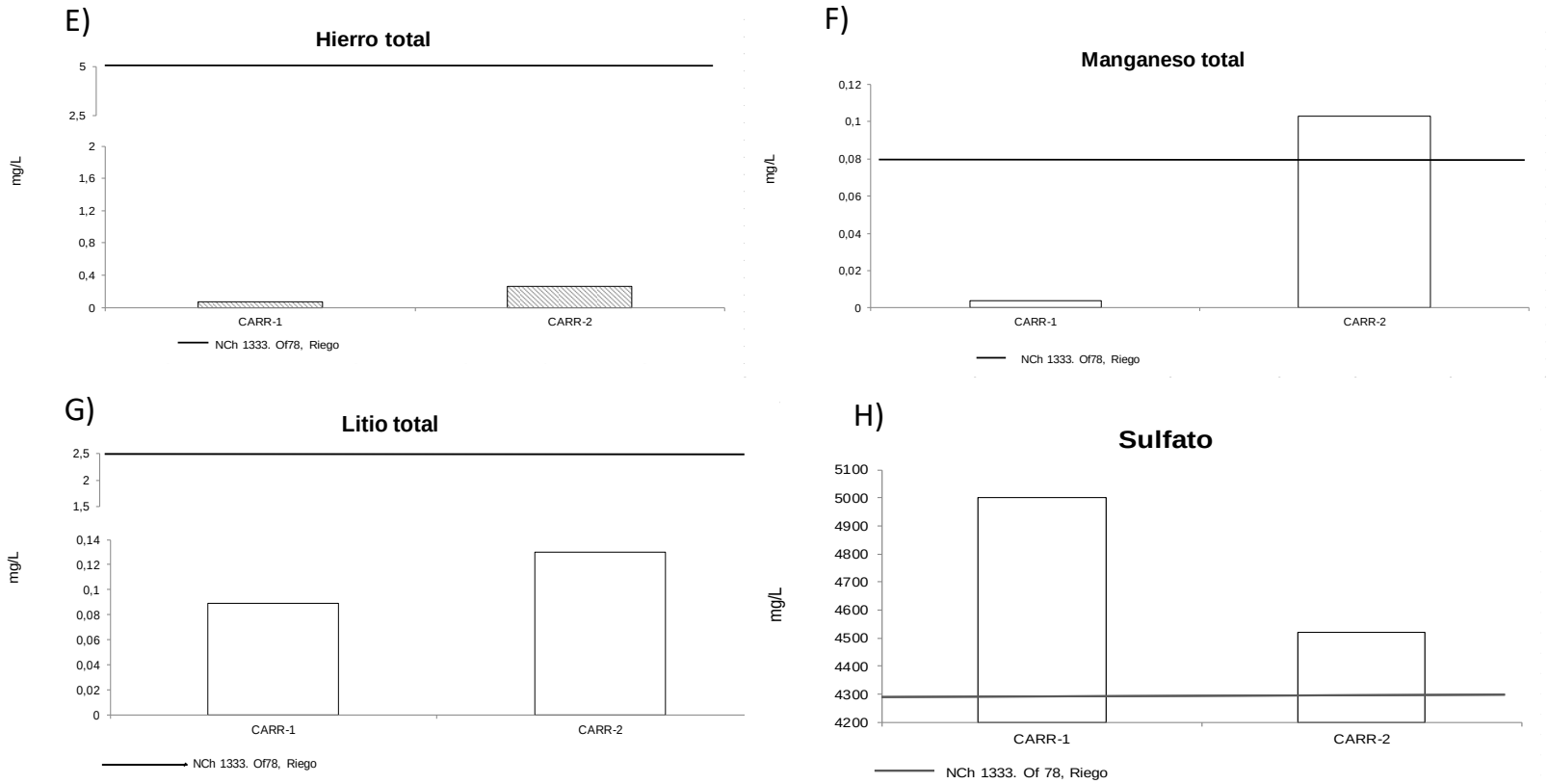


Figura 4-5 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Donde: E) Hierro Total, F) Manganeso Total, y G) Litio Total y H) Sulfato. Santuario de la naturaleza Humedal costero de Carrizal bajo. Campaña primavera 2019.

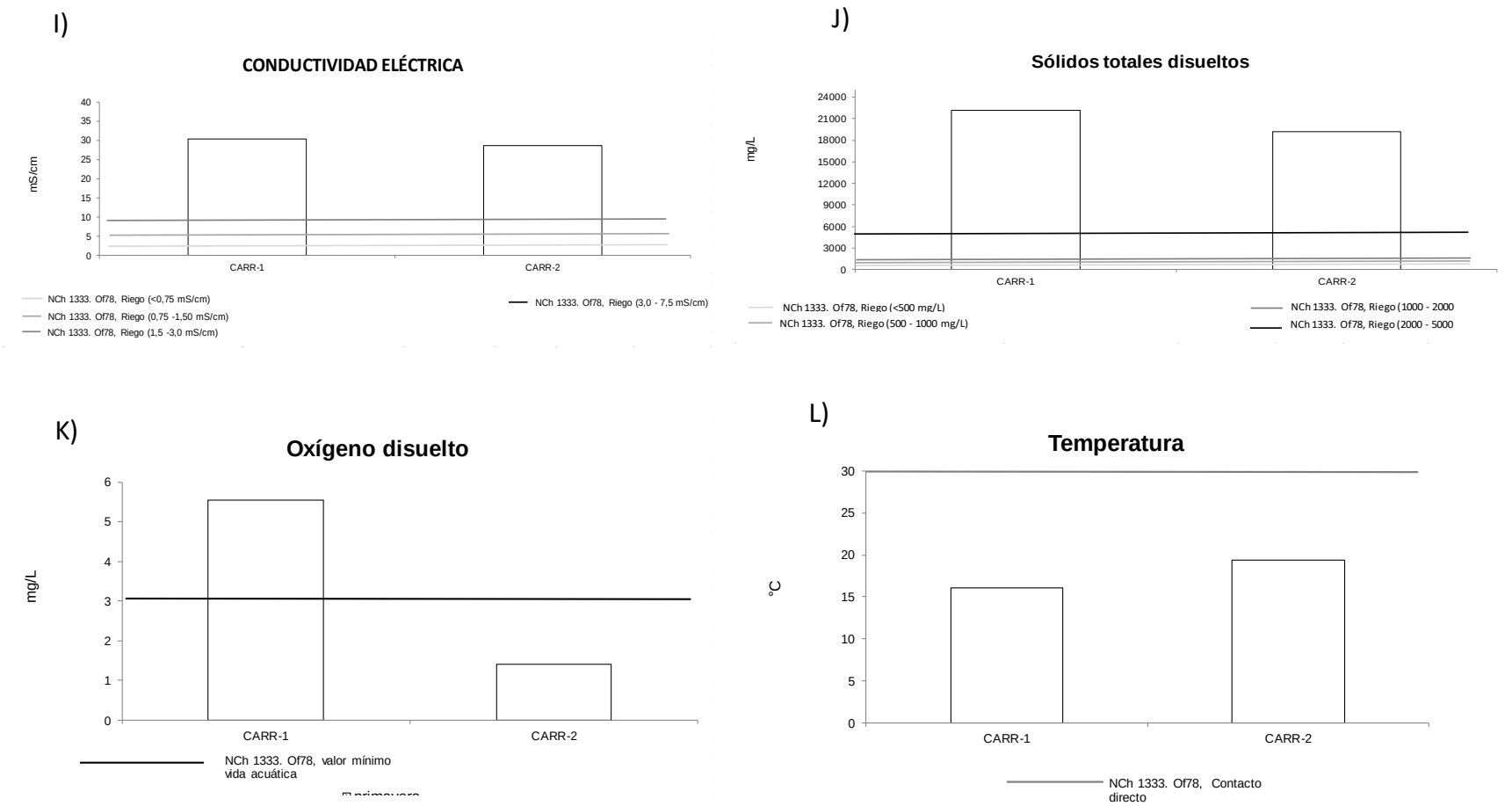


Figura 4-6 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Donde: I) Conductividad eléctrica, J) Sólidos Totales disueltos, y K) Oxígeno disuelto y L) Temperatura. Santuario de la naturaleza Humedal costero de Carrizal bajo. Campaña primavera 2019.

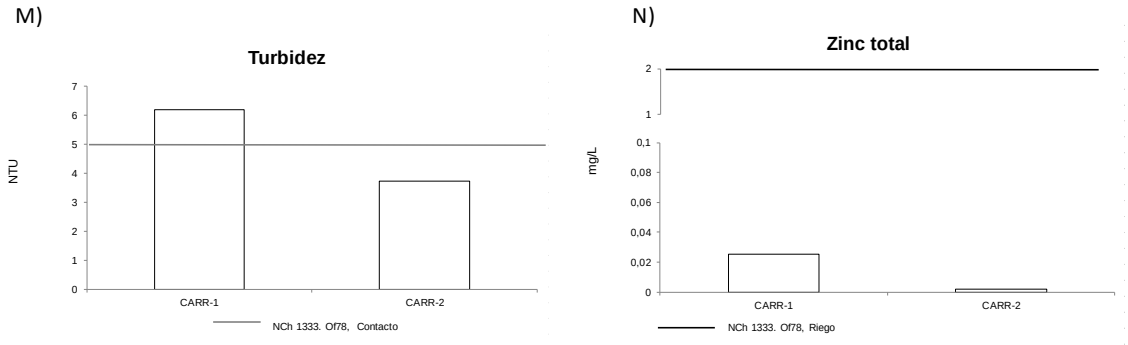


Figura 4-7 Valores de parámetros fisicoquímicos comparados con la Nch1333 of.78. Donde: M) Turbidez y N) Zinc total. Santuario de la naturaleza Humedal costero de Carrizal bajo. Campaña primavera 2019

Folio020247

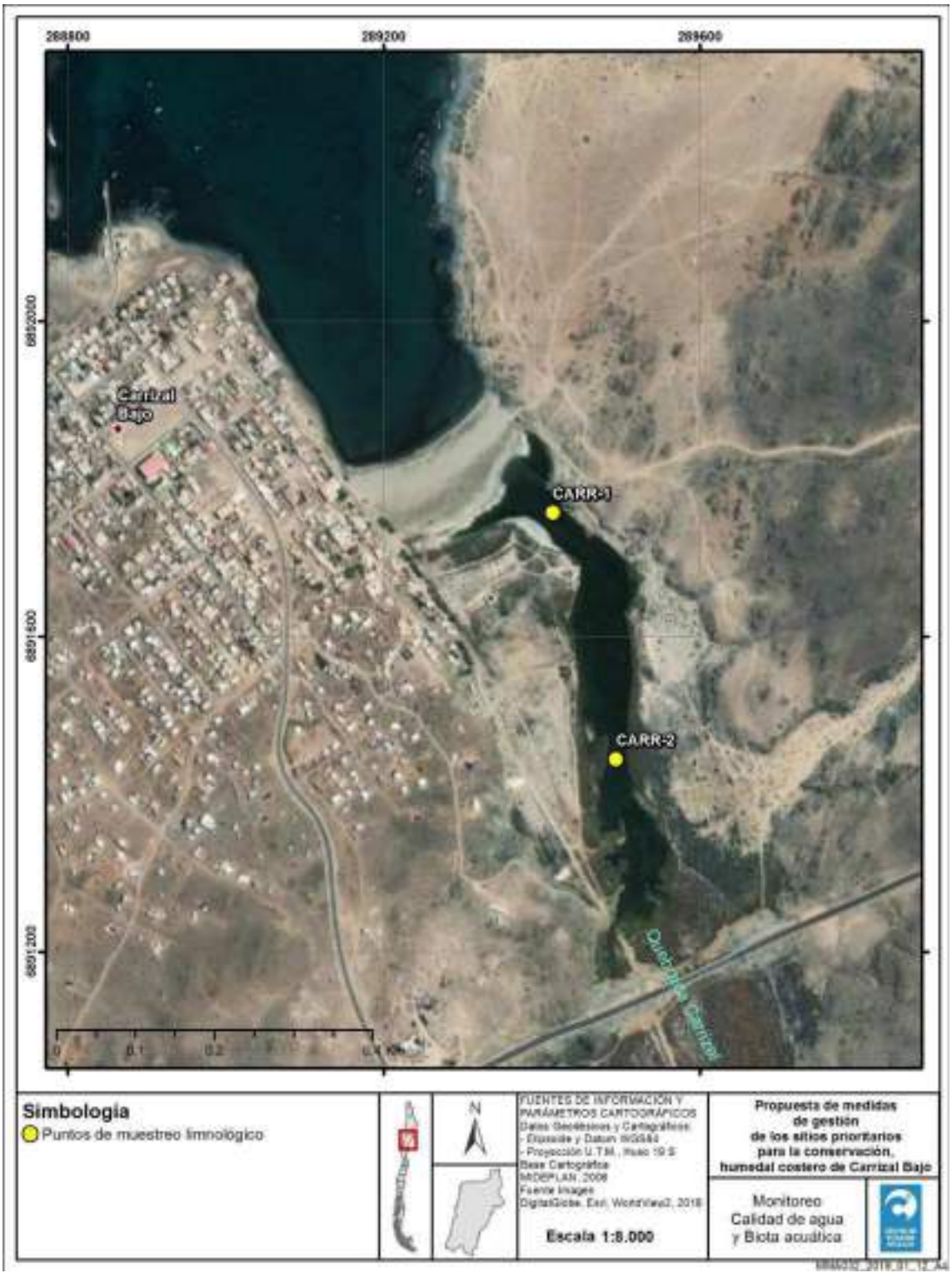


Figura 4-8Puntos de monitoreo limnológico, primavera 2019

Folio020248

4.2.2 Dinamismo de la barra

Los humedales costeros son ecosistemas de alta energía, producto de ellos, presentan un alto dinamismos en su morfología. La interacción determinará el tipo de humedal costero:(estuario, marisma, laguna costera), ya que la conectividad con el mar les da diferentes características. En este sentido, la presencia de una barrera de arena o barra puede separar, parcialmente o por largos periodos, el ecosistema continental con el oceánico. No obstante, es común observar la intermitencia en esta condición en lapso de horas o años.

En el análisis de las imágenes de Google Earth (Figura 4-9) y Landsat (Figura 4-10) se observa que la conectividad directa de la Laguna Carrizal Bajo con el mar es baja. El agua sube en marea alta provocando una intermitencia parcial (Figura 4-11; Figura 4-12).



Figura 4-9 Análisis histórico de la dinámica de la Laguna Carrizal Bajo con el mar mediante imágenes extraídas de Google Earth (2019).

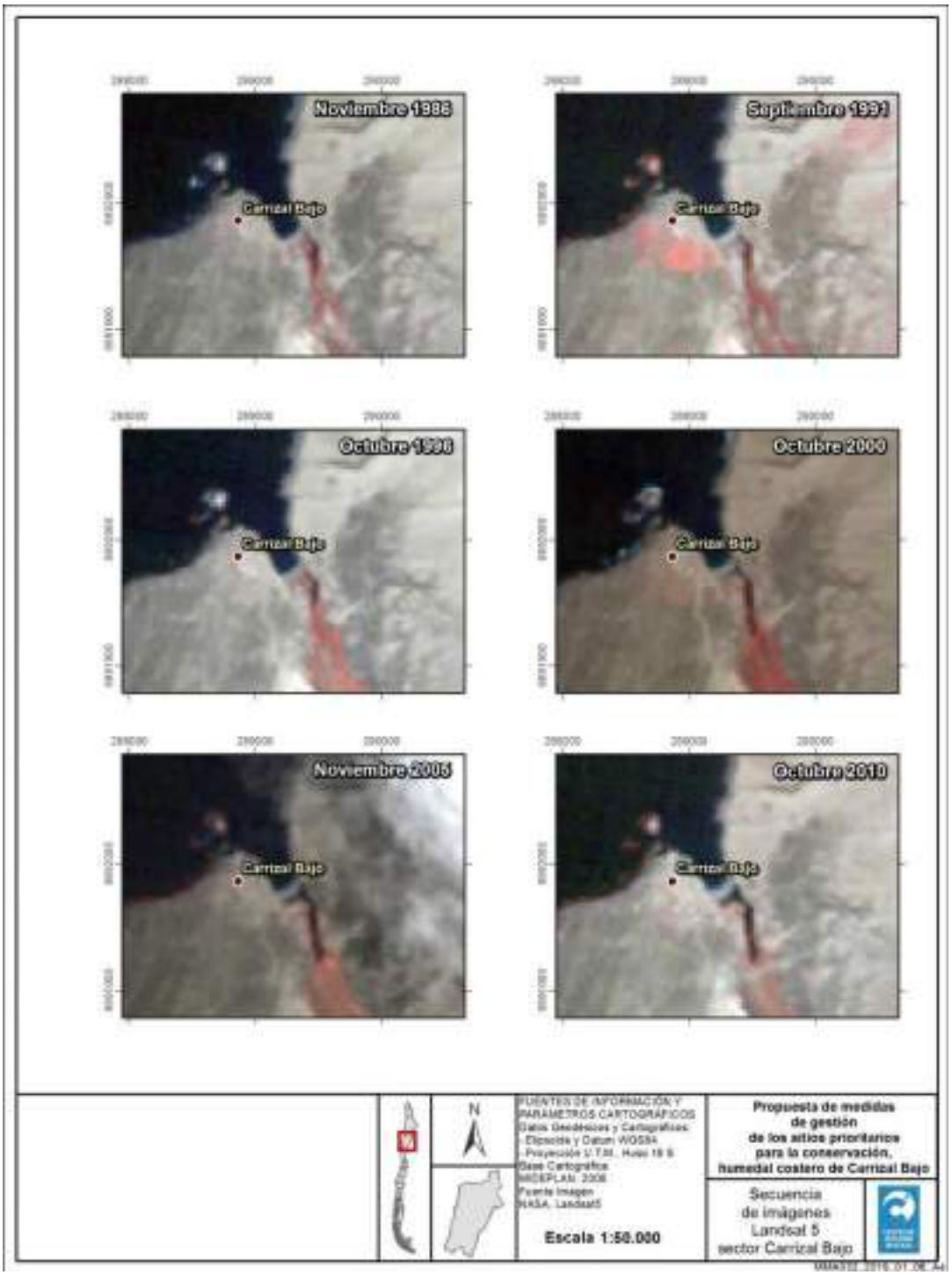


Figura 4-10 Análisis histórico de la dinámica de la Laguna Carrizal Bajo con el mar mediante imágenes Landsat 5.



Figura 4-11 Zona de conectividad entre el mar y la Laguna Carrizal bajo, primavera 2019



Figura 4-12 Barrera que delimita parcialmente el mar de la Laguna Carrizal bajo, primavera 2019

Folio020252

4.3 Factores biológicos

4.3.1 Relaciones ecosistémicas

La más importante fuente externa de ingreso de energía a los ecosistemas costeros es el mar. Junto con ello, las condiciones de viento, humedad y precipitaciones modelan el sistema y dan características únicas al hábitat, el que, a su vez, refugia a especies que se adaptan a eventos de alta energía. En el caso de especies acuáticas estas deben enfrentar el ingreso de la marea y las bruscas variaciones que ello conlleva: cambios en la salinidad, temperatura, nutrientes, entre otros, que muchas veces ocurre en cosa de minutos.

Las relaciones ecosistémicas que aquí se desarrollan son complejas y vulnerables a los cambios causados por el hombre. En este sentido, es relevante conocer cómo se comporta el ambiente biótico y abiótico de un humedal costero para aplicar medidas de gestión.

El Santuario de la Naturaleza Carrizal bajo, tiene la particularidad de conectar dos ecosistemas complejos y poco conocidos. Un humedal costero y una quebrada. En relación con esta última, en zonas áridas como la región de Atacama estas formaciones se transforman en un ecosistema por sí solas. Ya que generan ambientes húmedos dentro de un mar de aridez. Por tanto, al igual que los humedales, funcionan como hábitat y refugio.

En el caso de las quebradas su morfología modela la distribución de especies en relación con su exposición al sol, la gravedad y la capacidad de retención de humedad del sustrato. Lo cual comienza a modificarse al llegar a planicie costera y conformar el humedal.

Mantener la complejidad estructural y funcional de un ecosistema costero es fundamental si hablamos de conservación (Sandoval et al 2019). La disminución de la cantidad de interacciones entre el medio bióticos y abiótico podría aumentar la vulnerabilidad del ecosistema frente a diferentes presiones ambientales (Odum and Odum, 1996). La Figura 4-13 expone de manera conceptual el intercambio de energía de una laguna costera.

Folio020253

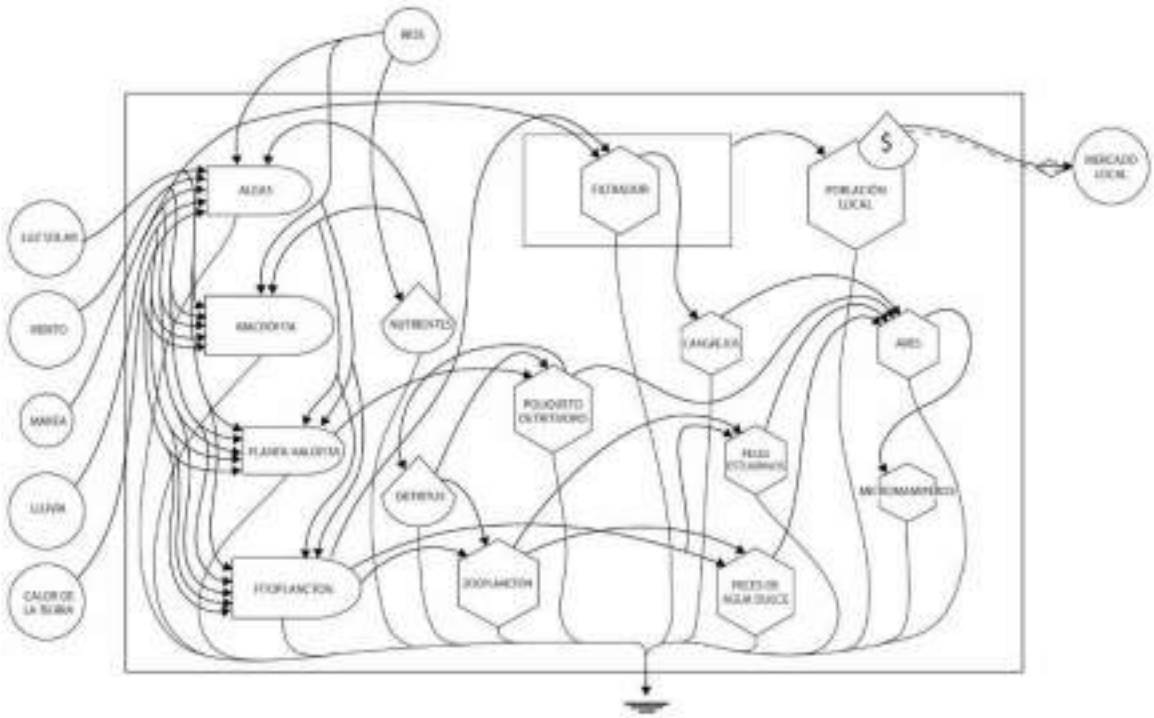


Figura 4-13 Diagrama de flujo de una laguna costera (Ex: Sandoval *et al*., 2019).

Folio020254

4.3.2 Flora y vegetación

*4.3.2.1 **Flora***

El Humedal Carrizal Bajo posee una riqueza de 32 taxa. De las especies registradas, cuatro pertenecen a la clase Liliopsida y 28 a la clase Magnoliopsida. La clase Liliopsida se compone de cuatro géneros y cuatro familias. La clase Magnoliopsida se compone de 20 géneros y 15 familias, siendo las familias más dominantes Solanaceae con cinco representantes seguida por Chenopodiaceae con cuatro taxa.

Del total de las especies identificadas se registraron 13 endémicas (40,63 %), 10 nativas (31,25 %) y tres adventicias (9,38 %), además de cuatro especies (12,5 %) cuyo origen fitogeográfico no se ha determinado por haber sido identificadas solo a nivel de género y, dos taxa *affinis* (6,25 %). Los taxa registradas para este informe se muestran en la Tabla 4-6.

Se debe mencionar que hacia el sector norte del humedal se identificaron áreas de incendios recientes, no obstante, el estado sanitario general de la flora es bueno.

Tabla 4-6 Listado de especies registradas en Humedal Carrizal Bajo.

Clase	Familia	Especie	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Aizoaceae	*Mesembryanthemum crystallinum*	Hierba anual	Introducido
	Amaranthaceae	*Sarcocornia fruticosa*	Subarbusto	Nativo
	Apocynaceae	*Skytanthus acutus*	Arbusto	Endémico
	Asteraceae	*Ophryosporus triangularis*	Arbusto	Endémico
		Polyachyrus fuscus	Arbusto	Nativo
		Senecio almeidae	Arbusto	Endémico
	Cactaceae	*Miqueliopuntia miquelii*	Suculenta	Endémico
		Copiapoa cinerascens	Suculenta	Endémico
		Eulychnia acida var. procumbens	Suculenta	Endémico
	Chenopodiaceae	*Atriplex Aff. Clivicola*	Arbusto	-
		Atriplex spp.	Arbusto	-
		Suaeda foliosa	Subarbusto	Nativo

Clase	Familia	Especie	Forma de vida	Origen
		Suaeda Aff. Multiflora	Arbusto	-
	Convolvulaceae	*Cressa truxillensis*	Hierba perenne	Nativo
	Fabaceae	*Acacia saligna*	Árbol	Introducido
	Frankeniaceae	*Frankenia chilensis*	Arbusto	Nativo
	Heliotropiaceae	*Heliotropium sinuatum*	Arbusto	Endémico
	Malvaceae	*Cristaria aspera*	Hierba perenne	Nativo
		Cristaria glaucophylla	Hierba perenne	Endémico
		Cristaria spp.	Hierba	-
	Montiaceae	*Cistanthe spp.*	Hierba	-
	Oxalidaceae	*Oxalis gigantea*	Arbusto	Endémico
	Plantaginaceae	*Bacopa monnieri*	Hierba anual	Nativo
	Solanaceae	*Nolana crassulifolia*	Arbusto	Endémico
		Nolana divaricata	Arbusto	Endémico
		Nolana leptophylla	Hierba perenne	Endémico
		Nolana salsoloides	Arbusto	Endémico
		Nolana spp.	Arbusto	-
Liliopsida	Cyperaceae	*Schoenoplectus americanus*	Hierba perenne	Nativo
	Poaceae	*Distichlis spicata*	Hierba perenne	Nativo
	Juncaceae	*Juncus effusus*	Hierba perenne	Nativo

Folio020256

Clase	Familia	Especie	Forma de vida	Origen
	Typhaceae	*Typha angustifolia*	Hierba perenne	Introducido

Fuente: Elaboración Propia.

Respecto al estado de conservación de la flora, se registraron dos especies clasificada en categoría de conservación Preocupación menor según el Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio de Medio Ambiente hasta su 14° proceso, además de dos taxa clasificadas en Categoría de Conservación Vulnerable por el Libro Rojo de la Región de Atacama, iniciativa local no oficial para la legislación ambiental vigente, que lista las especies y su estado de conservación en la región. La Tabla 4-7 muestra la categoría de conservación oficial y no oficial para las especies registradas en el área de estudio.

Tabla 4-7 Listado de especies florísticas que presenten alguna categoría de conservación. Dónde: LC: Preocupación menor, MMA: Ministerio del Medio Ambiente Chile, LR: Libro Rojo Región de Atacama; VU: Vulnerable.

Especie	Estado	Decreto	Origen
Miqueliopuntia miquelii	LC	DS 13/2013	MMA
Copiapoa cinerascens	VU	-	LR
Eulychnia acida var. procumbens	LC	DS 41/2011	MMA
Senecio almeidae	VU	-	LR

Fuente: Elaboración Propia en base RCE (MMA, 2011) y (Squeo *et al*, 2008).

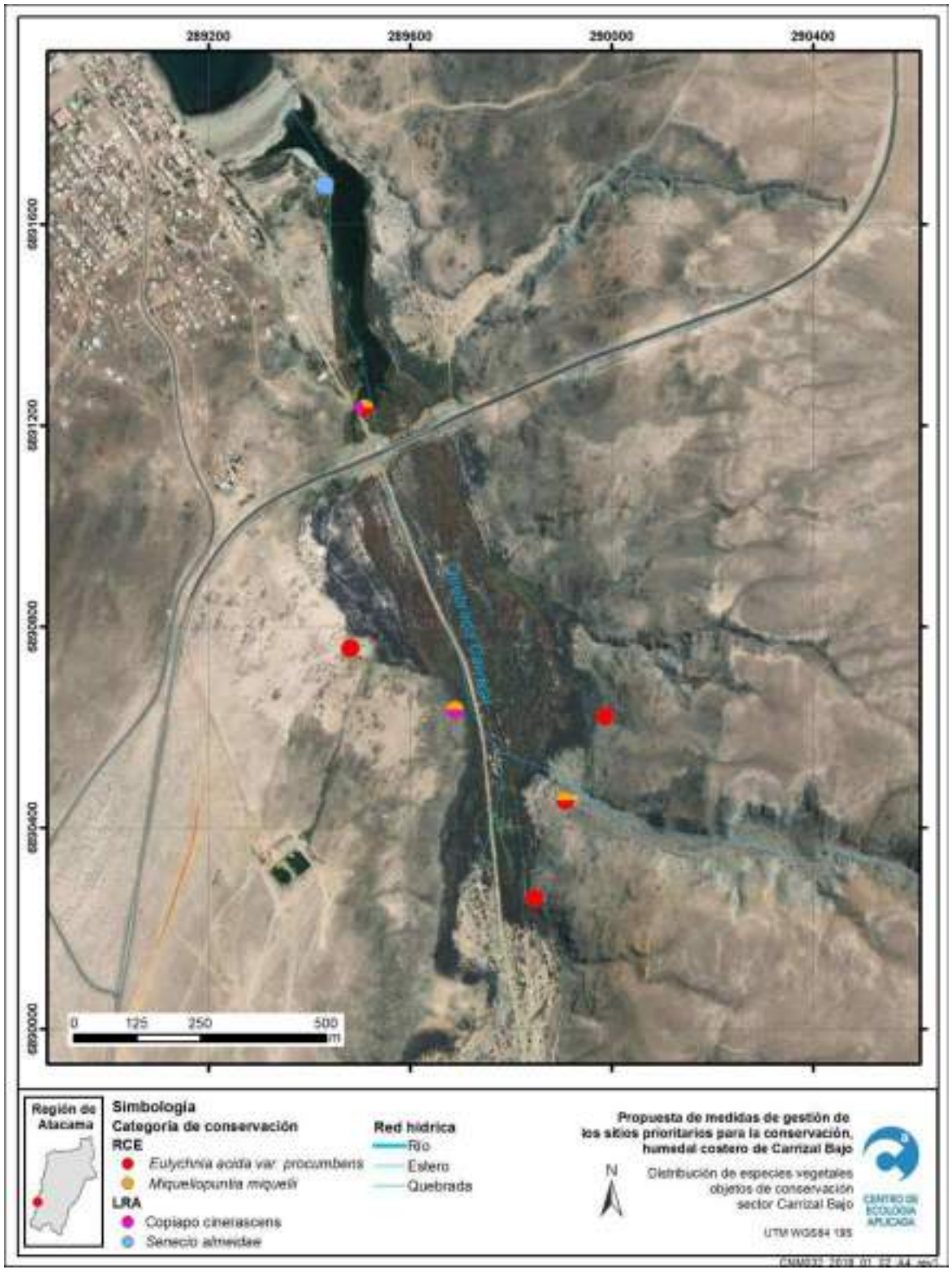


Figura 4-14 distribución de especies en Categoría de conservación por el Reglamento de Calificación de especies silvestres (RCE) O Libro rojo de Atacama (LRA).

FOTOGRAFÍA 1 *Austrocylindropuntia miquelii*.



FOTOGRAFÍA 2 *Copiapoa cinerascens*.



FOTOGRAFÍA 3 *Eulychnia acida var. procumbens*



FOTOGRAFÍA 4 *Senecio almeidae.*



FOTOGRAFÍA 5 *Typha angustifolia*



4.3.2.2 ***Vegetación***

Respecto a la vegetación que se registró en el área de estudio, se distinguen tres tipos biológicos principales: los herbazales y matorrales contiguos al humedal y sus mixturas y, los matorrales suculentos ubicados en las laderas de exposiciones principalmente Este y Oeste que circundan el cauce del estuario.

Como se mencionó anteriormente los matorrales suculentos se distribuyen en las laderas escarpadas de exposición Este y Oeste. Las demás formaciones se distribuyen en la sección plana del humedal, siendo los herbazales, herbazales matorrales y matorrales herbazales los que dominan en las secciones más húmedas del área.

El tipo vegetacional matorral en general ocupa áreas un poco más xéricas a excepción del Matorral de *Sarcocornia fruticosa*, el cual compite con los herbazales por la ocupación de los sitios más húmedos.

Las formaciones vegetacionales que contienen especies singulares por tener alguna categoría oficial o local de conservación son: Matorral suculento de *Miqueliopuntia miquelii* con *Nolana* spp. y Matorral suculento de *Eulychnia acida var. procumbens*, que contienen a las especies *Miqueliopuntia miquelii*, *Copiapoa cinerascens* y *Eulychnia acida var. procumbens*; Herbazal matorral de *Cristaria* spp. con *Nolana divaricata*, que contiene el taxón *Eulychnia acida var. procumbens*, Matorral de *Nolana divaricata* con *Senecio*

almeidae, que contiene la especie *Senecio almeidae* y Matorral herbazal de *Sarcocornia fruticosa* con *Distichlis spicata*, que contienen un parche pequeño con un totoral, el cual difiere de la homogeneidad de la formación en que se inserta, dominado por la especie *Typha angustifolia*.

A continuación, se describen estructuralmente los tipos vegetales presentes en el área de estudio:

Herbazal de *Distichlis spicata*

Este tipo vegetacional es dominado por la especie Distichlis spicata, posee una altura promedio no mayor a 20 cm, una cobertura densa y crece en sectores húmedos y planos contiguos al cauce del humedal. La composición florística de esta formación vegetacional es la siguiente: *Frankenia chilensis*, *Juncus effusus*, *Nolana crassulifolia*, *Nolana divaricata*, *Sarcocornia fruticosa*, *Schoenoplectus americanus* y *Suaeda foliosa*.

FOTOGRAFÍA 6: Herbazal de *Distichlis spicata*



Folio020262

Herbazal matorral de *Cristaria* spp. con *Nolana divaricata*

Tipo vegetacional mixto dominado por una especie herbácea del género C*ristaria* spp. con el subarbusto *Nolana divaricata,* tiene una altura promedio que no supera los 50 cm, una cobertura muy clara y se desarrolla en las laderas medias de exposición Este del área de estudio en un sustrato arenoso.

Las especies adicionales que se registraron en la formación vegetacional son: *Bacopa monnieri, Eulychnia acida* var*. procumbens* y *Suaeda* Aff*. multiflora.*

FOTOGRAFÍA 7: Herbazal matorral de *Cristaria* spp. con *Nolana divaricata*



.

Herbazal matorral de *Distichlis spicata* con *Sarcocornia fruticosa*

Este tipo vegetacional mixto es dominado en su estrato arbustivo por *Sarcocornia fruticosa* y en el estrato herbáceo por *Distichlis spicata*

. La cobertura de esta formación vegetacional es poco densa con una altura promedio no mayor a 50 cm y crece en terrenos planos aledaños al cuerpo de agua del humedal.

La composición florística de esta formación vegetacional es la siguiente: *Acacia saligna*, *Bacopa monnieri*, *Frankenia chilensis*, *Nolana divaricata* y *Nolana salsoloides*.

FOTOGRAFÍA 8: Herbazal matorral de *Distichlis spicata* con *Sarcocornia fruticosa*



Matorral de *Nolana Crassulifolia* con *Heliotropium sinuatum*

Este tipo vegetacional es dominado por *Nolana crassulifolia* y codominado por *Heliotropium sinuatum*, posee una cobertura escasa, se emplaza en terrenos planos arenosos en los que se observa una mortandad de la cobertura vegetal, aparentemente por un descenso del flujo subsuperficial de agua. La altura promedio de la formación vegetacional va desde los 0,5 a 1 m.

Las taxa complementarias registradas en la formación vegetacional son: *Atriplex Aff. clivicola*, *Distichlis spicata*, *Mesembryanthemum crystallinum*, *Nolana crassulifolia*, *Nolana leptophylla*, *Sarcocornia fruticosa* y *Suaeda Aff. multiflora*.

FOTOGRAFÍA 9:Matorral de *Nolana Crassulifolia* con *Heliotropium sinuatum*



Matorral de *Nolana crassulifolia* con *Nolana divaricata*

Este tipo vegetacional posee un estrato arbustivo dominado por las Solanaceae *Nolana crassulifolia* y *N. divaricata*. La cobertura es muy clara y la altura promedio de la formación no supera los 50 cm. Se desarrolla en terrenos planos con un sustrato arenoso.

Las taxa complementarias registradas para esta formación es la herbácea *Bacopa monnieri* y la arbustiva *Frankenia chilensis.*

FOTOGRAFÍA 10 Matorral de *Nolana crassulifolia* con *Nolana divaricata*



Matorral de *Nolana divaricata*

Este tipo vegetacional es dominado exclusivamente por *Nolana divaricata* además de contener una estrata herbácea compuesta principalmente por *Cristaria aspera.* La cobertura de esta formación vegetacional es muy clara y la altura promedio de esta no supera los 70 cm.

Dentro del área de estudio el matorral se emplaza en terrenos planos arenosos y en laderas bajas arenoso-rocosas de exposición Oeste.

La composición florística complementaria de la formación vegetacional es la siguiente: *Distichlis spicata, Frankenia chilensis* y *Nolana crassulifolia*.

Folio020266

FOTOGRAFÍA 11: Matorral de *Nolana divaricata*



Matorral de *Nolana divaricata* con *Senecio almeidae*

Este matorral es dominado por las especies *Nolana divaricata* y *Senecio almeidae* en su estrato arbustivo, mientras que el estrato herbáceo es muy escaso y se compone por las especies *Cristaria glaucophylla* y *Distichlis spicata.* El recubrimiento de la formación vegetacional es muy claro y la altura de esta llega hasta los 50 cm. Se emplaza en terrenos planos arenosos hacia el sector Oeste de la ribera del humedal.

Según la clasificación de la categoría de conservación regional establecida por el Libro Rojo de la Región de Atacama (Squeo *et al*, 2008), esta formación vegetacional es singular por la presencia dominante del taxón *Senecio almeidae*, catalogado como Vulnerable para la región por esta publicación científica.

Las taxa complementarias registradas en esta formación vegetacional fueron *Acacia saligna* y *Frankenia chilensis.*

Folio020267

FOTOGRAFÍA 12: Matorral de *Nolana divaricata* con *Senecio almeidae*



Matorral herbazal de *Sarcocornia fruticosa* con *Distichlis spicata*

Este matorral posee coberturas que van desde poco densa hacia el sector Centro-Sur de la formación vegetacional a muy densa hacia el sector Norte de esta y en las cercanías del cuerpo de agua superficial.

En su estrato arbustivo es dominada exclusivamente por *Sarcocornia fruticosa,* mientras que el estrato herbáceo predomina *Distichlis spicata*. El sustrato en que se desarrolla la formación es salino y en una topografía de terrenos planos.

Hacia el sector Norte de la formación vegetacional destaca la presencia de la especie *Typha angustifolia*, catalogada como Vulnerable para la región de Atacama (Squeo *et al.* 2008).

La riqueza florística es mayor hacia el sector que esta aledaña al cuerpo de agua superficial del humedal, la cual disminuye a medida que se aleja de éste. Con todo lo anterior se registraron las siguientes especies de flora vascular en esta formación vegetacional: *Frankenia chilensis, Juncus effusus, Nolana crassulifolia, Polyachyrus fuscus, Schoenoplectus americanus* y *Suaeda foliosa.*

Matorral herbazal de *Sarcocornia fruticosa* con *Distichlis spicata*

Este matorral posee coberturas que van desde poco densa hacia el sector Centro-Sur de la formación vegetacional a muy densa hacia el sector Norte de esta y en las cercanías del cuerpo de agua superficial.

En su estrato arbustivo es dominada exclusivamente por *Sarcocornia fruticosa,* mientras que en el estrato herbáceo predomina *Distichlis spicata*. El sustrato en que se desarrolla la formación es salino y en una topografía de terrenos planos.

Hacia el sector Norte de la formación vegetacional destaca la presencia de la especie *Typha angustifolia*, catalogada como Vulnerable para la región de Atacama (Squeo *et al.* 2008).

La riqueza florística es mayor hacia el sector que esta aledaña al cuerpo de agua superficial del humedal, la cual disminuye a medida que se aleja de éste. Con todo lo anterior se registraron las siguientes especies de flora vascular en esta formación vegetacional: *Frankenia chilensis, Juncus effusus, Nolana crassulifolia, Polyachyrus fuscus, Schoenoplectus americanus* y *Suaeda foliosa.*

FOTOGRAFÍA 13: Matorral herbazal de *Sarcocornia fruticosa* con *Distichlis spicata*. La imagen muestra el desarrollo del matorral (muy denso) hacia el sector Norte de la formación vegetacional.



Folio020269

Matorral suculento de *Eulychnia acida var. procumbens* con *Oxalis gigantea*

Este tipo vegetacional es mono estratificado dominado por *Eulychnia acida* var. *procumbens* y Oxalis gigantea en cobertura escasa que llegan al 10 %. Se emplaza en las laderas escarpadas de exposición Oeste, hacia el sector Sur del área de estudio, en un sustrato pedregoso. Alcanza una altura promedio que no supera los 1,5 metros.

Esta formación vegetacional es singular por la presencia de las cactáceas *Eulychnia acida* var*. procumbens* catalogada en la Categoría de Conservación Preocupación menor por el Decreto Supremo N° 41 del año 2011 promulgado por el Ministerio de Medio Ambiente de Chile. La composición florística adicional de esta formación vegetacional registra las siguientes especies: *Cristaria* spp, *Nolana crassulifolia*, *Nolana* spp. y *Suaeda foliosa.*

Fotografía 14: Matorral suculento de *Eulychnia acida* var. *procumbens* con *Oxalis gigantea*



Folio020270

Matorral suculento *de Eulychnia acida var. procumbens*

Este matorral es dominado por la Cactaceae *Eulychnia acida* var. *procumbens*. Posee una cobertura muy escasa y se ubica en las laderas de exposición Este y Oeste hacia el sector Sur del área de estudio desarrollándose sobre un sustrato pedregoso y un ambiente muy xérico. La altura de la formación vegetacional no supera los 2 m.

Esta formación vegetacional es singular por la presencia de las cactáceas *Copiapoa cinerascens*, catalogada en Categoría de Conservación Vulnerable para la región de Atacama por Squeo *et al.* (2008) y *Eulychnia acida* var. *procumbens* y *Miqueliopuntia miquelii* catalogadas en la Categoría de Conservación Preocupación menor por el Decreto Supremo N° 41 del año 2011 y Decreto Supremo N° 13 del año 2013, respectivamente, ambos promulgados por el Ministerio de Medio Ambiente.

La composición florística, además de las taxa ya mencionadas, incluye a: *Cistanthe* spp., *Bacopa monnieri*, *Heliotropium sinuatum*, *Nolana crassulifolia*, *Nolana divaricata*, *Nolana* spp. y *Suaeda foliosa*.

Fotografía 15: Matorral suculento de *Eulychnia acida* var. *procumbens*



Matorral suculento de *Eulychnia acida var. procumbens* con *Heliotropium sinuatum*

Este tipo vegetacional es dominado por la suculenta *Eulychnia acida* var. *procumbens* con el arbusto endémico *Heliotropium sinuatum*, no observándose estrata herbácea. La cobertura de la formación vegetacional es escasa y la altura promedio es de 0,5 a 1 m. Crece sobre un sustrato pedregoso, el cual es parte de la descarga de un cauce intermitente que proviene de dirección Oeste.

Esta formación es singular por la presencia de las cactáceas *Eulychnia acida* var. *procumbens* y *Miqueliopuntia miquelii,* catalogadas en la Categoría de Conservación Preocupación menor por el Decreto Supremo N° 41 del año 2011 y Decreto Supremo N° 13 del año 2013, respectivamente, ambos promulgados por el Ministerio de Medio Ambiente.

La composición florística registrada en esta formación vegetacional fue la siguiente: *Cristaria* spp., *Nolana crassulifolia*, *Nolana divaricata*, *Ophryosporus triangularis* y *Suaeda foliosa*.

Fotografía 16: Matorral suculento de *Eulychnia acida* var. *procumbens* con *Heliotropium sinuatum*



Matorral suculento de *Miqueliopuntia miquelii* con *Nolana* spp

Este tipo vegetacional se ubica hacia el sector Noreste del humedal sobre una topografía de lomaje suave con presencia de afloramientos rocosos, lo que determina un sustrato areno-pedregoso en el cual se desarrolla. Las especies dominantes son la suculenta

Folio020272

Miqueliopuntia miquelii con una especie del género *Nolana*. La altura promedio de la formación es de 1 a 1,5 m. El estrato herbáceo es escaso donde destacan las especies *Nolana leptophylla* y *Cressa truxillensis*, las cuales no superan los 50 cm de altura. La cobertura de la formación vegetacional es muy clara.

Esta formación vegetacional es singular por la presencia de las cactáceas *Eulychnia acida* var*. procumbens* y *Miqueliopuntia miquelii* catalogadas en la Categoría de Conservación Preocupación menor por el Decreto Supremo N° 41 del año 2011 y Decreto Supremo N° 13 del año 2013, respectivamente, ambos promulgados por el Ministerio de Medio Ambiente, además de, *Copiapoa cinerascens* catalogada como Vulnerable para la región de Atacama por Squeo *et al.* (2008),

La composición florística de esta formación vegetacional es diversa complementándose con las siguientes taxa registradas: *Cristaria aspera*, *Distichlis spicata*, *Frankenia chilensis*, *Heliotropium sinuatum*, *Nolana crassulifolia*, *Nolana divaricata*, *Nolana salsoloides*, *Ophryosporus triangularis* y *Skytanthus acutus*.

Fotografía 17: Matorral suculento de *Miqueliopuntia miquelii* con *Nolana* spp



Folio020273

4.3.3 Fauna

4.3.3.1 Estado de la Fauna terrestre

La caracterización de la Fauna presente en el Humedal Costero de Carrizal Bajo se realizó a partir de la revisión de información de estudios previos y una campaña de terreno realizada en primavera del 2019 (Tabla 4-8). Para la campaña de muestreo, se fijaron 12 puntos de muestreo dentro del humedal para la revisión de la fauna. En la Figura 4-15 se muestran la ubicación de los puntos dentro del humedal.

Tabla 4-8 Estudios e Informes referidos a la biodiversidad del Humedal Costero de Carrizal Bajo, entre los años 1996-2019.

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Grupo taxonómico evaluado
Informe de levantamiento y análisis de información sobre usos y propiedad de los terrenos insertos en el sitio prioritario estuario Río Huasco – Laguna Carrizal Bajo, Como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes para la creación de áreas protegidas en la comuna de Huasco.	Informe científico técnico	1996-2004	Aves
Censos estacionales de aves en Carrizal Bajo	Censo SAG	2008-2017	Aves
Santuario de la Naturaleza Humedal Costero de Carrizal Bajo. Solicitud de declaración de Santuario de la Naturaleza – Región de Atacama	Informe científico técnico	2018	Anfibios
			Macromamíferos
			Micromamíferos
			Reptiles
Estudio actual	Informe científico técnico	2019	Anfibios
			Aves
			Macromamíferos
			Reptiles

Fuente: Centro de Ecología Aplicada, 2019.

Folio020274

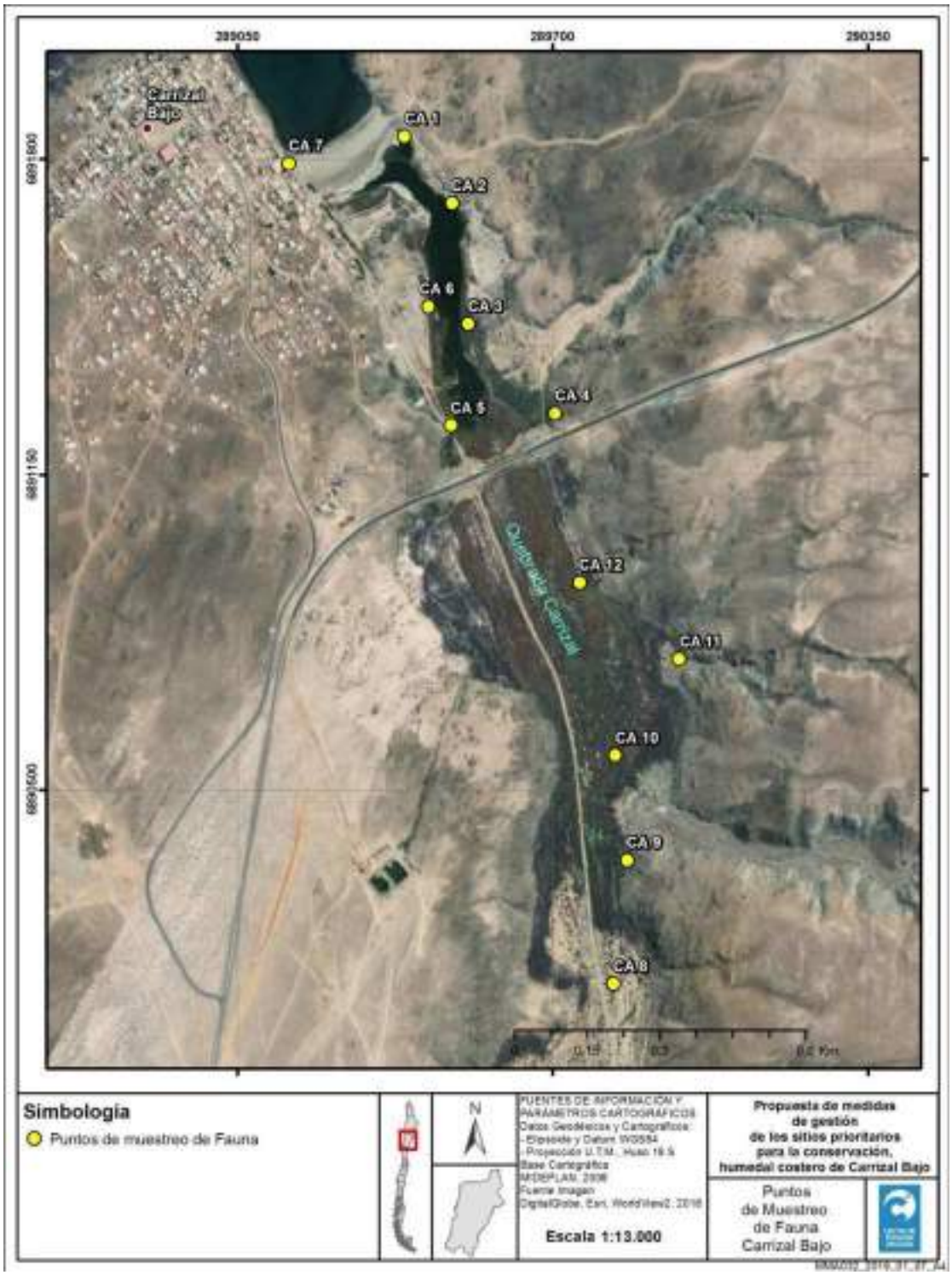


Figura 4-15 Mapa Puntos de monitoreo de fauna (CA). Fuente: Centro de Ecología Aplicada, 2019.

Folio020275

4.3.3.2 Composición faunística histórica

La fauna potencial del humedal se describe en 173 especies, de las cuales 144 corresponden aves, 2 anfibios, 10 reptiles, 17 mamíferos (13 micromamíferos y 4 macromamíferos). Sin embargo, considerando los registros obtenidos a partir de la revisión de antecedentes de informes y trabajos entre los años 1996-2019 y los resultados de la campaña realizada en 2019, se establece que la fauna que compone el humedal corresponde a 77 especies (un 44,5% del potencial). De estos grupos, se destaca que el grupo de las aves es la que presenta mayor presencia en el humedal, tanto bibliográficamente como en terreno (Figura 4-16).

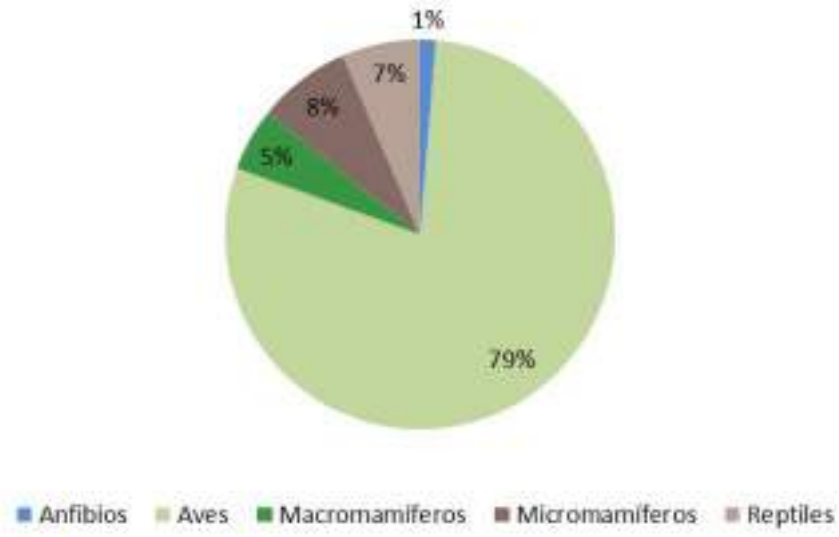


Figura 4-16 Distribución de los Grupos Taxonómicos. Fuente: Elaboración Propia, 2019.

El grupo de la avifauna está compuesto por 61 especies, todas nativas y solo una de origen endémico (Tapaculo). Dentro del grupo de los mamíferos, los micromamíferos constan de 6 especies registradas, con 2 de ellas endémicas (la Rata chinchilla de Bennett y el Cururo) y 3 introducidas. Respecto a los macromamíferos, éstos corresponden solo a 4 especies, todas nativas.

Respecto a la herpetofauna, fueron registradas 5 especies de reptiles, siendo todos endémicos. Este grupo taxonómico es el que presenta mayor endemismo en relación con las especies registradas, siendo el 100% de las especies endémicas. Por último, los anfibios constan de solo una especie registrada, el Sapo de Atacama endémico. En la Tabla 4-9 se muestra el detalle de las especies potenciales y las registradas según los informes revisados.

Folio020276

Tabla 4-9 Listado de especies potenciales y registradas entre los años 1996-2019 en el Humedal Costero Carrizal Bajo.

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Potencial	1996-2004	2008-2017	2018	2019
Anfibios								
1	*Pleurodema thaul*	Sapito de cuatro ojos	Nativa	X				
2	*Rhinella atacamensis*	Sapo de Atacama	Endémica	X			X	
Aves								
1	*Agelasticus thilius*	Trile	Nativa	X				
2	*Agriornis livida*	Mero	Nativa	X				
3	*Agriornis montana*	Mero Gaucho	Nativa	X				
4	*Anairetes parulus*	Cachudito	Nativa	X				
5	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	Nativa	X		X		X
6	*Anas cyanoptera*	Pato Colorado	Nativa	X	X	X		X
7	*Anas discors*	Pato de Alas Azules	Nativa	X	X			
8	*Anas flavirostris*	Pato Jergón chico	Nativa	X				
9	*Anas flavirostris oxyptera*	Pato Jergón chico del norte	Nativa	X				
10	*Anas georgica*	Pato Jergón grande	Nativa	X	X	X		
11	*Anas platyrhynchos*	Pato de Collar	Nativa	X				
12	*Anas sibilatrix*	Pato Real	Nativa	X	X	X		X
13	*Anthus correndera*	Bailarín chico	Nativa	X				X
14	*Aphriza virgata*	Playero de las rompientes	Nativa	X				
15	*Ardea alba*	Garza grande	Nativa	X	X	X		
16	*Ardea cocoi*	Garza cuca	Nativa	X	X	X		X

Folio020277

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Potencial	1996-2004	2008-2017	2018	2019
17	*Arenaria interpres*	Playero vuelvepiedras	Nativa	X				
18	*Athene cunicularia*	Pequén	Nativa	X				
19	*Bubo magallanicus*	Tucúquere	Nativa	X				
20	*Bubulcus ibis*	Garza boyera	Nativa	X				
21	*Buteo polyosoma*	Aguilucho	Nativa	X				
22	*Calidris alba*	Playero blanco	Nativa	X	X	X		X
23	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	Nativa	X	X	X		
24	*Calidris canutus*	Playero ártico	Nativa	X				
25	*Caracara plancus*	Traro	Nativa	X				
26	*Carduelis barbatus*	Jilguero	Nativa	X				
27	*Cathartes aura*	Jote de Cabeza colorada	Nativa	X	X	X		X
28	*Catoptrophorus semipalmatus*	Playero albiblanco	Nativa	X				
29	*Charadrius alexandrinus*	Chorlo nevado	Nativa	X	X	X		X
30	*Charadrius collaris*	Chorlo de collar	Nativa	X		X		
31	*Charadrius falklandicus*	Chorlo de doble collar	Nativa	X				
32	*Charadrius modestus*	Chorlo chileno	Nativa	X	X			
33	*Chroicocephalus serranus*	Gaviota andina	Nativa	X				
34	*Cinclodes fuscus*	Churrete acanelado	Nativa	X				
35	*Cinclodes nigrofumosus*	Churrete costero	Nativa	X		X		
36	*Cinclodes oustaleti*	Churrete chico	Nativa	X				
37	*Cinclodes patagonicus*	Churrete	Nativa	X				

Folio020278

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Potencial	1996-2004	2008-2017	2018	2019
38	*Circus cinereus*	Vari	Nativa	X				X
39	*Cistothorus platensis*	Chercán de las vegas	Nativa	X				
40	*Colorhamphus parvirostris*	Viudita	Nativa	X				
41	*Columba livia*	Paloma	Nativa	X				
42	*Columbia picui*	Tortolita cuyana	Nativa	X				
43	*Coragyps atratus*	Jote de Cabeza Negra	Nativa	X				
44	*Coscoroba*	Cisne coscoroba	Nativa	X		X		X
45	*Curaeus*	Tordo	Nativa	X				
46	*Cygnus melancoryphus*	Cisne Cuello negro	Nativa	X	X	X		X
47	*Diuca*	Diuca	Nativa	X		X		X
48	*Egretta caerulea*	Garza azul	Nativa	X	X			
49	*Egretta thula*	Garza chica	Nativa	X	X	X		
50	*Elaenia albiceps*	Fío	Nativa	X				
51	*Elanus leucurus*	Bailarín	Nativa	X				
52	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Nativa	X				
53	*Falco sparverius*	Cernícalo	Nativa	X				X
54	*Fulica armillata*	Tagua	Nativa	X	X	X		X
55	*Fulica leucoptera*	Tagua chica	Nativa	X	X	X		
56	*Fulica rufifrons*	Tagua de frente roja	Nativa	X	X	X		X
57	*Fullica ardesiaca*	Tagua andina	Nativa	X	X	X		
58	*Gallinago paraguaiae*	Becacina	Nativa	X				

Folio020279

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Potencial	1996-2004	2008-2017	2018	2019
59	*Gallinula galeata*	Taguita del norte	Nativa	X	X	X		X
60	*Gallinula melanops*	Taguita	Nativa	X	X	X		
61	*Geositta cunicularia*	Minero	Nativa	X				
62	*Geositta maritima*	Minero chico	Nativa	X				
63	*Geositta rufipennis*	Minero cordillerano	Nativa	X				
64	*Haematopus ater*	Pilpilén negro	Nativa	X	X	X		
65	*Haematopus palliatus*	Pilpilén	Nativa	X	X	X		X
66	*Himantopus melanurus*	Perrito	Nativa	X	X	X		
67	*Hirundo rustica*	Golondrina Bermeja	Nativa	X				
68	*Hymenops perspicillatus*	Runrun	Nativa	X				
69	*Ixobrychus involucris*	Huairavillo	Nativa	X				
70	*Larosterna inca*	Gaviotín monja	Nativa	X				
71	*Larus belcheri*	Gaviota peruana	Nativa	X				
72	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana	Nativa	X	X	X		X
73	*Larus maculipennis*	Gaviota cahuil	Nativa	X				
74	*Larus pipixcan*	Gaviota de Franklin	Nativa	X				
75	*Laterallus jamaicensis*	Pidencito	Nativa	X				
76	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral	Nativa	X				
77	*Lessonia rufa*	Colegial	Nativa	X		X		X
78	*Leucophaeus modestus*	Gaviota garuma	Nativa	X	X	X		X
79	*Limosa haemastica*	Zarapito de pico recto	Nativa	X				

Folio020280

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Potencial	1996-2004	2008-2017	2018	2019
80	*Lophonetta speculariodes*	Pato juarjual	Nativa	X		X		
81	*Milvago chimango*	Tiuque	Nativa	X				
82	*Mimus thenca*	Tenca	Nativa	X				
83	*Molothrus bonariensis*	Mirlo	Nativa	X				
84	*Muscisaxicola brevirostris*	Dormilona fraile	Nativa	X				
85	*Muscisaxicola maclovianus*	Dormilona tontita	Nativa	X				X
86	*Netta peposaca*	Pato negro	Nativa	X				
87	*Numenius phaeopus*	Zarapito	Nativa	X	X	X		X
88	*Nycticorax*	Huairavo	Nativa	X	X	X		
89	*Nycticryphes semicollaris*	Becacina pintada	Nativa	X				
90	*Oreopholus ruficollis*	Chorlo de campo	Nativa	X				
91	*Oxyura vittata*	Pato rana	Nativa	X		X		
92	*Parabuteo unicinctus*	Peuco	Nativa	X				
93	*Pardirallus sanguinolentus*	Pidén	Nativa	X	X	X		
94	*Passer domesticus*	Gorrión	Nativa	X		X		
95	*Patagona gigas*	Picaflor gigante	Nativa	X				
96	*Pelecanus thagus*	Pelícano	Nativa	X		X		
97	*Phalacrocorax bougainvillii*	Guanay	Nativa	X				
98	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	Nativa	X	X	X		
99	*Phalaropus tricolor*	Pollito de mar tricolor	Nativa	X				
100	*Phleocryptes melanops*	Trabajador	Nativa	X				
101	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco chileno	Nativa	X	X	X		X
102	*Phrygillus unicolor*	Pájaro plomo	Nativa	X				

Folio020281

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Potencial	1996-2004	2008-2017	2018	2019
103	*Phrygilus alaudinus*	Platero	Nativa	X				
104	*Phrygilus fruticeti*	Yal	Nativa	X				
105	*Phytotoma rara*	Rara	Nativa	X				
106	*Plegadis chihi*	Cuervo de pantano	Nativa	X				
107	*Pluvialis dominica*	Chorlo dorado	Nativa	X	X	X		
108	*Podiceps major*	Huala	Nativa	X	X	X		X
109	*Podiceps occipitalis*	Blanquillo	Nativa	X	X	X		
110	*Podilymbus podiceps*	Picurio	Nativa	X	X	X		
111	*Pseudasthenes humicola*	Canastero	Nativa	X				
112	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina de dorso negro	Nativa	X				X
113	*Recurvirostra andina*	Caití	Nativa	X				
114	*Rhodopis vesper*	Picaflor del norte	Nativa	X				
115	*Rollandia rolland*	Pimpollo	Nativa	X	X			
116	*Rynchops niger*	Rayador	Nativa	X				
117	*Scerlochilus albicollis*	Tapaculo	Endémica	X		X		
118	*Scytalopus fuscus*	Churrín del norte	Endémica	X				
119	*Sephanoides sephaniodes*	Picaflor	Nativa	X				
120	*Sicalis luteola*	Chirihue	Nativa	X				
121	*Spatula platalea*	Pato cuchara	Nativa	X				
122	*Spinus barbata*	Jilguero	Nativa	X				
123	*Sterna elegans*	Gaviotín elegante	Nativa	X	X			
124	*Sterna hurundinacea*	Gaviotín sudamericano	Nativa	X	X			

Folio020282

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Potencial	1996-2004	2008-2017	2018	2019
125	*Sterna paradisaea*	Gaviotín ártico	Nativa	X				
126	*Sterna trudeaui*	Gaviotín piquerito	Nativa	X	X			
127	*Sturnella loyca*	Loica	Nativa	X				
128	*Tachuris rubrigastra*	Siete Colores	Nativa	X				
129	*Tachycineta leucopyga*	Golondrina chilena	Nativa	X		X		X
130	*Thalasseus elegans*	Gaviotín elegante	Nativa	X				
131	*Theristicus melanopis*	Bandurria	Nativa	X	X	X		X
132	*Thinocorus rumicivorus*	Perdicita	Nativa	X				
133	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico	Nativa	X	X	X		X
134	*Tringa melanoleuca*	Pitotoy grande	Nativa	X	X	X		
135	*Tringa semipalmata*	Playero grande	Nativa	X				
136	*Troglodytes aedon*	Chercán	Nativa	X		X		
137	*Turdus falcklandii*	Zorzal	Nativa	X				
138	*Tyto alba*	Lechuza	Nativa	X				
139	*Upucerthia dumetaria*	Bandurrilla	Nativa	X				
140	*Vanellus chilensis*	Queltehue	Nativa	X	X	X		
141	*Xolmis pyrope*	Diucón	Nativa	X				
142	*Zenaida auriculata*	Tórtola	Nativa	X				
143	*Zenaida meloda*	Paloma de alas blancas	Nativa	X				
144	*Zonotrichia capensis*	Chincol	Nativa	X				X
Macromamíferos								
1	*Lama guanicoe*	Guanaco	Nativa	X			X	

Folio020283

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Potencial	1996-2004	2008-2017	2018	2019
2	*Lycalopex culpaeus*	Zorro culpeo	Nativa	X			X	
3	*Lycalopex griseus*	Zorro chilla	Nativa	X			X	
4	*Puma concolor*	Puma	Nativa	X			X	
Micromamíferos								
1	*Abrocoma bennetti*	Rata chinchilla de Bennett	Endémica	X			X	
2	*Abrothrix olivaceus*	Ratón oliváceo	Nativa	X			X	
3	*Desmodus rotundus*	Vampiro o Piuchén	Nativa	X				
4	*Eligmodontia typus*	Ratoncito de pie sedoso	Nativa	X				
5	*Histiotus montanus*	Murciélago orejudo menor	Nativa	X				
6	*Lepus europaeus*	Liebre	Introducida	X			X	
7	*Mus musculus*	Ratón común	Introducida	X			X	
8	*Olygorizomys longicaudatus*	Ratón de cola larga	Nativa	X				
9	*Oryctolagus cuniculus*	Conejo	Introducida	X				
10	*Phyllotis darwini*	Ratoncito de Darwin	Nativa	X				
11	*Rattus norvegicus*	Guarén	Introducida	X			X	
12	*Spalacopus cyanus*	Cururo	Endémica	X			X	
13	*Thylamys elegans*	Yaca	Endémica	X				
Reptiles								
1	*Callopistes maculatus*	Iguana chilena	Endémica	X			X	
2	*Homonota gaudichaudii*	Salamanqueja del norte chico	Endémica	X				

Folio020284

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Potencial	1996-2004	2008-2017	2018	2019
3	*Liolaemus atacamensis*	Lagartija de Atacama	Endémica	X			X	
4	*Liolaemus fuscus*	Lagartija oscura	Nativa	X				
5	*Liolaemus nigromaculatus*	Lagartija de mancha	Endémica	X			X	
6	*Liolaemus platei*	Lagartija de Platei	Endémica	X				
7	*Liolaemus silvai*	Lagartija de Silva	Endémica	X				
8	*Microlophus atacamensis*	Corredor de Atacama	Endémica	X				
9	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	Endémica	X			X	
10	*Tachymenis chilensis*	Culebra de cola corta	Endémica	X			X	

Fuente: Centro de Ecología Aplicada, 2019.

Folio020285

4.3.3.3 Variación temporal

Se analizó la variación temporal de la riqueza de la avifauna registrada en el humedal, considerando los datos aportados por los censos estacionales de aves en Carrizal Bajo realizado por el SAG (2008-2017) y la campaña de terreno realizada en primavera de 2019. En el Figura 4-17 se observa un patrón variable de disminución y aumento, sin embargo, desde el año 2016 se observa un incremento sostenido de la riqueza de especies de aves, alcanzando un máximo de 26 especies para la última campaña de 2019.No obstante este resultado no hace referencia al esfuerzo de muestreo de cada uno de los estudios incluidos en el análisis.

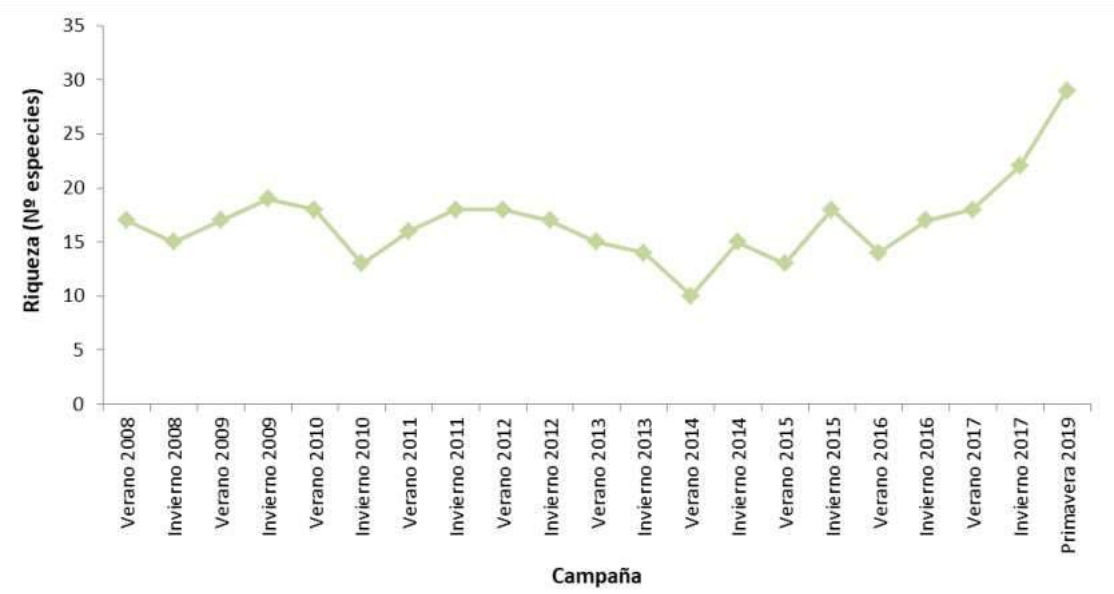


Figura 4-17 Variación temporal en la riqueza de avifauna (2008-2019).

4.3.3.4 Estado de conservación

De las 77 especies registradas históricamente, 20 de ellas se encuentran incluidas en alguna categoría de conservación según el Reglamento de Clasificación de especies (actualizado hasta el proceso RCE Nº14, D.S. Nº 79/2018), siendo estas el 26% por ciento del total registrado para el humedal. De las especies amenazadas, 1 de ellas se encuentran **En Peligro**, 5 **Vulnerables** y 10 en **Preocupación menor**. Por otra parte, de las categorías que no incluyen una amenaza actual, 3 de ellas son consideradas como **Casi amenazadas** y una como **Insuficientemente conocida**. En la Tabla 4-10 se muestra el detalle de las especies que presentan una categoría de Estado de Conservación.

Tabla 4-10 Listado de Especies con una Categoría de Estado de Conservación (RCE).

ID	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Estado de Conservación
1	*Coscoroba*	Cisne coscoroba	Nativa	En Peligro
2	*Leucophaeus modestus*	Gaviota garuma	Nativa	Vulnerable
3	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco chileno*	Nativa	Vulnerable
4	*Lama guanicoe*	Guanaco	Nativa	Vulnerable
5	*Rhinella atacamensis*	Sapo de Atacama	Endémica	Vulnerable
6	*Cygnus melancoryphus*	Cisne Cuello negro	Nativa	Vulnerable
7	*Theristicus melanopis*	Bandurria	Nativa	Preocupación menor
8	*Spalacopus cyanus*	Cururo	Endémica	Preocupación menor
9	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	Nativa	Preocupación menor
10	*Ardea cocoi*	Garza cuca	Nativa	Preocupación menor
11	*Lycalopex griseus*	Zorro chilla	Nativa	Preocupación menor
12	*Abrocoma bennetti*	Rata chinchilla de Bennett	Endémico	Preocupación menor
13	*Lycalopex culpaeus*	Zorro culpeo	Nativa	Preocupación menor
14	*Liolaemus atacamensis*	Lagartija de Atacama	Endémica	Preocupación menor
15	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	Endémica	Preocupación menor
16	*Tachymenis chilensis*	Culebra de cola corta	Endémica	Preocupación menor
17	*Puma concolor*	Puma	Nativa	Casi amenazada
18	*Callopistes maculatus*	Iguana chilena	Endémica	Casi amenazada
19	*Liolaemus nigromaculatus*	Lagartija de mancha	Endémica	Casi amenazado
20	*Laterallus jamaicensis*	Pidencito*	Nativa	Insuficientemente conocida

*Estado de conservación sujeto a modificación según clasificación definitiva del Proceso de clasificación Nº15.

Fuente: Elaboración Propia, 2019

FOTOGRAFÍA 18 Tagua Común (punto fauna CA1)



FOTOGRAFÍA 19 Flamenco (punto fauna CA1)



FOTOGRAFÍA 20 Cisne coscoroba (punto fauna CA2)



FOTOGRAFÍA 21 Bandurria (punto fauna CA5)



*4.3.3.5 **Frecuencia de avistamientos***

De las especies incluidas en alguna categoría de conservación de amenaza (**En Peligro, Vulnerable** y **Preocupación menor**), aquellas que presentan mayor frecuencia de avistamientos en los censos y campaña de terreno (con presencias superiores a 1)

Folio020289

corresponden a: Cisne cuello negro, Gaviota garuma, Bandurria, Garza cuca, Cisne coscoroba, Flamenco chileno y Pato gargantillo (Tabla 4-9)

4.3.3.6 ***Singularidades***

El humedal costero de Carrizal Bajo presenta singularidades que lo hacen un ecosistema relevante en la zona norte del país ya que corresponde a uno de los últimos sitios que presentan hábitat para el desarrollo de algunas aves acuáticas. Existen tres especies de las identificadas que poseen como límite de distribución norte este humedal. Estas especies corresponden a: Cisne coscoroba, Cisne de cuello negro y el Pidencito (Medrano *et.al.*, 2018).

Además, el humedal Carrizal Bajo corresponde también al límite norte de distribución no solo de aves, sino que también de mamíferos como el Cururo y de herpetofauna como el sapo de Atacama (ver Ficha especie Ministerio del Medio Ambiente, 2019).

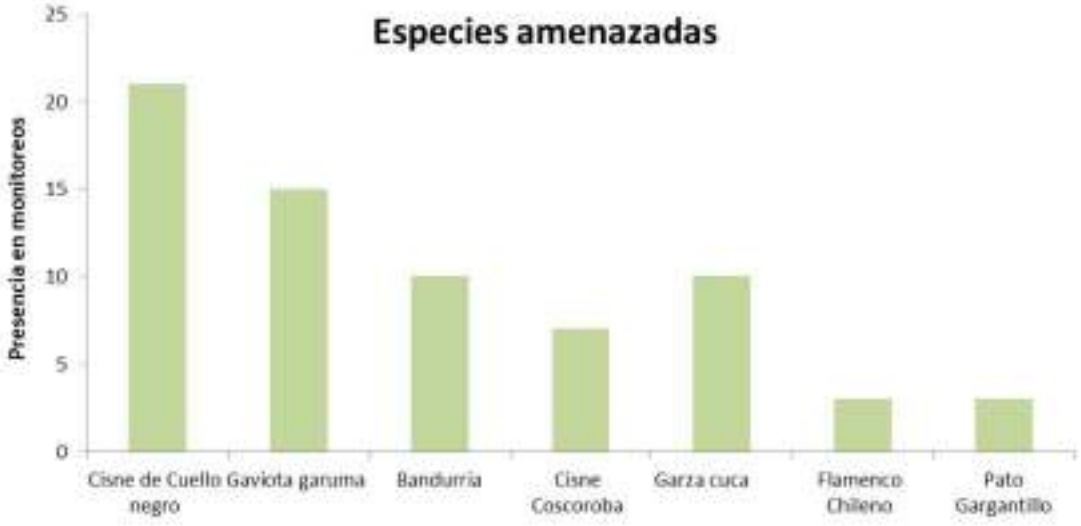


Figura 4-18 Presencia de especies (en categoría de amenaza) en censos y campaña de terreno.

4.3.3.7 *Definición criterios objeto de conservación específicos*

Los objetos de conservación corresponden a aquellas entidades, características o valores que queremos conservar en un área de interés, éstas pueden ser especies, ecosistemas u otros aspectos importantes de la biodiversidad (Granizo *et.al.*, 2006). En el humedal de Carrizal bajo, todas las especies que se encuentran en alguna categoría de conservación son objetos de conservación. No obstante, como estas constituyen un gran número y a modo de facilitar el manejo de estas es que se definen los *objetos de conservación específicos*.

Para definir los *objetos de conservación específicos* presentes en el área del humedal costero de Carrizal Bajo, se establecieron dos criterios, los cuales de forma conjunta permiten identificar aquellas especies centrales, cuya protección permitirá la conservación no solo de sus poblaciones, sino que de los ecosistemas que habitan. Los dos criterios por utilizar se detallan en METODOLOGÍA DEL PLAN DE MANEJO 12.1.1.2.1.1.

Como resultado de los criterios definidos, de un total de 16 especies en categorías de conservación de un mayor grado de amenaza, solo 7 se encuentran con un rango de frecuencia de avistamientos superior a 1. Finalmente, las especies objeto de conservación que cumplen con los dos criterios definidos corresponden a 7 (todas aves): **Cisne coscoroba, Cisne cuello negro, Flamenco chileno, Bandurria, Gaviota garuma, Pato gargantillo y Garza cuca (**Tabla 4-11**)**. En la Figura 4-19 se observa la distribución de las especies identificadas como objetos de conservación específicos, asociadas principalmente a cuerpos de agua (aves).

Tabla 4-11Listado de Especies en categoría de conservación (RCE) y especificación de aquellas que son identificadas como Objetos de conservación específico.

Nombre científico	Nombre Común	Estado conservación	Frecuencia avistamiento	Objeto de Conservación especifico
Coscoroba	**Cisne coscoroba**	**En Peligro**	**7**	**Si**
Leucophaeus modestus	**Gaviota garuma**	**Vulnerable**	**15**	**Si**
Phoenicopterus chilensis	**Flamenco chileno**	**Vulnerable**	**3**	**Si**
Lama guanicoe	Guanaco	Vulnerable	1	No
Rhinella atacamensis	Sapo de Atacama	Vulnerable	1	No
Cygnus melancoryphus	**Cisne Cuello negro**	**Vulnerable**	**21**	**Si**
Theristicus melanopis	**Bandurria**	**Preocupación menor**	**10**	**Si**
Spalacopus cyanus	Cururo	Preocupación menor	1	No

Folio020291

Nombre científico	Nombre Común	Estado conservación	Frecuencia avistamiento	Objeto de Conservación especifico
Anas bahamensis	**Pato gargantillo**	**Preocupación menor**	**3**	**Si**
Ardea cocoi	**Garza cuca**	**Preocupación menor**	**10**	**Si**
Lycalopex griseus	Zorro chilla	Preocupación menor	1	No
Abrocoma bennetti	Rata chinchilla de Bennett	Preocupación menor	1	No
Lycalopex culpaeus	Zorro culpeo	Preocupación menor	1	No
Liolaemus atacamensis	Lagartija de Atacama	Preocupación menor	1	No
Philodryas chamissonis	Culebra de cola larga	Preocupación menor	1	No
Tachymenis chilensis	Culebra de cola corta	Preocupación menor	1	No

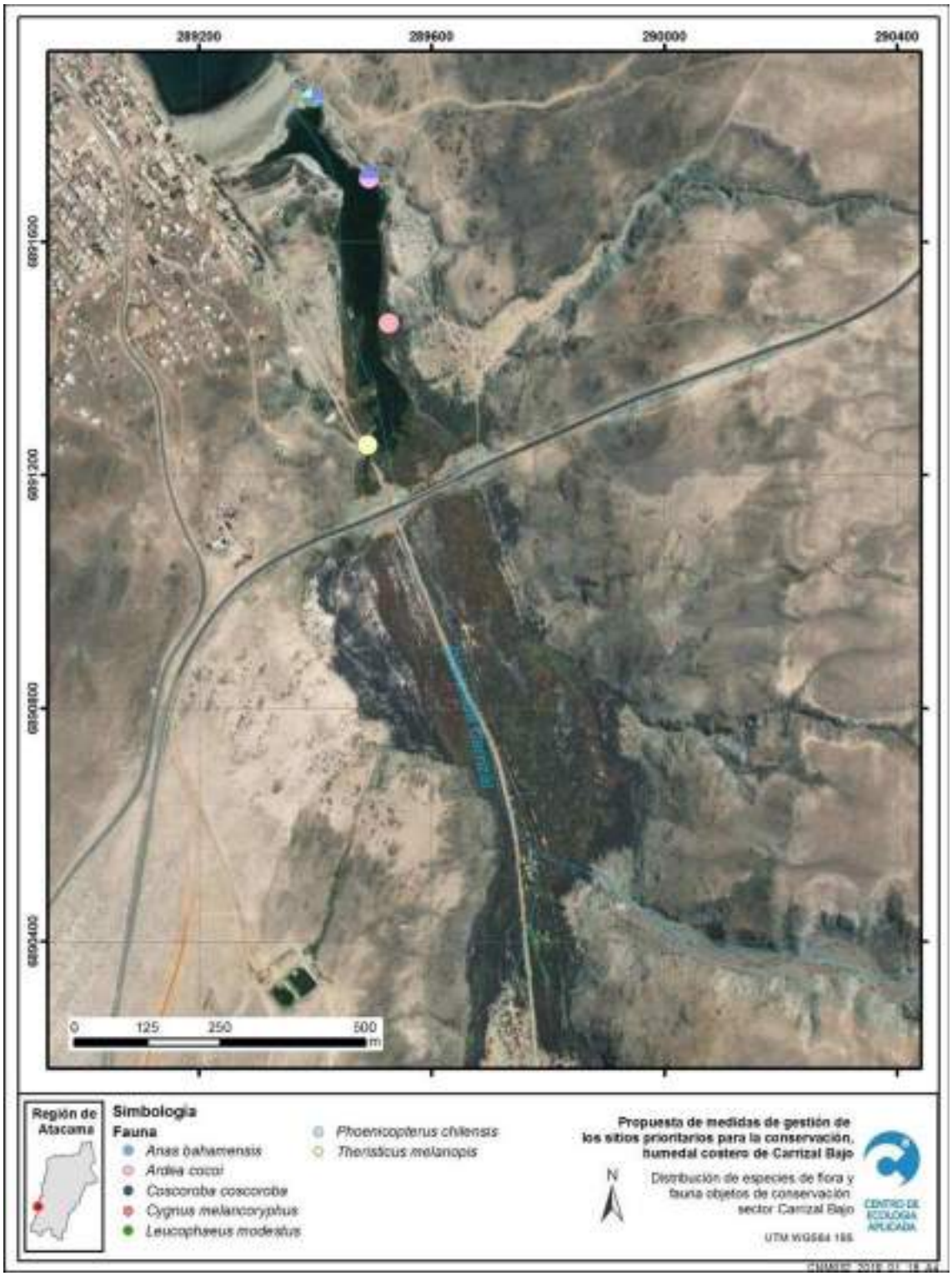


Figura 4-19 Distribución espacial de los objetos de conservación faunísticos identificados en el Humedal Costero Carrizal Bajo. Centro de Ecología Aplicada, 2019.

Folio020293

4.3.3.8 Biota acuática

En la Laguna costera Carrizal bajo, se ha descrito sólo una especie de pez correspondiente a *Mugil cephalus* (Lisa), categorizada como Preocupación menor (LC) DA 52/2014 MMA. En el proceso de actualización de antecedentes generado durante 2019 no fue registrada esta especie. No obstante, será considerada dentro de los objetos de conservación al haber sido incluida en el expediente para la declaración de Santuario de la Naturaleza de este ecosistema.

Otra de los organismos descritos, pero esta vez por los habitantes de Carrizal, es el camarón, detallan que eran abundantes en la ribera de la laguna.

En relación con el zoobentos, este se caracteriza por ser representativo de un cuerpo de agua dulce, así lo ratifica la presencia de *Hyalella costera* y *Heleobia* sp. Por otro lado, el orden Lumbriculida es propio de humedales, que albergan a organismos altamente tolerante a procesos de descomposición y anoxia.

Tabla 4-12 Organismos zoobentónicos presentes en el Humedal costero Laguna de Carrizal bajo. Campaña primavera 2019.

Phylum o Clase	Orden	Familia	Taxa	CARR-1	CARR-2
Gastropoda	Littorinimorpha	Cochliopidae	*Heleobia* sp.	16161,6	6060,6
Insecta	Coleoptera	Scirtidae	Scirtidae indet.		252,5
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella costera*	1767,6	
Oligochaeta	Lumbriculida	Lumbriculidae	*Lumbriculidae* indet.	505,0	
Riqueza				**3**	**2**
Abundancia				**18434,3**	**6313,1**

Folio020294

5 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Para el Ministerio de Medio Ambiente los servicios ecosistémicos son “la contribución directa e indirecta de los ecosistemas al bienestar humano” y se clasifican en cuatro grandes grupos: provisión (i.e. madera, agua), regulación (i.e. control de inundaciones y de pestes), culturales (i.e. espirituales, recreación) y soporte (i.e. ciclo de nutrientes) (MEA, 2005) (Figura 5-1).

Esta definición busca favorecer la gestión sostenible de la naturaleza a modo de optimizar su uso de acuerdo con las demandas de la sociedad, basándonos en conservar la funcionalidad y estructura de los ecosistemas (Zavala *et al*. .2008). Por lo tanto, se debe considerar de manera particular las necesidades de la población y cuales servicios debemos proteger.

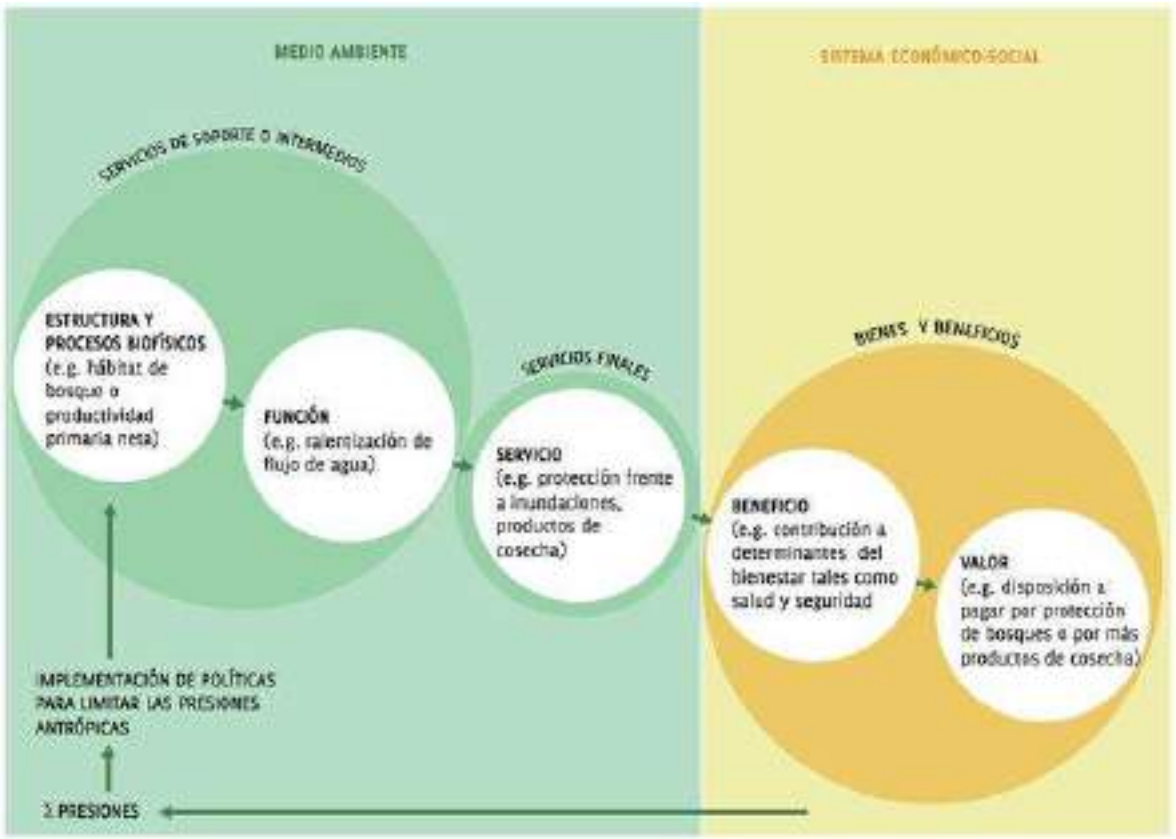


Figura 5-1: Cascada de los Servicios Ecosistémicos Haines-Young & Potschin (2012). Ex: MMA 2019.

Folio020295

5.1 Servicios ecosistémicos del Santuario de la Naturaleza Laguna de Carrizal bajo

Para conocer con mayor proximidad las necesidades y usos del medio por parte de la población aledaña al Santuario de la Naturaleza, se realizaron talleres y encuestas a la comunidad (ver CONSULTA CIUDADANA (TALLER COMUNITARIO).

Los resultados muestran que los servicios ecosistémicos reconocidos por la comunidad son:

i) **Biodiversidad** es nombrada por la mayoría de los participantes a los talleres comunitarios que señalan conocer las aves que ahí habitan y comentan la necesidad de protección.

ii) **Valor paisajístico:** Se describe a la laguna como una zona de tranquilidad y paz.

iii) **Valor cultural**: Dentro de este servicio es importante destacar la presencia de zonas arqueológicas dentro del sitio definido como Santuario de la Naturaleza. Estos hallazgos deben ser protegidos y conocidos por quienes habitan en el lugar. No obstante, los asistentes al taller valoran el territorio como un importante aporte para jóvenes estudiantes que tienen la posibilidad de visitar el lugar y aprender mediante el trabajo de campo.

iv) **Turismo**: Amplio desarrollo local, pero se indica que su desarrollo debe ser regulado.

v) **Servicios ecosistémicos de provisión**: El ecosistema protegido a través de su acuífero proporciona agua potable a la comunidad de Carrizal bajo

6 OBJETOS DE CONSERVACIÓN (OC) DEL SANTUARIO

Para definir los objetos de conservación en este plan de manejo se ejecutaron actividades como: caracterización del área de estudio, actualización de antecedentes, consulta ciudadana, entre otros. Los resultados se describen a continuación:

Los objetos de conservación son componentes materiales o inmateriales que se identifican en el área de estudio por constituir un valor agregado al ecosistema que por sí mismo ya debe ser conservado. Esta valoración ayuda a tomar medidas de manejo, ya que el objeto de conservación siempre interactúa directa o indirectamente con todos los componentes del ecosistema. Es decir, un objeto de conservación depende de la presencia de ciertos componentes y a la vez favorece la existencia de otros.

OC. Ecológicos (biodiversidad):

La actualización de antecedentes de flora, vegetación y fauna (terrestre y acuática) realizada en el Santuario de la Naturaleza Carrizal Bajo revela la presencia de especies nativas bajo categoría de conservación (RCE), en el caso de la flora y vegetación son

Folio020296

también consideradas las especies incluidas en el Libro Rojo de Atacama (Squeo *et al*. 2008).

En favor de las medidas de manejo para la **fauna terrestre** se estableció un criterio de selección de las especies que serán nombradas objetos de conservación específico (ver Definición criterios objeto de conservación). Las especies definidas fueron: Cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), Cisne Cuello negro (*Cygnus melancoryphus*), Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), Bandurria (*Theristicus melanopis*), Gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), Pato gargantillo (*Anas bahamensis*), Garza cuca (*Ardea cocoi*).

En relación con la fauna acuática se define un objeto de conservación: *Mugil cephalus* (Lisa), categorizada como Preocupación menor (LC) DA 52/2014 MMA

Para la **flora y vegetación** durante el último monitoreo se registraron especies arbustivas y hierbas perennes, de las cuales es considerada como objeto de conservación: la cactácea suculenta *Eulychnia acida var. Procumbens* descrita por el DS 41/2011, MMA como una especie en preocupación menor y *Miqueliopuntia miquelii* bajo la misma categoría de conservación (DS 13/2013). Junto con ellos, son definidas objetos de conservación aquellas especies incluidas como Vulnerables en el libro Rojo de Atacama (*Copiapoa cinerascens* y *Senecio almeidae*). En relación con las formaciones vegetacionales toman mayor importancia aquellas de matorrales bajos y herbazales principalmente de totora (*Typha angustifolia*), este herbazal constituye la base de nidificación de muchas especies de aves del

OC. Social/cultural:

En el sector definido como santuario de la Naturaleza y zonas muy cercanas a este polígono se registran restos arqueológicos que revelan asentamiento Humanos de poblaciones alfareras y cazadoras recolectoras. Este patrimonio cultural debe ser protegido conocido por la comunidad por lo que es definido un objeto de conservación cultural.

Por otro lado, y debido a la cercanía del Santuario de la Naturaleza con la localidad de Carrizal bajo, se genera una estrecha relación de los carrizalinos con el ecosistema. Es común para ellos observar la laguna diariamente y lo que ahí sucede: Las aves que llegan o migran, las subidas de marea que unen la laguna con el mar, la vegetación, entre otros. Por este motivo, se considera el **paisaje** y su condición natural como un objeto de conservación.

OC. Económicas: La playa de Carrizal Bajo es una zona ampliamente visitada en verano, momento en el cual algunos habitantes del lugar desarrollan actividades comerciales como venta de comida, alojamiento, camping, entre otros. Ello representa para algunos un importante ingreso económico, por este el **turismo** es considerado un objeto de conservación.

OC La provisión de agua potable: La laguna de Carrizal bajo, través de su acuífero proporciona agua potable a la comunidad. Este servicio es fundamental para el desarrollo

Folio020297

local, por lo que la condición del acuífero (cantidad y calidad de agua disponible) es considerado un objeto de conservación.

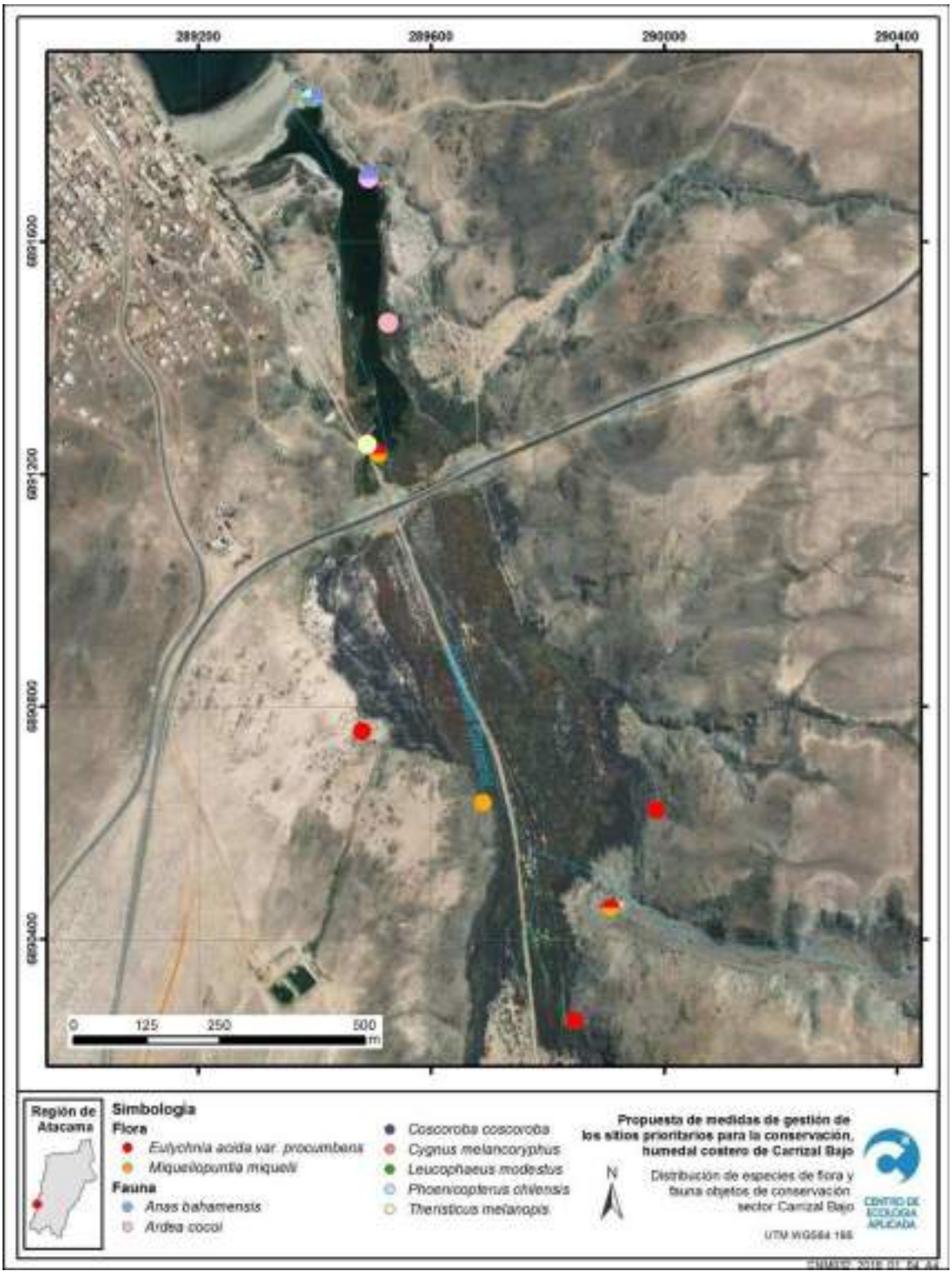


Figura 6-1 Distribución de los objetos de conservación biológicos presentes en el Santuario de la Naturaleza

Folio020299

7 AMENAZAS

Entendemos como amenaza en este Plan de Manejo a una actividad, elemento, perturbación o condición que, conforme a su intensidad o frecuencia, podría significar la pérdida o disminución de los objetos de conservación presentes en el Santuario de la Naturaleza.

Las amenazas son clasificadas según el origen o causa. Las Amenazas Naturales se las caracteriza como aquellos procesos del medio ambiente físico que, por la gran magnitud que pueden o suelen alcanzar, son capaces de provocar cambios importantes en el paisaje o de alterar su condición de equilibrio de forma más o menos prolongada, según sea el tipo de proceso, el área afectada y la recurrencia (Ferrando,2003).

Es importante entender que hablamos de amenaza natural, por la relación que pueda existir entre el cambio o modificación del ecosistema y el ser humano, ya que al ser naturales no pueden ser reguladas y responden a los cambios cíclicos de la biosfera.

Por el contrario, las amenazas de origen antrópico son aquellas atribuibles a la acción humana sobre los elementos de la naturaleza (aire, agua y tierra) y sobre la población, que ponen en grave peligro la integridad física y la calidad de vida de las comunidades (Coles,2017).

Las amenazas pueden ser clasificadas como directas e indirectas conforme a su efecto y posible regulación. En general las amenazas indirectas causan impactos poco regulables a nivel local, en cambio las amenazas directas son identificables, regulables y en ocasiones es posible reducir su impacto totalmente.

7.1 Amenazas indirectas

7.1.1 Perturbaciones naturales

Las amenazas naturales más frecuentes descritas para las costas de Chile son las de origen sísmico. Este tipo de eventos cuando son de gran magnitud son capaces de modificar la morfología litoral y por tanto cambiar la estructura de los ecosistemas costeros. Esto fue registrado en algunos humedales costeros posterior al terremoto y tsunami de 2010 (8.8 Mw.), donde algunos humedales fueron afectados con la pérdida de servicios ecosistémicos de abastecimiento y provisión.

Desde el punto de ecológico, las perturbaciones naturales son parte de los procesos de los ecosistemas, por tanto, son capaces de alcanzar nuevamente un equilibrio. Sin embargo, ello dependerá del estado del sistema antes de enfrentar el evento perturbados y si posterior a ello no se ve enfrentado a otros impactos como los de origen antrópico que afecten aún más su condición.

Folio020300

7.1.2 Cambio climático Global

El cambio climático ocurre, en gran parte, por actividades humanas y representa una seria amenaza para la naturaleza y para el bienestar de las futuras generaciones. Afecta a las poblaciones y distribución de las especies, la composición de las comunidades ecológicas, y la provisión de la naturaleza (CODEFF, 2017). En este sentido a nivel mundial los ecosistemas de humedal se describen como los más amenazados por efectos del cambio climático, que conforme a las proyecciones del informe del IPPC Chile implicarán una importante disminución en la condición hídrica lo que afecta directamente a ecosistemas acuáticos continentales.

7.2 Amenazas directas

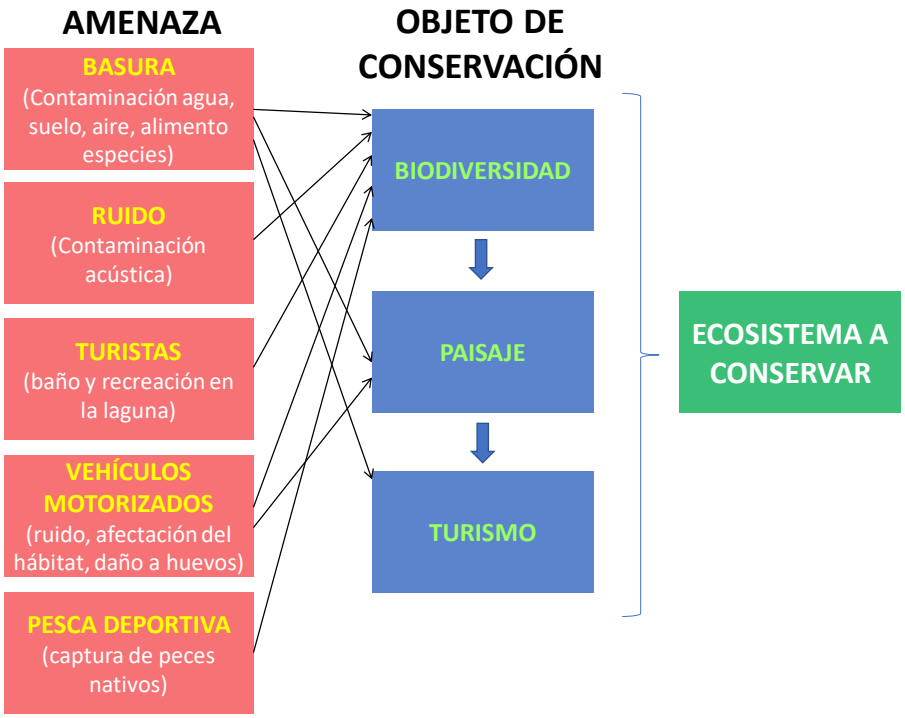


Figura 7-1 Amenazas directas y su interacción con los objetos de conservación presentes en el ecosistema a conservar (Santuario de la Naturaleza Humedal costero Laguna de Carrizal bajo). Elaboración propia, 2019.

La Figura 7-1 muestra las amenazas directas más importantes del Santuario de la Naturaleza (basura, ruido, turistas, vehículos, pesca deportiva). El esquema mediante flechas indica sobre qué objeto de conservación actúan, siendo la biodiversidad el componente más afectado. Por otro lado, los objetos de conservación contenidos en el ecosistema están íntimamente relacionados, ya que el impacto negativo de estas amenazas sobre la biodiversidad tendrá efectos sobre el paisaje y por consecuencia sobre el turismo.

Folio020301

8 ZONIFICACIÓN

Para implementar el Plan de manejo se ha zonificado el área de estudio bajo diferentes criterios. Uno de estos es la distribución de especies definidas como objetos de conservación (Figura 8-1) y las principales amenazas descritas sobre ellos.

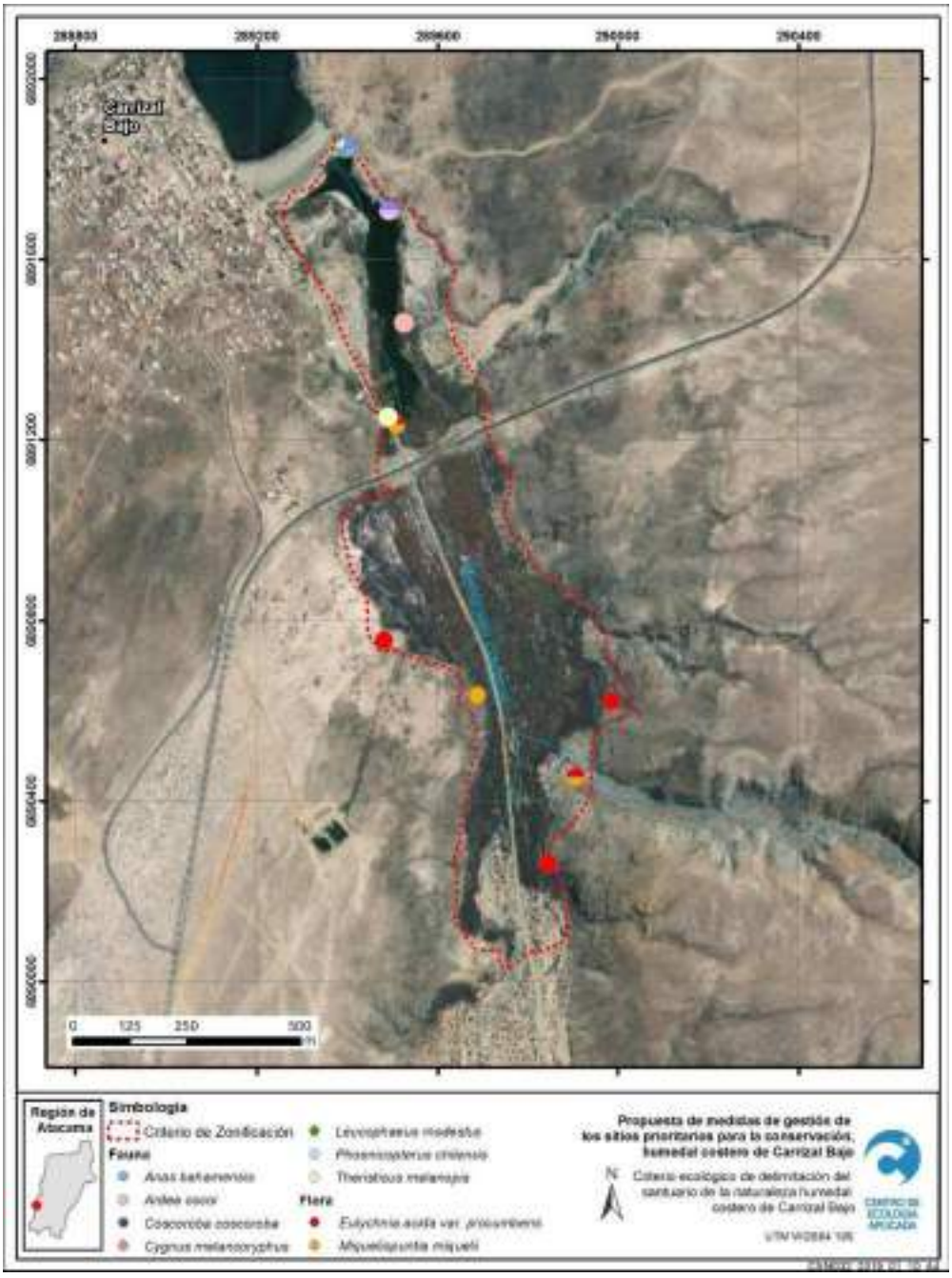


Figura 8-1 Criterio de zonificación Plan de Manejo

Folio020302

Las tres zonas definidas son:

Zona Núcleo: Es definida como el área de menor interacción, en ella se sitúan la mayoría de los objetos de conservación. En carrizal bajo esta zona comprende principalmente el cuerpo de agua o laguna y su ribera, área que responde a la actual delimitación de Santuario de la Naturaleza (46,7 ha).

Zona de amortiguación: Esta área ha sido delimitada conforme a la distribución de especies objeto de conservación (Figura 8-1) que actualmente quedan fuera del polígono definido como Santuario de la Naturaleza (Figura 3-2). Por lo tanto, la zona de amortiguación (verde en la Figura 8-2), regula el uso de una superficie de 15.89 ha con el fin de proteger las especies que ahí habitan.

Zona de transición: Se define una amplia zona de transición delimitada en color amarillo en la Figura 8-2.Ello se justifica porque todos los procesos que ocurren en la parte alta de la cuenca influyen en la condición ambiental de la zona litoral. Por ejemplo, la retención o uso del agua en las zonas altas limita el recurso en la cota cero.

La zona de transición considera un área de 134185,5 ha. En ella, es considerada la localidad de Carrizal bajo, comunidad que interactúa de manera directa con el ecosistema. Todo tipo de actividad que aquí ocurra afectará positiva o negativamente al humedal costero.

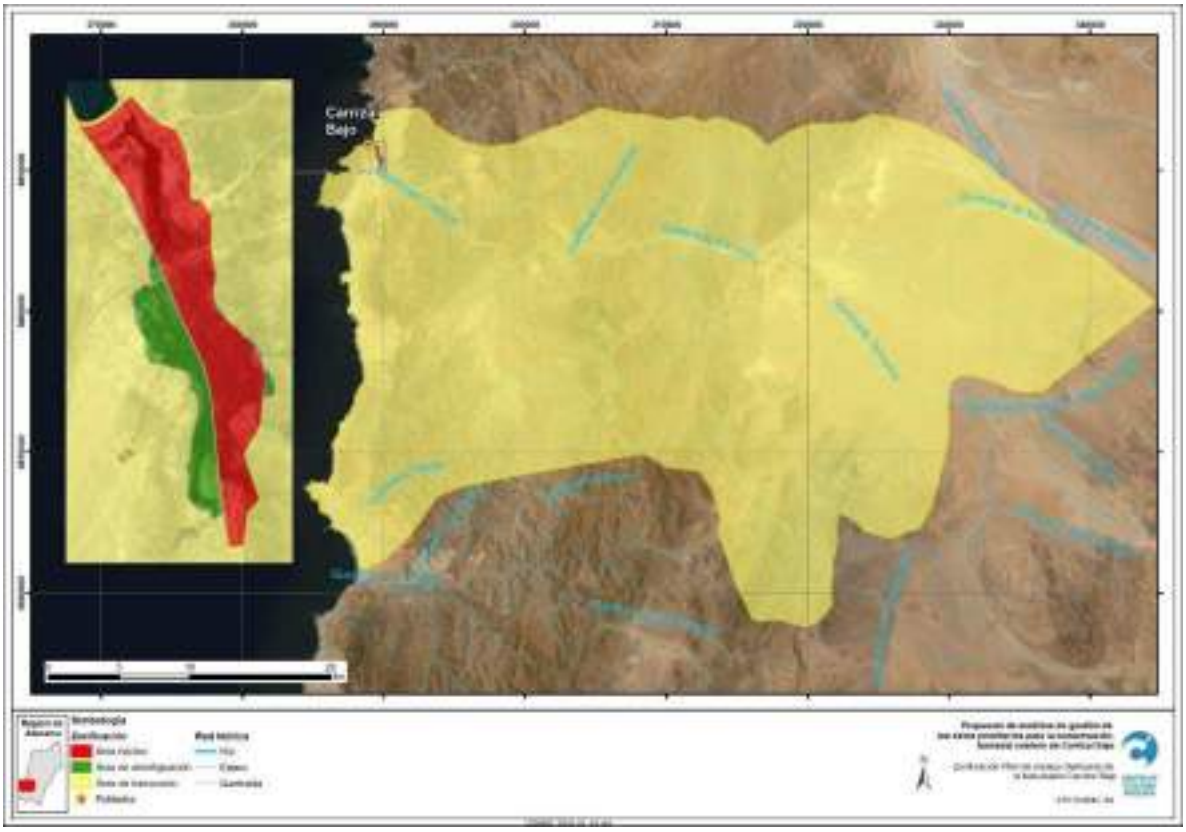


Figura 8-2 Zonificación preliminar de zona núcleo en el Santuario de la Naturaleza

Folio020303

9 GESTIÓN DE SANTUARIO DE LA NATURALEZA CARRIZAL BAJO

9.1 Plan operativo

Una manera de ordenar el territorio y proteger los objetos de conservación es por medio de la zonificación que nos indica límites de uso para aplicar medidas físicas. A continuación, se describe la implementación de infraestructura (Figura 9-3 y Figura 9-4) y cómo esta responde a cada amenaza.

9.1.1 Educación y sensibilización

Todo tipo avance en materia de protección y cuidado del medio ambiente debe iniciarse con educación ambiental. La Ley 19.300 señala en su artículo 6 que "el proceso educativo, en sus diversos niveles, a través de la transmisión de conocimiento y de la enseñanza de conceptos modernos de protección ambiental, orientados a la comprensión y toma de conciencia de los problemas ambientales, deberá incorporar la integración de valores y el desarrollo de hábitos y conductas que tiendan a prevenirlos y resolverlos"

Esto implica que la propia Ley reconoce la importancia de la educación ambiental para la ciudadanía, la cual debe estar incorporada en un plan de manejo, como una forma de involucrar y entregar herramientas a la comunidad para hacerse parte del cuidado del ecosistema.

-Charlas y talleres de educación ambiental

Conjuntamente a la iniciación de la implementación y ejecución del presente Plan de Manejo se sugiere reforzar la educación ambiental mediante la realización de charlas y talleres educativos a la comunidad de Carrizal (Juntas de vecinos, Pescadores, colegios entre otras organizaciones) que abarquen los siguientes puntos:

- Reconocimiento del Santuario de la Naturaleza (dimensiones, valor ecosistémico entre otros).
- Infraestructura que se instalará en el lugar y qué posibilidades abrirá a la comunidad
- Cómo cada carrizalino se relacionará con estos espacios
- Valor del cuidado del ambiente

-Sala educativa: El Santuario de la Naturaleza tiene un alto potencial de ser un sitio de desarrollo para las ciencias y la investigación. Por este motivo, se incluye en el plan de manejo una sala para el desarrollo de encuentros y charlas educativas.

9.1.2 Vinculación comunitaria

Para aumentar el vínculo de la comunidad con el Santuario de la Naturaleza, se proponen medidas que aumentan el conocimiento del humedal y fomentan el sentido de pertenencia de los carrizalinos con el ecosistema. De acuerdo con las sugerencias recibidas de parte de la comunidad y las amenazas identificadas en el sector se propone:

-Delimitar físicamente el área de Santuario

El área del Santuario de la Naturaleza es actualmente desconocida por los habitantes de Carrizal bajo y visitantes del lugar. La creación de una barrera física en el sector oeste del cuerpo de agua, que presenta una alta interacción con actividades que no son reguladas (tránsito de vehículos, camping, entre otros), favorece el cuidado del ecosistema, el reconocimiento del área protegida y el ordenamiento territorial.

La barrera física sugerida consiste en 650 m de malla tipo acmafor de 2 metros de alto, que impide el acceso de especies domésticas (perros, caballos u otros), regula el libre tránsito (pedestre o motorizado) hacia un suelo considerado hábitat para especies de importancia de conservación y materializa el concepto de área protegida.



Figura 9-1 Ejemplo de barrera para delimitación del Santuario de la Naturaleza

-Crear un sendero con zonas de avistamiento

La creación de un camino definido permite el ingreso de personas de manera ordenada, segura y con un sentido educativo. Por este motivo, se propone que el sendero se disponga longitudinalmente al polígono definido como Santuario de la Naturaleza del humedal costero. De esta forma, los visitantes del Santuario podrán explorar mejor la zona más

Folio020305

alejada del cuerpo de agua y que es también atractivo por poseer especies vegetacionales en categoría de conservación. Esto ayudará a descomprimir la zona de playa como único sitio de visitas o turismo en el lugar. Un sendero en buenas condiciones también favorece la inclusión de personas con limitaciones de movilidad.

En el sendero se consideran 3 miradores: Uno en el sector cercado a la playa (antiguo sector de camping). Un segundo mirador, ya existente en la zona cercana al puente y un tercero en un área elevada en el sector de quebradas. Se debe considerar que, una vez creado el sendero, este debe conectar con los miradores.



Figura 9-2 Ejemplo de senderos en humedales chilenos

Folio020306

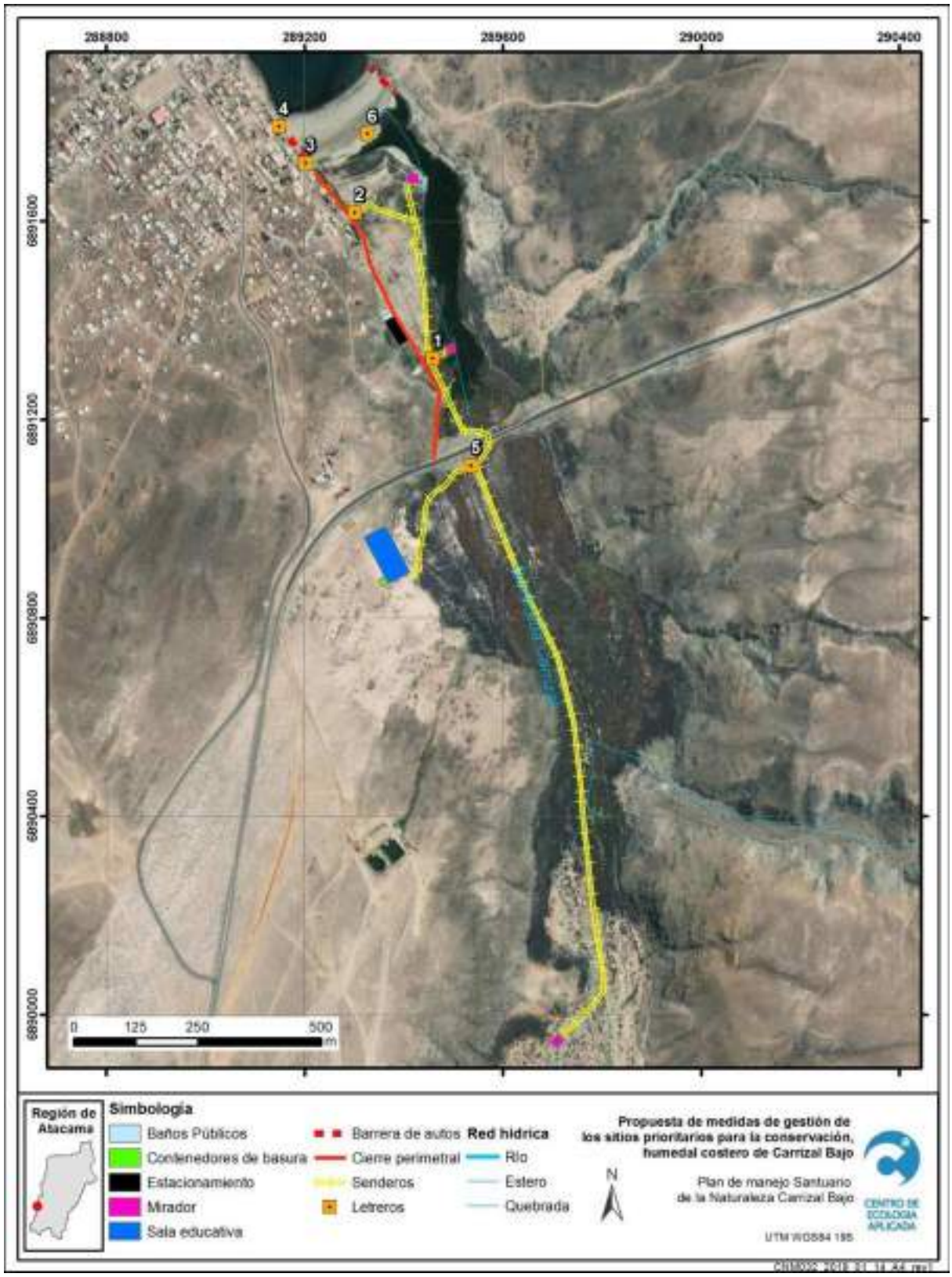


Figura 9-3 Medidas físicas a implementar para proteger los objetos de conservación

Folio020307

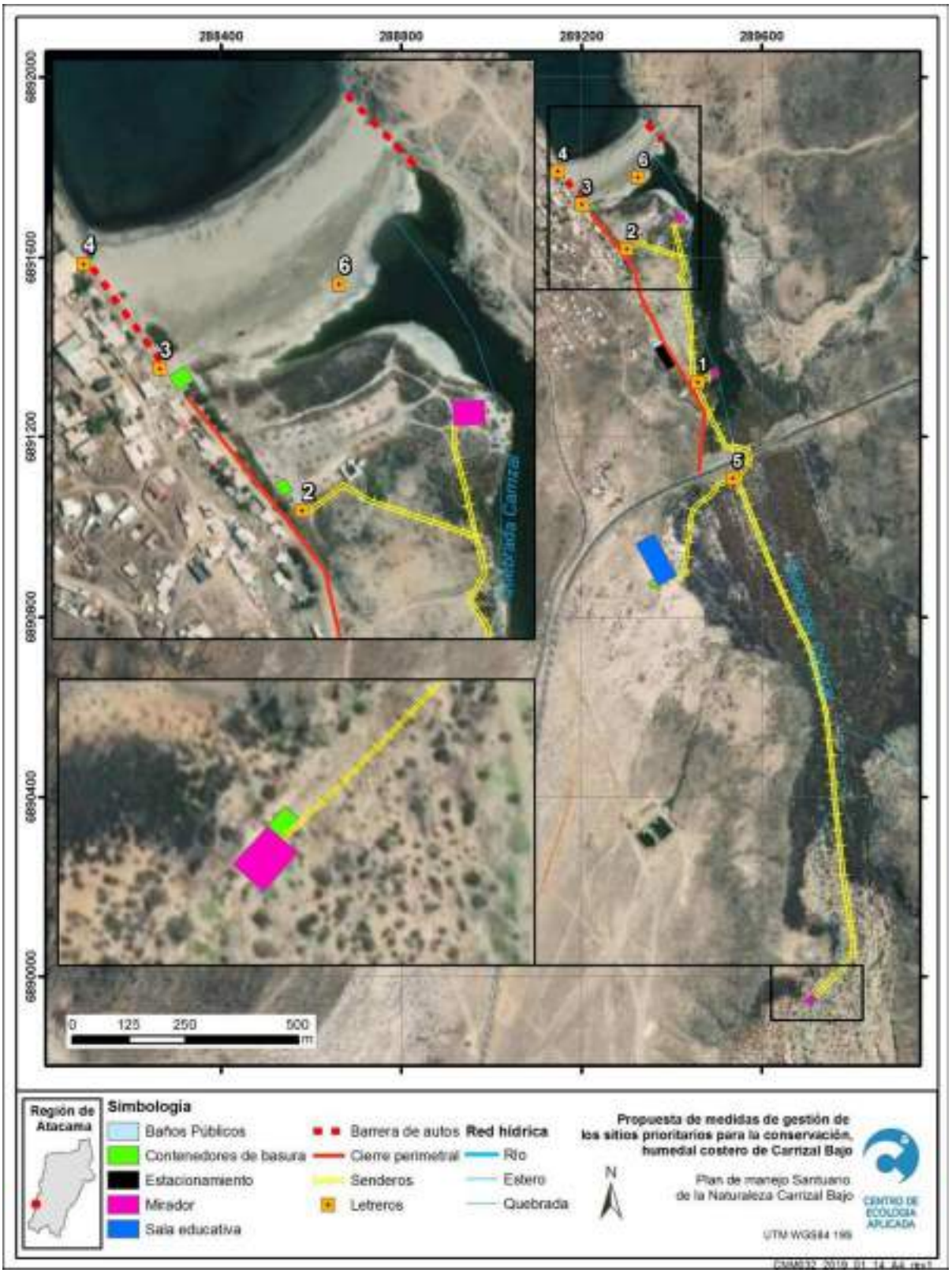


Figura 9-4 Medidas físicas (ampliadas) a implementar para proteger los objetos de conservación

9.1.3 Control de amenazas

Las amenazas identificadas en el humedal son: Residuos, Turistas, vehículos motorizados, pesca deportiva (ver Figura 7-1). Estas deben ser reguladas por diversos mecanismos: informativos, restrictivos, educativos que se describen a continuación.

-Instalación de señaléticas y letreros informativos

Los letreros informativos son una herramienta de orientación y educación. Estos, ubicados en lugares estratégicos, permiten organizar el comportamiento de los visitantes, concientizar el uso respetuoso de las instalaciones y contribuir a la educación ambiental.

Para acceder al lugar y en lugares estratégicos detallados en la Figura 9-3, se sugiere crear paneles de información de la flora y la fauna del Santuario de la Naturaleza y todas las singularidades del ecosistema (Figura 9-4, número 1, 3 y 5).

Junto a los contenedores de residuos deben existir letreros que fomenten el cuidado del medio ambiente, invitando a hacer un buen manejo de los residuos, respetar el silencio del lugar, entre otras consideraciones.

Finalmente, los letreros prohibitivos deben estar cerca a zonas amenazadas, por ejemplo, prohibición de ingreso de vehículos (Figura 9-4, número4), prohibición de baño y pesca (Figura 9-4, número 6), prohibido cazar en el ingreso al Santuario y zonas de práctica habitual (Figura 9-4, número 1 y 5).

Tránsito de vehículos motorizados

La Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante mediante el artículo 313° del Reglamento General de Orden, Seguridad y Disciplina en las Naves y Litoral de la República y el artículo 13° del Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática, establecen claramente que se prohíbe el ingreso de vehículos o animales a los sectores de playa o balnearios declarados como tal por la Autoridad Marítima, con el objeto de proteger la seguridad y brindar lugares de esparcimiento a todos los ciudadanos de la república.

Específicamente La Orden Ministerial M.D.N. (M) N°2/1998 detalla la prohibición de ingreso y tránsito de vehículos en toda la costa del litoral de la república, sus playas, terrenos de playa, en ríos y lagos y demás bienes de competencia del Ministerio de Defensa Nacional. Exceptuando de su ámbito de aplicación, el ingreso y tránsito de vehículos en labores de mantención o aseo, vigilancia, fiscalización, seguridad y socorro, así como las actividades debidamente autorizadas (Circular O-22/023, 2018).

Una de las amenazas más importantes presentes en el humedal costero es el libre tránsito de vehículos motorizados. Esta actividad genera ruido para la fauna, además de alterar el hábitat a nivel del suelo y poner en riesgo procesos reproductivos a través del de aplastamiento de huevos o larvas. Por ello, se propone cerrar los dos ingresos de vehículos al sector de la playa (ver Figura 9-3**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Folio020309

En este ingreso se contempla la instalación de señalética que prohíba el acceso a vehículos motorizados (Figura 9-4 letrero número 4; Figura 9-5).



Figura 9-5 Ejemplo de barrera para vehículos motorizados.

Residuos

El manejo de residuos es de vital importancia para el uso sustentable de los ecosistemas (Figura 9-8). Los residuos domésticos, frecuentemente dejados por los turistas, significan un componente contaminante para el suelo, el agua y también como posible alimento para especies nativas. Para su control, se sugiere la instalación de letreros informativos en el ingreso del sendero y de la playa con detalles sobre el manejo de residuos (Figura 9-4 número 2 y 3). Junto con ello, se debe habilitar contenedores ecológicos, es decir, que diferencien el tipo de desechos como una forma de fomentar el reciclaje (Figura 9-6 y Figura 9-7), estos estarán situados en: Sala educativa, sector de ingreso al Santuario de la Naturaleza, en el mirador de quebradas e ingreso al sector de playa (Figura 9-4).

Los residuos deben ser retirados con mayor frecuencia en época estival, dada la alta afluencia de público en temporada de vacaciones. Regularmente el retiro de basura en Carrizal bajo es de 2 veces por semana, en verano 3 veces a la semana. Se sugiere, retirar los residuos día por medio en temporada de visitantes y en el sector de ingreso a la playa todos los días.



Figura 9-6 Ejemplo de contenedores de basura (punto limpio sector ingreso a la playa).



Figura 9-7 Punto limpio en sala educativa y mirador en sector quebrada

Folio020311



Figura 9-8 Iniciativa para limpiar de desechos el humedal costero de Carrizal bajo. Ex: www.maray.cl (2019)

Ruido

La contaminación acústica altera también el hábitat de las especies en categoría de conservación. En el caso de las aves, acelera el inicio de procesos migratorios y abandono de nidos. En este sentido, la amenaza en la playa de Carrizal bajo es alta, por ser un espacio considerado para eventos masivos.

El sector de playa constituye un punto de intersección entre la laguna y el mar por lo que es importante mantenerla en condiciones que favorezcan a la biodiversidad, es decir, debe ser un sitio libre de contaminación, ya sea por ruidos o residuos principalmente plásticos.

En este sentido, el día de los enamorados ya realizado en varias oportunidades en la playa ha sido descrito por los carrizalinos como una buena iniciativa, pero que deja gran cantidad de residuos que finalmente van a dar al océano, entre ellos, el lanzamiento de globos que un riesgo para la biodiversidad (ver Figura 9-9).

Dado el valor que da la comunidad a este evento veraniego, se sugiere:

-Comenzar meses antes con una campaña de educación ambiental que hable del cuidado del ecosistema

-Buscar un sitio alternativo para realizar el evento masivo

-Promover visitas guiadas y actividades poco invasivas dentro del humedal (ver puestas de sol, caminatas, entre otras actividades) para posteriormente asistir a un evento masivo en un lugar más retirado.



Figura 9-9 Campaña del MMA, para control de residuos en playas de Chile. Ex: https://mma.gob.cl/

Turistas

El turismo no regulado puede afectar seriamente los ecosistemas visitados, ya sea por, basura, ruido, pero también por actividades que perturban a la biodiversidad. Una actividad común de observar en Carrizal es el uso de la laguna como balneario. Los antecedentes de Calidad de agua 2019 señalan que la laguna es un sistema libre de contaminación, no obstante, su uso debe ser sólo natural.

Pesca deportiva

Las áreas costeras cercanas a las playas son criaderos de especies de peces que son alimento de aves locales y migratorias. La Laguna de Carrizal bajo posee además una especie nativa en categoría de conservación (*Mugil cephalus*). La pesca deportiva significa una amenaza, porque las técnicas de captura no siempre garantizan la supervivencia del ejemplar capturado y a la vez, no es posible discriminar entre especies nativas de las introducidas que no tienen ninguna restricción de captura.

Es este sentido, en necesario crear conciencia, señalizar y vigilar en diferentes zonas estableciendo la prohibición de esta actividad en la Laguna de Carrizal bajo.

La ley núm. 20.256 establece normas sobre la pesca recreativa, actualmente las personas que realizan esta actividad deben tener un permiso de SERNAPESCA entidad que también restringe las zonas de práctica. Entre ellas, se indica la prohibición de captura en áreas vulnerables y restricción en áreas con Plan de Manejo (definición: conjunto de medidas que

Folio020313

regulan las actividades de pesca recreativa y otras actividades compatibles en un área preferencial). La fiscalización de la pesca recreativa la ejerce: el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Autoridad Marítima y Carabineros de Chile. También los guardaparques de CONAF, inspectores municipales e inspectores ad honorem debidamente acreditados

Todas las medidas descritas deben ser apoyadas por un vigilante que se apoyará en un equipo administrativo a cargo de coordinar actividades y cuidar permanentemente el lugar. Esta es una manera efectiva del ordenamiento y cuidado del humedal costero.

Esta iniciativa tendrá beneficios directo sobre la comunidad de Carrizal bajo. Ya que es un sitio turístico con mucho potencial que solo necesita ser regulado.

9.1.4 Fiscalización y vigilancia

El área delimitada permite tener un mayor control del ingreso de personas al sector que queremos proteger. Un plan de manejo establece mecanismos de ordenamiento y control sobre un área determinada. No obstante, siempre estas deben ser acompañadas de medidas de control y vigilancia, que regulen y protejan las instalaciones.

Se sugiere contratar personal administrativo y guardias que resguarden el sector. Se requerirán personas que regulen el ingreso, personal de limpieza, guías para sala educativa y un guardia que se preocupe de avisar a las autoridades respecto de malas prácticas y acciones que puedas afectar ambientalmente al Santuario de la Naturaleza.

Personal requerido para vigilancia y cuidados del Santuario.

Administrativo: 2

Guardias: 2

Personal de limpieza: 2

Guías educativos: 2

Folio020314

9.1.5 Monitoreo y Evaluación de los objetos de conservación

En relación con los resultados obtenidos durante el 2019 en el Humedal Costero de Carrizal Bajo en las variables físicas químicas, biológicas se establece un plan de monitoreo que contempla los objetos de conservación y los indicadores de buena condición de cada uno de ellos. Estos indicadores deben ser evaluados en períodos que responden a cada componente. En la Tabla 9-1 se describen las medidas sugeridas por cada objeto de conservación.

Tabla 9-1 Establecimiento de indicadores y monitoreo para los objetos de conservación del Santuario de la Naturaleza

Objeto de conservación	Objeto de conservación especifico	Indicador	monitoreo	Frecuencia
Bióticos				
Avifauna	-*Leucophaeus modestus* -*Phoenicopterus chilensis* -*Cygnus melancoryphus* -*Theristicus melanopis* -*Anas bahamensis* -*Ardea cocoi*	Permanencia o aumento de riqueza y/o abundancia en especies nativas.	Estacional	2 a 4 veces al año en períodos contrastantes
Flora	-*Miqueliopuntia miquelii* (RCE) -*Copiapoa cinerascens* (LRA) -*Eulychnia acida var. Procumbens* (RCE) -*Senecio almeidae* (LRA)	Permanencia o aumento de cobertura, y riqueza.	Estacional	COT 1 vez al año riqueza 1 a 2 veces al año en periodos contrastantes Incluyendo siempre primavera
Biota acuática	*Mugil cephalus*	Permanencia o aumento de riqueza y/o abundancia en especies nativas	Estacional	2 a 4 veces al año en períodos contrastantes
Abióticos				
Agua	Calidad y disponibilidad hídrica en el ecosistema. Calidad del agua como suministro de agua potable (APR)	-Mejora en la Calidad conforme a lo indicado por la NChCA. -Permanencia o aumento de superficie de la laguna. -APR: permanencia o aumento de la disponibilidad y	-Estacional -Semestral	-2 a 4 veces al año en períodos contrastantes. -Monitoreo constante en zona cercana a la desembocadura (estación permanente). -APR: Toma de muestras en el

Folio020315

Objeto de conservación	Objeto de conservación especifico	Indicador	monitoreo	Frecuencia
		calidad hídrica del acuífero (NChCA).		acuífero que garanticen el uso de agua para consumo humano. Relación de disponibilidad hídrica y superficie de la laguna.
Social				
Turismo	Actividades económicas, sociales y culturales que se desarrollan en torno a un turismo ordenado y regulado	Permanencia o disminución de cantidad de residuos en lugares no habilitados Visitas al sendero del Santuario de la Naturaleza (en relación con cantidad de visitantes al año) Disminución de malas prácticas (pesca no autorizada, balarse en la laguna, vehículos que logran ingresar a la playa)	Cada verano	1 vez cada 2 semana contabilizar residuos, malas prácticas, número de turistas y número de visitas reguladas al Santuario de la Naturaleza. Iniciar una vez instalados contenedores de residuos, senderos y barrera perimetral.

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres; LRA: Libro Rojo De Atacama; NChCA: Norma chilena de Calidad de Agua 1333 of.78.

9.1.6 Control de gestión (o evaluación y seguimiento del plan)

9.1.6.1 Seguimiento de Fauna Terrestre

El presente plan de seguimiento ambiental permitirá conocer las dinámicas temporales y establecer criterios frente a potenciales perturbaciones o cambios que ocurran en el ecosistema, de manera de informar y actuar de forma rápida, base clave para la adaptabilidad del Plan de Manejo. El seguimiento respecto a la fauna será realizado en base a tres parámetros: (i) especies introducidas, (ii) riqueza - abundancia, (iii) objetos de conservación.

(i) Las especies introducidas corresponden a especies cuyo origen natural ha tenido lugar en otra parte del mundo y que por razones principalmente antrópicas han sido transportadas a otro sitio (voluntaria o involuntariamente). Por tanto, la

Folio020316

cantidad especies introducidas en un ecosistema reflejan el nivel de intervención al cual está sometido. Las especies introducidas registradas en el humedal de Carrizal bajo corresponden a 4 (todos micromamíferos), y constituyen el 5% de la fauna identificada. Además de las especies domésticas que ingresan de manera intermitente al humedal

Por esto, se realizará un seguimiento de este grupo específico mediante la instalación de 25 trampas sherman en 4 de los 12 sectores, de forma semestral para observar el comportamiento temporal. Además del registro en terreno de fauna doméstica (perros, caballos u otro)

El indicador corresponde entonces a la reducción del 5% (que actualmente constituye la fauna introducida) posterior a la aplicación de las medidas del plan de manejo descritas previamente (barreras. vigilante, educación ambiental etc.).

(ii) La cantidad de especies (riqueza) y la cantidad de individuos (abundancia) dan cuenta de la biodiversidad de un ecosistema, por lo tanto, corresponden a variables claves a medir. Esto, considerando todos los grupos taxonómicos: aves, anfibios, reptiles y mamíferos con énfasis en los objetos de conservación específicos.

El seguimiento de estas variables se realizará mediante transectos de observación, los cuales consisten en el recorrido pedestre del lugar registrando tanto evidencias directas (visual) como indirectas (fecas, huellas, restos óseos, etc.). El largo corresponde a 200 metros y los puntos se deben corresponder a los 12 caracterizados en el presente informe. La frecuencia del seguimiento es semestral, para así observar la variación temporal tanto de la riqueza como de la abundancia.

El indicador corresponde a la disminución de la riqueza global de especies (considerando todos los grupos taxonómicos) por debajo del mínimo registrado (10 especies).

(iii) Los objetos de conservación corresponden a especies de fauna que tienen especial interés de conservación por presentar un mayor riesgo ante la alteración de parámetros del ecosistema. Fueron identificadas 7 especies como objetos de conservación específico (todas aves), en las cuales se hará especial énfasis en el plan de seguimiento.

El seguimiento se realizará mediante los transectos de observación mencionados en el punto (ii), registrándose nidos, polluelos/crías y grupos familiares de las 7 especies, con el fin de identificar si la población se mantiene reproduciéndose en el humedal. La frecuencia del seguimiento es semestral (variación temporal).

El indicador corresponde a la presencia de individuos de las 7 especies definidas como objetos de conservación. Si no se registran durante dos años seguidos se deberán estudiar los posibles factores del abandono del lugar.

Folio020317

9.1.6.2 Seguimiento de Fauna acuática

El seguimiento de la fauna acuática será realizado en base la riqueza y abundancia de los objetos de conservación.

Para los peces se realizará un seguimiento estacional, como mínimo 2 veces al año. En cada monitoreo se podrán redes que durante el día y la noche para registrar la riqueza y abundancia de especies de un modo no invasivo y que permita devolver los peces con vida a su medio natural.

La disminución de la riqueza y abundancia de especies será el indicador por evaluar.

9.1.6.3 Flora y vegetación

Dada la importancia de conservación de hábitat por las funciones de este ecosistema conformado principalmente por formaciones de matorrales bajos y herbazales principalmente de totora (*Typha angustifolia),* este herbazal constituye la base de nidificación de muchas especies de aves del humedal, es por esto por lo que se propone un monitoreo de vigilancia y manejo para este tipo vegetacional, lo cual consiste en:

- Análisis general del tipo vegetacional: Se propone un monitoreo 3 veces al año el cual describa el estado general del ecosistema.
- Monitoreo para el manejo: Se propone la restauración de la ribera, con vegetación propia del lugar, para generar un hábitat reproductivo y de alimentación para diversas especies del lugar y, de esta forma, aumentar su población (objetivo de conservación), el monitoreo se enfocará, por una parte, a la riqueza y abundancia de especies vegetales nativas establecidas en la ribera y, por otra parte, a la riqueza y/o abundancia de especies relevantes para la conservación presentes en la zona restaurada. (Zamorano *et al*., 2016).
- Se propone la instalación de transectos permanentes para registrar la abundancia y riqueza de especies bajo el método de Point-Quadrat, transectos de 15 metros.

  - Método Point-Quadrat

Este método es bastante simple, y consiste en la evaluación de contactos en 100 puntos, espaciados regularmente dentro de un transecto de largo definido (p.e. 50 m), utilizando para esto una varilla fina o alambre. La proporción del largo total del transecto interceptada por una especie da una medida de la cobertura de esa especie, de la misma manera que indica la proporción de suelo desnudo, o de la pedregosidad superficial. Una leve modificación de este método permite, además, realizar mediciones de biomasa. Para esto, se debe registrar, además de las intercepciones con una especie dada, el número de contactos entre la varilla y cada planta. De esta manera, un mayor número de contactos se relaciona con una mayor presencia de biomasa" (Hernández *et al*., 2000)

Folio020318

Para las demás formaciones vegetacionales que presentan especies singulares por tener alguna categoría oficial o local de conservación se propone un monitoreo de vigilancia especifico consistente en parcelas circulares de 500m^2 dentro de estas formaciones, en que se registre la existencia de las especies singulares, su estado fisiológico y estado fitosanitario.

Las especies en categoría de conservación: *Eulychnia acida var. Procumbens, Miqueliopuntia miquelii*. Se sugiere:

- Monitoreo de vigilancia especifico: Consiste en evaluar 2 veces al año las especies singulares a través de parcelas circulares de 500m^2, donde se registren la existencia o no existencia de las especies singulares que se encuentren dentro de la parcela, evaluando para cada individuo el estado fisiológico y estado fitosanitario.

Como monitoreo de vigilancia para todo Carrizal bajo se propone una verificación anual de la C.O.T (Carta de ocupación de tierras) para detectar a tiempo cualquier cambio y sus posibles causas, alertando a tiempo de cualquier causa que pueda estar afectando negativamente al humedal.

9.1.6.4 Seguimiento de comportamiento de turistas

Una vez instalados los contenedores de residuos, el senderos y barrera perimetral, se evaluará año a año:

-Cantidad de turistas que visitan el sector playa y además recorren el sendero.

-Cuantos de los turistas usan los contenedores de basura

-Se registran malas prácticas ¿Cuáles? Y ¿A qué se debe?

-Estado de conocimiento de la presencia del Santuario de la Naturaleza.

Estos antecedentes deben indicar mejoras de manera conjunta a la instalación de toda la infraestructura sugerida.

9.1.6.5 Programa de seguimiento de plan de manejo

Tabla 9-2 Especificaciones del programa de seguimiento del Santuario de la Naturaleza humedal costero Carrizal bajo que deben comenzar el primer año de implementación del plan de manejo

Componente para monitorear	Método	Periodo
Factores bióticos		
Fauna terrestre	Recorrido pedestre y trampeo	semestral
Fauna acuática	Pesca con redes	semestral
Flora	Recorrido pedestre y • Método Point-Quedar	Semestral incluir siempre primavera

Folio020319

Componente para monitorear	Método	Periodo
Factores bióticos		
Vegetación	Carta de ocupación de Tierras	1 a vez al año (primavera)
Factores Abióticos		
Calidad de agua	Idealmente instalar una estación de monitoreo permanente en el sector de la laguna cercano a la APR. Toma de muestras y evaluación con especialistas en calidad de agua en parámetros de biota y consumo humano.	semestral
Disponibilidad hídrica	Imágenes satelitales de alta resolución	Anual, comparar con imagen en la misma fecha en años anteriores
Social		
Turismo	Encuesta Cuantificación de turistas y residuos en sectores no habilitados	Durante el verano de cada año

9.1.7 Mecanismos de gestión y gobernanza

La figura de Santuario de la Naturaleza se otorga a modo de proteger zonas que pertenecen total o parcialmente a personas, empresas u otros particulares. En el caso del Santuario de la Naturaleza de Carrizal bajo el propietario mayoritario es la Sociedad Agrícola Quebrada Honda S.A. quienes están asociados a la administración del Santuario, apoyados por el Ministerio de Medio Ambiente. Además, existe un comité que impulsa medidas de conservación, desarrolla acciones gestión y colaboración.

No obstante, a la hora de implementar un Plan de Manejo, se requiere un ordenamiento y jerarquía de responsabilidades que garanticen:

- Manejo de presupuestos y cumplimiento de plazos en implementación de infraestructura
- Gestionar administración del área del Santuario de la Naturaleza (vigilantes, retiro de residuos, personas guías, encargado de sala educativa, entre otros)
- Impulsar y dirigir postulación a fondos ambientales que mantengan en permanente renovación el área a conservar

Para ello en orden de responsabilidad se considera incluir

1. Ilustre Municipalidad de Huaso
2. Ministerio de Medio Ambiente

Folio020320

3. Junta de Vecinos (dirigentes y personas electas para el cargo de encargado ambiental del Santuario)
4. GORE
5. Gobernación Marítima (Capitanía de Puerto de Huasco)
6. CONAF, SAG. DGA (Mediante convenios de colaboración)

9.1.7.1 Carta Gantt de acciones de infraestructura

Tabla 9-3 Periodo de instalación de infraestructura en el Santuario de la Naturaleza de Carrizal bajo

Infraestructura sugerida	Periodo (años)				
	1	2	3	4	5
Barrera en el sector oeste del cuerpo de agua		x			
Barrera vehículos en el sector oeste y este de ingreso a la playa	x				
Contenedores de basura	x				
Señaléticas (informativas y prohibitivas)		x			
Sendero			x		
Miradores			x		
Estacionamiento		x			
Baños públicos (asociado al ingreso al SN)				x	
Sala educativa					x

Una vez transcurridos 5 años, el Plan de Manejo del Santuario de las Naturaleza se debe reevaluar en: su efectividad como ordenamiento territorial, éxito de las medidas aplicadas para control de amenazas, efectividad y responsabilidades en su gobernanza, cambios sufridos por el humedal debido a nuevas presiones ambientales.

Folio020321

10 CONCLUSIONES

- La condición ambiental del Santuario de la Naturaleza Humedal costero de Carrizal bajo, evaluada en parámetros físicos, químicos y biológicos muestran una buena condición de salud del ecosistema.
- Los componentes ambientales más relevantes en el Humedal costero de Carrizal bajo son definidos como objetos de conservación, que, en su mayoría son aquellas especies que se encuentran en categoría de amenaza definidas por el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres. Social y culturalmente destaca el turismo, junto con el valor paisajístico del humedal.
- Las principales amenazas sobre el ecosistema y sus objetos de conservación son la falta de regulación de todas las actividades que en esta zona se desarrollan. De esto deriva: la contaminación acústica, basura, turismo, ingreso de vehículos a la zona de playa y humedal, pesca deportiva no regulada.
- Se definen tres zonas para el plan de manejo. Una zona núcleo que incluye principalmente el cuerpo de agua y el área delimitada como Santuario de la Naturaleza, una zona de amortiguación que complementa en área del Santuario e incluye áreas que son hábitat para especies objeto de conservación y un área de transición que da cuenta de la interacción de la cuenca con la zona costera.
- La georreferenciación de los objetos de conservación definidos en este estudio, dan cuenta de una zona no incluida en el actual polígono de Santuario de la Naturaleza. Se sugiere revisar el área propuesta.
- El plan de seguimiento y monitoreo se ha establecido para los objetos de conservación del área que incluye la flora, vegetación, fauna terrestre y acuática y condición física y química del cuerpo de agua.
- En relación con la consulta ciudadana, los talleres contaron con una amplia participación e interacción con distinto actores que pudieron manifestar su interés por conservar el humedal costero mediante medidas urgentes sobre las amenazas al ecosistema, donde reconocen al turismo como principal causante del deterioro ambiental.
- Las amenazas registradas en el lugar corresponden a amenazas directas con alta posibilidad de ser mitigadas por la implementación de un plan de manejo para la zona.
- El Plan de manejo propone medidas físicas educativas y una segunda en medidas físicas restrictivas las que incluyen la instalación de un sendero, barreras para ingreso de vehículos, sala educativa entre otras medidas.
- Se establecen medidas de monitoreo para cada una de las componentes evaluadas, ya sean físicos, químicos o biológicos. Los cuáles serán evaluadas mediante

Folio020322

indicadores de éxito (riqueza, abundancia, caudal del río, etc.) en períodos establecidos.

Folio020323

11 REFERENCIAS

Belmonte, E.; Faúndez L.; Flores J., A. Hoffmann, M Muñoz; S. Teillier (1998) Categorías de Conservación de Cactáceas Nativas de Chile. En: Boletín del MNHN 47: 69-89 p.

Benoit, I (1989) Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. CONAF. 157 p

Braun-Blanquet, J (1979) Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones, Madrid. 820 p.

CHILE. Ministerio del Medio Ambiente. Decreto N° 29: Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación, julio 2011.

CODEFF (2017)https://www.codeff.cl/proyecto-efectos-del-cambio-climatico-en-humedales/

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) (2005). Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza Humedal Estuario del Río Huasco, pp. 22 -23.

CONAF-CONAMA-BIRF (1996) Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) (1997). Plan de Manejo Parque Nacional Llanos de Challe. Documento de Trabajo N° 250, pp. 19 – 20.

Decreto Supremo N° 42/2011. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Séptimo Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.

Decreto Supremo N° 51/2008. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Tercer Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.

Decreto Supremo N°13/2013. Ministerio del Medio Ambiente. Noveno Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.

Decreto Supremo N°19/2012. Ministerio del Medio Ambiente. Octavo Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.

Decreto Supremo N°33/2011. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Quinto Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.

Decreto Supremo N°52/2014. Ministerio del Medio Ambiente. Décimo Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.

Decreto Supremo Nº 151/2006. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Primer Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.

Decreto Supremo Nº 23/2009. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Cuarto Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.

Decreto Supremo Nº 29/ 2011. Ministerio del Medio Ambiente. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación.

Folio020324

Decreto Supremo Nº 41/2011. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Sexto Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.

Decreto Supremo Nº 50/2008. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Segundo Proceso de Clasificación de especies silvestres según categoría de conservación.

Directemar. (2017). Boletín Estadístico Marítimo. Obtenido de Armada de Chile, Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante: http://web.directemar.cl/estadisticas/maritimo/2017/BAEM2017.pdf, pp. 1 -221.

Etienne y Prado (1982) Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile.

Ferrando, F. (2009). En torno a los desastres “naturales”: tipología, conceptos y reflexiones. Revista INVI, 18(47).

Granizo T, Molina M, Secaira E, Herrera B, Benitez S, Maldonado O, Libby M, Arroyo P, Ísola P Y Castro M (2006) Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. *The nature Conservancy*. 390pp.

Medrano F, Barros R, Norambuena Hv, Matus R Y Schmitt F (2018) Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2019) Ficha especie. Consulta página: http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx.

Municipalidad de Huasco (2010). Plan de Desarrollo Comunal Comuna De Huasco 2011 – 2015 (PLADECO Huasco). Municipalidad de Huasco, pp. 1-185.

Municipalidad de Huasco. (2017). Plan de Desarrollo Comunal Comuna De Huasco 2019 – 2022 (PLADECO Huasco), pp. 1-120.

Rodríguez R., C. Marticorena, D. Alarcón, C. Baeza, L. Cavieres, V.L. Finot, N. Fuentes, A. Kiessling, M. Mihoc, A. Pauchard, E Ruiz, P. Sanchez & A. Marticorena (2018) Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana. Botánica, 75(1), 1-430. doi 10.4067/S0717-66432018000100001

Squeo A. Francisco, Arancio G. & Julio R. Gutiérrez, (2008). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. 22p.

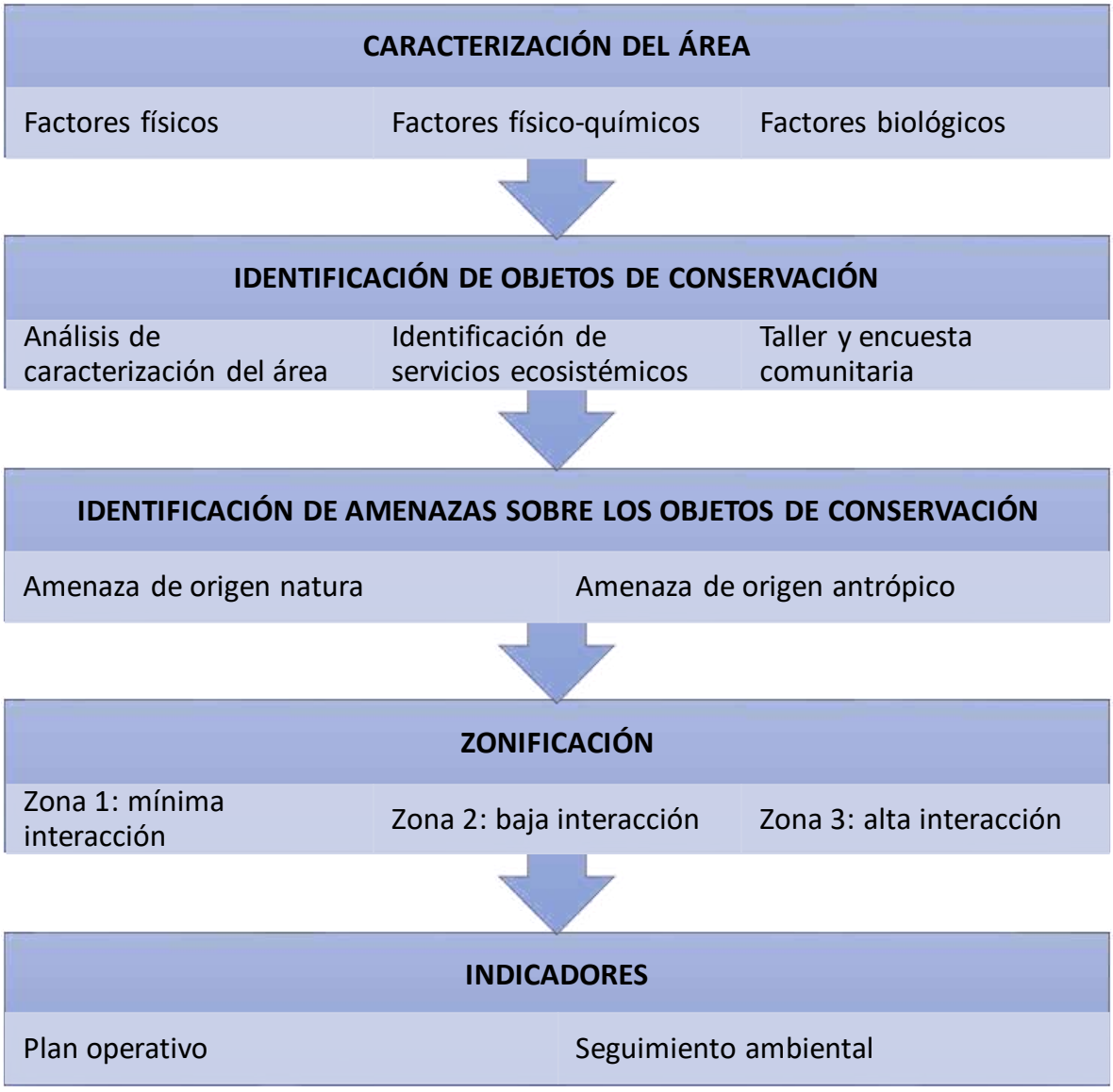
Zuloaga, F. & Morrone, O. & Belgrano M. (2008). Catálogo de Las Plantas Vasculares Del Cono Sur: (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay).

Zuloaga, F. O., Morrone, O., & Belgrano, M. J. (2008) Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur. Missouri Botanical Garden Press.

12 ANEXOS

12.1 METODOLOGÍA DEL PLAN DE MANEJO

A continuación, se presentan los lineamientos con los cuales se lleva a cabo el Plan de manejo del área que incluye el Santuario de la Naturaleza Laguna de Carrizal bajo. La Figura 12-1, detalla el orden metodológico con el cual se procede a extraer la información necesaria para implementar medidas de gestión en la zona de interés.



Folio020326

Figura 12-1 Pasos a seguir para el desarrollo del Plan de Manejo Santuario de la Naturaleza Laguna de Carrizal bajo.

12.1.1 Caracterización del área de interés

En las áreas definidas, se realizó una búsqueda bibliográfica de antecedentes ambientales de cada unidad, considerando tanto referencias generales, en función de la revisión de información para el ámbito regional, como estudios locales, en función de la revisión de estudios específicos de los sitios o cercanos. Junto con ello, fueron incluidos los informes de línea base y monitoreo realizados por MLP desde 2005 a 2017. Secundariamente la descripción se enfocó en artículos científicos, tesis de universidad chilenas y extranjeras, publicaciones, bases de datos, documentos asociados a procesos de evaluación ambiental (EIAs, DIAs), entre otros.

12.1.1.1 Medio abiótico

12.1.1.1.1 Clima

Se describe a nivel regional y comunal la temperatura y precipitación en el área de interés, según datos obtenidos de la estación meteorológica más cercana. Se presenta información media mensual durante el periodo más cercano a la fecha de implementación del plan de manejo.

12.1.1.1.2 Geomorfología y Suelos

La descripción es realizada con la recopilación de antecedentes se realizó mediante una revisión bibliográfica que consideró antecedentes teóricos-técnicos de contingencia para el área de estudio, tales como la carta geológica de Chile escala 1:1.000.000, y descripción de suelo obtenido de revisión bibliográfica.

12.1.1.1.3 Hidrología

Se obtuvo a través de antecedentes bibliográficos recopilados de la zona en estudio junto con el uso de base de datos del MIDEPLAN, 2006.

12.1.1.2 Medio biótico

12.1.1.2.1 Descripción fauna

La totalidad de las especies de aves fueron observadas y/o escuchadas durante los recorridos pedestres guiados por transectos de 200 metros de largo. Las observaciones se efectuaron mediante binoculares 10x50 y lente para cámara réflex 75-300 mm La identificación de las aves se realizó utilizando los trabajos de Goodall *et al.* (1957), Araya & Millie (1989), Araya & Bernal (1995), Jaramillo (2005), Martínez & González (2005) y Barros *et al.* (2015).

Complementariamente al análisis realizado sobre los monitoreos históricos en el sector, se evaluó bibliográficamente la fauna potencial, esto a través de las características del ecosistema.

Por otra parte, las especies observadas en el área de estudio fueron clasificadas según su origen con el objeto de definir especies de interés que deben ser incluidas en la valoración de cada Zona para estimaciones del presente Plan de Manejo.

- Nativas: especies originarias del lugar en donde habitan y que pertenecen a una región o ecosistemas determinados.

- Endémicas: especies que viven exclusivamente dentro de un territorio determinado, ya sea un continente, una región biogeográfica o una zona particular. Por lo tanto, son un subconjunto de las especies nativas.

- Introducidas: especies foráneas que han sido introducidas fuera de su distribución natural principalmente por razones antrópicas, ya sea desde otros lugares del mundo o dentro de una región o país, y que se encuentran en estado silvestre.

- Domésticas: especies introducidas que no se encuentran en estado silvestre, sino que su presencia en el sector se debe principalmente a la acción directa del ser humano, generando una relación de dependencia.

La presencia de especies nativas y endémicas es un parámetro que indica un grado de naturalidad del sector, en tanto, las especies introducidas y domésticas son un indicador del grado de intervención antrópica de los ecosistemas estudiados. Es por esto por lo que el análisis estará enfocado en la clasificación según grupo taxonómico y ambientes identificados.

12.1.1.2.1.1 Definición criterios objeto de conservación específicos

A modo de facilitar el manejo de la fauna terrestre calificada bajo amenaza, se estableció un criterio para reducir la cantidad de especies con seguimiento específico. Junto con la observación de las aves en el monitoreo establecido en el presente plan de manejo se debe poner énfasis en las especies objeto de conservación específico. Estas fueron definidas bajo con siguientes criterios:

1. **Estado de conservación:** Se consideran aquellas especies que estando incluidas en alguna categoría de conservación se encuentren en un estado mayor de amenaza, correspondiendo a las categorías de **En Peligro**, **Vulnerable** y **Preocupación menor**.

2. **Frecuencia avistamiento:** De las especies enlistadas históricamente aquellas identificadas como en categorías de conservación de mayor amenaza, serán consideradas solo aquellas que hayan sido registradas en los censos y campaña de terreno más de una vez, es decir, en 2016, 2019 más una.

Este criterio se establece porque la fauna potencial no garantiza que la especie haya sido avistada específicamente en el humedal costero. Por lo que el monitoreo se

Folio020328

realizará principalmente en base a las especies que han sido registradas y georreferenciadas en el sitio de interés.

12.1.1.2.2 Determinación de la riqueza florística

Este contempla un recorrido por todo el sector mediante transectos de 200 m, colectando y fotografiando las especies de plantas vasculares presentes, asignándoles un valor de abundancia–cobertura (Braun–Blanquett 1979) de acuerdo con el criterio establecido en la Tabla 12-1.

Tabla 12-1 Codificación "abundancia relativa de flora" según criterio de Braun–Blanquet (1979).

Código	Significado de Abundancia relativa
P	Registro de especie fuera de la unidad de muestreo, pero observada en la misma formación vegetal.
R	1 a 2 individuos, cobertura muy baja menor al 0,1%
+	Más individuos con mayor cobertura, pero menor al 1%
1	Varios individuos, pero con cobertura menor al 5%
2	Cobertura del 5 al 25%
3	Cobertura del 25 al 50%
4	Cobertura del 50 al 75%
5	Cobertura mayor al 75%

El material colectado se identificó utilizando una lupa estereoscópica junto a bibliografía disponible en la biblioteca del Centro de Ecología Aplicada Ltda. (CEA). En aquellos casos de dudosa determinación, se comparó el material colectado con muestras del Herbario del Museo Nacional de Historia Natural. En la mayoría de los casos, la nomenclatura de las especies siguió a Marticorena & Quezada (1985), Zuloaga *et al*. (2008) y de manera complementaria la base especializada en línea –The Plant List– del Jardín Botánico de Kew y Missouri para actualizaciones en combinaciones válidas con posterioridad. A partir de aquello, se confeccionó un inventario florístico de las especies presentes en el área de estudio.

Luego de ser sometidas al proceso de determinación taxonómica, las plantas vasculares aún no determinadas son revisadas y clasificadas de acuerdo con su origen fitogeográfico y el estado de conservación. Para el origen fitogeográfico, se obtuvo de la misma literatura con las que fueron identificadas las especies. Para el estado de conservación, se consideró por prelación Decretos Supremos Nº 151/2007, 50/2008, 51/2008 y 23/2009 del Ministerio secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES), y Decretos Supremos N° 33/2011, 41/2011, 42/2011, 19/2012, 13/2013, 52/2014 y 38/2015 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) que oficializan los procesos oficiales de clasificación de especies a nivel nacional y

Folio020329

además del Libro Rojo de Flora Nativa y Sitios Prioritarios de Conservación de la Región de Coquimbo.

12.1.1.2.2.1 Determinación de la cobertura vegetal terrestre

Se monitoreó la cobertura de plantas vasculares terrestres (hierbas y arbustos) dentro el área de estudio. Esta medición se realizó en tres transectos lineales, calculando el porcentaje de cobertura absoluta de las especies en un máximo de 30 m. Se registraron los taxa que interceptaron la huincha en puntos ubicados cada 0,25 m de distancia, proyectando en cada punto una línea perpendicular al transecto y al suelo. Asumiendo que la probabilidad de que un taxa intercepte la huincha es función de la cobertura (Mueller–Dumbois & Ellemberg 1974, “método del intercepto de puntos”) se calculó:

$$\text{Promedio de la cobertura absoluta del sector (\%)} = \frac{\text{Sumatoria de los porcentajes de cobertura absoluta de todos los transectos del sector}}{\text{N º de transectos por sector}}$$

12.1.2 Indicadores

El establecimiento de indicadores para el actual Plan de Manejo considera las amenazas más frecuentes e importantes identificadas en el humedal costeros. Es decir, el indicador es la variable para observar en el tiempo, si esta se modifica en rangos no esperados, se aplican diversas medidas que posibilitan revertir la condición ambiental no deseada.

Algunos indicadores se basan en amenazas globales como el cambio climático, que, si bien no tendrán un plan operativo en plan de manejo, sus posibles consecuencias serán incluidas en la propuesta de monitoreo ambiental para su registro histórico.

Para las amenazas antrópicas se utilizarán indicadores de salud ambiental y sobre ellos se implementarán medidas de gestión

12.1.3 Servicios ecosistémicos

Los bienes y servicios del ecosistema fueron definidos por medio de la valoración y reconocimiento que las personas dan al ecosistema y que asocian con un nivel de bienestar. Como documento basal para reconocer los bienes y servicios potenciales, se utilizó el *Estudio piloto para la identificación y valorización de servicios ecosistémicos en FMA* compilado en el proyecto SUST14EYS09 (2015). De manera paralela, se programó un taller en el que se utilizaron encuestas (búsqueda directa de información con la comunidad). La dirección del taller estuvo representada por tres profesionales formando un equipo de facilitación cuya misión principal fue la coordinación del diálogo entre los participantes y la

Folio020330

recopilación de todas las experiencias, necesidades y expectativas de las personas respecto del tema tratado.

12.1.4 Objetos de conservación

Los objetos de conservación fueron definidos preliminarmente en base a los sistemas ecológicos, comunidades naturales y especies focales representativas de la biodiversidad que queremos conservar en un área y que pueden ser monitoreadas. También fueron considerados los bienes y servicios ambientales, o también llamados *servicios ecosistémicos* asociados al área de estudio. Ello se basa en lo identificado en terreno, revisión de literatura y antecedentes recopilados con los actores relevantes mediante encuestas. Además de esto, se considera una valoración de los aspectos identificados en base a los siguientes criterios:

- Especies clasificadas en categorías de conservación, consideradas de Amenaza. De acuerdo con los criterios y categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN 2001), se consideran como de Amenaza a las categorías *Vulnerable, En Peligro* y *En Peligro Crítico.*
- Representatividad de las especies amenazadas en los sitios, respecto a su distribución total (límites de distribución, rangos de distribución restringidos, etc.).
- Sistemas acuáticos proveedores de servicios ecosistémicos de importancia para la comunidad.
- Elementos culturales o patrimoniales que destacan por su calidad en términos de ser representativos de los modos de vida pretéritos, su aptitud para la investigación científica, por su buen estado de conservación y su potencial turístico y didáctico actual.

12.1.5 Amenazas

La identificación de los factores o amenazas actuales y potenciales sobre el ecosistema y su biodiversidad se realiza mediante la observación en terreno, revisión de antecedentes bibliográficos y consulta a actores relevantes de la comunidad en talleres de participación (Anexo 13.1). Posteriormente las amenazas serán clasificadas y jerarquizadas, con el objetivo de identificar amenazas críticas que serán abordadas de forma prioritaria y para las cuales se realizarán estrategias que controlen o regulen el avance de estas.

Folio020331

12.1.6 Encuesta ciudadana

1. Su relación principal con el humedal de Carrizal Bajo es:
    a. Académico/investigador
    b. Estudiante
    c. Dirigente de organización
    d. Funcionario de servicio público
    e. Funcionario Municipal
    f. Habitante/vecino
    g. Sector productivo
    h. Visitante
    i. Propietario: Nombre: _____ Teléfono: _____ Correo: _____

2. El conocimiento que tiene sobre el humedal de Carrizal Bajo es:

    a. Muy alto b. Alto c. Medio d. Bajo e. Muy bajo

3. La última visita que hizo al sector del humedal de Carrizal Bajo
    a. Nunca he ido
    b. Hace más de 5 años
    c. Entre 5 y 1 año
    d. Dentro del último año
    e. Dentro de los últimos 6 meses
    f. Dentro de los últimos 3 meses

4. Las actividades que se realizan o para las cuales se obtienen recursos del Humedal de Carrizal Bajo

    (puede marcar más de una alternativa)

    a. Recreación personal/familiar

Folio020332

b. Agrícola
c. Pastoreo
d. Artesanía
e. Educación
f. Negocio turístico
g. Deportes motorizados
h. Deportes no motorizados
i. Ninguna
j. Otro: ¿Cuál o cuáles? _____

5. Usted considera que el sector del humedal de Carrizal Bajo debe ser:
   a. Área de uso recreativo
   b. Área protegida
   c. Área de uso productivo
   d. Área habitacional
   e. Área agrícola
   f. Área mixta
   g. Otro: _____

6. De acuerdo con su experiencia, en el sector del humedal de Carrizal Bajo, ¿cuál o cuáles de los siguientes grupos de fauna podemos encontrar? (puede marcar más de una alternativa)
   a. Anfibios
   b. Reptiles
   c. Aves
   d. Mamíferos
   e. Peces
   f. Ninguno de los anteriores

g. No sé

7. ¿Sabe si el humedal de Carrizal Bajo cuenta con especies de flora y fauna con valor de conservación?

   a. No
   b. Sí, ¿Cuáles?: _____ _____

8. Entre los factores que generan deterioro en el humedal de Carrizal Bajo se encuentran:

   (puede marcar más de una alternativa)

   a. Erosión/pérdida de suelo
   b. Pérdida de cobertura vegetal
   c. Perturbación a la fauna
   d. Microbasurales
   e. Alteración del paisaje
   f. Contaminación acústica
   g. Saturación del lugar por visitas
   h. Caza
   i. Contaminación del agua
   j. Quemas/fogatas/incendios
   k. Otro: _____ _____

9. ¿Conoce el área que será declarada Santuario de la Naturaleza?

   a. No
   b. Sí, Descríbala: _____ _____

_____ _____

Folio020334

10. ¿En qué favorece a Carrizal Bajo que su humedal sea Santuario de la Naturaleza?

_____
_____
_____
_____

11. ¿Estaría dispuesto a participar de talleres para la elaboración de un Plan de Manejo para el Humedal?
    a. No
    b. Sí, Nombre: _____ Correo electrónico: _____

"Muchas gracias, sus respuestas son de gran valor para el estudio que estamos realizando"

12.1.7 Zonificación

La zonificación forma parte del plan de manejo. La delimitación de un área protegida permite el establecimiento y formulación de gobernanza y decisiones respecto al sector que queremos conservar. Ello implica, las potencialidades y características ecológicas y sociales que guarden relación con el objetivo del Plan de Manejo (Massera, 2012). En este Plan se adoptó el esquema de zonificación de las Reservas de la Biósfera de la UNESCO, cuya aplicación es recomendada por la Convención Ramsar[1]. Este esquema considera la definición de hasta tres unidades o zonas de manejo: la zona núcleo (objetivo de conservación), la zona de amortiguación (para uso recreativo e investigación) y la zona de transición (para uso sustentable).

- Zona núcleo: corresponde al área legalmente protegida en el largo plazo, donde el objetivo principal es la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. En esta zona las actividades humanas están restringidas a aquellas indispensables y de bajo impacto, tales como investigación y monitoreo.

- Zona de amortiguación: esta área rodea la zona núcleo y tiene como función, además de la amortiguación de esta última, el desarrollo de prácticas sustentables y cooperativas complementarias a los objetivos de conservación, tales como educación ambiental, recreación, turismo, investigación experimental y manejo de la vegetación, entre otras.

Folio020335

- **Zona de transición:** definida como un área de uso múltiple relacionada principalmente al desarrollo humano de la zona, en la que se buscará promover el uso sostenible del área vinculándose con los objetivos de conservación del ecosistema mediterráneo de quebradas.

Tabla -12-2. Zonificación en tres unidades principales de manejo en base al esquema de zonificación de las Reservas de la Biosfera de la UNESCO (Araya, 2009)

ZONA	GRADO DE INTERVENCIÓN	PRINCIPAL USO
1. NÚCLEO	Bajo	Investigación Conservación de la biodiversidad y ecosistemas
2. AMORTIGUACIÓN	Medio	Educación Ambiental Recreación Turismo
3. TRANSICIÓN	Alto	Desarrollo humano uso múltiple sostenible

Folio020336

13 CONSULTA CIUDADANA (TALLER COMUNITARIO)

13.1 Taller comunitario 1

Localidad: Carrizal Bajo

Fecha: 04 de octubre de 2019 – 14.30 a 16.30 hrs.

Participantes: 27 personas, representantes de servicios públicos, organizaciones sociales, vecinos interesados y estudiantes. Ver copia de la asistencia.

Facilitadoras: Manuel Contreras, Andrea Fuentealba y Elizabeth Araya.

Para dar a conocer antecedentes de la declaratoria de Santuario de la Naturaleza y comenzar a proponer estrategias para la elaboración del Plan de Manejo del Humedal de Carrizal Bajo se realizan talleres para la comunidad; se presentan a continuación los resultados del primer taller:

13.1.1 Introducción

El taller es un espacio donde se aprende haciendo junto a otros, es visto también como un conjunto de personas que trabajan cooperativamente para desarrollar procesos y alcanzar ciertos objetivos.

El objetivo de un taller es permitir que tanto el facilitador como el participante se comprometan activamente con la realidad social que ha convocado el taller, buscando conjuntamente las formas más eficientes de actuar en relación con las necesidades que la realidad social presenta, en este caso, la conservación de un sitio de alto valor ecológico e histórico (local).

Los talleres son dirigidos por un equipo de trabajo que se forma por un facilitador o coordinador y un co-facilitador, en este caso específico, participan tres profesionales como equipo de facilitación.

La misión del equipo de facilitación es coordinar el diálogo del grupo de personas en el cual cada uno de los integrantes puede hacer su aporte específico desde su experiencia y visión particular.

13.1.2 Desarrollo del taller

En Carrizal Bajo, se planificó un taller sobre el área del humedal costero, principalmente para conocer el grado de conocimiento de las personas locales sobre el sector, como también su disposición a participar en su conservación y elaboración de un plan de manejo.

El taller fue diseñado para que la presentación indujera a los participantes a dar sus opiniones y conocimientos del sector y enriquecer los contenidos que se presentaron.

Folio020337



Figura 13-1 Taller en salón de la Junta de Vecinos de Carrizal Bajo

También puede mencionarse que se pretende lograr un acercamiento de contrastación, validación y cooperación entre el saber científico y el saber popular.

Antes de iniciar la conversación abierta, se realizó una presentación la que contextualizó la reunión-taller, en donde se expuso el valor ecológico del sector ya nombrado a modo de información, educación y difusión. Esta presentación estuvo a cargo del Dr. Manuel Contreras Leiva (Figura 13-2).

Folio020338



Figura 13-2 Charla introductoria a la Reunión-Taller

Durante la presentación se realizaron preguntas y reflexiones en conjunto con la comunidad y participantes y se desarrolló una conversación donde se recogieron testimonios y se levantaron los saberes de los participantes de manera ordenada y fluida.

El foco se centró en la importancia que tienen los humedales costeros, su biodiversidad y las amenazas que sufren para un buen funcionamiento natural. Dado que el sitio ya fue declarado santuario de la naturaleza el dialogo abordó lineamentos para que la comunidad identifique objetos de conservación presentes en el área.

Al finalizar la reunión se aplicó una encuesta con el propósito de levantar información adicional para este estudio y la que se desarrolla en profundidad más adelante.

Folio020339

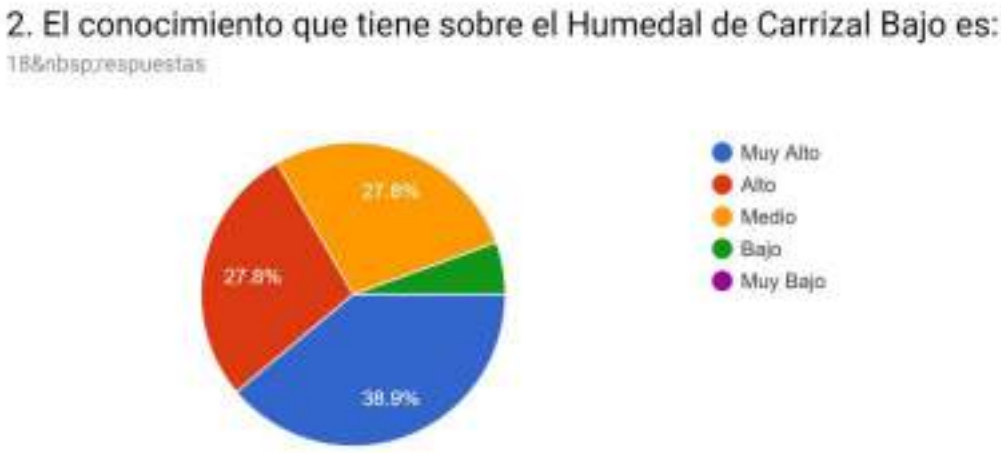
13.1.3 Resultados encuesta inicial:

Durante el taller con la comunidad se aplicó una encuesta para dar cuenta del conocimiento que tenían los participantes acerca del sitio del humedal costero de Carrizal Bajo.

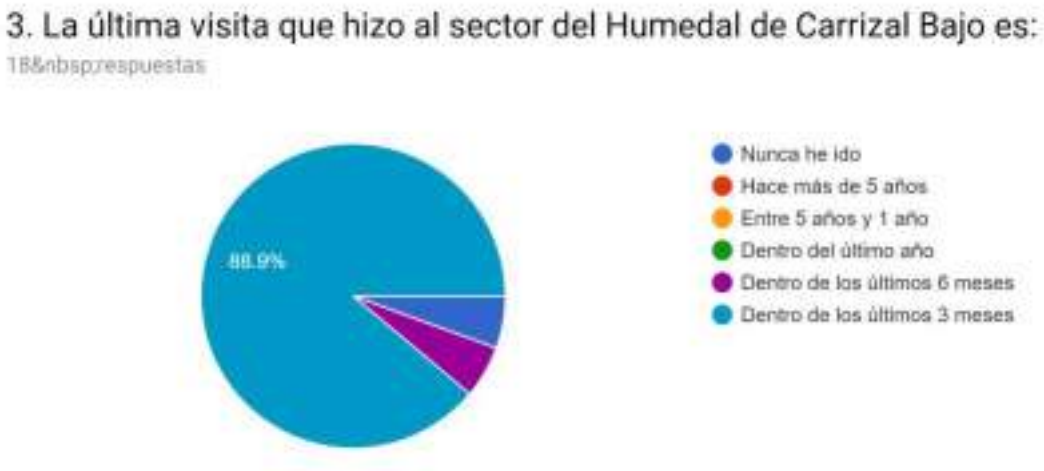
Se obtuvieron resultados de 18 encuestas, las que se analizan a continuación:



El perfil que más aparece dentro de los entrevistados es el de habitante/vecino con un 33.3%.



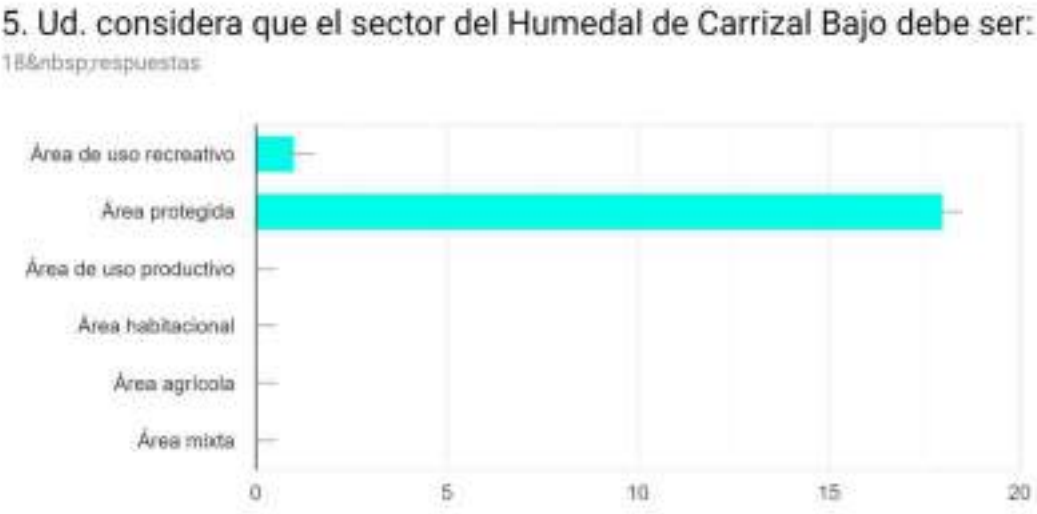
La mayor parte de las respuestas corresponde un conocimiento muy alto y alto, lo que suma un 66,7%, lo cual se debe a que el humedal costero está inserto dentro de la comunidad y las personas interactúan permanentemente con él.



En relación con la frecuencia de visita al sitio, un 88,9% declara haber estado ahí dentro de los últimos 3 meses. Esto puede deberse a que el humedal está muy cercano a la comunidad.



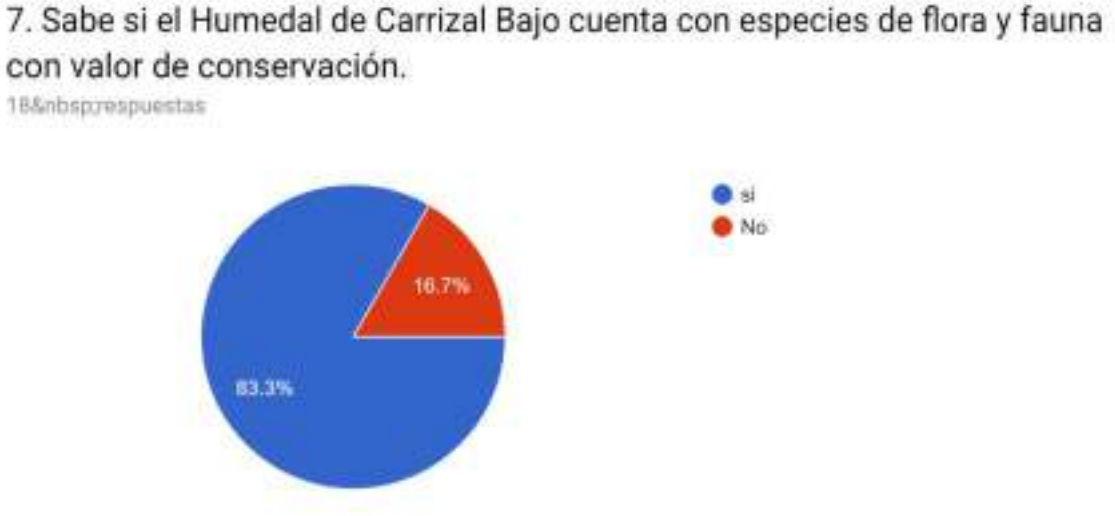
Se declara que las dos principales actividades que se desarrollan en el sitio son Recreación Personal/Familiar y Negocio Turístico, ambas con 14 menciones. Y en un tercer lugar es un sitio donde se realiza actividades de Educación.



La comunidad de Carrizal Bajo conoce la declaratoria de santuario de la naturaleza y declara que el sector debe ser un área protegida.



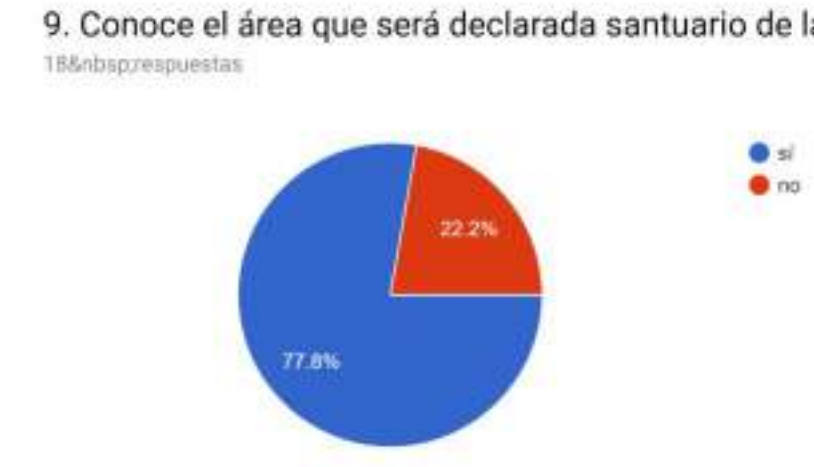
De acuerdo con las menciones sobre el conocimiento de la fauna que está asociada al sitio se demuestra un alto conocimiento por parte de la comunidad, en todos los grupos consultados.



Un 83,3% declara saber que existen especies de flora y fauna con valor de conservación, tales como: Garra de león, Cisne de Cuello Negro, Flamenco, Cisne Coscoroba, Cactáceas y Aves.



Existen ocho factores que tienen una alta frecuencia de mención, estas son: erosión/pérdida de suelo; perturbación de la fauna; microbasurales; contaminación acústica; saturación por visitantes, contaminación del agua y quemas. Esto da cuenta de la preocupación que existe de parte de la comunidad frente a las diferentes presiones a las que se enfrenta el sitio.

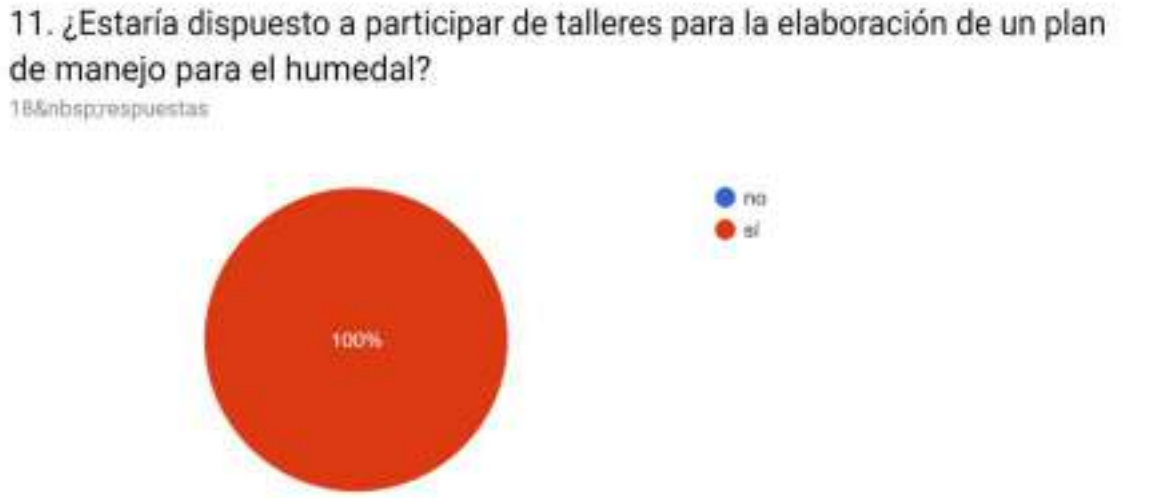


El 77,8% declara que conoce el área que será declarada santuario de la naturaleza, mencionando el área desde la playa hasta el APR aguas arriba.

Folio020344



De las respuestas entregadas se puede sintetizar que las personas opinan que, al ser Santuario de la Naturaleza, Carrizal Bajo será un punto de turismo sustentable, mejorando los ingresos económicos de la comunidad y que siendo santuario habría mayor fiscalización para la protección del humedal y su biodiversidad.



El 100% de los encuestados señala que sí estaría dispuesto a participar de talleres para la elaboración del plan de manejo. Esto da cuenta del compromiso que la comunidad ha adquirido con la protección del humedal.

Folio020345

13.1.4 Conclusiones

La reunión taller desarrollada en Carrizal Bajo tuvo una buena convocatoria, personas muy interesadas en conocer las actividades que se están desarrollando para que el sector del humedal costero de Carrizal Bajo tenga un buen Plan de Manejo.

La comunidad valora que el área ya cuente con la declaratoria de Santuario y están dispuestos a trabajar y colaborar en el Plan de Manejo con el fin de aumentar el turismo sustentable y que sea un foco económico para mejorar la calidad de vida de la comunidad.

13.1.5 Lista de asistencia

LISTA DE ASISTENCIA DECLARATORIA SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDAL COSTERO CARRIZAL BAJO"

Actividad : Reunión Taller 1
Fecha : 04 de octubre 2019
Hora : de 14.30 a 16.00
Lugar : Salón Junta de Vecinos CARRIZAL BAJO

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1	Francisca Gutierrez	Carrizal Bajo	995753182		
2	Pablo Rivera	Carrizal Bajo	984123896		
3	Ibar S. Perez R.	Secretario junta de vecinos	9/8475366		
4	DANTE TORRES L.		992298474		
5	Cecilia Muñoz V.	M. M. A	85825966	fmunoz@sdg.mma.cl	
6	Natalia Penroz Pinuela	NNA Atacama	52-2352852	npenroz@mma.gob.cl	
7	Maya Molina M.	Abogada Chile	991595397	Parto 1376, A de Mar	
8	claudia Pérez	Presidenta	967872607	Olivares 5729	
9	Wladimir Gomez	Sindicato pesca Carrizal B	85330104		
10	Bayra Lobos	Carrizal bajo	76014266		



LISTA DE ASISTENCIA DECLARATORIA SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDAL COSTERO CARRIZAL BAJO"

Actividad : Reunión Taller 1
Fecha : 04 de octubre 2019
Hora : de 14.30 a 16.00
Lugar : Salón Junta de Vecinos

CARRIZAL BAJO

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1	Elizabeth Araya	CEA	98722600	caraya@cea.cl	
2	Manuel Contreras	CEA	982598288	mcontreras@ceachile	
3	Andrea Fuentealba	CEA	9947722190	arcafuma@gmail.com	
4	Alvaro Pérez V.	MMA	96204873	APerez.3@MMA.gob.cl	
5	Nidia Cerros	Carrizal	956033783	Jvdd.cbp.Rena.Sur	
6	Erika Muñoz C.	Junta de Vecinos	81604786		
7	Virginia Pizarro	J.V.	977616336		
8	Jorge Ruiz Rojas	JJ VV	962 31004		
9	Raquel Olivares	J V	957861085		
10	Yamila Alvarez R.	J. V.	957013333		

LISTA DE ASISTENCIA DECLARATORIA SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDAL COSTERO CARRIZAL BAJO"

Actividad : Reunión Taller 1
Fecha : 04 de octubre 2019
Hora : de 14.30 a 16.00
Lugar : Salón Junta de Vecinos

CARRIZAL BAJO

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1	Ivan Alarcón A.	Vecino	75737782		
2	Dona Nuna	Vecino	512750838		
3	Rocío S.	Vecina	81315529		
4	Jessica Abarca	Vecino	73426693		
5	Cecilia Guimaraes	Vecino	13.145.444		
6	José Romero G.	Vecino	9 139 687 47	jose.romero@educacion.gob.cl 982351109	
7	Hugo Perez V.	Junta de Vecinos	88933017	hugoperez0206@gmail.com	
8					
9					
10					

Figura 13-3 Lista de asistencia taller realizado en Carrizal Bajo

13.2 Taller comunitario 2

Localidad: Carrizal Bajo – Sede Sindicato de Pescadores

Fecha: 19 de noviembre de 2019 – 16.00 a 18.30 hrs.

Participantes: 10 personas, representantes de la Junta de Vecinos y vecinos interesados en el cuidado y protección del humedal. Ver copia de la asistencia.

Facilitadores: Elizabeth Araya, Andrea Fuentealba y Manuel Contreras (CEA).

Para dar a conocer antecedentes de la declaratoria de Santuario de la Naturaleza y comenzar a proponer estrategias para la elaboración del Plan de Manejo del Humedal de Carrizal Bajo se realizan talleres con la comunidad; se presentan a continuación los resultados del segundo taller:

13.2.1 Introducción

Un **plan de manejo** es un instrumento dentro de la planificación del sitio a proteger que orienta las acciones hacia el logro de los objetivos de conservación de cada área definida, teniendo en cuenta una visión a corto, mediano y largo plazo.

De acuerdo con lo anterior, es que, en conjunto con la comunidad de Carrizal Bajo se realiza este segundo taller comunitario con el fin de levantar información necesaria para tomar ciertas decisiones que apuntan directamente al Plan de Manejo y buscar acciones posibles para que los objetos de conservación del Humedal Costero de Carrizal Bajo se mantengan o mejoren.

Estos talleres con la comunidad son espacios donde se trabaja cooperativamente para desarrollar procesos y alcanzar ciertos objetivos, lo que permite, tanto a los facilitadores como a los participantes comprometerse activamente con la realidad social, buscando en conjunto las formas más eficientes de actuar en relación con las necesidades que la realidad social presenta, en este caso, la conservación de un sitio de alto valor ecológico.

La misión del equipo de facilitación es coordinar el diálogo del grupo de personas en el cual cada uno de los integrantes puede hacer su aporte específico desde su experiencia y visión particular.

13.2.2 Desarrollo del taller

En esta oportunidad el taller comienza con una presentación en la cual se da un contexto acerca de la importancia de conservar el Humedal de Carrizal Bajo y se introducen los conceptos de Plan de Manejo, Servicios Ecosistémicos y Amenazas. Esta presentación estuvo a cargo de Elizabeth Araya.



Figura 13-4 Reunión con comunidad de Huasco

Durante la presentación los asistentes pudieron interactuar, haciendo preguntas y dando su opinión acerca del tema tratado.

Durante la segunda parte del taller se utilizó la metodología cualitativa de la Entrevista Grupal con el fin de mantener una conversación sobre los servicios ecosistémicos que ofrece el Humedal, las amenazas a las cuales está enfrentado y las posibles soluciones a corto, mediano y largo plazo, para construir un relato común, a partir de las percepciones y opiniones individuales.

Como se mencionó anteriormente los temas guías de la conversación fueron: “Servicios Ecosistémicos” rotulado en una cartulina roja; “Amenazas” Rotuladas en cartulina de color azul; y “Soluciones” en color verde.



Figura 13-5 Método de captura de información

Cada una de las cartulinas se dispuso en una muralla a vista de los participantes y se comenzó entregando papeles rosados, en ellos debían escribir los servicios ecosistémicos que entrega el humedal y que fueran relevantes para ellos. Se leyó cada uno de los escritos

y se agruparon por familia (igual tema). Luego se les entregó papeles azules para que escribieran las amenazas a las que se ve enfrentado el humedal y lo que quieren conservar, luego se leyeron y se agruparon; Lo mismo se hizo con papeles verdes en donde escribieron las soluciones que ellos visualizan a corto, mediano y largo plazo para conservar y mejorar la calidad del humedal y de la biodiversidad que allí habita.



Figura 13-6 Método de captura de información georreferenciados

Para finalizar con esta actividad se presentó el mapa del Humedal de Carrizal Bajo para que nos indicaran y dibujaran en el mapa las estrategias que consideran para la conservación del sitio, plasmándose en el algunos de los temas y propuestas que habían surgido en el trabajo previo.

13.2.3 Resultados

Las respuestas entregadas por los participantes fueron analizadas en cada uno de los temas tratados: servicios ecosistémicos, amenazas y soluciones. Para su análisis se siguieron los pasos de la Teoría Fundada.

Cada una de estas respuestas fue codificada en forma abierta, es decir, se le asignó una categoría determinada por las propiedades de la respuesta. Luego estas respuestas codificadas fueron agrupadas en familias, en una codificación axial. Finalmente, cada una

de estas familias fue descrita, integrando en un relato único los códigos obtenidos. Las familias obtenidas son las que se presentan a continuación:

13.2.3.1 *SERVICIOS ECOSISTÉMICOS: entiéndase como la multitud de beneficios que el humedal costero aporta a la comunidad de Carrizal Bajo.*

A continuación, se presentan las categorías que los participantes mencionaron:

- **Espiritual:** se relaciona con que las personas al visitar el humedal sienten paz, tranquilidad, relajo y armonía.
  - 6 menciones
- **Biodiversidad:** el humedal alberga una serie de especies de flora y fauna de alto valor de conservación y que para ellos son muy importantes.
  - 4 menciones
- **Valor cultural:** el humedal ofrece oportunidades para los estudiantes de aprender al aire libre, que lo visiten científicos y universidades para realizar estudios.
  - 3 menciones
- **Turismo:** sienten que este sitio es un atractivo turístico y que los puede beneficiar económicamente, si realizan un turismo sostenible y bien administrado.
  - 3 menciones
- **Agua**: la ven como provisión de este recurso para mantener un equilibrio en los ecosistemas y un recurso necesario para la vida.
  - 1 mención
- **Valor estético:** el humedal es un paisaje hermoso dentro de su comunidad, que provoca identidad en la comunidad.
  - 1 mención

13.2.3.2 ***AMENAZAS:*** *los humedales son ecosistemas frágiles que se ven afectados por diversas acciones.*

A continuación, se describen todas las amenazas que los participantes relevaron:

- **Animales domésticos** (perros y gatos): existen un gran número de perros abandonados y con dueños que entran al humedal y no solo espantan a las aves, sino que también se comen sus huevos. Además, mencionan a la liebre como una amenaza y al zorro, a pesar de ser una especie silvestre nativa de la zona.
  - 9 menciones
- **Personas:** la intervención antrópica ha sido una gran amenaza a través de agresiones directas hacia las aves de la laguna (lanzando piedras) y también

producto del baño, principalmente en verano, que hace que las aves que viven en la laguna se espanten.

- 6 menciones

- **Contaminación acústica:** aparece productos de los efectos de ruidos molestos de motos, fiestas, música a altos niveles y gritos (principalmente en la época de verano)

  - 3 menciones

- **Basura:** producto de la gran cantidad de personas que llegan en el verano, aumenta el número de residuos, que por irresponsabilidad y por efecto del viento llegan a la laguna.

  - 2 menciones

- **Sequía:** Producto del cambio climático y factores antrópicos han visto una disminución en la cantidad de agua disponible en la laguna, viendo esto como una amenaza a mediano plazo y no contar con el agua suficiente para abastecer las necesidades de plantas y animales.

  - 1 mención

SOLUCIONES: entendidas como respuestas positivas para enfrentar el desafío de cuidar y proteger el Humedal.

A continuación, se listan todas las acciones que los participantes mencionaron durante la actividad:

- **Señalética informativa para el visitante:** piensan que es importante que los visitantes conozcan el sitio, su flora y fauna y las restricciones que este tiene. Para ello quieren incorporar carteles informativos, trípticos y señalética que explique la importancia del cuidado del sitio.

  - 5 menciones

- **Barrera para evitar el ingreso de vehículos a la barra:** la barra es un espacio entre la laguna y el mar, en la cual todos los veranos se llena de automóviles haciendo que esta se endurezca, lo cual es perjudicial. Se quiere poner dos barreras para impedir que los autos ingresen a ese lugar y modificando el lugar de estacionamiento para evitar ruidos molestos y tener un mejor ordenamiento.

  - 5 menciones

- **Senderos interpretativos e inclusivos:** El sendero interpretativo es una herramienta para la educación ambiental que permite a las personas y visitantes acercarse al humedal para aprender. De forma regular el sendero sería conducido por un guía que ayuda los visitantes a descubrir el conocimiento a través de todos sus sentidos incluyendo en éste la posibilidad que todas las personas puedan acceder a él.

- 3 menciones

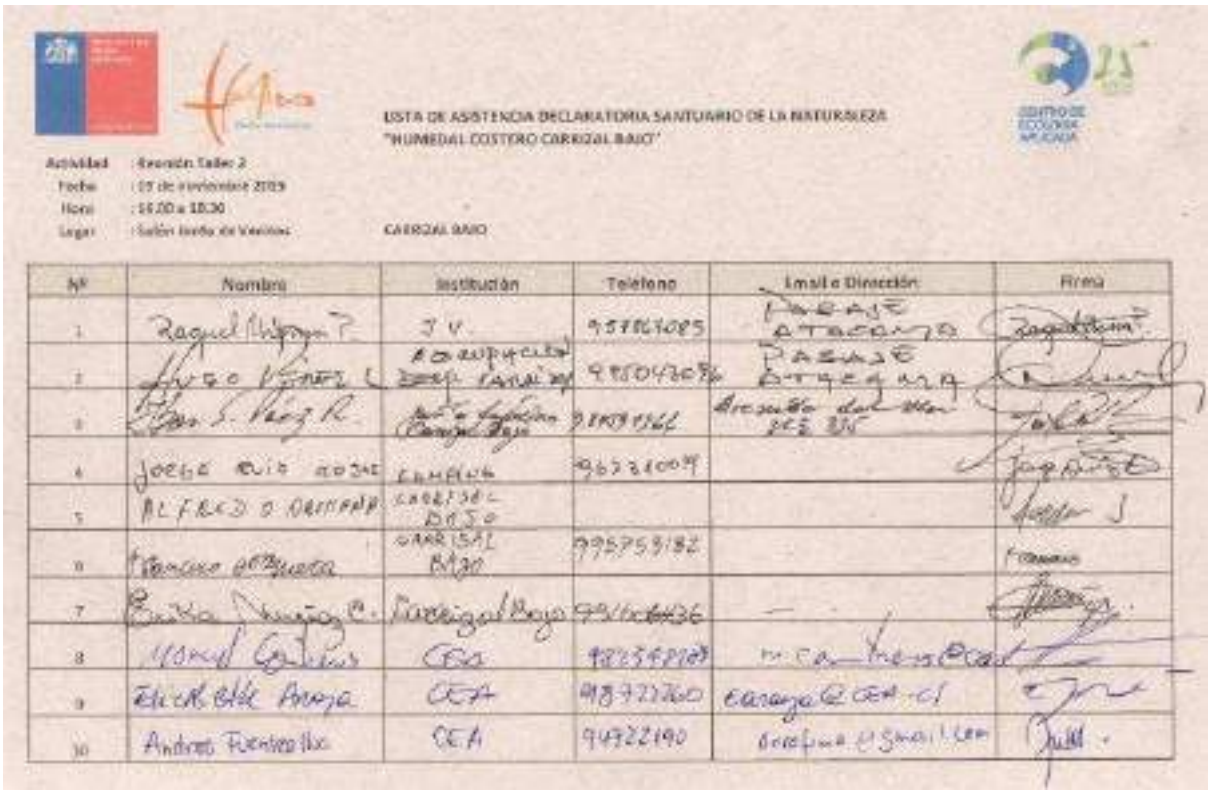
- **Cuidador:** contar con una persona, sobre todo en la época de verano, que mantenga el orden y protección del sitio.
  - 2 menciones
- **Contenedores para basura:** contar con contenedores para los residuos que puedan dejar los visitantes.
  - 1 mención
- **Bajada peatonal:** mejorar la bajada peatonal que existe, con el fin de propiciar la llegada a la playa y al humedal a pie y evitar la llegada de tantos autos.
  - 1 mención
- **Cierre perimetral:** realizar una separación del contorno de la laguna para evitar que los animales puedan ingresar. Se plantea un cierre por etapas (por los costos) y que no sea muy alto para seguir contando con la posibilidad de realizar avistamientos avifauna.
  - 1 mención

13.2.4 Conclusiones

Esta comunidad, es un grupo de personas que tienen al humedal como un vecino importante dentro de su territorio. Esta valoración hace que el cuidado y protección del humedal sea una acción concreta y conocida por todos los habitantes de Carrizal, a la espera de avanzar en acciones de protección a través del plan de acción.

Hubo una buena participación por parte de los asistentes y demuestran mucho conocimiento del sitio y de lo que ocurre en él; logrando así, proyectar acciones concretas para el cumplimiento del objetivo, que es cuidar y proteger el Humedal Costero de Carrizal Bajo.

13.2.5 Lista de asistencia



LISTA DE ASISTENCIA DECLARATORIA SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDAL COSTERO CARRIZAL BAJO"

Actividad : Reunión Taller 2
Fecha : 19 de noviembre 2019
Hora : 16.00 a 18.30
Lugar : Salón Sede de Vecinos CARRIZAL BAJO

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1	Raquel [illegible]	J.V.	957867085	PARAJE ATACAMA	
2	[illegible]	Agrupación [illegible]	985047[illegible]	PARAJE ATACAMA	
3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Arcenio del Mar Pje 2 N°	
4	[illegible]	[illegible]	963210079		
5	[illegible]	CARRIZAL BAJO			
6	[illegible]	CARRIZAL BAJO	995759182		
7	[illegible]	Carrizal Bajo	[illegible]		
8	[illegible]	CEA	[illegible]	[illegible]	
9	[illegible]	CEA	983722760	[illegible]	
10	[illegible]	CEA	94722190	[illegible]	

13.3 Taller comunitario 3

Talleres comunitarios 3“PRESENTACIÓN DE RESULTADOS”

Localidad/Lugar: Carrizal – Sede de Pescadores

Fecha/Hora: 19 de diciembre de 2019 – 17.30 a 19.00 hrs.

Participantes: Representantes de los vecinos. Ver copia de la asistencia.

Facilitadores: Elizabeth Araya y Andrea Fuentealba (CEA)

Para dar a conocer los resultados de las actividades desarrolladas para la elaboración del plan de manejo para el Santuario de la Naturaleza del Humedal de Carrizal Bajo, se realizaron talleres para la comunidad, cuyos resultados fueron presentados en la reunión

de devolución a la comunidad, cuyas observaciones y conclusiones se presentan a continuación:

13.3.1 Introducción

La protección del Humedal Costero de Carrizal Bajo a través de su declaratoria de Santuario de la Naturaleza permitirá contar con mayores herramientas para su conservación, que las que permite el Plano Regulador Comunal, asegurando su permanencia en el tiempo, la conservación de su biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos claves para la calidad ambiental de las zonas urbanas adyacentes.

Un plan de manejo es un instrumento dentro de la planificación del sitio a proteger que orienta las acciones hacia el logro de los objetivos de conservación de cada área definida, teniendo en cuenta una visión a corto, mediano y largo plazo.

Los talleres con la comunidad fueron espacios donde se trabajó cooperativamente para desarrollar procesos y alcanzar ciertos objetivos previamente definidos, tales como identificar servicios ecosistémicos, amenazas y posibles soluciones para ellas en el sitio, lo que permitió tanto a los facilitadores como a los participantes comprometerse activamente con la realidad social, buscando en conjunto las formas más eficientes de actuar en relación con las necesidades de conservación de un sitio de alto valor ecológico. Estos y otros resultados fueron presentados en el taller de devolución

13.3.2 Desarrollo del taller

El taller comenzó con una presentación en la cual se dio un contexto acerca de la importancia de conservar el Humedal Costero de Carrizal Bajo y se dieron a conocer los resultados del levantamiento de información para la elaboración de la propuesta de Plan de Manejo. Esta presentación estuvo a cargo de Elizabeth Araya.



Figura 13-7Talleres expositivos Carrizal bajo

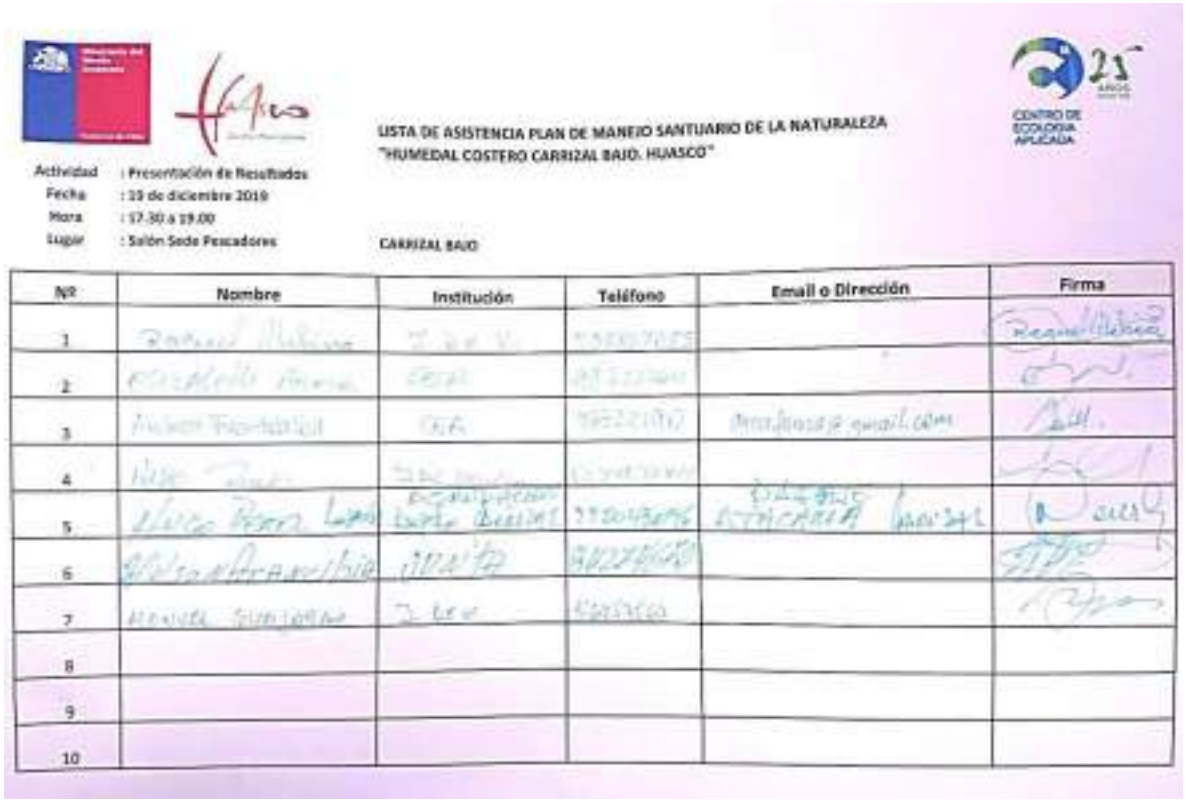
13.3.3 Conclusiones

La comunidad agradeció la presentación, reconociendo la importancia de tener un plan de manejo para el Santuario de la Naturaleza del Humedal de Carrizal Bajo desarrollado en forma participativa.

Esta es una comunidad muy comprometida con el humedal, ya que es considerado un vecino y la comunidad está comprometida con su cuidado y protección.

Se valoró positivamente las acciones identificadas, las que serán implementadas en beneficio del sitio.

13.3.3.1 Lista de asistencia



LISTA DE ASISTENCIA PLAN DE MANEJO SANTUARIO DE LA NATURALEZA
"HUMEDAL COSTERO CARRIZAL BAJO. HUASCO"

CARRIZAL BAJO

Actividad : Presentación de Resultados
Fecha : 10 de diciembre 2019
Hora : 17:30 a 19:00
Lugar : Salón Sede Pescadores

Nº	Nombre	Institución	Teléfono	Email o Dirección	Firma
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Santuario de la Naturaleza Humedal Costero de Carrizal Bajo

Solicitud de declaración de Santuario de la Naturaleza – Región de Atacama





Autor: Sociedad Agrícola Quebrada Honda S.A.

diciembre de 2018

Tabla de Contenido

1. ANTECEDENTES GENERALES 6

1.1. Carta del interesado dirigida a Sr. Ministra del Medio Ambiente (San Martín 73, comuna de Santiago, Región Metropolitana. 6

1.2. Identificación del solicitante (persona natural o jurídica): 7

1.3. Documento que acredite la propiedad sobre el área que se postula. 7

1.4. Documento que acredite la conformidad de el o los propietarios del área para que ésta se postulada como Santuario de la Naturaleza 16

1.5. Documentos que den cuenta de los usos actuales o potenciales para el área que se postula y el área adyacente 17

1.6. Cartas de apoyo u opinión respecto de la solicitud de declaración por parte de las autoridades competentes, de los servicios públicos y de la comunidad, cuando procediera. 18

2. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA PROPUESTA 22

2.1. Localización del Predio 22

2.2. Nombre del área 23

2.3. Superficie en hectáreas del área que se solicita sea declarada Santuario de la Naturaleza. 23

2.4. Descripción detallada de los límites del área, que contenga el listado de las coordenadas UTM de los puntos que la delimitan. De forma complementaria, el área propuesta deberá estar representada en un mapa en él se deberán señalar los puntos (coordenadas UTM) que definen el polígono a proteger, así como los principales hitos geográficos que la caracterizan. 25

3. JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA PROPUESTA COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA 28

3.1. Importancia ecosistémica de los humedales. 28

3.2. Importancia de los humedales costeros a nivel Sudamericano 33

3.3. Humedales costeros de la Región de Atacama 36

3.4. Humedal de Carrizal Bajo. 38

3.5. Interacción con Parque Nacional Llanos de Challe 40

3.6. Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) para Huasco 44

3.7. Figura de protección y marco legal 45

3.7.1. Competencias y atribuciones para su administración 45

3.7.2. Instrumentos y mecanismos de gestión 46

3.8. Impactos 51

3.8.1. Residuos 51

3.8.2. Bajo nivel de gestión en el sector turístico 56
3.8.3. Caza Furtiva 60
3.8.4. Deportes 4x4 61
3.8.5. Calidad de las aguas del humedal 63
3.8.6. Extracción de aguas subterráneas 64
3.8.7. Riesgos Naturales 67
3.8.8. Perros Asilvestrados y domésticos 68
3.8.9. Incendios forestales 70
3.8.10. Emisiones de ruido 72
3.9. Comunidad 72
4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROPUESTA 76
4.1. Descripción detallada del área propuesta como Santuario de la Naturaleza 76
4.1.1 Clima 76
4.1.2. Geología 77
4.1.3. Hidrología 78
4.1.4. Evaluación de los recursos hídricos subterráneos en Quebrada Carrizal 80
4.1.5. Arqueología 83
4.1.6. Características fisico-quimicas de la columna de agua 86
4.1.7. Flora y Vegetación 88
4.1.8. Fauna 93
4.2. Descripción del valor ecológico del área, que da origen a su propuesta de declaración como Santuario de la Naturaleza. 106
4.2.1. Flora 107
4.2.2. Fauna 108
4.3. Descripción de los valores complementarios asociados al área, si correspondiera naturales, culturales, sociales, turísticos, etc. 112
4.3.1 Historia cultural de Carrizal Bajo 112
4.3.2 Valor Turístico 113
4.3.3 Investigación Científica 118
4.3. 4 Caracterización del medio humano 119
4.4. Descripción detallada de los objetos de conservación. 122
4.5. Estado actual de conservación de los objetos y/o del área propuesta 125

4.6. Presiones y/o amenazas sobre el área propuesta y el (los) objeto(s) de conservación (caracterización de las acciones o actividades que afectan o pudieren afectar al objeto de conservación o procesos ecológicos que se pretenden proteger). 126

4.7. Uso actual del suelo en el área propuesta y adyacente..... 129

4.8. Descripción de la zonificación establecida por los instrumentos de planificación territorial vigentes. 132

4.8.1. Plan Regulador Intercomunal Costero (PRICOST) 132

4.8.2. Plan de macro zonificación del barde costero 137

4.8.3. Plan de desarrollo comunal comuna de Huasco 2011 – 2015 140

4.9. Otras categorías de protección existentes al interior del área propuesta y zona adyacente. 142

5. GESTIÓN DEL ÁREA PROPUESTA 144

5.1. Identificación del o los Propietarios. 144

5.2. Personas, instituciones responsables de la gestión y administración. 144

5.3. Plan de Manejo preliminar, que considere objetivos, lineamientos estratégicos, metodología y medidas afines a los objetos de protección definidos para el área propuesta, así como una zonificación preliminar que establezca de uso a fin de cumplir los objetivos de conservación planteados para el área. 145

5.3.1 Objetivos. 145

5.3.2. Lineamientos estratégicos 146

5.4 Plan de Infraestructura Preliminar a implementar, si fuera pertinente, para cumplir los objetivos de protección planteados para el área. 149

5.5 Plan de Financiamiento Preliminar (compromisos específicos demostrables en el ámbito financiero, que den cuenta de los recursos con los que se contará para implementar infraestructura afín a la conservación, actividades de educación, investigación y difusión, entre otras). 151

5.6 Carta compromiso del potencial administrador respecto de las acciones de protección sobre el área que se pretende declarar y de la elaboración y aplicación del Plan de Manejo para el sitio. 156

6. BIBLIOGRAFÍA 157

Estudios consultados: 157

Páginas web consultadas: 159

7. ANEXOS 160

Agradecimientos

Se agradece el apoyo técnico de la Sta. Paula Francisca Peña Cerda, quien es estudiante de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Valparaíso, y que realizo parte de su práctica profesional en la confección de la presente propuesta.

Al Sr. Álvaro Parra Valdivia, Profesional de la SEREMI del Medio Ambiente Región de Atacama, por su apoyo a nivel técnico y gestiones asociadas a redacción, recopilación de información, análisis y coordinación de apoyo de la presente iniciativa.

Se debe agradecer al Sr. Hugo Pérez, habitante de la Localidad de Carrizal Bajo, por el interés prestado a la presente iniciativa y su colaboración en la obtención de cartas de apoyo de la Comunidad de Carrizal Bajo.

A su vez, se agradece al Sr. Guillermo Ready Salamé, SEREMI del Medio Ambiente Región de Atacama, por su apoyo en cuanto fomentar el Humedal de Carrizal Bajo como parte del portafolio del "Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022".

Agradecer a los miembros del Programa de Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de la comuna de Huasco quienes priorizaron esta iniciativa como relevante en dicho programa.

Finalmente agradecer a toda la comunidad de la Región de Atacama y especialmente de Carrizal Bajo, que han apoyado la presente iniciativa, con el fin de lograr la conservación de este importante ecosistema.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Carta del interesado dirigida a Sr. Ministra del Medio Ambiente (San Martín 73, comuna de Santiago, Región Metropolitana.

Se adjunta carta del interesado a Sra. Ministra del Medio Ambiente. Ver en anexo N°1 carta original.



Vallenar, 17 de diciembre de 2018

Sra. Carolina Schmidt Zaldivar
Ministra del Medio Ambiente
PRESENTE

Junto con saludar, tengo a bien hacer entrega de expediente de postulación para la declaratoria de **Santuario de la Naturaleza "HUMEDAL COSTERO DE CARRIZAL BAJO"**.

Cabe señalar que es de enorme interés tanto de nuestra parte como de toda la comunidad de Carrizal Bajo y en general de la Región de Atacama, el poder dar protección oficial a un área de enorme interés ecosistemico, patrimonial y turistico.

Los humedales costeros de la Región de Atacama se encuentran localizados en bahías abiertas y protegidas, y en desembocaduras de ríos, esteros y quebradas; donde se generan aportes de nutrientes terrestres y zonas de surgencia de aguas profundas, lo cual, junto a las condiciones de la corriente fría de Humboldt, constituyen factores que propician **altos niveles de biodiversidad y productividad, en medio del desierto**. Se tiene que tener presente que en la Región de Atacama existen pocos Humedales costeros, por lo que es de relevancia su protección.

La declaratoria de Santuario de la Naturaleza "Humedal costero de Carrizal Bajo", es parte del portafolio del **Plan Nacional de Protección de Humedales 2018 – 2022** y una medida del **Programa de Recuperación Ambiental y Social de Huasco (PRAS)**.

Esperando su apoyo para poder concretar esta importante iniciativa, se despide atentamente de Ud.

Hernán Von Mayenberger Rojas
Gerente administrador
Agrícola Quebrada Honda S.A.

R.U.T: 7.225.492-9
Dirección: Planta Olivarera S/N Sector el Pino, Huasco Bajo, Comuna de Huasco, Región de Atacama

1.2. Identificación del solicitante (persona natural o jurídica):

• Nombre: Agrícola Quebrada Honda S.A.

• Teléfono: +56987366462 / +56988298099

• Representante: Herman Von Mayenberger Rojas

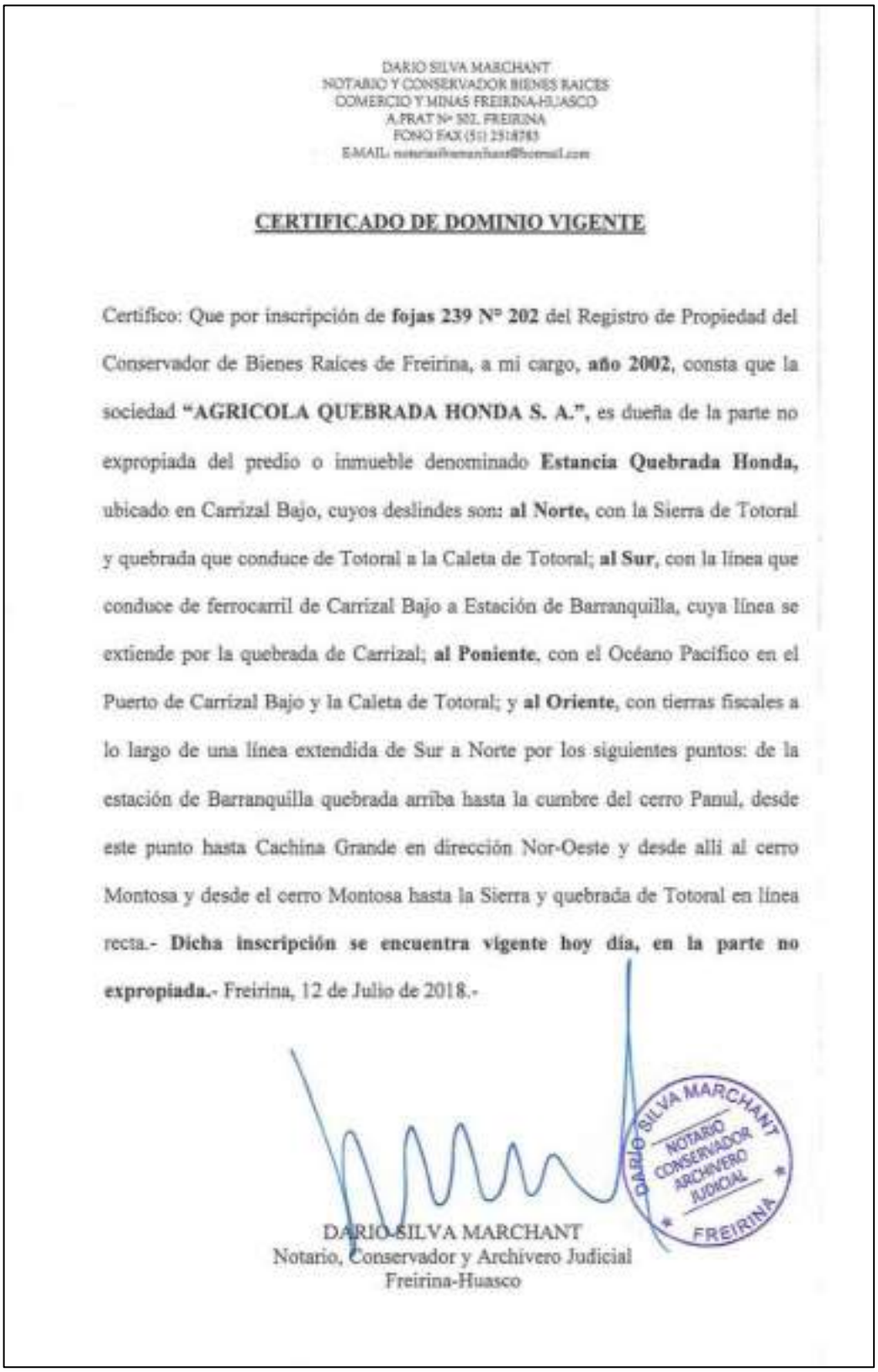
• R.U.T: 7.225.492-9

• Dirección: Planta Olivarera S/N Sector el Pino, Huasco Bajo, Comuna de Huasco, Región de Atacama

• Correo electrónico: hvon_mayenberger@hotmail.com - AgricolalosIlanos@gmail.com

1.3. Documento que acredite la propiedad sobre el área que se postula.

La propiedad del terreno se acredita mediante un certificado de dominio vigente (Figura N°1), el cual certifica la inscripción de las **fojas 239 Nro. 202 Año 2002, en el conservador de bienes raíces de Freirina** (ver figuras N°1 a la N°5 y Anexo N° 2: Títulos de propiedad). Al respecto se adjunta el plano de la **Estancia Quebrada Honda** con los límites de la estancia, este documento contiene los límites de la propiedad dividida en dos lotes, el Lote A el cual se extiende desde la Quebrada de Totoral hasta la Quebrada Carrizal. Mientras que el lote B, donde se encontraría el Santuario de la Naturaleza propuesto. Se extiende desde los vértices V1 – V4 hasta la Quebrada Carrizal Siguiendo la antigua línea del tren. Las coordenadas del plano adjunto en la Figura N° 6 se encuentran en el sistema de coordenadas PASAD56.



DARIO SILVA MARCHANT
NOTARIO Y CONSERVADOR BIENES RAICES
COMERCIO Y MINAS FREIRINA-HUASCO
A.PRAT Nº 502, FREIRINA
FONO FAX (51) 2518783
E-MAIL: notariasilvamarchant@hotmail.com

CERTIFICADO DE DOMINIO VIGENTE

Certifico: Que por inscripción de **fojas 239 Nº 202** del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, a mi cargo, **año 2002**, consta que la sociedad **"AGRICOLA QUEBRADA HONDA S. A."**, es dueña de la parte no expropiada del predio o inmueble denominado **Estancia Quebrada Honda,** ubicado en Carrizal Bajo, cuyos deslindes son: **al Norte,** con la Sierra de Totoral y quebrada que conduce de Totoral a la Caleta de Totoral; **al Sur**, con la línea que conduce de ferrocarril de Carrizal Bajo a Estación de Barranquilla, cuya línea se extiende por la quebrada de Carrizal; **al Poniente**, con el Océano Pacífico en el Puerto de Carrizal Bajo y la Caleta de Totoral; y **al Oriente**, con tierras fiscales a lo largo de una línea extendida de Sur a Norte por los siguientes puntos: de la estación de Barranquilla quebrada arriba hasta la cumbre del cerro Panul, desde este punto hasta Cachina Grande en dirección Nor-Oeste y desde allí al cerro Montosa y desde el cerro Montosa hasta la Sierra y quebrada de Totoral en línea recta.- **Dicha inscripción se encuentra vigente hoy día, en la parte no expropiada.**- Freirina, 12 de Julio de 2018.-

DARIO SILVA MARCHANT
NOTARIO CONSERVADOR ARCHIVERO JUDICIAL
FREIRINA

DARIO SILVA MARCHANT
Notario, Conservador y Archivero Judicial
Freirina-Huasco

Figura N°1: Certificado de Dominio Vigente de la Estancia Quebrada Honda.



DARIO SILVA MARCHANT
NOTARIO Y CONSERVADOR BIENES RAICES
COMERCIO Y MINAS FREIRINA-HUASCO
A. PRAT Nº 501, FREIRINA
FONO FAX (51) 2318781
EMAIL: [illegible]

CERTIFICADO DE LITIGIO

Revisadas las inscripciones de dominio que forman los títulos en relación a la parte no expropiada del predio o inmueble denominado **Estancia Quebrada Honda**, ubicado en Carrizal Bajo, inscrito a nombre de la sociedad **"AGRICOLA QUEBRADA HONDA S.A."**, a **fojas 239 Nº 202** del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, a mi cargo, **año 2002**.- Certifico: Que a esta fecha NO existe constancia alguna que el mencionado inmueble sea objeto de Litigio.- Freirina, 12 de julio de 2018.-

DARIO SILVA MARCHANT
Notario, Conservador y Archivero Judicial
Freirina-Huasco

Figura N°2: Certificado de Litigio Estancia Quebrada Honda.



DARIO SILVA MARCHANT
NOTARIO Y CONSERVADOR BIENES RAICES
COMERCIO Y MINAS FREIRINA-HUASCO
A.PRAT Nº 502, FREIRINA
FONO-FAX (51) 2318781
E-MAIL: notariadomarchant@hotmail.com

CERTIFICADO DE HIPOTECA Y GRAVAMENES

Revisados por sus índices respectivos de Hipoteca y Gravámenes del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, a mi cargo, en relación a la parte no expropiada del predio o inmueble denominado **Estancia Quebrada Honda,** ubicado en Carrizal Bajo, inscrito a nombre de la sociedad **"AGRICOLA QUEBRADA HONDA S.A.", a fojas 239 N° 202** del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, a mi cargo, **año 2002**.- Certifico: que a dicho predio le afecta **comodato,** a favor de la **Ilustre Municipalidad de Huasco**, a fojas **72 N°48** del Registro de Hipotecas y Gravámenes de este Conservador, **año 2002**.- Freirina, 12 de julio de 2018.-

DARIO SILVA MARCHANT
NOTARIO CONSERVADOR ARCHIVERO JUDICIAL
FREIRINA

DARIO SILVA MARCHANT
Notario, Conservador y Archivero Judicial
Freirina-Huasco

Figura N°3: Certificado de Hipoteca y Gravamenes.



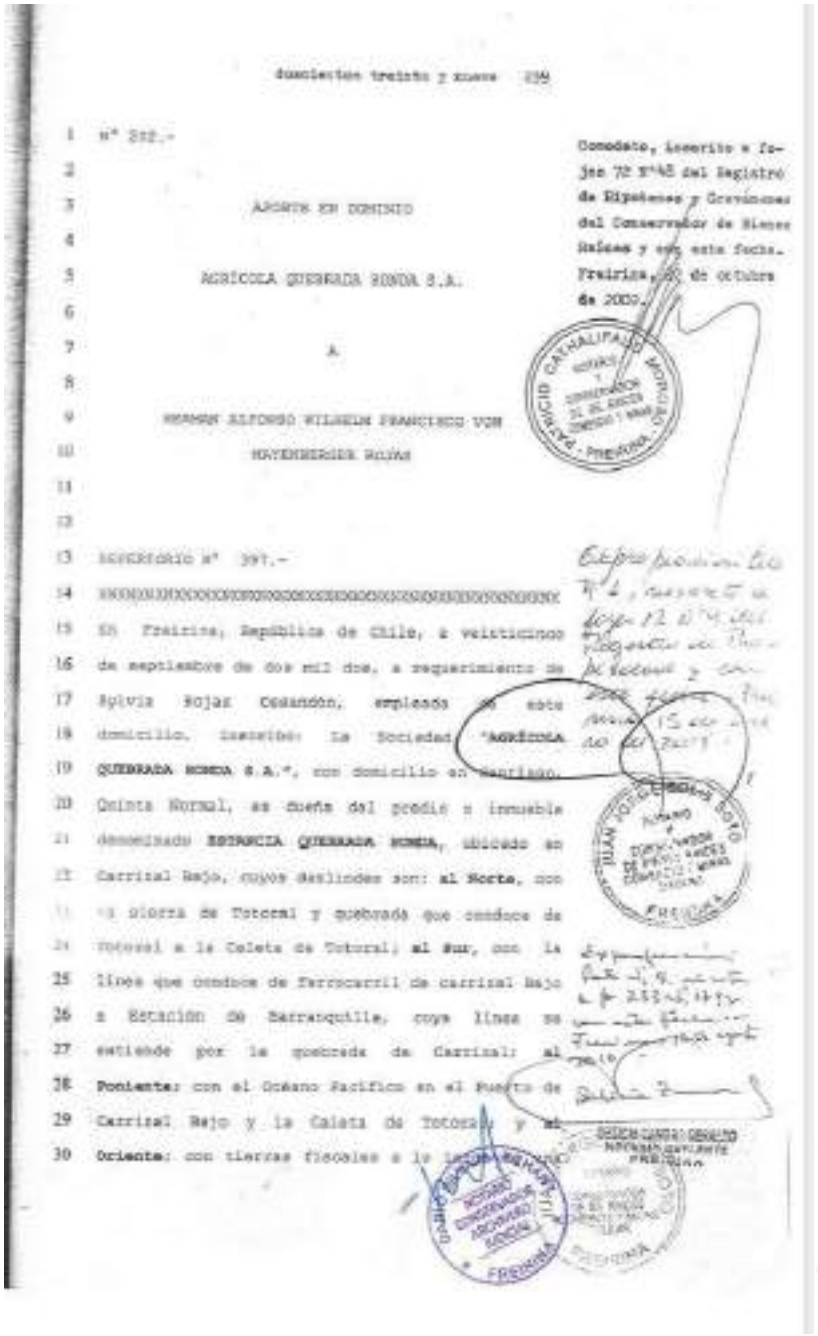
DARIO SILVA MARCHANT
NOTARIO Y CONSERVADOR BIENES RAICES
COMERCIO Y MINAS FREIRINA-HUASCO
A.TRAT Nº 505, FREIRINA
FONO FAX (51) 671870
E-MAIL: mariadarsanchez@hotmail.com

CERTIFICADO DE PROHIBICIONES E INTERDICCIONES

Revisados los índices respectivos los Registros de Prohibición e Interdicción del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, a mi cargo, en relación a la parte no expropiada del inmueble singularizado en el certificado que antecede, inscrito a nombre de la sociedad **"AGRICOLA QUEBRADA HONDA S.A."**, **a fojas 239 Nº 202** del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, a mi cargo, **año 2002**.- Certifico: que a dicho predio NO le afecta Prohibición ni embargo.- Freirina, 12 de julio de 2018.-

DARIO SILVA MARCHANT
Notario, Conservador y Archivero Judicial
Freirina-Huasco

Figura N°4: Certificado de Prohibiciones e Interdicciones



doscientos treinta y nueve 239

Nº 282.-

APORTE EN DOMINIO

AGRÍCOLA QUEBRADA HONDA S.A.

A

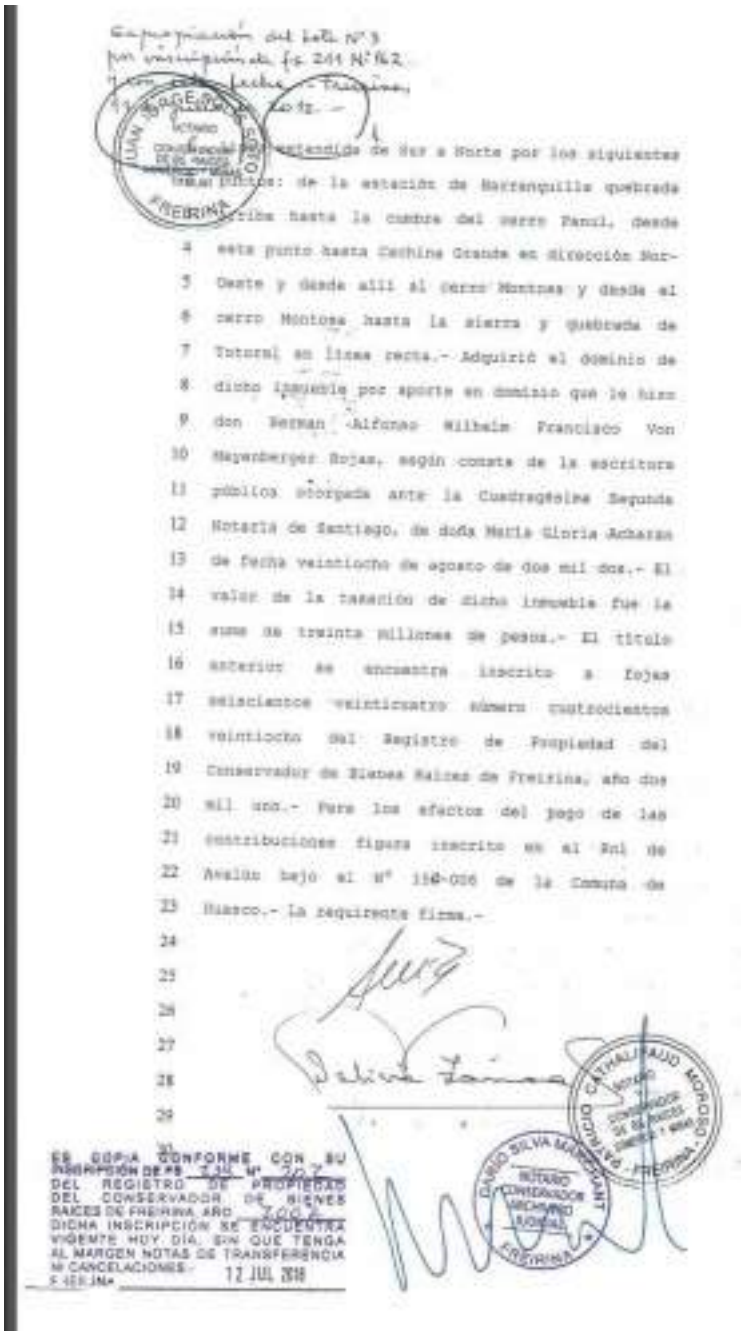
HERMAN ALFONSO WILHELM FRANCISCO VON

HOYENBERGEN ROJAS

Comodato, inscrito a fojas 72 Nº45 del Registro de Hipotecas y Gravámenes del Conservador de Bienes Raíces y con esta fecha. Freirina, 20 de octubre de 2000.

REPERTORIO Nº 397.-

En Freirina, República de Chile, a veinticinco de septiembre de dos mil dos, a requerimiento de Sylvia Rojas Casandón, empleada de este domicilio, Inscribe: La Sociedad "**AGRÍCOLA QUEBRADA HONDA S.A.**", con domicilio en Santiago, Quinta Normal, es dueña del predio o inmueble denominado **ESTANCIA QUEBRADA HONDA**, ubicado en Carrizal Bajo, cuyos deslindes son: **al Norte**, con la Quebrada de Totoral y quebrada que conduce de Totoral a la Caleta de Totoral; **al Sur**, con la línea que conduce de Ferrocarril de carrizal Bajo a Estación de Barranquilla, cuya línea se extiende por la quebrada de Carrizal; **al Poniente**: con el Océano Pacífico en el Puerto de Carrizal Bajo y la Caleta de Totoral; y **al Oriente**: con tierras fiscales a la [illegible]



Expropiación del Lote N° 3
por inscripción de fs. 241 N° 62
[illegible] Fecha - Freirina,
[illegible]

[illegible] extendida de Sur a Norte por los siguientes
[illegible]: de la estación de Barranquilla quebrada
[illegible] hasta la cumbre del cerro Pancl, desde
esta punto hasta Cachina Grande en dirección Nor-
Oeste y desde allí al cerro Montosa y desde el
cerro Montosa hasta la sierra y quebrada de
Totoral en línea recta.- Adquirió el dominio de
dicho inmueble por aporte en dominio que le hizo
don Herman Alfonso Wilhelm Francisco Von
Mayenberger Rojas, según consta de la escritura
pública otorgada ante la Cuadragésima Segunda
Notaría de Santiago, de doña María Gloria Acharan
de fecha veintiocho de agosto de dos mil dos.- El
valor de la tasación de dicho inmueble fue la
suma de treinta millones de pesos.- El título
anterior se encuentra inscrito a fojas
seiscientos veinticuatro número cuatrocientos
veintiocho del Registro de Propiedad del
Conservador de Bienes Raíces de Freirina, año dos
mil uno.- Para los efectos del pago de las
contribuciones figura inscrito en el Rol de
Avalúo bajo el N° 198-006 de la Comuna de
Huasco.- La requirente firma.-

ES COPIA CONFORME CON SU
INSCRIPCION DE FS. 241 N° 207
DEL REGISTRO DE PROPIEDAD
DEL CONSERVADOR DE BIENES
RAICES DE FREIRINA AÑO 2006
DICHA INSCRIPCION SE ENCUENTRA
VIGENTE HOY DIA, SIN QUE TENGA
AL MARGEN NOTAS DE TRANSFERENCIA
N° CANCELACIONES.-
FREIRINA 12 JUL 2010

CATHALIJAUJO MOROSO
NOTARIO
CONSERVADOR DE BIENES RAICES Y MINAS
FREIRINA

DARIO SILVA MUNCHMEYER
NOTARIO
CONSERVADOR ARCHIVERO
SUBROGANTE
FREIRINA

Figura N°5: Aporte en Dominio

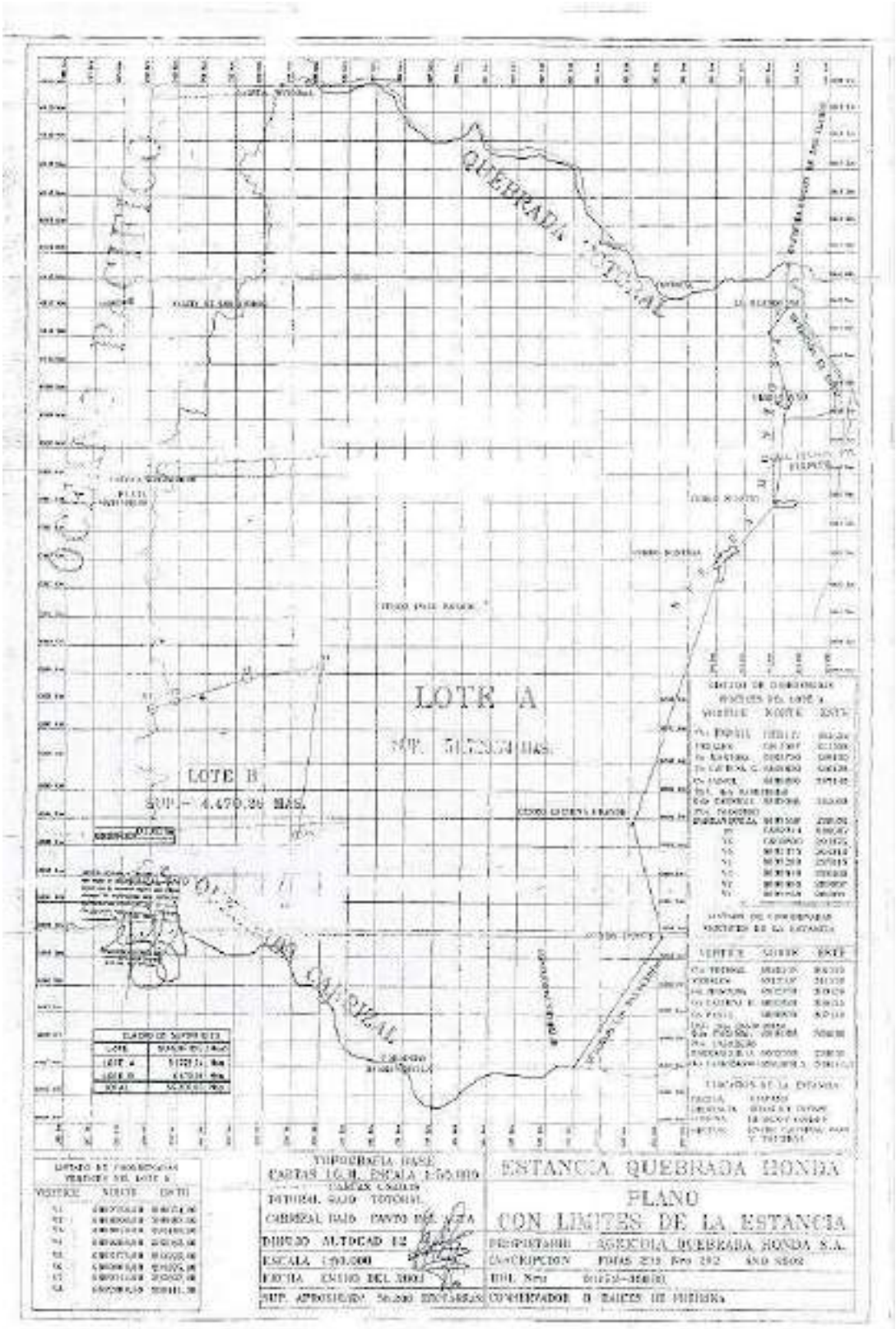


Figura N°6: Plano con los límites de la Estancia Quebrada Honda.

Según el estudio "*Levantamiento y análisis de información sobre uso y propiedad de los terrenos insertos en el sitio prioritario estuario del Río Huasco- Laguna Carrizal Bajo como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes de creación de áreas protegidas en la comuna de Huasco, Región de Atacama (CONAMA, 2007)*" los registros encontrados en la Municipalidad de Huasco y el Ministerio de Bienes Nacionales, en el sector de Carrizal Bajo se pudieron identificar dos propiedades (Figura N°7) donde se identificó el número 24, propiedad de Don Herman Von Mayenberger, y la propiedad identificada con el número 25, perteneciente a Bienes Nacionales.



Figura N°7: Propietarios Laguna de Carrizal Bajo, según estudio CONAMA, 2007 .

1.4. Documento que acredite la conformidad de el o los propietarios del área para que ésta se postulada como Santuario de la Naturaleza

Se adjunta Carta original de conformidad de propietario en Anexo 3.



Vallenar, 17 de diciembre de 2018

CARTA DE CONFORMIDAD

Por la presente, tengo a bien dar conformidad como propietario del área para que ésta sea postulada como Santuario de la Naturaleza denominado "**HUMEDAL COSTERO DE CARRIZAL BAJO**", considerando propiedad del terreno "**Estancia Quebrada Honda**" que se acredita mediante certificado de dominio vigente, el cual certifica la inscripción de las fojas 239 Nro. 202 Año 2002, en el conservador de bienes raíces de Freirina.

Para efectos de la postulación de Santuario de la Naturaleza se consideran **46.8 ha** de Estancia Quebrada Honda, asociado a:

- Zona núcleo que contienen principalmente el cuerpo de agua y vegetación ribereña con presencia de especies vegetales nativas y hábitat para fauna del sector.
- Zona de amortiguación: Está relacionada con todo el territorio contiguo al área de zona núcleo y contiene gran cantidad de vegetación.

Herman Voo Mayenberger Rojas
Gerente administrador
Agrícola Quebrada Honda S.A

R.U.T: 7.225.492-9
Dirección: Planta Olivarera S/N Sector el Pino, Huasco Bajo, Comuna de Huasco, Región de Atacama

Figura N° 8. Carta de conformidad de propietario.

1.5. Documentos que den cuenta de los usos actuales o potenciales para el área que se postula y el área adyacente

Según el levantamiento topográfico de Carrizal Bajo se identifican tres usos, como son el sector de la Playa Carrizal Bajo, una zona de camping y una zona cubierta con agua, los cuales se encuentran identificados en la Figura N°9:

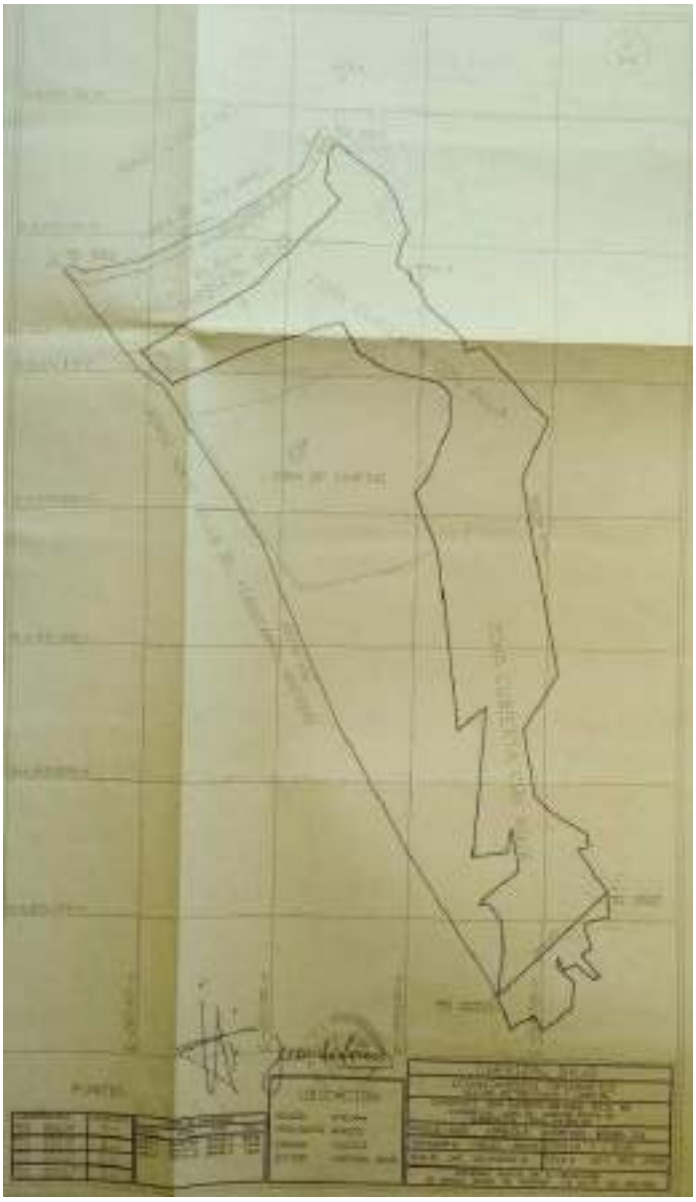


Figura N° 9: Levantamiento topográfico y usos del suelo en la laguna de Carrizal Bajo, propiedad Estancia Quebrada Honda.

1.6. Cartas de apoyo u opinión respecto de la solicitud de declaración por parte de las autoridades competentes, de los servicios públicos y de la comunidad, cuando procediera.

1.6.1 Cartas de apoyo de comunidad:

Se cuenta con 44 cartas de apoyo por parte de integrantes de la comunidad de Carrizal Bajo. Estas cartas firmadas se encuentran en Anexo N°4.

ID	Nombre	Sector
1	Maritza Arcote	Junta de vecinos N°6, Carrizal Bajo
2	Luis Trigo	Huasco
3	Maritza Arcote	Carrizal Bajo
4	juan Herrera	Carrizal Bajo
5	Jorge Escobar	Carrizal Bajo
6	David Cuevas	Carrizal Bajo
7	Wilson Arancibia Trujillo	Carrizal Bajo
8	Rene Miranda Peralta	Carrizal Bajo
9	Adán Araya	Carrizal Bajo
10	Juan Araya Silva	Carrizal Bajo
11	Sofia Lobos beltran	Carrizal Bajo
12	Joanna Arrieta Rivera	Carrizal Bajo
13	Erika Arrieta Rivera	Carrizal Bajo
14	Juan Pablo Troncoso	Huasco
15	Veneria Tabilo Godoy	Carrizal Bajo
16	Jorge Ruiz Rojas	Carrizal Bajo
17	Paulina Cerda Araya	Carrizal Bajo
18	Sandra Guerra Pérez	Carrizal Bajo
19	Romina Maldonado	Carrizal Bajo
20	Mercedez Rodriguez Araya	Carrizal Bajo
21	Eduardo Pérez Caballero	Carrizal Bajo
22	Diego Pérez Rodriguez	Carrizal Bajo
23	Hugo Perez Urbina	Carrizal Bajo
24	Luis López	Carrizal Bajo
25	Alez Pérez Rodriguez	Carrizal Bajo
26	Ruben Guerra Pérez	Carrizal Bajo
27	Sofia Aguilera	Carrizal Bajo
28	Dora Neira	Carrizal Bajo
29	Ingrid Duran	Carrizal Bajo
30	Javier Ardiles Alfaro	Carrizal Bajo
31	Ibar Páez Ramos	Carrizal Bajo
32	Juan Escobar Zelaa	Carrizal Bajo

33	Edith Figueroa Tapia	Carrizal Bajo
34	Raquel Peralta	Carrizal Bajo
35	Magaly Salinas	Carrizal Bajo
36	Virginia Ruiz	Carrizal Bajo
37	Hugo Perez Loyola	Carrizal Bajo
38	Carolina Alvarez	Carrizal Bajo
39	Romina Maldonado	Carrizal Bajo
40	Lidia Guerra Perez	Carrizal Bajo
41	Vilma Castillo	Carrizal Bajo
42	Luelesia Núñez	Carrizal Bajo
43	Claudia Orrego Reyes	Carrizal Bajo
44	Juan Pablo Escobar	Carrizal Bajo

Tabla: N° 1. Listado de interesados con carta de apoyo firmada.

1.6.2 Cartas de apoyo de servicios públicos:

Se cuenta con cartas de compromiso valorizadas con aportes no pecuniarios y pecuniarios, de los siguientes Servicios Públicos de la Región de Atacama (Ver cartas en Anexo N°5):

- Ilustre Municipalidad de Huasco
- Dirección General de Aguas (DGA), Región de Atacama
- Corporación Nacional Forestal (CONAF), Región de Atacama
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Región de Atacama
- Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), Región de Atacama
- SEREMI del Medio Ambiente, Región de Atacama

1.6.3 Presentación en Programa de Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de la comuna de Huasco:

En sesión extraordinaria N°2 / 2018, realizada el Jueves 9 de agosto de 2018 se presentó Situación de propuesta de Humedal de Carrizal Bajo como Santuario de la Naturaleza, al Consejo PRAS Huasco, con el fin de tener observaciones a la propuesta. Acta de reunión, y lista de asistencia, se pueden ver en anexo N°6.

Don Herman Von mayenberger (Dueño del predio y Consejero CRAS) manifesto en dicha presentación que "*el fin de proponer este lugar como Santuario de la Naturaleza nace considerando que él y su familia son habitantes del valle del Huasco y quieren contar con una figura para preservar las riquezas que el territorio posee, conservar su biodiversidad y que nuestras generaciones venideras puedan conocer nuestro valle y sus riquezas. Por lo anterior mencionado, solicita el apoyo tanto del Municipio como de los consejeros para que este proyecto que se está desarrollando voluntariamente salga adelante y pueda protegerse un área muy valiosa para la comuna*".

	Institución	Representante	Asistencia
1	Mesa de Pesca y Algas de Huasco	Marlene Rojas	P
2	I.Municipalidad de Huasco	Rodrigo Loyola	P
3	Concejo Municipal	Rafael Vega	P
4	Consejo Consultivo del Medio Ambiente	Viviana Avalos	J
5	Grupo Scout de Huasco	Luis Farías	P
6	CAP Minería	Ricardo Gómez	P
7	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.	Francisco Ficara	P
8	Sector Pequeña Agricultura	Patricia Carmona	P
9	Asociación Gremial de Agricultores	Herman Vonmayenberger	P
10	Mesa de Pesca y Algas de Huasco	Héctor Zuleta	P
11	Juntas de Vecinos de Huasco	Doris Zamorano	P
12	Juntas de Vecinos de Huasco	Luis Brizuela	P
13	Agrupación Huasco Consciente	Daniel Díaz	P
14	Asamblea Ecológica de Huasco	María Pizarro	P
15	Seremi de Salud	Lilian Sandoval	P (S)
16	Seremi del Medio Ambiente	Francisco Escobar	P
17	Unión Comunal de JJVV de Huasco	Luisa Figueroa	J
18	Unión Comunal de Adulto Mayor	Paulina Saldivia	J
19	COSOC Huasco	Verónica Tirado	A
20	Agrupación Mensajeros del Sol	Sara Gutierrez	A
21	DIPLADE, GORE Atacama	J. Sebastián Cousiño R.	A
22	Consejo Regional de Atacama	Fabiola Pérez	A
23	Gobernación de Huasco	Patricio Urqueta	A
24	Seremi de Gobierno	Sofía Avalos	A

P: Presente **P(s):** Presente suplente **A:** Ausente J:Justifica

Tabla: N° 2. Consejeros CRAS asistentes a Sesión Extraordinaria N°2 / 2018. MMA, 2018

1.6.4 Taller con Servicios Públicos:

En anexo N°7 se encuentra Ord. de invitación y lista de asistencia de taller realizado con fecha jueves 12 de julio de 2018. Este taller busco la opinión de los actores públicos de la Región sobre la propuesta de Santuario de la Naturaleza.



Figura N° 10. Presentación de Sr. Herman Von Mayenberger Rojas



Figura N° 11. Presentación de Sr. Herman Von Mayenberger Rojas

2. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA PROPUESTA

2.1. Localización del Predio

El humedal costero Laguna de Carrizal Bajo se ubica en la Comuna de Huasco, Provincia de Huasco, Región de Atacama, República de Chile.

El humedal se encuentra en la parte sur -oeste de la Región de Atacama distante a unos 155 km aproximadamente de la capital regional Copiapó. Está distante 86 km de la capital provincial Vallenar y a 50 km de la ciudad de Huasco. Al humedal se puede acceder tomando la Ruta Costera (Ruta 1) que une la región desde Caldera hasta Huasco Ruta N° 326 (Figura N°13) o tomando la panamericana norte viniendo desde Copiapó para luego tomar la ruta C - 432 y C – 440, mientras que viniendo desde Vallenar por la Panamericana norte se toma la ruta C – 440. Los caminos son transitables sin problemas durante todo el año. (Figura N°13).

El humedal costero se ubica muy cercano al Parque Nacional Llanos de Challe distante a unos 10 km, lo que se constituye en una posibilidad de potenciar ambos espacios naturales.



Figura N°12: Puente Carrizal Bajo Ruta N° 326.



Figura N°13: Mapa de Rutas de acceso al Humedal de Carrizal Bajo, Fuente: Google Maps.

2.2. Nombre del área

“SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL COSTERO DE CARRIZAL BAJO”

2.3. Superficie en hectáreas del área que se solicita sea declarada Santuario de la Naturaleza.

En el sector se definieron dos tipos de zonas, la zona núcleo y la zona de amortiguación, las cuales se identifican en la Figura N°14.

Zona núcleo: La elección de esta zona se basó en la elección de lugares que concentran elementos de interés de acuerdo a los objetos de conservación definidos. Esto representa un total de **10.3 ha,** las cuales contienen principalmente el cuerpo de agua y vegetación ribereña con presencia de especies vegetales nativas y hábitat para fauna del sector

Zona de amortiguación: Está relacionada con todo el territorio contiguo al área de zona núcleo, ésta área tiene un total de **46.8 ha (incluye zona nucleo)**, y contiene gran cantidad de vegetación asociada al humedal de Carrizal Bajo y sistemas de quebradas.

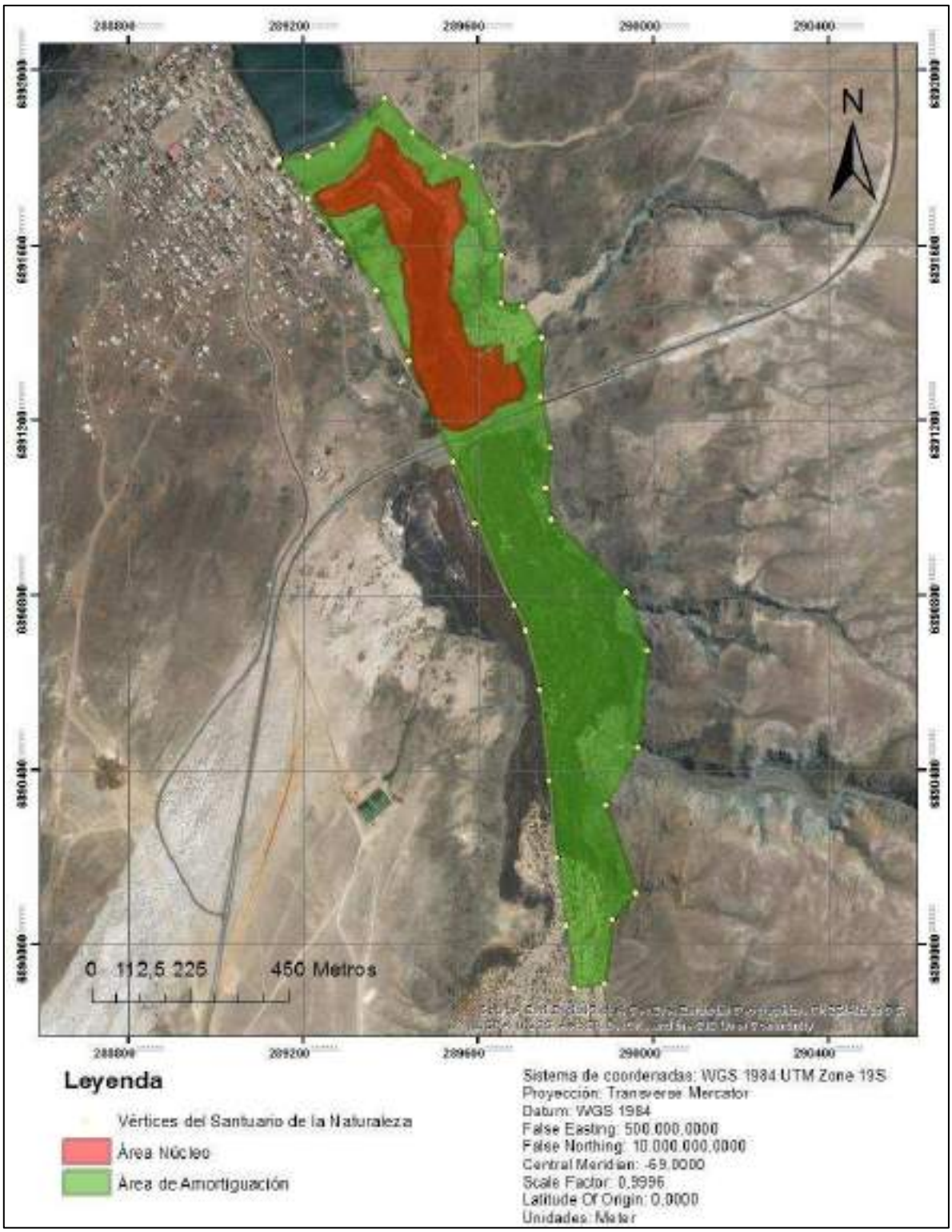


Figura N°14: Mapa con las áreas preliminares del Santuario de la Naturaleza.

2.4. Descripción detallada de los límites del área, que contenga el listado de las coordenadas UTM de los puntos que la delimitan. De forma complementaria, el área propuesta deberá estar representada en un mapa en él se deberán señalar los puntos (coordenadas UTM) que definen el polígono a proteger, así como los principales hitos geográficos que la caracterizan.

Los límites de los polígonos preliminares para el área núcleo y el área de amortiguación están definidos principalmente por los límites de la propiedad privada y la vegetación del lugar, esto es porque el área núcleo está compuesta por el espejo de agua y la vegetación ribereña observada, por lo que se presenta como uno de los principales objetos de conservación, mientras que el área de amortiguación se compone por la vegetación aledaña siguiendo por la quebrada Carrizal, ya que según estudios de la DGA, la cuenca en ese sector se encuentra encajonada, permitiendo el paso del agua por el sector bajo de la quebrada, permitiendo que la vegetación y hábitat de la fauna se concentre en ese sector dejando las partes altas de la quebrada sin suministro del recurso hídrico. Cabe destacar que según el polígono propuesto como Santuario de la Naturaleza se encuentra dentro de la propiedad privada de la Sociedad Agrícola Quebrada Honda S.A. mientras que parte de la vegetación considerada como área de amortiguación se encuentra en territorios pertenecientes a Bienes Nacionales, por lo que el polígono no cuenta con toda la vegetación ribereña asociada al Humedal ahí descrito (Figura N°14).

Los vértices del área propuesta como Santuario de la Naturaleza de encuentran identificados con coordenadas referenciales del área en coordenadas proyectadas Datum UTM WGS 1984 Huso 19S (Tabla N° 3), mientras que los demás datos de coordenadas del Área núcleo y el mapa de las coordenadas se encuentra en el Anexo N° 8: Mapas y Archivos SIG (digital).

Vértice	WGS84 Huso 19 S	
	N (m)	E (m)
1	6891798,6183	289145,6114
2	6891709,6351	289213,5187
3	6891607,6669	289289,7278
4	6891500,3437	289368,5974
5	6891337,1587	289442,9267
6	6891107,7621	289542,4826
7	6890967,3355	289594,2507
8	6890779,9170	289684,0924
9	6890720,9144	289710,6611
10	6890586,0366	289743,3179
11	6890376,3228	289764,6622
12	6890202,0207	289782,1189
13	6890045,9563	289802,1341
14	6889902,7418	289822,0397
15	6889914,5496	289890,7225
16	6890060,8142	289908,5320
17	6890119,9427	289962,4835
18	6890321,7609	289893,1285
19	6890453,6767	289966,1525
20	6890676,3925	289989,2329
21	6890809,6945	289942,0068
22	6890976,5664	289768,8169
23	6891047,9631	289756,2379
24	6891139,4481	289766,1891
25	6891256,1240	289744,0152
26	6891392,1645	289747,6395
27	6891462,7193	289703,8597
28	6891470,3609	289653,6172
29	6891579,5806	289655,0708
30	6891679,7263	289634,2423
31	6891782,8382	289589,8141
32	6891806,0660	289524,0346
33	6891862,7657	289451,6535
34	6891938,0439	289388,4571
35	6891831,8303	289268,2315
36	6891805,9323	289213,3464
37	6891798,6183	289145,6114

Tabla N° 3: Coordenadas referenciales del Área del Santuario de la Naturaleza Humedal Costero de Carrizal Bajo

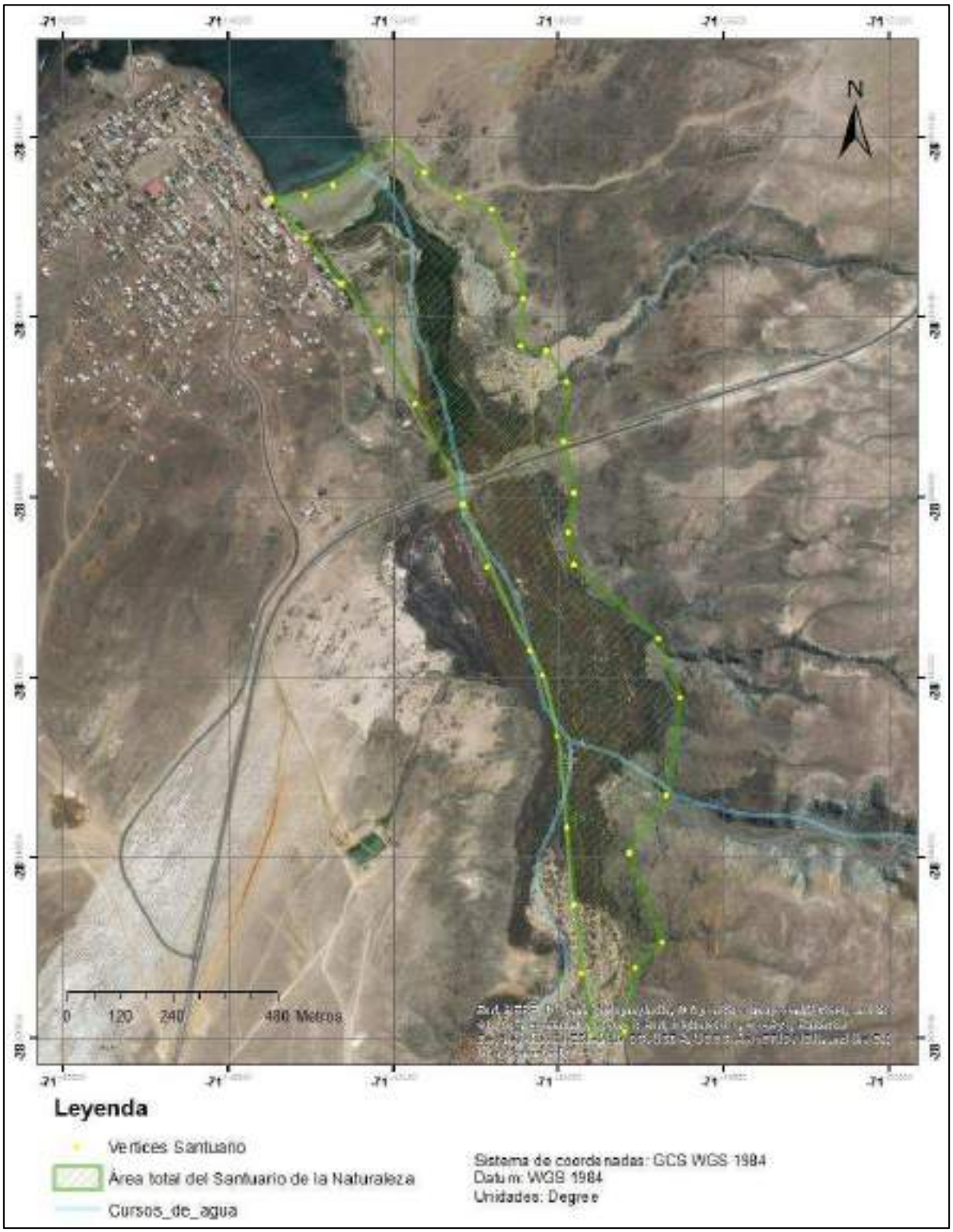


Figura N° 15: Mapa del área propuesta como Santuario de la Naturaleza y los vértices georreferenciados. Fuente: Elaboración propia.

3. JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA PROPUESTA COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA

3.1. Importancia ecosistémica de los humedales.

La Convención sobre los Humedales define a los humedales como "*Extensiones de marismas, pantanos, turberas y aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros*"**.** Adicionalmente, el Manual de la Convención Ramsar de 1996, especifica que los humedales "*podrán comprender o incorporar zonas costeras y ribereñas adyacentes a humedales, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal*".
En general, se reconocen cinco tipos de humedales principales:

- **Marinos:** Incluye humedales costeros, inclusive lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral.
- **Estuarinos:** Incluye deltas, marismas de marea y manglares
- **Lacustres:** Se trata de humedales asociados con lagos
- **Ribereños:** Incluye humedales adyacentes a ríos y arroyos
- **Palustres**: Es decir, "pantanosos" - marismas, pantanos y ciénagas

Además, hay humedales artificiales, como estanques de cría de peces y camarones, estanques y tranques de granjas y tierras agrícolas de regadío, depresiones inundadas por salinas, embalses, estanques de grava, piletas de aguas residuales y canales. La Convención Ramsar ha adoptado un Sistema Ramsar de Clasificación de Tipos de Humedales que incluye 42 tipos, agrupados en tres categorías: humedales marinos y costeros, humedales continentales y humedales artificiales.

En General los humedales proveen de bienes y servicios esenciales para la existencia de la vida, tales como el agua, alimentos y otros componentes que inciden en la calidad de vida de las personas asociadas a ellos. Estos ambientes húmedos poseen atributos o

valores intrínsecos que los distinguen de otros ecosistemas y es ahí donde reside su gran importancia en el sistema vital del planeta.
Se puede diferenciar entre bienes ambientales, funciones ambientales y servicios ambientales, a saber:

- Bienes Ambientales: son los productos de la naturaleza que aprovecha directamente el ser humano o pueden ser transformados en un sistema de producción, por lo tanto su característica fundamental es que son tangibles y pueden ser comercializados, obteniéndose un precio de mercado y así obtener una estimación precisa de los ingresos.

- Funciones Ambientales o Ecológicas: es la capacidad de las interacciones entre los elementos del ecosistema de proveer bienes y servicios que satisfagan las necesidades humanas directa o indirectamente, algunos ejemplos son: el ciclo hidrológico, regulación de gases y formación de suelos.

- Servicios Ambientales: son el resultado de las funciones que brindan los ecosistemas y que benefician a la comunidad local, nacional o internacional. Para que una función ambiental se transforme en un servicio ambiental, dicha función debe generar un beneficio ecológico, social y económico, por lo tanto incide directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente.

En general los tipos de servicios ambientales que proveen los ecosistemas van a depender de innumerables factores, entre ellos se encuentra el elemento abastecedor de servicios ambientales (bosque, humedal, pradera, terrenos agrícolas, mar, entre otros) y el estado de conservación de estos. Por lo tanto, los servicios ambientales se pueden presentar en cualquier lugar, pero no necesariamente brindan servicios de la misma calidad y cantidad.
Por su parte, la UICN en 1992 ha realizado una clasificación de los beneficios que se extraen de las complejas interacciones que ocurren entre los componentes de los humedales, diferenciándolos en productos, funciones y atributos, como se observa en el la Tabla N°4:

Funciones	Productos
▪ Recarga de acuíferos ▪ Descarga de acuíferos ▪ Control de inundaciones ▪ Estabilización de la línea costera y control de la erosión ▪ Exportación de biomasa ▪ Protección contra las tormentas ▪ Transporte de aguas ▪ Actividades recreativas y turismo ▪ Retención de sedimentos, tóxicos y nutrientes ▪ Soporte de cadenas tróficas ▪ Hábitat para vida silvestre	▪ Productos ▪ Recursos vegetales y forestales ▪ Flora y fauna silvestre ▪ Pastos y recursos forrajeros ▪ Recursos agrícolas ▪ Recursos minerales ▪ Abastecimiento de agua
	Atributos
	▪ Diversidad biológica ▪ Patrimonio cultural

Tabla N° 4: Funciones y atributos de los humedales. Fuente: UICN, 1992.

Por otro lado, lo anterior se puede agrupar en cuatro categorías de servicios de los ecosistemas de humedales: Servicios de suministro o provisión, de regulación, culturales y de base o soporte, este último necesarios para la generación de todos los demás servicios de los ecosistemas

- Servicios de Suministro o Provisión: Son los productos que se obtienen de los ecosistemas y presentan un mercado estructurado (para la mayoría de ellos). Como, por ejemplo: alimentos, agua pura, leña, fibra, bioquímicos y recursos genéticos, entre otros.

- Servicios de Regulación: Son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos. Ejemplo de ellos son: morigeración del clima, regulación de las enfermedades, regulación del agua, purificación del agua, polinización y control biológico, entre otros.

- Servicios Culturales: Corresponden a beneficios no materiales que se obtienen de los ecosistemas. Están muy ligados a los valores humanos, su identidad y su comportamiento. Como ejemplo de ellos se pueden mencionar los beneficios espirituales, religiosos, de recreación y ecoturismo, estéticos, de inspiración, educacionales, de sentido de identidad y pertenencia a un lugar y herencia cultural, etc.

- Servicios de Base o Soporte: Son los servicios necesarios para la producción de los demás servicios del ecosistema. Por ejemplo: la formación de suelo, producción de materias primas y ciclos de nutrientes, entre otros.

En general, los servicios ambientales producen beneficios en diferentes niveles, a saber:

- Beneficio a nivel local: aquí se puede mencionar la conservación de los bosques, recibiendo el dueño un beneficio económico.

- Beneficio a nivel del país: se refiere, por ejemplo, a la provisión de agua para la población, la producción de energía hidroeléctrica, la comercialización de derechos de captura de carbono o la generación de turismo ecológico.

- Beneficio a nivel mundial: este punto abarca la fijación y retención de las emisiones de efecto invernadero y la protección de la biodiversidad.

A nivel nacional, la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile (2005), identifica en el capítulo 2 que es necesario "Incrementar el conocimiento sobre los humedales" y "De*sarrollar y aplicar metodologías de valorización económica de los humedales, incorporando aspectos ambientales y socio-culturales"*.

Con respecto a los valores de uso, muchos de los servicios ecológicos no están identificados ni valorados económicamente para las sociedades humanas. Entre estos servicios se pueden mencionar algunos, como la conservación de la biodiversidad en sus niveles genéticos, específicos y ecosistémicos, la estabilidad climática, la mantención de los ciclos biológicos y el valor derivado de su belleza y significado cultural.

En este mismo sentido, los humedales tienen un valor intrínseco ya que son parte importante del sistema de apoyo a la vida a largo plazo, lo cual es razón suficiente para protegerla.

En teoría, el valor económico de cualquier bien o servicio se mide según lo que estamos dispuestos a pagar por ese bien, menos lo que cuesta suministrarlo. Pero muchas veces,

debido a que se les percibe como un bien intangible y gratuito, no tenemos que pagar por los productos y servicios provenientes de los humedales.

La valoración económica en términos generales trata de asignarle un valor a los servicios ambientales, independientemente si existen precios o no, que ayuden a calcularlo, contribuyendo a la estimación de los beneficios sociales que proporcionan esos servicios, así como también estimar las preferencias de las personas sobre ellos. La limitación principal de la valoración económica es la falta de información sobre los procesos ecológicos que sustentan a estos servicios.

Los humedales, que corresponden a sistemas intermedios entre ambientes permanentemente inundados de agua y ambientes normalmente secos, presentan una rica diversidad biológica, la que varía de acuerdo a su origen, localización geográfica, características químicas, vegetación dominante, características del suelo, sedimentos y geomorfología.

Durante mucho tiempo, gran parte de los humedales fueron considerados como lugares poco productivos e incluso, en muchos casos como lugares riesgosos e insalubres a los que era mejor drenar para convertirlos en áreas productivas tales como campos de cultivo, represas, terrenos urbanos u otros tipos de uso tradicional. Sin embargo, en años recientes se ha desarrollado un mayor conocimiento sobre la importancia ecológica y económica de los humedales en su estado natural, lo cual ha incrementado el interés mundial por su conservación y manejo sustentable

En la actualidad se sabe que los humedales, por su condición *ecotonal* tierra-agua, figuran entre los ecosistemas más productivos de la tierra y son fuente de una importante diversidad biológica, por cuanto aportan el agua y la productividad primaria de la que dependen innumerables especies vegetales y animales para su supervivencia. De este modo, los humedales sustentan elevadas concentraciones de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces, macro y microinvertebrados, además de plantas vasculares y no vasculares.

Si se analizan las metas y submetas para el año 2010 del Convenio sobre la Diversidad Biológica, referidas a la biodiversidad de las aguas continentales, se puede concluir que estas están lejos de haberse alcanzado y se puede comprobar que en los últimos 10 años

el índice de disminución/pérdida de algunas poblaciones ligadas a los humedales -de las que se tiene datos sólidos- se ha cuadruplicado.

Las razones que inciden en la pérdida de biodiversidad de los humedales son de origen antrópico y todas ellas aumentan vertiginosamente. Entre ellas se puede mencionar la conversión de los hábitat acuáticos y su fragmentación, los impactos del sobreuso del agua (especialmente para la agricultura, la minería y el uso domiciliario e industrial), los impactos sobre la calidad del agua, tales como la eutrofización, provocada por carga excesiva de nutrientes, la contaminación industrial, minera y domiciliaria y la introducción de especies exóticas invasoras que modifican los ecosistemas, cambiando su composición y funcionamiento, modificando sus tramas tróficas y causando la disminución poblacional e incluso la extinción de numerosas especies.

Por otra parte, de acuerdo al convenio sobre biodiversidad biológica, se ha llegado al límite mundial de sustentabilidad ecológica del agua disponible para extracción, incluso, para aproximadamente un tercio de la población humana, este límite ya se ha excedido y se asume que para 2030, esta proporción de sobre extracción llegará al 50 por ciento. Chile, al igual que los demás países de América y del mundo, presenta una tasa de alteración y pérdida de sus humedales de gran magnitud, situación que ha sido de carácter histórico, y que hoy es difícil de cuantificar. Contribuye a esto la escasa planificación territorial, el sobreuso del recurso y la modificación o alteración de los cursos y cuerpos de agua.

3.2. Importancia de los humedales costeros a nivel Sudamericano

La zona costera considera a la costa árida del Pacifico sudamericano, la cual se extiende desde el matorral costero en la zona mediterránea de Chile, por los desiertos costeros de Atacama-Sechura, hasta el bosque seco de Tumbes-Piura en el norte del Perú, con una longitud de aproximada de 3.800 km (WWF Eco-Regiones Globales). Esta ecorregión es marcada por la influencia de la corriente fría de Humboldt, produciendo condiciones climáticas similares a la costa sur-oeste de África, influida por la corriente de Benguela, y de la costa del sur-oeste de Norteamérica, influida por la corriente de California. El clima varía desde la zona mediterránea en el centro de Chile, por la extensa zona costera-desértica entre Chile y Perú, hasta la zona tropical-semiárida en el noroeste del Perú. En esta zona dominan paisajes del desierto y matorral xerófilo costero, existe una transición a

vegetación esclerófila en la zona centro norte de Chile y al bosque seco tropical en el norte de Perú. La vegetación es escasa, excepto en los valles transversales de los ríos de la vertiente del Pacifico, principalmente alimentados con aguas de los Andes que cruzan el desierto.

El litoral de esta costa se encuentra conformado por bahías abiertas, costa rocosa y de arena, salida de nutrientes y minerales de los ríos, efectos de la corriente fría de Humboldt y centros de surgencia oceánicos, los cuales, en su conjunto producen ecosistema único de alta productividad y endemismo en esta parte de América. Los escasos humedales costeros formados por desembocaduras de ríos, aguas subterráneas, lagunas y bahías de aguas someras forman centros de alta biodiversidad en comparación con las zonas aledañas.

Siendo sitios de valor ecológico excepcionales para esta región, esos humedales además, se destacan por recibir una amplia gama de aves migratorias que migran por la ruta migratoria de “Pacifico-Oeste”, para los que tales sitios son de importancia vital. También varios de los sitios reciben aves migratorias por las rutas conocidas como “América-Interior”, “Patagonia” y del Altiplano andino (Figura N°16).

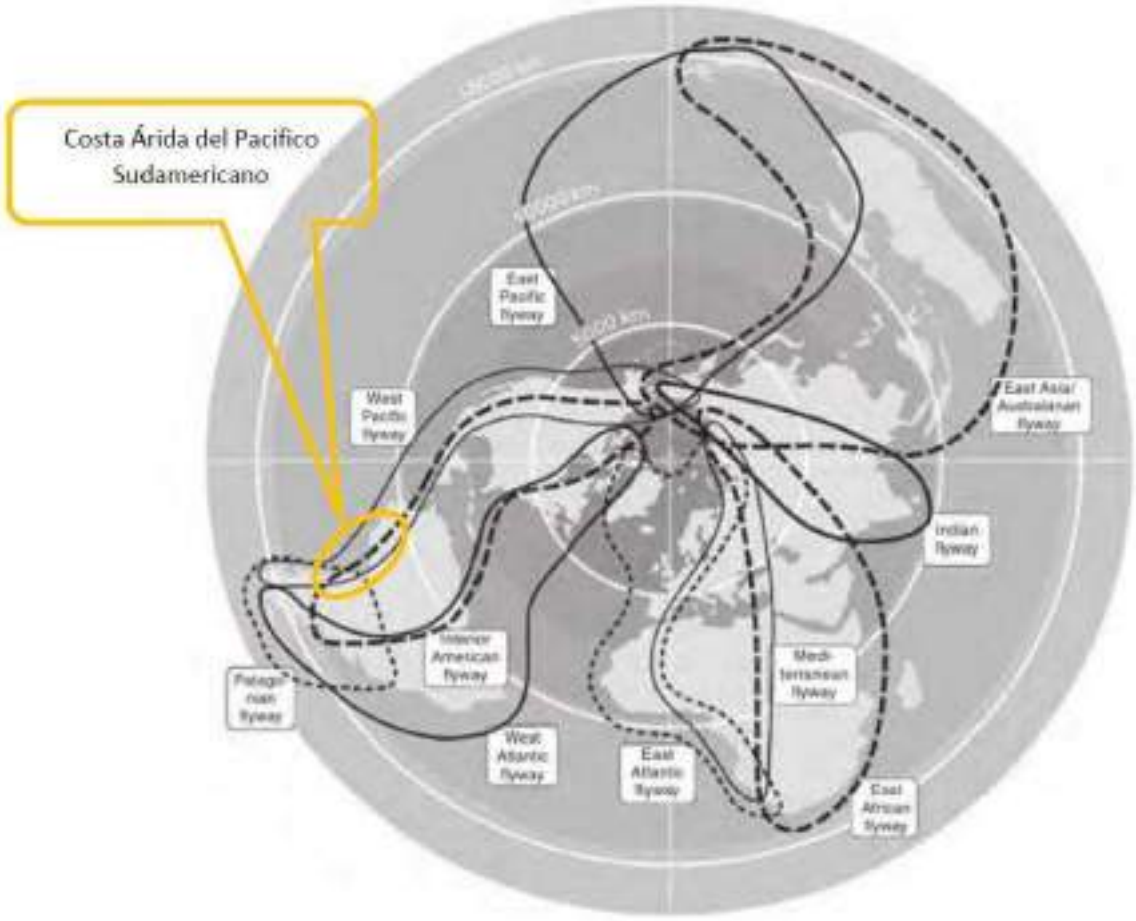


Figura N°16: Principales rutas de aves playeras migratorias. Fuente: Humedales y aves playeras en la costa árida del pacífico Sudamericano (2017).

Los humedales costeros de esta región constituyen ecosistemas muy frágiles con resiliencia ecológica limitada. Aparte de ser naturalmente expuestos a fuerzas como tsunamis y aluviones, en la actualidad están alarmantemente amenazados por una creciente presión antrópica y en estado precario, debido a su susceptibilidad a los efectos del cambio climático, por la delicada relación al recurso hídrico en esta región y por su exposición al mar.

Los esfuerzos de conservación motivados por iniciativas gubernamentales, privadas y ciudadanas lograron proteger algunos humedales en Perú como el Manglar de San Pedro (sitio Ramsar, miembro de la RHRAP y sitio IBA de BirdLife International), Reserva Nacional de Paracas y Santuario Nacional Lagunas de Mejia, entre otros. A lo largo de la costa del centro norte de Chile sólo se ha logrado proteger el humedal de Lluta en Arica, la laguna

Conchalí y, recientemente el humedal de la desembocadura del Río Choapa, todos sitios Ramsar de Chile. El resto de los humedales han recibido atención local pero no ha sido posible designarlos como áreas protegidas oficiales de cada país.[1]

3.3. Humedales costeros de la Región de Atacama

Los humedales costeros de la Región de Atacama (Figura N°10) se encuentran localizados en bahías abiertas y protegidas, y en desembocaduras de ríos, esteros y quebradas; donde se generan aportes de nutrientes terrestres y zonas de surgencia de aguas profundas, lo cual, junto a las condiciones de la corriente fría de Humboldt, constituyen factores que propician altos niveles de biodiversidad y productividad. Son humedales de origen natural y de alimentación energética mixta (continental y litoral), conformando sistemas lénticos (de aguas quietas), cuyo origen corresponde al modelo de desarrollo típico de las lagunas litorales.

La dinámica de los humedales costeros de Atacama, que se presentan fundamentalmente como lagunas, son de características estuarinas, esto es, donde las aguas continentales que provienen de los cauces o de fuentes de agua subterráneas se mezclan con las aguas del mar en condiciones de marea alta, superando la barrera litoral, y de esta manera, se efectúa un intercambio de nutrientes, de agua salada y dulce, lo que genera las condiciones particulares para cada sector, que tienen como expresión las especies de flora y fauna que lo conforman.

Por lo tanto, la existencia e importancia de los humedales, se centra principalmente en que funcionan como descarga de acuíferos, control de inundaciones, refugio de vida silvestre, protección costera, provisión de agua, regulación del clima y como parte de la recreación de turistas, y para el disfrute de la sociedad en general.

En cuanto a vegetación, los humedales se caracterizan por presentar principalmente arbustos bajos muy densos y en algunos sectores, densas hierbas de carácter anual. Las especies que más abundan, son aquellas propias de suelos húmedos y salobres, entre las cuales podemos nombrar la Hierba sosa, Grama salada y Totora. Presentes en la zona ribereña, pero más cercanas al agua, se desarrollan una gran variedad de plantas llamadas macrófitas acuáticas, tales como la Totora, el Carrizo y el Junco.

[1] Tabilo E., et al. (2017) Humedales y Aves playeras en la Costa Árida del pacifico Sudamericano.

El sustrato que aporta la vegetación de los humedales permite que coexistan un conjunto de especies de fauna donde se destaca la presencia de aves, mamíferos, anfibios y reptiles, estos últimos presentan un elevado porcentaje de endemismo y graves problemas de conservación. No obstante lo anterior, el grupo de las aves constituye el componente más importante y carismático de los humedales. Habitan allí durante gran parte del año, efectuando en estos ambientes una parte importante de su ciclo de vida anual que corresponde a la nidificación, la cría o la muda del plumaje. Lo que determina la abundancia de aves en ambientes acuáticos, como los humedales, dependen principalmente de la oferta de alimento y de la protección que estos sitios les brinden para vivir en ellos.

Una característica relevante para el concierto internacional lo constituye el hecho de que estos humedales son estaciones de paso de las aves migratorias, protegidas por Convenciones internacionales, provenientes del Hemisferio norte y que aparecen en territorio chileno en los meses o en la estación de verano (invierno en sus ambientes de origen)[2]



Figura N° 17: Ubicación de los principales humedales costeros de la Región de Atacama.

[2] SEREMI de Medio Ambiente, Depto. de Recursos Naturales Renovables y Biodiversidad. (2011).

3.4. Humedal de Carrizal Bajo.

El humedal costero denominado Laguna de Carrizal Bajo se ubica dentro de la zona mediterránea de Chile Central en su límite norte, lo que corresponde a uno de los "Hot Spots" importantes a nivel mundial, por su biodiversidad en el mundo.

La Laguna de Carrizal se constituye en uno de los escasos humedales costeros del norte de Chile, siendo uno de los más importantes y mejor conservado.



Figura N° 18: Vista Humedal de Carrizal Bajo en sector puente ruta N° 326. Imagen propiedad de Juan Carlos Catalán.

Esta área de alto valor biológico alberga a un importante número de especies de aves residentes y otras migratorias, identificadas estacionalmente por el Servicio Agrícola Ganadero en esta área.

La Laguna Carrizal Bajo ha demostrado ser un foco importante de concentración de biodiversidad, en lo que respecta a todos sus componentes, encontrándose 51 especies de flora, 70 especies de aves, 10 especies de reptiles, 2 anfibios y 12 mamíferos.

La flora registrada en este estudio contempla a 51 especies pertenecientes a 27 familias, de ellas sólo 3 (5,3%) presentan algún grado de amenaza, especies que principalmente se observaron en los sectores de Laderas y Llanos, y Quebradas Interiores. Estos sectores demostraron ser los que presentaron la mayor riqueza específica en cuanto al componente flora se refiere, proporcionando una importante cantidad de alimento y refugio a la fauna que se registró en este lugar.

La flora es de vital importancia para el mantenimiento de este ecosistema, por lo que su importancia debe ponerse en valor en relación a su estructura, y no particularmente por cuantas especies poseen algún grado de conservación. Las diversas asociaciones vegetales insertas en el área de estudio proporcionan una gran diversidad de alimento, refugio y descanso para la fauna y las aves que componen este ensamble avial.

En lo que se refiere al componente de fauna en el presente estudio, este fue de una gran riqueza y diversidad en el área catastrada, presentando muchas de ellas problemas de conservación, como el cururo, el guanaco y el puma. Las mencionadas especies no son residentes dentro del humedal, y sin embargo dependen ecológicamente de él.

Precisamente esta dependencia ecológica de las especies de fauna hacia el humedal, están intrínsecamente asociadas con sus corredores biológicos, que en el área de estudio, serían propiciados por los sectores de Quebradas Interiores, donde se han registrado zonas de transición para mamíferos mayores, como el puma y el guanaco, cururera y una avifauna particular en comparación a las otras unidades de paisaje.

Además, es de relevancia destacar la tremenda importancia que revisten los sectores de Quebradas Interiores, en lo que se refiere al aporte hídrico hacia las napas subterráneas, proporcionando el agua, cimiento principal en lo que se refiere al crecimiento y mantención de la vegetación y su fauna asociada.

El área núcleo de diversidad en la zona de estudio, es claramente el sector del Cuerpo de Agua o Laguna, por encontrarse una gran riqueza y abundancia de aves, sin embargo para una protección efectiva de la laguna, es de vital importancia incorporar a los sectores de Riberas, Laderas y Llanos, Quebradas Interiores, Quebrada Carrizal Bajo como zona de amortiguamiento al área núcleo y mantención del importante valor biológico, propio de cada sector.

Es importante señalar que el valor biológico del Sitio Prioritario Laguna Carrizal Bajo, está determinado por un conjunto de sectores y especies propias que lo conforman, por lo tanto, es importante valorarlo y conservarlo como un SISTEMA que está proporcionando un importante equilibrio ecológico al sector de la Laguna y el cual proporciona una alta diversidad de aves.

La Laguna de Carrizal Bajo ha demostrado ser un importante foco de concentración de biodiversidad en el norte de Chile, posicionándose como uno de los humedales más importantes del país en lo que se refiere a la diversidad y riqueza avial, por lo que su protección oficial es considerada una medida prioritaria para los organismos gubernamentales, para un desarrollo sostenible a través del tiempo.

3.5. Interacción con Parque Nacional Llanos de Challe

Cabe destacar que el **humedal costero de Carrizal Bajo se ubica muy cercano al Parque Nacional Llanos de Challe, distante a 3,5 km**, lo que se constituye en una posibilidad de potenciar ambos espacios naturales y complementar acciones de conservación (Figura N°19).

A diferencia del SNASPE que es administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), cuyo objetivo es incorporar en una representatividad del 10% cada uno de los ecosistemas terrestres existentes en el país al sistema de protección bajo la figura de Parque Nacional, Reserva Nacional o Monumento Natural, el objetivo de protección de la figura de **Santuario de la Naturaleza** dice relación con la protección de ambientes de gran valor que contienen elementos de carácter patrimonial, cuya conservación se ha determinado como de importancia para la investigación científica, la educación y el interés nacional en general, independientemente y del régimen de propiedad donde estos lugares se encuentren y del tipo de ambiente al que pertenezcan. Debido a esto ambos sistemas legales para la protección de áreas naturales, son complementarios y se refuerzan mutuamente, como sería el caso de “Parque Nacional Llanos de Challe” y esta propuesta de “Santuario de la Naturaleza Humedal Costero de Carrizal Bajo”.

Los Santuarios de la Naturaleza a diferencia de otras figuras de protección para Áreas Silvestres a nivel nacional, buscan dar protección a lugares que son de interés nacional por las características particulares que presentan, pero también por las condiciones especiales

o relevantes que ofrecen para las investigaciones científicas y actividades orientadas a la educación, especialmente desde el punto de vista de los valores ecológicos particulares, ciencias geológicas y paleontológicas; esto además de buscar contribuir a la conservación de la biodiversidad de carácter patrimonial.

El Parque Nacional Llanos de Challe se encuentra ubicado en la costa de la Región de Atacama, en la provincia de Huasco, a 60 kilómetros de Vallenar y a 40 kilómetros de Huasco. Fue creado como zona de interés científico para efectos mineros y tiene una superficie de 447,6 km² en una zona ecológica del desierto costero.



Figura N° 19: Visualización de humedal de Carrizal Bajo y Parque Nacional Llanos de Challe, Fuente: Elaboración propia.

El Parque Nacional Llanos de Challe tiene registradas 206 especies de plantas nativas y en categorías de amenaza, se encuentran 2 especies En Peligro y 14 Vulnerables. Además, se presentan variadas especies de flora y fauna en común con el sector de Carrizal debido a la cercanía de estas localidades, la diferencia es que el Parque Nacional Llanos de Challe representa una Figura de protección con una consagración jurídica formal, de rango legal. Los parques nacionales se encuentran administrados por CONAF asegurando la conservación de los ecosistemas resguardados.

El Plan de Manejo del Parque Nacional Llanos de Challe (CONAF, 1997), establece que *"El Parque fue creado para cumplir objetivos que en la práctica exceden los actuales deslindes, dado que existen recursos naturales de alta importancia fuera de la unidad. Por lo tanto, para poder cumplir integralmente con los objetivos antes señalados es necesario la ampliación de la unidad, incorporando de esta manera a los recursos que a continuación se destacan:*

c) Sector Oeste: Al ampliar los límites en este sector se logran incorporar varios sitios de mucho interés, como, por ejemplo:

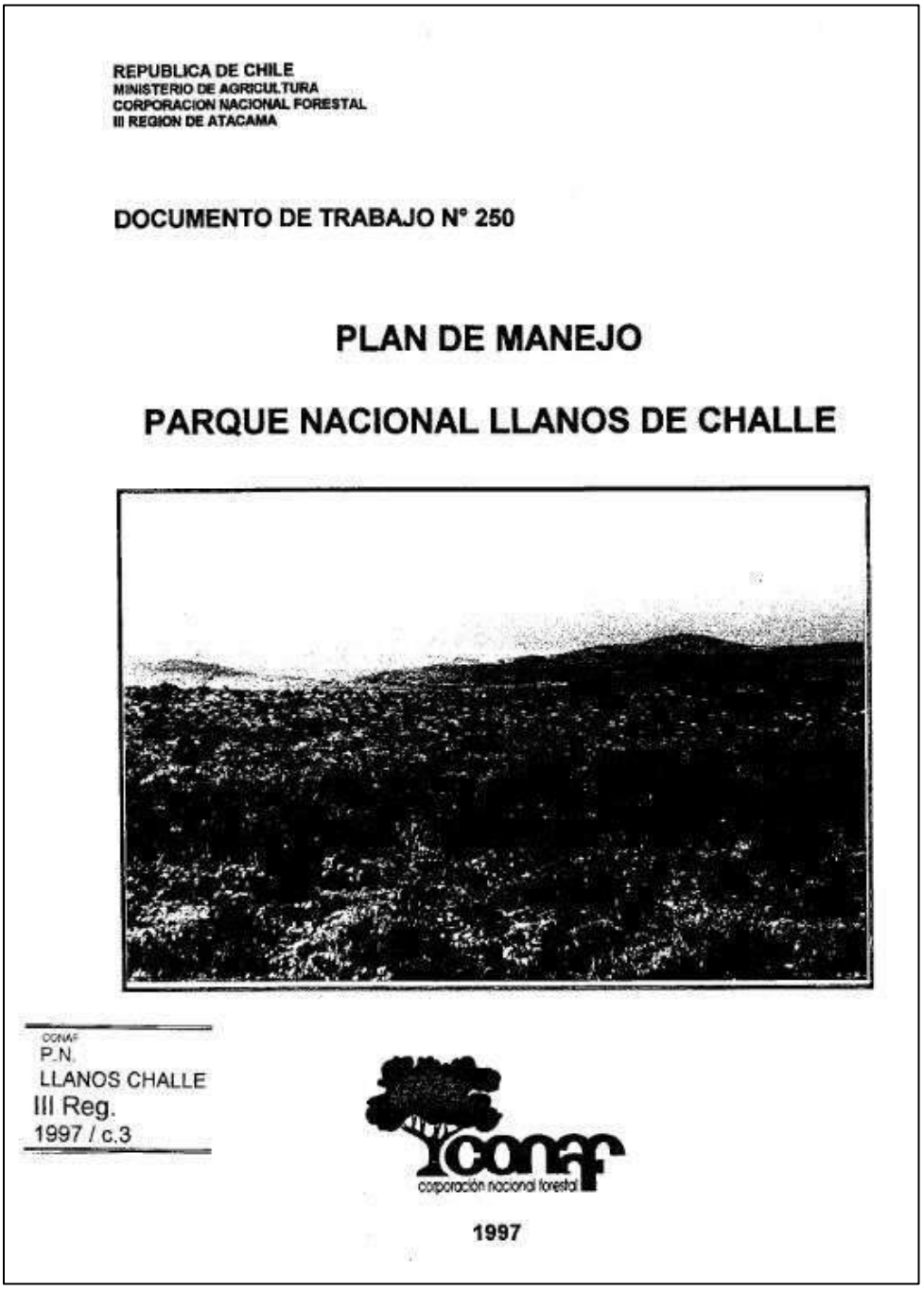
- la laguna que se encuentra ubicada en la desembocadura de la quebrada de Carrizal y que concentra una población de avifauna de singular interés y muy vulnerable a la acción antrópica".

Así mismo dicho plan de Manejo determina Objetivos Específicos del Parque Llanos de Challe, de los que destaca:

"f) Contribuir al desarrollo de las comunidades adyacentes a través de la realización de actividades compatibles con los objetivos antes señalados, y a través de la conservación y manejo integral del área del Parque".

Finalmente, en el punto 6.3 Programa de Educación e Interpretación Ambiental, el plan de manejo del Parque señala que: *"c) Recopilar la información requerida, planificar y elaborar el material de difusión para charlas, exposiciones, paneles, que requerirá este programa, así como también para exhibiciones que se expondrán en el Centro de Interpretación Ambiental del Parque Nacional Llanos de Challe, con énfasis en los siguientes temas:*

- La importancia del agua como recurso indispensable para generar vida en el desierto: cuerpo de agua de Carrizal Bajo con su avifauna asociada, los humedales y sus especies animales y vegetales asociadas".


REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
CORPORACION NACIONAL FORESTAL
III REGION DE ATACAMA

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 250

PLAN DE MANEJO

PARQUE NACIONAL LLANOS DE CHALLE

CONAF
P.N.
LLANOS CHALLE
III Reg.
1997 / c.3

corporación nacional forestal

1997

Figura N° 20: Portada de Plan de Manejo del Parque Nacional Llanos de Challe (CONAF, 1997),

3.6. Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) para Huasco

El Programa para la Recuperación Ambiental y Social de Huasco (PRAS de Huasco)[3] es un programa multisectorial liderado por el Ministerio del Medio Ambiente, el cual busca el diálogo entre actores diversos que permita a los ciudadanos del territorio, mediante un modelo participativo, vivir en un ambiente libre de contaminación, así como también señalar las prioridades de recuperación ambiental y social, definiendo la gradualidad de su implementación.

Entre la cartera de medidas priorizadas por el PRAS Huasco, se tiene la propuesta de declaración de Humedal de Carrizal Bajo como Santuario de la Naturaleza, según se describe en ficha E.1.6.



Figura N° 21: Ficha E.1.6. Programa para la Recuperación Ambiental y Social de Huasco (PRAS de Huasco)

[3] https://pras.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/02/Huasco-11-01-2018.pdf

3.7. Figura de protección y marco legal

Los Santuarios de la Naturaleza se encuentran establecidos en la Ley N° 17.288, de 1970, sobre Monumentos Nacionales. En consecuencia, esta categoría de protección tiene una consagración jurídica formal, de rango legal.

De conformidad a lo establecido en el art. 31 de la Ley de Monumentos Nacionales, “son Santuarios de la Naturaleza todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios o investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado”.

Los objetivos identificados por parte de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza asociados a los Santuarios de la Naturaleza son dos:
I) Proteger rasgos naturales determinados incluyendo la biodiversidad y los hábitats asociados a ellos.
II) Proteger y mantener paisajes terrestres/marinos importantes y la conservación de la naturaleza y valores culturales asociados.

3.7.1. Competencias y atribuciones para su administración

Según el TITULO VII De los Santuarios de la Naturaleza e Investigaciones Científicas, ARTICULO 31° Ley 17288/2017, La custodia de los Santuarios de la Naturaleza corresponde al Ministerio del Medio Ambiente, el cual se hará asesorar para los efectos por especialistas en ciencias ambientales. Así, no se podrá, sin la autorización previa de este Ministerio, iniciar en ellos trabajos de construcción o excavación, ni desarrollar actividades como pesca, caza, explotación rural o cualquiera otra actividad que pudiera alterar su estado natural. En el caso que los sitios declarados Santuarios de la Naturaleza estuvieren situados en terrenos particulares, sus dueños deberán velar por su debida protección, denunciando ante el referido Ministerio los daños que por causas ajenas a su voluntad se hubieren producido en ellos.

El inciso 5º del art. 31 establece que “la declaración de Santuario de la Naturaleza deberá contar siempre con informe previo del Consejo de Monumentos Nacionales”, en tanto que

el inciso 6º del mismo artículo establece que “se exceptúan de esta disposición aquellas áreas que en virtud de atribución propia, el Ministerio del Medio Ambiente declare Parques Nacionales o tengan tal calidad a la fecha de publicación de esta ley”. Cabe señalar que la infracción a lo dispuesto en este art. 31 “será sancionada con multa de cincuenta a quinientas unidades tributarias mensuales”. Por su parte, el art. 10 letra p) de la Ley N° 19.300 establece como uno de los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, “la ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de regiones vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos que la legislación respectiva lo permita”. En consecuencia, cualquier proyecto o actividad que se pretenda ejecutar en estas áreas requerirá previamente ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

3.7.2. Instrumentos y mecanismos de gestión

No se encuentran consagrados jurídicamente mecanismos específicos de administración.
No obstante lo anterior, la declaración de un Santuario de la Naturaleza permite proteger ambientes que no pueden ser parte del SNASPE como es el caso de los predios de propiedad privada y cuerpos de agua continentales y marinos. Con todo, la ley sobre Monumentos Nacionales tampoco incluye mecanismos de incentivo a la conservación de santuarios declarados en predios privados, con lo cual se desaprovecha la oportunidad de generar mayores niveles de protección. Esta declaratoria, cuando recae sobre un inmueble de dominio particular, puede llegar a ser un gravamen impuesto en función de un interés colectivo, sin brindar una compensación que permita al propietario asumir acciones de protección y conservación que permitan administrar y gestionar adecuadamente el santuario.

Según el artículo 8 del Reglamento del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental DS40/2012 Sobre la Localización y valor ambiental del territorio, indica que: “El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad se localiza en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.

Se entenderá que el proyecto o actividad se localiza en o próxima a población, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares o a un territorio con valor ambiental, cuando éstas se encuentren en el área de influencia del proyecto o actividad.", en ese sentido "*Se entenderá por áreas protegidas cualesquiera porciones de territorio, delimitadas geográficamente y establecidas mediante un acto administrativo de autoridad competente, colocadas bajo protección oficial con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza o conservar el patrimonio ambiental*"[4]

Considerando que cualquier tipo de proyecto que se emplace en el área del santuario podría considerar el impacto a la magnitud del humedal como área protegida, se le puede exigir al titular un Estudio de Impacto Ambiental, el cual podría considerar medidas de compensación y /o Mitigación para que de esta manera se evite un daño ambiental en el área a proteger.

3.7.3. Resumen de implicancias para un área su nombramiento como Santuario de la Naturaleza

1. **Obras, programas o actividades en SN deberán someterse al SEIA:** De acuerdo al DS. N°40/2012, que establece el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), se menciona en su artículo N°3 letra p) que la "Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita" deberán someterse al SEIA.

2. Para el mismo marco regulatorio, la ley 19.300 en su artículo 11, letra d), indica que los proyectos o actividades enumerados en el artículo 10) de la ley (o artículo 3 del reglamento), requerirán la elaboración de un **estudio de impacto ambiental**, si su localización es "*en o próxima a poblaciones, recursos y* ***áreas protegidas****, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser*

[4] DS 40/2012. Aprueba el reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental.

afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar." Vale decir, cualquiera sea la razón de sometimiento al SEIA, si se cumple con esta indicación, se requerirá de la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental de parte del titular del proyecto.

3. **Desarrollo de ciertas actividades en SN requerirán autorización previa por parte del Consejo de Monumentos Nacionales (CMN)**: El artículo 31 de la ley de Monumentos Nacionales establece que "*no se podrá, sin la autorización del Servicio (CMN), iniciar trabajos de construcción, excavación, o para desarrollar actividades como pesca, caza, explotación rural o cualquier otra actividad que pudiera alterar su estado natural*". Este permiso adquiere el carácter de Permiso Ambiental Sectorial, en el marco del SEIA, en virtud del artículo N°120 del D.S, 40.

4. **Se establece obligatoriedad de protección**: el mismo artículo 31 señala que en caso de situarse un SN en terrenos privados, sus dueños deberán velar por su protección.

5. **Se establecen infracciones**: el incumplimiento a lo dispuesto en el artículo 31 puede ser sancionado con **multa de 50 a 500 UTM**.

6. **Necesidad de gestión y administración**: puede radicar en un ente público, privado o mixto, dependiendo del tipo de propiedad que se quiera postular y de los arreglos de administración que se determinen en la etapa de formulación de la iniciativa. El administrador puede ser persona natural o jurídica, público o privado, con o sin fines de lucro.

3.7.4. Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022

Los humedales son ecosistemas que entregan beneficios y servicios fundamentales para toda la vida sobre la Tierra. Proveen agua dulce, alimentos y recursos; controlan las crecidas, representan la recarga de aguas subterráneas y son el hogar permanente o de paso, de muchas especies de flora y fauna.

La mitad de los humedales en el mundo han sido destruidos, pero la buena noticia es que hoy existen muchas personas y organizaciones que están trabajando por mantenerlos y recuperarlos.

En Chile, el **Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022**[5] es una iniciativa del Gobierno de Chile que busca contribuir a detener el deterioro de los humedales y preservar su rica biodiversidad.

A cada humedal se asociará una figura de área protegida, que es uno de los mecanismos más efectivos para garantizar la conservación de la biodiversidad y su patrimonio natural. Cada área protegida está acompañada de normativa e instituciones que se encargan de su protección, la que puede tener distintas figuras, desde una protección más estricta hasta el uso sustentable de los recursos naturales. Todo depende de los objetos de conservación que se establezcan y los objetivos que se definan.

Otra característica es el régimen de propiedad existente en los terrenos que se pretendan declarar como área protegida, ya que la mayoría de las categorías existentes aplican a propiedad a nombre del Fisco o en bienes nacionales de uso público. La única figura asignable en el marco jurídico vigente a propiedad privada, es la de Santuario de la Naturaleza.

El Humedal de Carrizal Bajo se encuentra priorizado en este instrumento bajo la figura de Santuario de la Naturaleza.

[5] http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/11/Plan_humedales_Baja_confrase_VERSION-DEFINITIVA.pdf

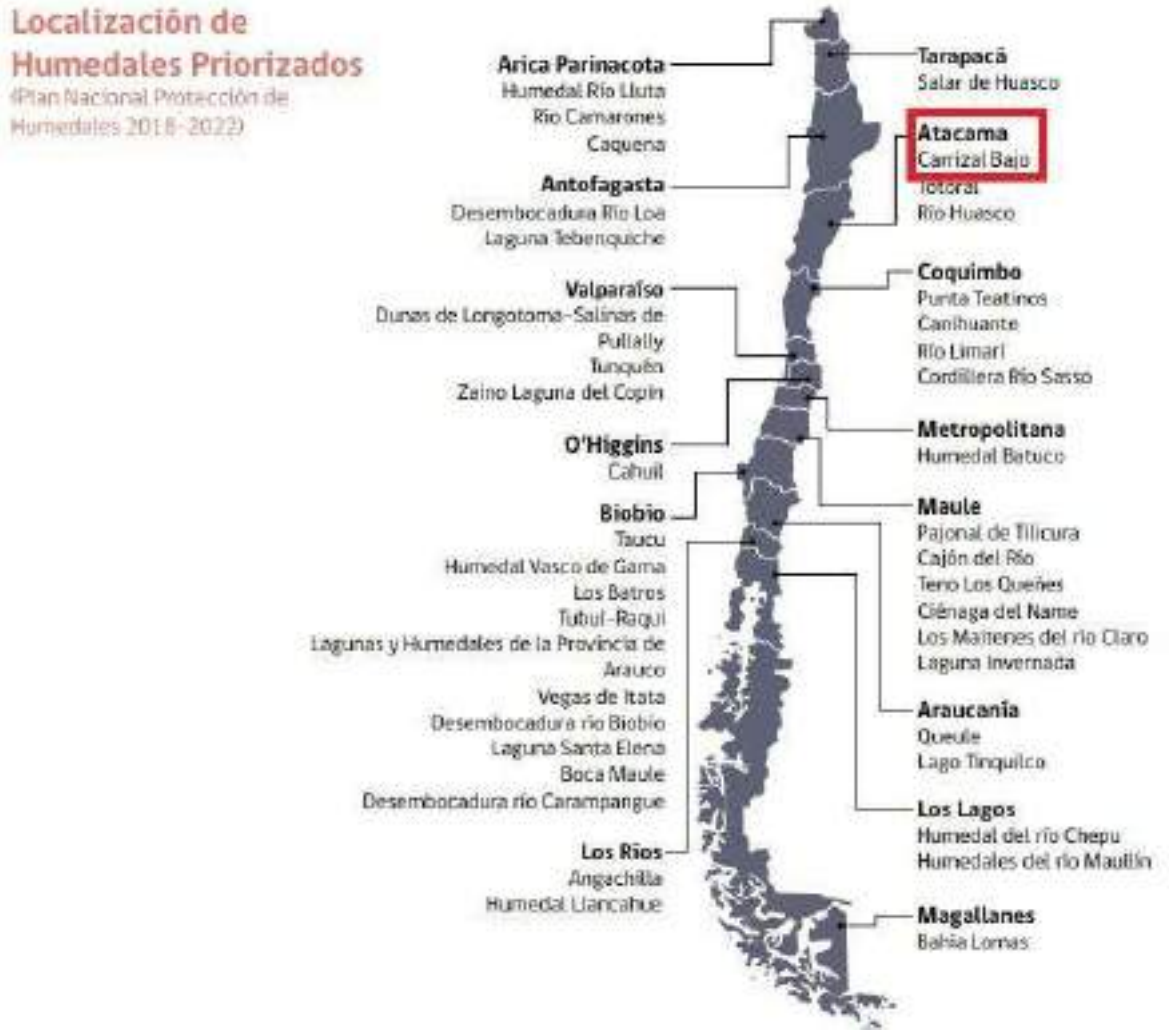


Figura N° 22: Localización de Humedales Priorizados (Plan Nacional Protección de Humedales 2018-2022). Detalle en cuadro rojo de Humedal de Carrizal Bajo. Fuente: MMA, 2018.

3.8. Impactos

3.8.1. Residuos

Es conocido que los Humedales costeros de la Región de Atacama tienen importantes problemas asociados a la acumulación de residuos sólidos, los cuales afectan directamente a la rica biodiversidad que se alberga en dichos ecosistemas.

Se han detectado en el humedal de Carrizal Bajo grandes cantidades de residuos dispersos en micro basurales asociados a riberas dunares y rocosas, además de residuos en la laguna misma. Se pueden encontrar latas, vidrios, maderas, plásticos, ropa, papeles, pañales, cajas, entre otro tipo de residuos.

Cabe señalar que el sector se encuentra cercano al poblado de Carrizal Bajo, que si bien tiene una población acotada y que en general cuida el sector, también es reconocido el aumento de población flotante en época estival, muchos de ellos veraneantes que hacen un uso recreacional directo del sector de playa y laguna, con lo cual aumenta la cantidad de residuos generados y liberados al ecosistema. En la misma época de verano, la comunidad organiza diversos eventos o carnavales en el sector playa, luego de los cuales se incrementan los residuos generados en sector playa y laguna.

Si bien el Municipio de Huasco aumenta el retiro de residuos en época estival, es claro que se deben realizar acciones mayores de limpieza y concientización, tanto de pobladores locales como de veraneantes en cuanto una adecuada gestión de residuos.

En variadas ocasiones por parte de la municipalidad se han realizado limpiezas al Humedal Laguna Carrizal Bajo, donde en dos horas de limpieza y en un pequeño tramo de la laguna se pueden recolectar grandes cantidades de residuos. (Figura N° 23-28)

Al respecto, no existe una cuantificación de residuos, ni una campaña comunicacional a la comunidad para resguardar estos ecosistemas. Complementariamente, se evidencia un vacío de información y de financiamiento para la correcta gestión de residuos en el área a resguardar.



Figura N° 23: Afiche de jornada de limpieza Humedal Carrizal Bajo, organizada por la Ilustre Municipalidad de Huasco (Febrero 2018).





Figura N°24: Residuos recolectados en la jornada de limpieza, Fecha 09 de febrero del 2018



Figura N°25: Jornada de Limpieza del Humedal Carrizal Bajo, Fecha 09 de febrero 2018

Actualidad

Retiraron más de una tonelada de basura en playa de Carrizal Bajo

GESTIÓN. *Vecinos y el municipio de Huasco realizaron las labores de limpieza luego del evento organizado por el Día de los Enamorados.*

Daniela Manzaga

El martes, en vísperas del Día de los Enamorados, se realizó un evento masivo que en realidad se en la playa de Carrizal Bajo y que reunió a cerca de tres mil personal. En el lugar se presentaron distintos artistas y brindaron un momento de esparcimiento a los residentes y turistas del sector.

El lado amargo fue la cantidad de basura que quedó en la playa, a pesar de contar con basureros en el sitio, bolsas, botellas y plásticos en general se lograron divisar en el sector costero. Desde el municipio de Huasco indicaron que posterior al evento se retiraron mil 500 kilos de basura.

Considerando que la actividad recreativa a orilla del mar es una iniciativa de los habitantes del lugar con apoyo municipal, se organizaron cuadrillas de trabajo con agrupaciones sociales de Carrizal Bajo y personal municipal de Huasco para retirar la totalidad de los residuos que quedaron esparcidos en la arena.



A PESAR DE TENER CONTENEDORES, ROTARON LA BASURA EN LA PLAYA.

LLAMADO

Desde el municipio de Huasco hicieron un llamado a las personas que asisten a estos eventos masivos a que depositen sus residuos en los contenedores habilitados o se lleven su basura, con el objetivo de cuidar y preservar el entorno del borde costero.

Además, indicaron que en esta época estival tienen un operativo especial de recolección de basura por las caletas de la comuna y cier-

1.500
kilos de basura fueron retirados de la playa después del evento masivo.

3.000
personas asistieron al evento en vísperas del Día de los Enamorados.

tos días de la semana se retiran los residuos de los lugares turísticos más visitados de la zona. 04

Figura N° 26: Extracto Noticia Diario de Atacama viernes 16 de febrero 2018.



Figura N° 27: Afiche de actividad “Campeonato limpieza del fondo Marino Balneario Carrizal Bajo”, organizada por la Ilustre Municipalidad de Huasco (Abril, 2018).





Figura N° 28: Imágenes de actividad “Campeonato limpieza del fondo Marino Balneario Carrizal Bajo”, organizada por la Ilustre Municipalidad de Huasco (abril, 2018).

3.8.2. Bajo nivel de gestión en el sector turístico

La principal amenaza que enfrenta este humedal, es el turismo no regulado, debido a que genera un fuerte impacto al humedal, con las presiones anexas como la generación de desechos y residuos sólidos, además de perros sueltos, que son una amenaza directa para la fauna del lugar. Este turismo no regulado, también ha ocasionado que las personas utilicen este lugar como un sitio de picnic o botadero de basuras, que en el último tiempo ha generado la ocurrencia de incendios forestales.

El sitio define tres principales aspectos asociados al turismo:

Humedal Laguna Carrizal Bajo: Es un área costera detrás de la playa principal de la localidad. En él se pueden apreciar flamencos, cisnes de cuello negro, cisnes coscoroba, patos jergón grande, patos reales, taguas de frente roja, taguas, taguas chicas, pitotoys, garzas cuca, jotes de cabeza roja, yecos, rayadores, zarapitos, pilpilenes negros, gaviotas garuma, gaviotas de Franklin, playeros de Baird, playeros blancos y zorros chilla.

Desierto florido: Es un fenómeno que consiste en la aparición de una gran diversidad de flores entre los meses de septiembre y noviembre, en los años en que las precipitaciones están por sobre el rango normal para la zona. Es apreciable en diferentes sectores de la comuna de Huasco. Cerca de Carrizal Bajo la especie endémica garra de león brota provocando gran interés turístico.

Playa Carrizal Bajo: Es una pequeña playa en la herradura de Carrizal Bajo, de arena café y de escaso oleaje y viento. Muy apetecida por los turistas.

Los principales impactos asociados al humedal provienen de actividades antrópicas asociadas al turismo que se produce en la zona en la temporada de verano, ya que ocurren en el emplazamiento del humedal. Así mismo, existe una zona de camping no regulada (Figura N°29), con precarias medidas de higiene y sin manejo de residuos, por lo que el área contigua al humedal a proteger se encuentra frecuentemente lleno de basura.



Figura N° 29: Carpas en la zona de camping al lado del humedal de Carrizal Bajo, Fecha: 02 de Febrero de 2018.

Otra problemática asociada al sector turístico es la falta de ordenamiento en cuanto al estacionamiento de vehículos de visitantes y caminos de acceso al interior del Humedal. En las imágenes (Figura N° 30-32) se puede observar la gran cantidad de vehículos que ingresan en época estival al sector de playa, del Humedal de Carrizal Bajo.





Figura N° 30: Vista Playa Carrizal Bajo, verano 2018. Gentileza de Sr. Rene Ossandon.





Figura N° 31: Vista Veraneantes en Playa Carrizal Bajo y laguna Humedal, verano 2018. Gentileza de Sr. Rene Ossandon.



Figura N° 32. Actividad Familiar “Se Vive en Carrizal Bajo”. Febrero 2018. Gentileza de Hugo Perez.

3.8.3. Caza Furtiva

Se entiende por “caza” todas las acciones o conjunto de acciones tendientes al apoderamiento de especímenes de la fauna silvestre, por la vía de darles muerte. La caza puede ser mayor o menor. Se entiende por caza mayor la de animales que en su estado adulto alcanzan normalmente un peso de cuarenta o más kilogramos, aunque al momento de su caza su peso sea inferior a éste. Se entiende por caza menor la de animales que en su estado adulto alcanzan habitualmente un peso inferior a dicha cifra[6]. La Ley de Caza chilena prohíbe la caza o captura de ejemplares de la fauna silvestre que pertenezcan a especies catalogadas en peligro de extinción (EN), vulnerables (VU), raras (R) y escasamente conocidas (IC), sean esenciales para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales o presenten densidades poblacionales reducidas. Las labores de fiscalización de estas acciones son responsabilidad del SAG, organismo que controla y regula la ley de caza N° 19.413. Al ser el Humedal de Carrizal Bajo un lugar de alta biodiversidad entre ellas especies con algún grado de conservación se hace necesario controlar estas malas prácticas por parte de la comunidad.

Por medio de registro audiovisual filmado[7], con fecha 22 de noviembre de 2018, se evidencia a dos personas a orillas de la Laguna del Humedal costero de Carrizal Bajo, realizando disparos a fauna nativa del sector. Al parecer se trataría de dos jóvenes con un arma a "balines" que disparan a un reptil y aves cercanas. Esta situación fue denunciada por la SEREMI DEL Medio Ambiente Región de Atacama a SAG y PDI, mediante Ord. N° 662 del 23 de noviembre de 2018.

[6] Ley de Caza N° 19473.
[7] https://m.facebook.com/story.php?story_fbid=10217884735568824&id=1196594704



Figura N° 33. Detalle vídeo que capta a personas disparando a fauna nativa en Humedad de Carrizal Bajo (22 de noviembre de 2018). Fuente, MMA, 2018.

3.8.4. Deportes 4x4

Los deportes 4x4 como Rallys y Raids con bastante practicados en la Región de Atacama, realizándose diferentes campeonatos dentro de la Región, pero al ser un deporte frecuentemente practicado por la comunidad se ocupan principalmente las dunas y sectores de playa, lo cual si no es controlado, puede provocar la disminución de diversidad de especies a causa de impactos de automóviles o motos con diferentes tipos de especies, alteración y disminución de hábitats por huellas, posibles derrames de combustible o aceite, emisiones de material particulado sedimentable (MPS) y material particulado grueso (MP10), además de emisiones de ruido y vibraciones.

Complementariamente existe un uso recreacional asociado a cuadrimotos en la playa de carrizal bajo, la cual es colindante al Humedal.



Figura N° 34: Campeonato Rally Cross country en Huasco, 2011. Fuente: elnoticierodehuasco.cl.



Figura N° 35: Cuadrimotos en playa de Carrizal Bajo. Fuente MMA, octubre de 2018.

3.8.5. Calidad de las aguas del humedal

Un Impacto negativo dentro del humedal está asociado a la muerte de peces, donde los vecinos indican que existen muertes masivas de la fauna íctica del humedal, producidos probablemente por floraciones o bloom de algas, por lo que se hace necesario un sistema de monitoreo de la calidad de las aguas en el humedal. Una de las principales formas de caracterizar un sistema acuático es la determinación del estado trófico o estado de alimentación, el que determina la productividad. El término eutrofización designa el proceso que presentan algunos sistemas acuáticos dado por el aporte de nutrientes desde la cuenca de drenaje, que se manifiesta en una intensa proliferación y acumulación excesiva de micro algas y plantas superiores

La causa principal de la eutrofización es el incremento de la carga de nutrientes por diversas vías, fundamentalmente de las diferentes fracciones de fósforo y nitrógeno, asociado a aportes externos o internos. La carga externa se genera a partir de materiales arrastrados por la acción de la precipitación y la erosión en la cuenca. A ello se le suma el vertido de efluentes de manera antrópica. La carga interna de nutrientes se genera como consecuencia de la descomposición de materia orgánica en el propio sistema, la retención de nutrientes a través de mecanismos físicos y químicos en el sedimento, así como su incorporación en la biomasa de organismos animales y vegetales. La principal fuente interna de nutrientes en la mayoría de los casos es el sedimento del propio sistema, el cual puede actuar como fuente de nutrientes causando el proceso de eutrofización del sistema.



Figura N° 36: Vista de microalgas zona de ribera Humedal y muerte de individuo de ictofauna en Laguna de Carrizal Bajo. Fuente MMA, 2018.

3.8.6. Extracción de aguas subterráneas

Asociado al área de influencia del humedal, está la instalación del sistema de Agua Potable Rural (APR) de localidad de Carrizal Bajo, aguas arriba del Humedal, para el cual se presentó en el año 2001 una Declaración de Impacto Ambiental, donde se indica que la extracción de agua se realiza desde un pozo que entrega un caudal de 12,2 l/s y que el agua presenta excesos de algunos parámetros respecto de lo permitido por la NCh 409/1 Of 84. Razón por la cual, se requieren tratamientos físico químicos y biológicos del agua extraída. El primer tratamiento del agua consiste en el filtrado, para luego pasar por una planta de osmosis inversa, donde se elimina el exceso de salinidad, y finalmente el agua es clorada para su desinfección y potabilización, previo a su distribución. Visualmente se puede observar que el APR descrito extrae aguas desde un pozo alejado del humedal pero en su área de influencia directa.

			GEOREFRENCIACIÓN APR DATUM WGS84					
			ESTANQUE		FUENTE		LOCALIDAD	
COD.	SECTOR	COMUNA	COORDENADAS UTM		COORDENADAS UTM		COORDENADAS UTM	
			NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
APR0485	CARRIZAL BAJO	HUASCO	6890337	289318	6889681	289848	6891814	288941

Tabla N°5. Georefrenciación APR de Carrizal Bajo.

Este APR es la única actividad de extracción de Agua en el área de influencia directa de propuesta de santuario. La propuesta de santuario respetará como prioridad la utilización de agua subterránea para consumo de agua potable de la comunidad.

Según un estudio sobre la cuenca de Carrizal[8], realizado por la Dirección General de Aguas, se establece que existen recursos disponibles en los acuíferos de Carrizal para acoger solicitudes de derecho de agua, lo que significa que hay posibilidades de extracción de aguas subterráneas del acuífero de Carrizal (aguas arriba del humedal), lo que potencialmente podría ocasionar un impacto en el humedal y en el Agua Potable Rural.



Figura N° 37: Ubicación Agua potable rural Carrizal Bajo, Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth.

[8] DGA, 2010. *ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS DE LOS ACUÍFEROS COSTEROS UBICADOS ENTRE LOS RÍOS SALADO Y HUASCO, REGIÓN DE ATACAMA.*



Figura N° 38: Vista APR0485 de Carrizal Bajo en relación a propuesta de Santuario de la Naturaleza.



Figura N° 39: Vista APR0485 de Carrizal Bajo.

3.8.7. Riesgos Naturales

Los daños provocados por el tsunami que afectó nuestras costas producto del terremoto ocurrido en Japón el año 2011 evidenciaron la vulnerabilidad del Humedal de Carrizal Bajo, el cual sufrió un gran daño ambiental y ecológico, al ingresar el mar al interior del humedal recorriendo aproximadamente 400 metros, llegando muy cerca del puente de la ruta costera.

Al retirase este oleaje, produjo un daño ecológico importante, ya que secó parte del humedal llevándose gran parte del agua que éste contenía hacia el mar, dejando a las aves acuáticas sin su estrato alimenticio. Esto produjo la muerte de peces, taguas, patos juveniles y adultos, crustáceos y muchas otras aves que vivían allí. Los grupos más afectada, fueron peces y aves, de las cuales, muchas emigraron a la desembocadura del río Huasco y se reubicaron allí.

Este evento natural generó que la marejada rompiera la barrera natural de arena que separa la playa de la laguna, lo cual permitía un flujo normal y equilibrado entre el agua de la laguna y el agua de mar, lo que generaba las características físicas, químicas y biológicas de un humedal estuarino.

El rompimiento de esta barrera natural provocó un desequilibrio evidente en el flujo de intercambio Laguna – Agua salada, por lo que el agua proveniente del mar entra libremente a la Laguna provocando un desequilibrio ecológico. Sumado a esto, se observó una baja de 70 centímetros en promedio, en el espejo de agua. Ambos impactos han generado que las algas acuáticas, vital alimento para las aves y peces, hayan desaparecido y por ende, la posible muerte y migración de las especies de aves características del lugar. Los cambios en la cobertura y profundidad de la laguna generaron que algunas especies quedaran desprovistas de refugio, haciéndolas vulnerables frente a sus depredadores (zorros, perros y aves rapaces), constituyendo la principal causa de muerte evidenciada post Tsunami en la laguna del Humedal de Carrizal Bajo.



Figura 40: Estado de Humedal de Carrizal Bajo antes (izquierda) y después (derecha) de Tsunami del año 2011.



Figura 41: Estado de Humedal de Carrizal Bajo antes (izquierda) y después (derecha) de Tsunami del año 2011.

3.8.8. Perros Asilvestrados y domésticos

Otro impacto identificado y mencionado por gente de la localidad, es la presencia de perros asilvestrados y perros domésticos que atacan a la fauna silvestre que habita en el área de la ribera del humedal, así como sectores más lejanos como Parque Nacional Llanos de Challe. Este problemática se ha vuelto recurrente en el sector donde se mencionan ataques a las aves que allí se encuentran. Cabe mencionar que con el incremento de la población, también incrementan el número de mascotas, los que a falta de una tenencia responsable y el deambular de estos animales, se producen ciertos daños e impactos tales como la perturbación de la fauna silvestre, perturbación en la anidación de aves, depredación de

fauna silvestre, lo que genera competencia con otros depredadores, como carnívoros y carroñeros.

CONAF indica que la presencia de perros y gatos al interior y en zonas aledañas a los parques nacionales de Atacama produce graves efectos negativos. Uno de ellos son los ataques directos a fauna silvestre, donde el más amenazado es el guanaco, especie considerada en Peligro de Extinción por la Ley de Caza del SAG y vulnerable por el Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio de Medio Ambiente.



Guardaparques encuentra dos guanacos muertos en parque nacional Llanos de Challe

Un ejemplar es una cría y en las inmediaciones se encontraron los rastros de perros.

Dos guanacos muertos fueron hallados por los guardaparques del Parque Nacional Llanos de Challe, de los cuales al menos uno se confirmó que fue abatido por perros. A estos se suman otros cuatro hallazgos durante el presente año en los alrededores o al interior de las áreas Protegidas de Atacama, como el Parque Nacional Pan de Azúcar (3) y Parque Nacional Llanos de Challe (3), de los cuales 4 se asocian al ataque de perros, uno a atropello y otro confirmado que fue muerto por cazadores con perros.

En cuanto a este último caso, mientras los guardaparques realizaban un patrullaje y marcación de sendero por la Quebrada Rascamoño, ubicada a 3 kilómetros aproximadamente de la unidad de Los Pozos, se encontró a un chulengo (como se conoce a las crías de los guanacos) muerto, alrededor de las aguadas, logrando identificar y observar la presencia de perro y sus huellas.

En relación a estos hechos, CONAF hace un llamado a la comunidad a que ayude a proteger al guanaco, que es una especie en categoría de vulnerable en esta región, y por lo tanto se requiere hacer esfuerzos en su conservación. Por lo mismo, se solicita a quienes detecten este tipo de situaciones a que las denuncien en CONAF, a los guardaparques en el mismo lugar, al Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), a Carabineros o a la PDI.

Francisca Ravanal, jefa de sección Conservación de Diversidad Biológica de CONAF Atacama afirmó que "aunque sólo tenemos certeza de tres de los seis casos encontrados, sospechamos de la participación de perros en por lo menos en cinco de los seis guanacos encontrados muertos durante este año. Los perros naturalmente forman jaurías y una vez que desarrollan el instinto de caza es muy difícil de eliminar, por eso es tan importante la tenencia responsable de mascotas, especialmente de parte de las comunidades aledañas mantener vigiladas, esterilizadas y sobre todo en buenas condiciones sanitarias y nutricionales a sus mascotas".

Figura N° 42: Extracto de Noticia en la página web de CONAF, Fuente: www.conaf.cl



Figura N° 43: Perro doméstico en inmediaciones de Humedal de Carrizal Bajo

3.8.9. Incendios forestales

En el sector existen antecedentes de diversos incendios de origen antrópico que han afectado la vegetación del Humedal de Carrizal Bajo. El ultimo incendio fue el día domingo 01 de abril de 2018, el cual se asoció a una quema descontrolada de residuos, afectando a 4 ha del humedal, según “INFORME TÉCNICO INCENDIO FORESTAL "HUMEDAL CARRIZAL BAJO (CONAF -DEPRIF Oficina Provincial Huasco, 2018).

Dicho informe señala que “De acuerdo a los antecedentes recopilados por el personal de Brigada Chañar-3 y Cuerpo de Bomberos de Huasco, el incendio habría sido ocasionado por un particular que quemaba desechos, específicamente un colchón, en el área del humedal. La principal especie afectada en este incendio (2,8 hectáreas), corresponde a *Sarcocornia fruticosa* (L) A. J. Scott (Nombre común sosa alacranera). La superficie

restante de 1,2 hectáreas es de *Distichlis spicata* (L) Greene (Nombre común pasto salado). El porcentaje de daño en ambas especies fue de 100%”.



Figura N° 44: Imágenes de Incendio Humedal de Carrizal Bajo el día domingo 01 de abril de 2018. Gentileza de Sr. Hugo Perez.

3.8.10. Emisiones de ruido

En el sector del humedal, la comunidad realiza una serie de eventos de convocatoria masiva. Al ser eventos de alta convocatoria (festivales) llega mucha gente, con lo que se obtienen como resultado, emisión de ruidos asociados a bandas de música en vivo, fuegos artificiales y grandes cantidades de residuos en el humedal – playa, en días específicos del verano. Uno de los eventos con mayor tradición es la ”Víspera día de los Enamorados”, actividad que se realiza en la playa de la localidad y que cuenta con un número significativo de asistentes. Una de las tradiciones durante este evento es el lanzamiento de fuegos artificiales y de los deseos, lo cual consiste en velas ubicadas en mini embarcaciones las cuales son lanzadas al mismo tiempo por todos los asistentes con sus deseos dentro de este.



Figura N° 45: Víspera día de los Enamorados, febrero 2018. Playa de Carrizal Bajo.

3.9. Comunidad

La comunidad de Carrizal Bajo manifiesta una gran preocupación respecto al deterioro físico y biológico que presenta el Humedal Costero Laguna de Carrizal Bajo, el cual recibe un fuerte impacto principalmente en época de verano por la gran afluencia de visitantes

(contaminación con basuras, presencia de animales domésticos, ruidos molestos, fuerte presión por visitas en lugares de nidificación, etc.). Lo anterior se agrava dada la falta de regulación y ausencia de un instrumento normativo que proteja de forma efectiva el cuerpo de agua, riberas y playa adyacente al humedal, lo cual deja sin ninguna atribución a la comunidad para conservar de manera adecuada sus recursos.

A pesar de la cantidad de impactos asociados al humedal de Carrizal Bajo, la comunidad a lo largo de los años se ha preocupado del mantenimiento y protección del humedal, es así como en el año 2011, se ejecuta un proyecto del Fondo de Protección Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, formulando un expediente para la declaratoria de Santuario de la Naturaleza, de la junta de vecinos N°6 de Carrizal Bajo[9]. Junto al expediente, se desarrollaron talleres y actividades en torno al humedal como parte de una propuesta de educación ambiental.

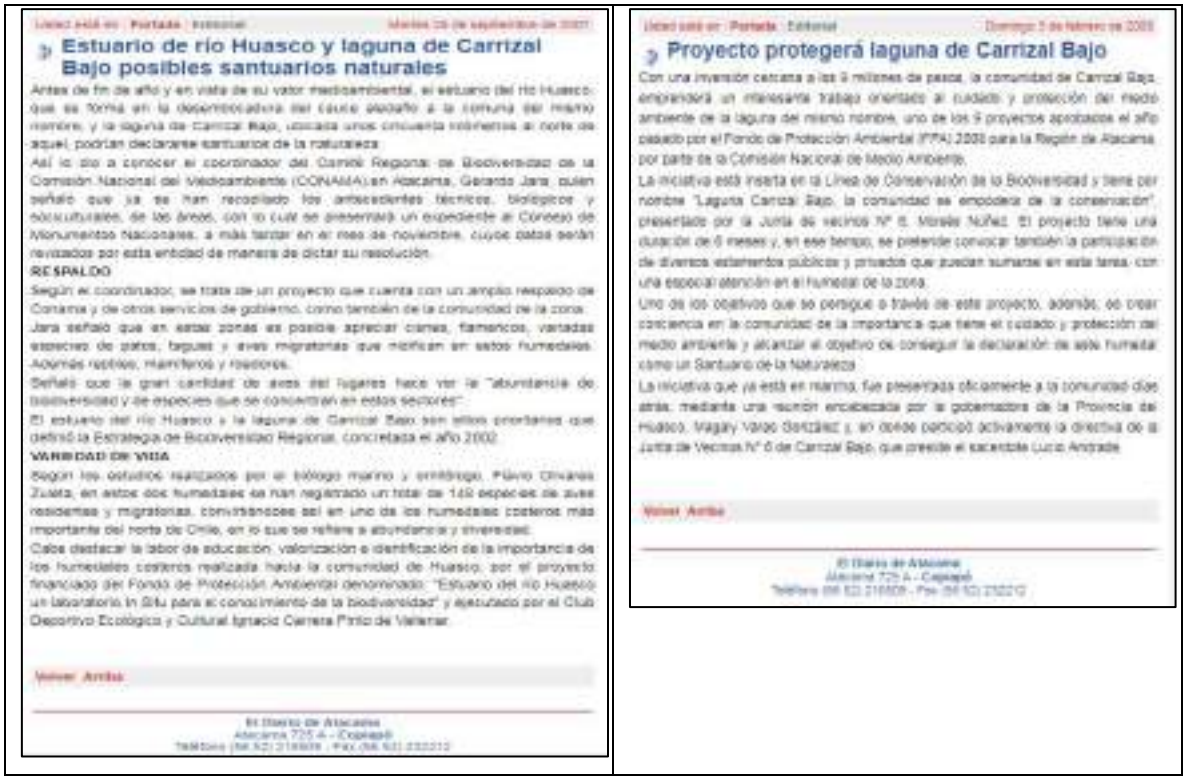
El proyecto FPA 2011 **"Carrizal Bajo: Hacia la conservación participativa de nuestro patrimonio"**, busco desarrollar en una primera etapa una campaña veraniega de concientizacion de los visitantes, mostrando la información recopilada durante un proyecto anterior financiado a través del Fondo de Protección Ambiental 2008 denominado **"Laguna de Carrizal Bajo: la comunidad se empodera de la conservación"**, el cual contribuyó a la puesta en valor de la biodiversidad presente en el territorio. Posteriormente se realizó una campaña participativa de levantamiento de información biológica y monitoreo ambiental, que permitan instalar en la comunidad (tanto habitantes estables como visitantes) las capacidades necesarias para que logren generación de un plan de manejo con la participación de la diversidad de actores atingentes (municipalidad, institucionalidad pública, comunidad)que permita proteger de manera efectiva los recursos presentes en la localidad, generando en un primer momento los antecedentes necesarios para la declaración de la Laguna de Carrizal Bajo como Santuario de la Naturaleza.

En dichos proyectos FPA participaron la *Junta de Vecinos Nº 6 Carrizal Bajo, Club adulto mayor "Los regalones", Centro de padres Escuela Carrizal Bajo, Grupo de mujeres emprendedoras de Carrizal Bajo, Agrupación turística Carricatur, Sindicato Independiente de Pescadores y buzos de Carrizal bajo, Escuela E-13 de Carrizal Bajo, Escuela básica*

[9] http://www.fpa.mma.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=1058376

Pablo Neruda de Carrizal Bajo, Escuela basica Moises Lopez, CONAF Provincia de Huasco y la Ilustre Municipalidad de Huasco.

A raíz de las múltiples intenciones por parte de la comunidad y del servicio público, se pudieron recopilar desde la página web del Diario de Atacama algunas noticias sobre las iniciativas realizadas, que muestran el interés de diferentes partes a la hora de convertir el humedal en Santuario de la Naturaleza (Figura N°27-28), además de presentarse como área de interés biológico en diferentes instrumentos de ordenamiento territorial de la región, como el Plan de Acción y Conservación de la Biodiversidad de la Región de Atacama 2010-2017, El Plan Regional de Ordenamiento Territorial y el Plan Regulador Intercomunal Costero. Lo que indica, que es de amplio conocimiento la cantidad de biodiversidad que el humedal alberga y la necesidad de protegerlo.



Estuario de río Huasco y laguna de Carrizal Bajo posibles santuarios naturales

Antes de fin de año y en vista de su valor medioambiental, el estuario del río Huasco, que se forma en la desembocadura del cauce aledaño a la comuna del mismo nombre, y la laguna de Carrizal Bajo, ubicada unos cincuenta kilómetros al norte de aquel, podrían declararse santuarios de la naturaleza.

Así lo dio a conocer el coordinador del Comité Regional de Biodiversidad de la Comisión Nacional del Medioambiente (CONAMA) en Atacama, Gerardo Jara, quien señaló que ya se han recopilado los antecedentes técnicos, biológicos y socioculturales, de las áreas, con lo cual se presentará un expediente al Consejo de Monumentos Nacionales, a más tardar en el mes de noviembre, cuyos datos serán revisados por esta entidad de manera de dictar su resolución.

RESPALDO

Según el coordinador, se trata de un proyecto que cuenta con un amplio respaldo de Conama y de otros servicios de gobierno, como también de la comunidad de la zona.

Jara señaló que en estas zonas es posible apreciar cisnes, flamencos, variadas especies de patos, taguas y aves migratorias que nidifican en estos humedales. Además reptiles, mamíferos y roedores.

Señaló que la gran cantidad de aves del lugares hace ver la "abundancia de biodiversidad y de especies que se concentran en estos sectores".

El estuario del río Huasco y la laguna de Carrizal Bajo son sitios prioritarios que definió la Estrategia de Biodiversidad Regional, concretada el año 2002.

VARIEDAD DE VIDA

Según los estudios realizados por el biólogo marino y ornitólogo, Flavio Olivares Zuleta, en estos dos humedales se han registrado un total de 140 especies de aves residentes y migratorias, convirtiéndose así en uno de los humedales costeros más importante del norte de Chile, en lo que se refiere a abundancia y diversidad.

Cabe destacar la labor de educación, valorización e identificación de la importancia de los humedales costeros realizada hasta la comunidad de Huasco, por el proyecto financiado del Fondo de Protección Ambiental denominado: "Estuario del río Huasco un laboratorio In Situ para el conocimiento de la biodiversidad" y ejecutado por el Club Deportivo Ecológico y Cultural Ignacio Carrera Pinto de Vallenar.

Volver Arriba

El Diario de Atacama
Atacama 725 A - Copiapó
Teléfono (56 52) 215609 - Fax (56 52) 232212

Proyecto protegerá laguna de Carrizal Bajo

Con una inversión cercana a los 9 millones de pesos, la comunidad de Carrizal Bajo, emprenderá un interesante trabajo orientado al cuidado y protección del medio ambiente de la laguna del mismo nombre, uno de los 9 proyectos aprobados el año pasado por el Fondo de Protección Ambiental (FPA) 2008 para la Región de Atacama por parte de la Comisión Nacional de Medio Ambiente.

La iniciativa está inserta en la Línea de Conservación de la Biodiversidad y tiene por nombre "Laguna Carrizal Bajo, la comunidad se empodera de la conservación", presentado por la Junta de vecinos N° 6, Morelé Núñez. El proyecto tiene una duración de 6 meses y, en ese tiempo, se pretende convocar también la participación de diversos estamentos públicos y privados que puedan sumarse en esta tarea, con una especial atención en el humedal de la zona.

Uno de los objetivos que se persigue a través de este proyecto, además, es crear conciencia en la comunidad de la importancia que tiene el cuidado y protección del medio ambiente y alcanzar el objetivo de conseguir la declaración de este humedal como un Santuario de la Naturaleza.

La iniciativa que ya está en marcha, fue presentada oficialmente a la comunidad días atrás, mediante una reunión encabezada por la gobernadora de la Provincia del Huasco, Magaly Vargas González y, en donde participó activamente la directiva de la Junta de Vecinos N° 6 de Carrizal Bajo, que preside el sacerdote Lucio Andrade.

Volver Arriba

El Diario de Atacama
Atacama 725 A - Copiapó
Teléfono (56 52) 215609 - Fax (56 52) 232212

Figura 46: Noticia del Diario de Atacama sobre posibles santuarios de la naturaleza en Atacama, Fuente: Diario de Atacama, 2007 y 2008.

Respecto a las agrupaciones comunitarias identificadas en PLAN DE DESARROLLO COMUNAL COMUNA DE HUASCO 2011 – 2015, se pueden señalar las siguientes:

Nombre	Decreto
Unión Comunal de Juntas de Vecinos Huasco	Decreto Supremo Nº 937 12.09.84
Juntas de Vecinos Amigos De Carrizal Bajo	Decreto Alcaldicio Nº 60 (21.03.05)
Agrupación de Mujeres Emprendedoras de Carrizal Bajo	Decreto Alcaldicio Nº 309 (31.08.09)
Agrupación Guías Turísticos de Carrizal Bajo	Decreto Alcaldicio Nº 378 (17.11.09)
Agrupación "Carrizal Bajo al Progreso"	Decreto Alcaldicio Nº 256 (12.12.07)
Comité Agua Potable Rural " de Carrizal Bajo"	Decreto Alcaldicio Nº 208 (18.10.01)
Comité Mejoramiento de Vivienda "Esperanza" de Carrizal Bajo"	Decreto Alcaldicio Nº 53 (26.01.10)
Club Deportivo y Cultural "Carrizal Bajo"	Decreto Alcaldicio Nº 213 (28.06.99)
Sindicato Trabajadores Independientes Ribereños de Carrizal Bajo y de Los Pozos "Carpoz	Registro Sindical Nº 03.03.70 (10.09.02)
Escuela G – 78 "Pablo Neruda"	-

Tabla N° 6. Agrupaciones comunitarias de Carrizal Bajo identificadas en PLADECO 2011 – 2015. Fuente Ilustre Municipalidad de Huasco.

4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROPUESTA

4.1. Descripción detallada del área propuesta como Santuario de la Naturaleza

4.1.1 Clima

En este sector el clima es desértico marginal bajo, en el que la altitud no actúa como elemento restrictivo de las temperaturas. El régimen de débiles precipitaciones se ve reforzado por neblinas y humedades matutinas que se disipan a mediodía y alcanzan aproximadamente hasta los 800 m.s.n.m. La humedad relativa es alta, lo que es aprovechado por la vegetación xerófila existente en la zona. Los datos de temperaturas medias y precipitaciones se presentan en la Tabla N°3.

Variable	Agro clima Caldera
Temperatura media Anual	16.5°C
Temperatura máxima media mensual	23.9°C (Feb)
Temperatura mínima media mensual	9.9°C (Jun)
Precipitación Anual	26.9 mm.
Estación Seca	12 Meses

Tabla N° 7: Características generales del Clima desértico Subtropical Marino Fuente: Mapa Agroclimático de Chile.

La Dirección General de Aguas, tiene disponible en su Red Hidrométrica[10] la información meteorológica de dos estaciones cercanas al humedal de Carrizal Bajo, las cuales se identifican en la tabla siguiente:

Nombre	Código BNA	Coordenadas UTM Datum WGS84	
		Norte	Este
CANTO DE AGUA	**03701001-4**	6.890.149	324.813
EL TOTORAL	**03604001-7**	6.911.706	307.129

Tabla N°8. Estaciones meteorológicas cercanas DGA.

[10] http://snia.dga.cl/BNAConsultas/

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)												
PERIODO: 30/06/2008 - 30/06/2018												
Estación:	CANTO DE AGUA											
Codigo BNA:	03701001-4						330			**UTM Norte (mts):**		6890487
Cuenca:	Q.CARRIZAL Y COSTERAS HASTA R.HUASCO						28° 05' 57"			**UTM Este (mts):**		325014
SubCuenca:	Quebradas Carrizal y Carrizalillo						70° 46' 52"			**Área de Drenaje**		0,00
AÑO	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
2008					0,2	2,1	19,5	0	0	0	0	
2009					0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	32,8	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	15	30,5	0	0	9	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	3,2	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	5	6	0	0	6,5	0	0	0
2015	0	0	14	0	0	0	22	14	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	55	10,5	0	24	0	0	0	0
2018	0	0	0									

Tabla N°9. Precipitaciones mensuales Estación Canto del Agua, para últimos 10 años. Fuente BNA – DGA.

4.1.2. Geología

El contacto roca–relleno se define a partir de la información geológica en donde el relleno se localiza en la parte media-alta de la cuenca de la Quebrada Carrizal. En la parte baja de la cuenca, el desarrollo de los depósitos sedimentarios es muy limitado y está restringido a la Quebrada Carrizal, la que en ese sector se encuentra “encajonada”. La excepción a lo anterior, es la presencia de relleno sedimentario en el sector Llanos de Challe, rellenos descritos en la carta geológica del lugar como las Gravas de Challe y que corresponden a depósitos de bloques, gravas, arenas y limos pobremente consolidados, pero sobre los cuales no se dispone información hidrogeológica.

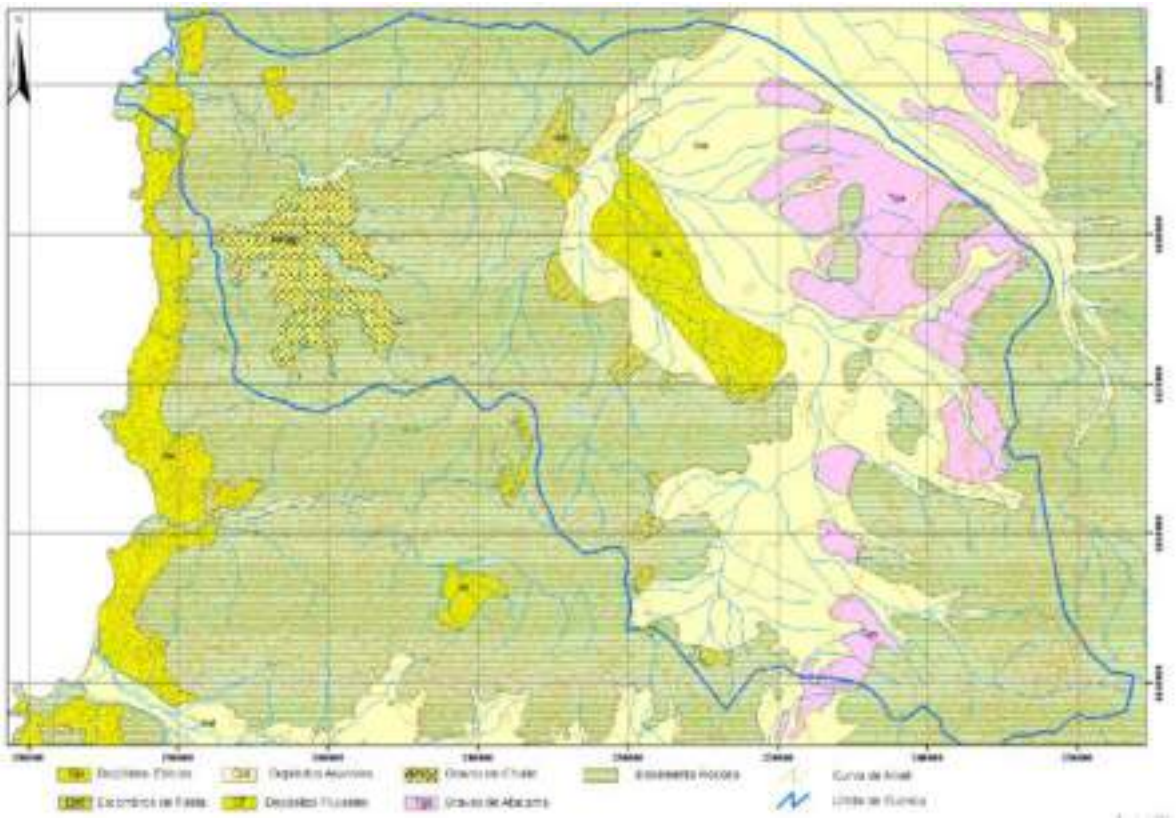


Figura N° 47: Geología sector Quebrada Carrizal, DGA 2010.

4.1.3. Hidrología

La subcuenca inferior Quebrada Carrizal, ubicada aguas abajo del sector Canto del Agua está constituida fundamentalmente por una extensa planicie aluvial de escasa pendiente y rodeada de cerros cuyas alturas fluctúan entre los 600 y 1000 metros, excepto en su extremo sur oriental en que el Cerro Chequehue alcanza los 2.265 m.s.n.m. La planicie está cruzada por tres sistemas de drenaje superficial constituidos por cauces intermitentes y comúnmente secos. El primer sistema proviene del sur este y está formado por las quebradas de La Coquimbana y La Varilla, que cruzan en su curso inferior por la Pampa Tololo, y Las Campanillas, Chacritas, Agua Amarga y El Peñón, entre otras, que conforman la Quebrada Tamarico. El segundo sistema tiene dirección oriente-poniente constituido por la Quebrada de Los Porotillos. El tercer sistema de drenaje superficial escurre junto al Ferrocarril a Carrizal Bajo y a los cerros de la Cordillera de la Costa en el extremo noroeste de la planicie, que corresponde a la Quebrada Carrizal. Los tres sistemas mencionados dan origen a la Quebrada Carrizal propiamente tal, junto a la localidad de Chorrillos.

Los cauces tienen típicamente una disposición anárquica y esencialmente variable a lo largo del tiempo de acuerdo con precipitaciones que ocurren ampliamente espaciadas en el tiempo. Normalmente, los cauces dentro de la cuenca permanecen secos por largos períodos y solamente conducen aguas superficiales, a veces, por escasas horas, cuando se presentan lluvias anormalmente intensas, estas ocurren con una frecuencia aproximada de uno en 10 o más años. Estas lluvias de intensidad anormal, escurren fácilmente a los cauces secos, a consecuencia de las insignificantes cubiertas vegetacionales que podrían retardar dicho escurrimiento, colmatan rápidamente los fondos de las quebradas en los tramos andinos de éstas y salen como torrentes hacia esta cuenca diseminándose a través de los numerosos zanjones secos, que se observan en la planicie aluvial. Así, se producen verdaderas corrientes de barro que contribuyen al relleno y también a la modelación de un paisaje siempre cambiante, ya que no necesariamente estas corrientes de barro se encauzan siempre en los mismos zanjones.

El curso superficial más importante es la Quebrada Carrizal, la que desemboca finalmente al mar en la localidad de Carrizal Bajo, después de un trayecto de aproximadamente 5 kilómetros por un cañón de 200 a 300 metros de corte (Figura N° 48).

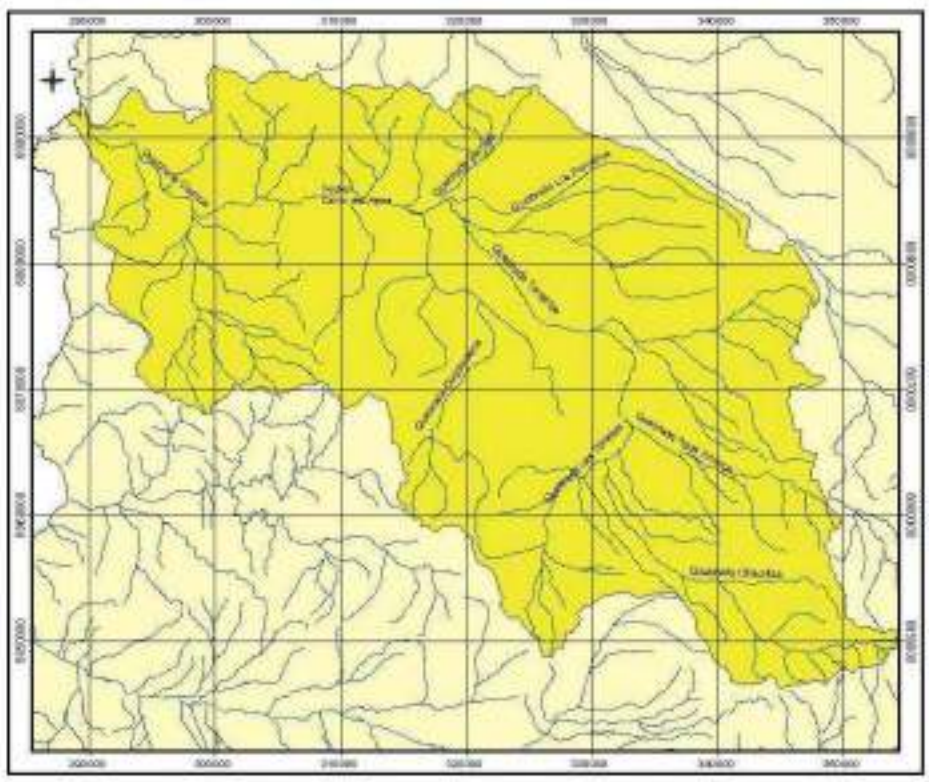


Figura N° 48: Hidrografía de la cuenca Quebrada Carrizal, Fuente: DGA 2010.

4.1.4. Evaluación de los recursos hídricos subterráneos en Quebrada Carrizal

El informe "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS DE LOS ACUÍFEROS COSTEROS UBICADOS ENTRE LOS RÍOS SALADO Y HUASCO, III REGIÓN DE ATACAMA, (2010)[11]", realiza una estimación de los flujos existentes en Acuífero de Quebrad Carrizal.

La Zona al Sur del Río Copiapó concentra la mayoría de los derechos constituidos y en trámite. En efecto, los derechos de agua subterránea constituidos totalizan 293 l/s, de ejercicio permanente y continuo. La mayoría de ellos se ubican en la Quebrada Carrizal.

Por su parte, los derechos pendientes en la DGA, suman cerca de 278 l/s, la mayoría de los cuales corresponde a solicitudes ingresadas por el 4º transitorio y una del 6º transitorio. En este caso también la mayoría de las solicitudes se ubican en la Quebrada Carrizal.

[11] http://documentos.dga.cl/SUB5218v2.pdf

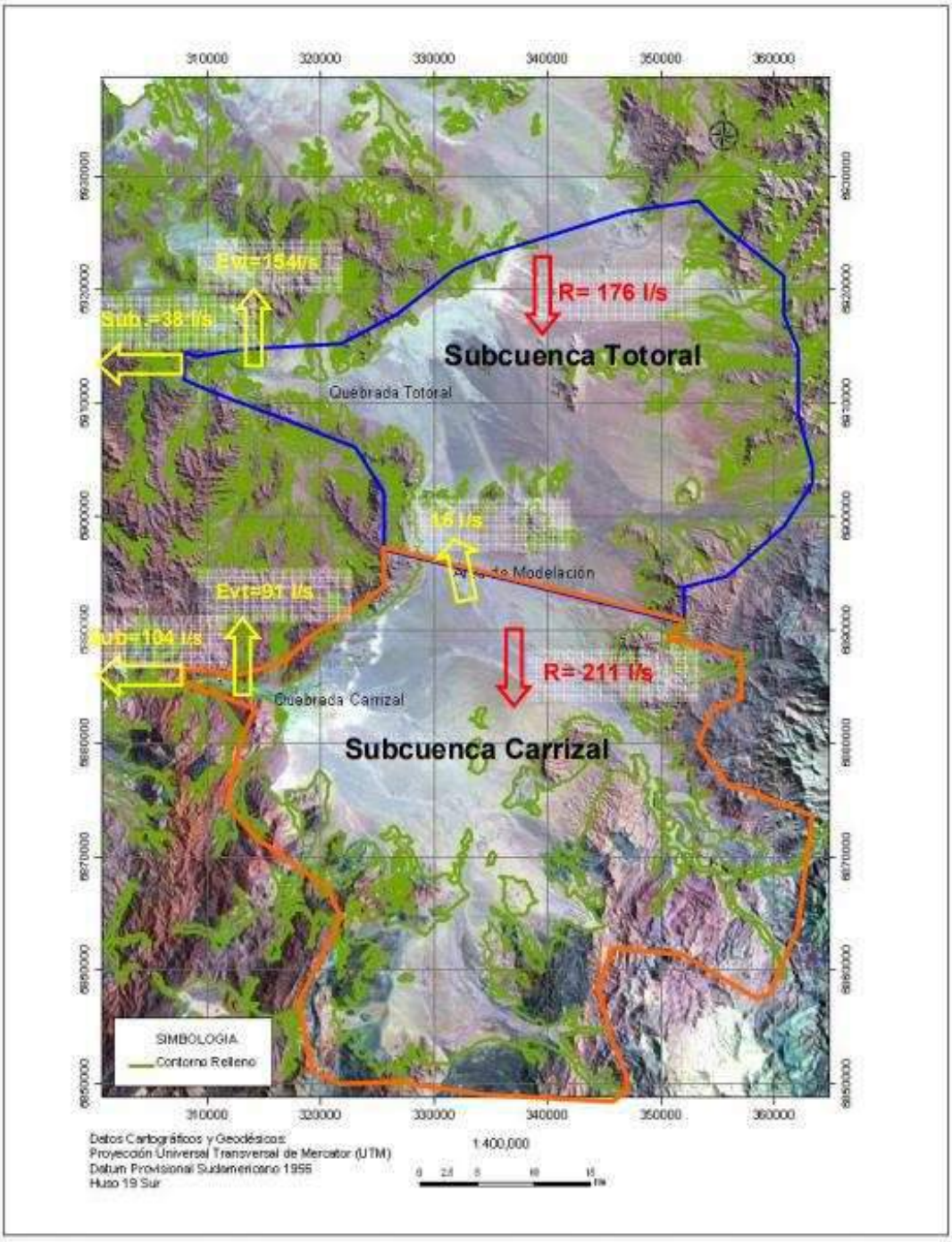


Figura N° 49: Balance Hídrico por Subcuencas Totoral y Carrizal. Régimen Permanente. Fuente MIGUEL NENADOVICH Y COMPAÑÍA LTDA – DGA, 2010.

Escenario 1, proyectar la explotación real actual por 50 años más.

Subcuenca Carrizal		
Ítem		Caudal (l/s)
IN	Recarga	102
OUT	Salida a Subcca. Totoral	15
	Evapotranspiración	84
	Bombeo Pozos	60
	Salida por Qda. Carrizal	102
Desembalse Neto		159
Error de Balance	C/R a Flujo de Entrada	0%
	En caudal (l/s)	0,0

Tabla N° 10. Resumen de Balances Hídricos Resultantes de la Modelación actual, Escenario 1.

Escenario 2, consistió en proyectar, como explotación del sistema acuífero de carrizal, los derechos ya constituidos y aquellos que se encuentran en trámite, por el período de 50 años.

Subcuenca Carrizal		
Ítem		Caudal (l/s)
IN	Recarga	102
OUT	Salida a Subcca. Totoral	13
	Evapotranspiración	44
	Bombeo Pozos	476
	Salida por Qda. Carrizal	82
Desembalse Neto		515
Error de Balance	C/R a Flujo de Entrada	0%
	En caudal (l/s)	0,0

Tabla N° 11. Resumen de Balances Hídricos Resultantes de la Modelación futura, Escenario 2.

Escenario 3, explotación máxima del acuífero Carrizal.

Subcuenca Carrizal		
Ítem		Caudal (l/s)
IN	Recarga	102
OUT	Salida a Subcca. Totoral	14
	Evapotranspiración	42
	Bombeo Pozos	638
	Salida por Qda. Carrizal	81
Desembalse Neto		673
Error de Balance	C/R a Flujo de Entrada	0%
	En caudal (l/s)	0.0

Tabla N° 12. Resumen de Balances Hídricos Resultantes de la Modelación futura, Escenario 3.

Como conclusión, el informe señala que considerando los derechos constituidos y pendientes a la fecha (2010), **habría una disponibilidad neta para nuevos derechos de cerca de 150 l/s para acuífero de Carrizal, con una salida de solo 81 l/s**.

Los resultados acá presentados, señalan que existen recursos disponibles para acoger favorablemente las solicitudes actualmente pendientes, así como nuevas solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, hasta completar las cifras de extracción sustentable antes señaladas para el acuífero de Carrizal.

Al respecto, estos antecedentes ponen alarma en cuanto a conocer los efectos reales, sobre el santuario de la naturaleza, respecto a una explotación completa tanto de derechos de agua existentes como los solicitados

4.1.5. Arqueología

Según la Línea de base arqueológica para al proyecto Ruta costera, Sector Puerto Viejo – Carrizal Bajo del año 2003[12] (RCA N° 03/2004), se indica que en términos generales la cantidad y densidad de sitios arqueológicos se encuentra directamente relacionada con la cercanía al mar y con la cercanía a los cursos de agua corriente. En este sentido se puede afirmar que los sitios arqueológicos detectados, y en particular aquellos con mayor densidad se encuentran concentrados en las cercanías del río Copiapó y del estero de Carrizal. En este último caso, en que el trazado va muy cerca de la línea de costa destacan los asentamientos humanos definidos como conchales (acumulaciones de valvas de moluscos asociadas con material cultural). Las cuales se identifican a continuación.

Carrizal 1

Corresponde a un extenso campamento asociado a áreas de conchal pertenecientes a poblaciones alfareras. En este sector fueron observados grandes cantidades de desechos de valvas de moluscos, asociados a restos líticos compuestos por núcleos, lascas, percutores y manos de moler; huesos de lobos marinos y fragmentos de vasijas monocromos.

[12] http://seia.sea.gob.cl/archivos/digital_solicitado_idEfRel198863_idDoc198831.doc

Carrizal 2

Corresponde a un pequeño campamento asociado a áreas de conchal pertenecientes a poblaciones cazadoras recolectoras. En este sector fueron observados desechos de valvas de moluscos, asociados a restos líticos compuestos por núcleos y lascas, y huesos de aves.

Este sitio se encuentra ubicado sobre la tercera terraza, cercano al camino que une Huasco con Carrizal Bajo, unos cien metros al norte del sitio Carrizal 1. Su extensión es de 10 x 10 m, abarcando un área aproximada de 80 m².

Carrizal 3

Corresponde a un pequeño campamento asociado a áreas de conchal pertenecientes a poblaciones cazadoras recolectoras. En este sector fueron observados desechos de valvas de moluscos, asociados a restos líticos compuestos por núcleos y lascas, huesos de aves y de mamíferos no identificados.

Este sitio se encuentra ubicado sobre la tercera terraza, cercano al camino que une Huasco con Carrizal Bajo, unos cien metros al norte que el sitio Carrizal 1 y a metros al sur de el sitio Carrizal 2. Su extensión es de 10 x 10 m, abarcando un área aproximada de 80 m².

Carrizal 4

Corresponde a un pequeño sitio probablemente subactual. En este sector fueron observados desechos de valvas de moluscos, asociados a una estructura de piedra y gran cantidad de huesos de aves y de mamíferos no identificados pero aparentemente domésticos.

Este sitio se encuentra ubicado sobre la tercera terraza cercana al camino que une Totoral con Carrizal Bajo y a un km al norte de la desembocadura del estero Carrizal. Su extensión es de 15 x 10 m, abarcando un área aproximada de 120 m².

Carrizal 5

Corresponde a un pequeño sitio probablemente subactual. En este sector fueron observados desechos de valvas de moluscos, asociados a una estructura de piedra y gran cantidad de huesos de aves y de mamíferos no identificados pero aparentemente domésticos.

Este sitio se encuentra ubicado sobre la tercera terraza, cercano al camino que une Totoral con Carrizal Bajo y a un km al norte de la desembocadura del estero Carrizal. Su extensión es de 10 x 10 m, abarcando un área aproximada de 80 m².

Carrizal 6

Corresponde a un extenso campamento asociado a áreas de conchal pertenecientes a poblaciones cazadoras recolectoras. En este sector fueron observados grandes cantidades de desechos de valvas de moluscos, asociados a restos líticos compuestos por núcleos, lascas, percutores y manos de moler; huesos de lobos marinos y fragmentos de vasijas monocromos.

Este sitio se encuentra ubicado sobre la tercera terraza al costado norte del estero Carrizal. Su extensión es de 25 x 100 m, abarcando un área aproximada de 2200 m².



Figura N° 50: Ubicación de los sitios arqueológicos reconocidos RCA N° 03/2004. Fuente, SEA..

4.1.6. Características fisico-quimicas de la columna de agua

La caracterización físico-química de la Laguna Carrizal Bajo está dada por datos de informes de seguimiento y monitoreo ambiental del "Puente Carrizal Bajo" del año 2008, donde se miden las distintos parámetros de calidad en la columna de agua del humedal y se toman registros limnológicos mensuales durante el tiempo que se ejecutó el proyecto. Los resultados obtenidos en diferentes meses de obtención de resultados se muestran en la Tabla N° 7.

Parámetros	**Jul. 2008**	**Ago. 2008**	**Sept. 2008**	**Oct. 2008**	**Nov. 2008**
Conductividad	15.77	15.77	18.90	19.16	19.4
pH	7.2	7.1	8.7	8.7	8.7
Aceite y grasa (mg/l)	-1	-1	-1	-1	-1
O_2 (mg/l)	10.6	10.6	10.6	7.7	8.6
DQO (mg.O2.l)	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
DBO(mg/l)	-2	-2	-2	-2	-2
Fosfatos (mg/l)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Fósforo (mg/l)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Nitratos (mg/l)	66.3	66.3	66.33	66.33	66.3
N-nitrato (mg/l)	10.6	14.9	14.9	14.9	15.1
Nitrato K	0.30	0.30	0.32	0.31	0.31
Nitritos (mg/l)	-3	-3	-3	-3	-3
Alcance luz (cm)	30.3	30.3	99	99	100
Poder espumógeno (mg/l)	0	0	0	0	0
Sólidos disueltos totales (mg/l)	13.79	22	10.386	10.386	11.28
Sólidos suspendidos (mg/l)	7.9	8.4	9.1	9.20	9.24
Temperatura (ºC)	14.8	16.5	13.8	13.8	13.3

Tabla N° 13: Características de la columna de agua de la Laguna Carrizal Bajo. Fuente: **"**Monitoreo biológico humedal estero y laguna de Carrizal Bajo" Para Plan de seguimiento ambiental Proyecto Puente Carrizal Bajo- Comuna de Huasco, 2008.

Se está en conocimiento de jornada de monitoreo de la Dirección General de Aguas efectuada el día 20 de abril de 2011. Cabe señalar que la red de monitoreo y de calidad de aguas que mantiene y opera la Dirección Regional de Aguas de Atacama, no contempla una estación ubicada en el sector Laguna Carrizal Bajo, por lo que la visita efectuada se enmarca en el apoyo que DGA prestó ante solicitud realizada por la SEREMI del Medio Ambiente, Región de Atacama.

Los puntos de medición se definieron en terreno con la finalidad de obtener una visión global de los parámetros de la Laguna de Carrizal Bajo. Se tienen los siguientes resultados de dicha jornada de terreno:



N°	Punto de monitoreo	Coordenadas Datum WGS 84	
		Norte (m)	Este (m)
1	Vertiente afluente de la laguna	6.891.230	289.493
2	Laguna en un sector cercano a la vertiente	6.891.248	289.509
3	Laguna en su parte media	6.891.431	289.479
4	Laguna al llegar a la desembocadura	6.891.806	289.395

N°	Temperatura (°C)	Conductividad (mS/cm)	DO (mg/L)	pH	Salinidad	DO %
1	21.65	12.46	3.73	7.2	7.11	44
2	22.32	47	3.04	7.65	30.41	41.9
3	17.72	50.4	4.48	8.11	32.63	57.1
4	17.69	52.3	5.01	8.26	34	64.6

Tabla N° 14. Resultados de parámetros in situ medidos en los puntos indicados. DGA, 2011.

4.1.7. Flora y Vegetación

El área de estudio posee características particulares en cuanto a la vegetación, ya que en este sector convergen distintas regiones y asociaciones vegetales. El área se encuentra inserta dentro de la Región del Desierto, en la Sub región del Desierto Costero, la que abarca las formaciones del Desierto Costero de Tal Tal y la formación vegetal del Desierto Costero de Huasco, además, se debe mencionar la inclusión al área de estudio de otra Sub región denominada “Desierto Florido” con una formación vegetal denominada “Desierto Florido de los Llanos”.

Normalmente en el sector, la fisonomía vegetacional consiste en una cobertura rala de arbustos bajos, pero cuando ocurren precipitaciones, se presenta una composición florística donde intervienen numerosas plantas geófitas y efímeras. Es destacable que en la vegetación de las riberas, el área y el perímetro de la laguna, prevalecen las halófitas, flora hidrófita y herbáceas. En los sectores de llanos, laderas y quebradas interiores es posible observar diferentes familias entre las que destacan las cactáceas.

Los resultados de diversos estudios indican un total de 51 especies de flora colectadas, pertenecientes a 27 familias (Tabla Nº 8). Las familias más representativas en lo que se refiere al número de especies, son Cactaceae con 6 especies *y* Nolanaceae, Asteraceae, y Compositae, con 4 especies cada una. El resto de las 21 familias posee una especie por familia, exceptuando la familia Boraginaceae con 3 especies, Chenopodiaceae y Malvaceae con 2 especies.

De las 50 especies de flora registradas en la presente propuesta, 3 se encuentran con algún grado de conservación según el Libro Rojo de la Flora Chilena, estás son: El Pacul *Krameria cistoidea* (Rara), *Copiapoa megarhiza var. echinata* (Vulnerable) y *Copiapoa dealbata var. carrizalensis* (Vulnerable), especies que fueron registradas en los sectores de llanos, laderas y quebradas interiores.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	EC	CUERPO DE AGUA	RIBERAS	LADERAS Y LLANOS	QDAS. INTERIOIRES	QDA. CARRIZAL
Cactaceae	*Copiapoa echinoides*	Copiapoa				X	X	
	Copiapoa megarhiza var echinata	Copiapoa	V			X	X	
	Copiapoa dealbata var. carrizalensis	Copiapoa	V			X	X	
	Cumulopuntia sphaerica	Chuchampe, gatito				X	X	X
	Miqueliopuntia miquelii	Tunilla				X	X	
	Eriosyce sp.					X	X	
	Eulychnia breviflora	Rumpa				X	X	
	Echinopsis sp	Cactus				X	X	
Asteraceae	*Polyachyrus fuscus*	Borlón de alforja					X	
	Bahia ambrosioides	Chamiza				X		
	Centaurea chilensis	Flor del Minero				X	X	
	Chuquiraga ulicina	Yerba de la Yasca				X	X	
	Senecio bahioides	Senecio			X		X	
	Encelia canescens	Coronilla del Fraile			X	X	X	X
Nolanaceae	*Nolana crassulifolia*	Suspiro			X	X	X	X
	Nolana paradoxa	Suspiro				X		X
	Nolana peruviana	Suspiro				X	X	X
	Nolana sedifolia	Suspiro			X		X	
	Nolana sp.	Suspiro					X	
Compositae	*Tessaria absinthioides*	Brea		X	X			
	Perityle emoryi					X	X	
	Pleocarphus revolutus	Cola de ratón					X	X
	Proustia ilicifolia	Olivillo, huañil						X
	Ophryosporus traingularis	Rabo de zorro					X	
Frankeniaceae	*Frankenia chilensis*	Hierba del Salitre			X	X	X	X
Boraginaceae	*Heliotropium linearifolium*	Palo Negro			X	X	X	X
	Heliotropium sinatum	Palo Negro			X		X	
	Heliotropium sp.	Palo Negro			X	X	X	X
Juncaceae	*Juncus acutus*	Junco		X	X			
Kramerizaceae	*Krameria cistoidea*	Pacul	R				X	X
Rutaceae	*Fagonia chilensis*	Rosita					X	

Chenopodiaceae	*Sarcocornia fruticosa*	Sosa		X	X			
Anacardiaceae	*Schinus Molle*	Pimiento					X	
Apocynaceae	*Skytanthus acutus*	Cacho de cabra			X			
Aiozaceae	*Tetragonia maritima*	Acuanosa			X			
Thyphaceae	*Thypha angustifolia*	Totora		X				
	Atriplex deserticola	Atriplex				X		
Oxalidaceae	*Oxalis gigantea*	Churqui			X	X	X	
Polygalaceae	*Chorizante cumingii*					X		
Mimosaceae	*Acacia saligna*	Aromo azul			X			
Bignoniaceae	*Argylia radiata*	Terciopelo				X	X	
Ledocarpaceae	*Balbisia peduncularis*	Amancay				X	X	
Caesalpinaceae	*Caesalpinea angulata*	Porotillo						
Aizoaceae	*Carpobrotus aequilaterus*	Doca			X			X
Malvaceae	*Cristaria glaucophylla*	Malvilla				X	X	
	Cristaria sp.	Malvilla			X	X	X	X
Bromeliaceae	*Deuterochonia crisantha*	Chaguar del Jote						
Malpighiaceae	*Dinemandra ericoides*	Té de burro				X	X	
Poaceae	*Distichlis spicata*	Pasto salado		X	X			
25 Familias	49 Especies		3EC	6	20	27	32	14

Tabla N° 15. Especies de Flora identificadas en la el área de estudio. Fuente, GMA Consultores, 2007

Cabe destacar que, en sectores colindantes, específicamente en quebradas laterales a la propuesta de santuario de la naturaleza, se encuentra la especie *Leontochir ovallei* conocida localmente como Garra de león, la cual cuenta con la categoría de En Peligro de Extinción según el Libro rojo de la Flora terrestre y se encuentra protegida legalmente de acuerdo al Decreto Supremo N° 50 del 2008 del MINGEPRES. Esta especie tan escasa tiene una distribución restringida a la costa de la región de Atacama, entre los 0 y 100 msnm. Entre las comunas de Huasco, específicamente en el sector de Totoral, pasando por Quebrada Honda hasta Carrizal Bajo[13], esta especie se encuentra dentro del Parque Nacional Llanos de Challe y en las cercanías al humedal.

[13] GHD. (2014). Sistematización de antecedentes y formulación de Plan Nacional de Recuperación, Conservación y Gestión de la especie garra de león: Leontochir ovallei. Informe Final, De MMA Base de datos.

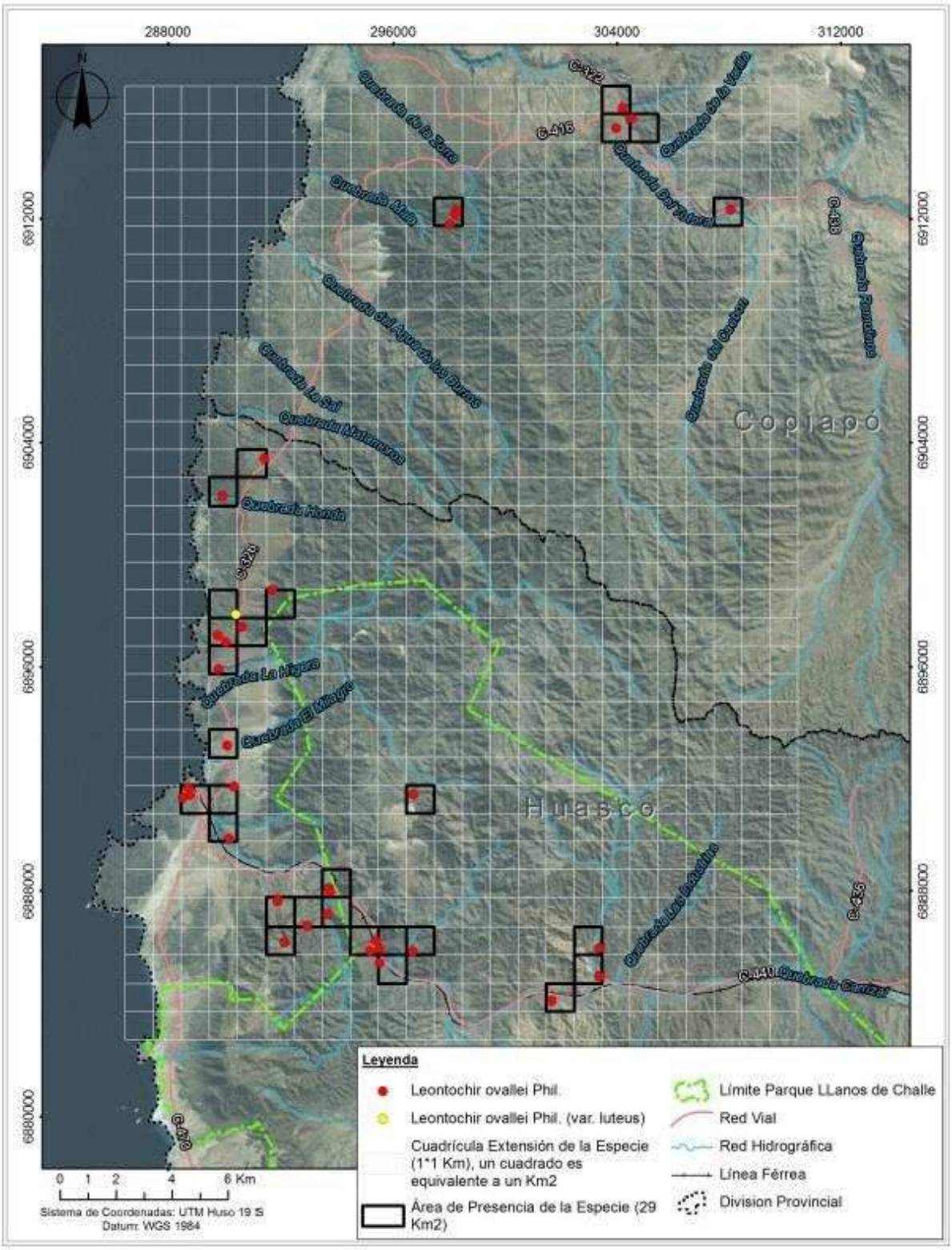


Figura N° 51. Distribución de la especie *Leontochir ovallei*. GHD. (2014).



Figura N° 52. *Leontochir ovallei,* en quebrada lateral cercana a Humedal de Carrizal Bajo. Fuente, Hugo Perez,



Figura N° 53*: Copiapoa dealbata* var*. carrizalensis.* **EC: Vulnerable.**



Figura N° 54: *Oxalys gigantea* (Sector laderas y llanos).



Figura N° 55: *Tetragonia maritima* (Sector de riberas).

4.1.8. Fauna

Para efectos de este informe, se realizó un catastro de las especies presentes en los distintos sectores representados en el área de estudio, mediante la recopilación antecedentes bibliográficos, que permitieron indagar sobre fauna potencial en la zona.

Se eligieron los lugares más representativos de cada sector y se realizaron muestreos diferenciados por grupos de especies, los que se describen a continuación. Los individuos observados y colectados se identificaron hasta el nivel de especie.

4.1.8.1. Peces

La observación de fauna íctica presente en la Laguna Carrizal, se realizó mediante observación directa sobre los cuerpos de agua dulce, además se recopiló información secundaria con pobladores y pescadores que realizan pesca deportiva en el humedal.

Se observó en forma directa, indirecta y sobre la base de la información secundaria, solamente una especie y corresponde a la Lisa ***Mugil cephalus,*** anadrónomo de común ocurrencia en los estuarios y lagunas saladas costeras del país, la cual no posee ninguna categoría de conservación.

4.1.8.2. Anfibios

Los registros de anfibios se observaron principalmente en el cuerpo de agua y en las zonas donde se encontraban afloramientos de agua, en los sectores de quebradas interiores, y también en los afloramientos del acuífero en los sectores de ribera.

En los sectores de quebradas interiores, se registró la presencia de un individuo de *Bufo atacamensis*. El registro de *Pleurodema thaul* “Sapo de cuatro ojos” no fue posible, sin embargo se incluye en la fauna potencial descrita como especie característica dentro de este grupo en la región del desierto (Ortiz & Diaz-Paez, 2006). Ambos anfibios cuentan con un estado de conservación vulnerable (VU).

4.1.8.3. Reptiles.

El reconocimiento de reptiles consideró los distintos sectores que componen el área, principalmente en los sectores de quebradas interiores, llanicies y llanos, riberas y quebrada Carrizal. Los registros se realizaron entre las horas con mayor cantidad de luz y temperatura (10:00 – 15:00 horas). Se realizaron avistamientos directos y capturas para su identificación in situ.

La mayor cantidad de registros (Tabla Nº 9) se encuentra en los sectores de llanos y laderas, estas especies están intrínsecamente asociadas a la vegetación característica de este sector, principalmente *Frankenia chilensis*, *Skytanthus acutus* y *Encelia canscens* vegetación utilizada principalmente como madriguera y refugio. De las 10 especies de reptiles registradas en la zona (potencial y directa), 7 de ellas se encuentran con algún grado de clasificación según la nómina de clasificación de especies, según estado de conservación del Ministerio de Medio Ambiente

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	P	D	EC
Guanidae	*Liolaemus atacamensis*	Lagartija de Atacama	X	X	LC
	Liolaeumus nigromaculatus	Lagartija de mancha negra	X	X	NT
	Liolaemus platei	Lagartija de Plate	X		LC
	Tropidurus atacamensis	Lagarto negro	X		
	Microlophus atacamensis	Corredor de Atacama	X		VU
Gekkonidae	*Homonota gaudichaudi*	Salamanqueja del norte chico	X		LC
	Garthia gaudichaudi	Lagarto Jaspe	X		
Colubridae	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	X	X	LC
	Tachymenis chilensis	Culebra de cola corta	X	X	LC
Teiidae	*Callopistes palluma*	Iguana Chilena	X	X	

Tabla N° 16: Herpetofauna de la Laguna Carrizal Bajo.



Figura N° 56: *Liolaemus nigromaculatus* (Vulnerable).



Figura N° 57: *Liolaemus atacamensis* (Vulnerable).

4.1.8.4. Mamíferos

Las observaciones de macromamíferos y micromamíferos (Tabla Nº 10), se centran en los sectores se ribera, laderas y llanos, quebrada Carrizal y quebradas. Los registros de individuos se llevaron a cabo durante las horas de luz. También se realizó identificación taxonómica de micromamíferos a través de las egagrópilas encontradas.

Dentro de los micromamíferos destaca la importancia de extensas cururera (madriguera y refugio del cururo *Spalacopus cyanus*) en los sectores de laderas y llanos, ya que esta especie está actualmente considerada como *En Peligro*.

Otros roedores encontrados de forma directa son la Laucha común *Mus musculus* y el Guarén *Rattus norvergicus*, observados en los sectores de ribera y laderas asociados principalmente a focos de microbasurales provenientes de residuos domésticos de residentes y visitantes del lugar. De los roedores silvestres, fue posible solamente el avistamiento directo del "ratoncito oliváceo" *Akodon olivaceus,* en el límite de los sectores de laderas y llanos con el sector de ribera, asociados principalmente a grandes formaciones de *Nolana crassulifolia.*

Dentro de los mamíferos mayores fue posible el avistamiento del Guanaco *Lama guanicoe*, el zorro chilla *Pseudalopex griseus*, el zorro culpeo *Pseudalopex culpaeus,* los que se observaron principalmente en los sectores de laderas y llanos.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	P	D	EC
Didelphidae	*Thylamys elegans*	Yaca	X		LC
	Rattus norvergicus	Guarén		X	
	Mus musculus	Laucha común		X	
	Akodon olivaceus	Ratoncito oliváceo	X	X	
	Phyllotis darwini	Ratoncito de Darwin	X		
Octodontidae	*Spalocopus cyanus*	Cururo	X	X	LC
Abrocomidae	*Abrocoma bennetti*	Ratón chinchilla común	X	X	LC
Canidae	*Pseudalopex griseus*	Zorro chilla	X	X	LC
	Pseudalopex culpaeus	Zorro culpeo	X	X	VU
Leporidae	*Lepus europeaus*	Liebre	X	X	
Felidae	*Puma concolor*	Puma	X	X	NT
Camelidae	*Lama guanicoe*	Guanaco	X	X	VU

Tabla N° 17: Mamíferos de la Laguna Carrizal Bajo.



Figura N° 58: Zorro chilla *Pseudalopex griseus, sector* laderas y llanos.



Figura N° 59: Avistamiento de Guanaco, *Lama guanicoe,* sector laderas y llanos de Humedal.

4.1.8.5. Aves

En el marco de la importancia que reviste este grupo en el componente faunístico del humedal de Carrizal Bajo, se consideraron variadas fuentes de información, como los censos periódicos en la zona por parte del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), los datos obtenidos desde 1996 al 2004 pertenecen a la recopilación de datos del SAG realizada por GMA Consultores en el “Informe de levantamiento y análisis de información sobre usos y propiedad de los terrenos insertos en el sitio prioritario estuario Río Huasco – Laguna Carrizal Bajo, Como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes para la creación de áreas protegidas en la comuna de Huasco”, mientras que los datos obtenidos desde el 2008 al 2017, pertenecen datos aportados por el SAG de censos estacionales de aves en Carrizal Bajo. La información se presenta mediante una tabla de presencia de avifauna en la laguna Carrizal y una Tabla de Contabilización de especies en dichos muestreos, junto con el total de aves avistadas en cada campaña, la cual tenía una duración aproximada de 3 a 4 horas, es decir, el número de especies representa la cantidad de aves que llegan al humedal, en un corto periodo de tiempo.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	EC		SAG 2008		SAG 2009		SAG 2010		SAG 2011		SAG 2012		SAG 2013		SAG 2014		SAG 2015		SAG 2016		SAG 2017	
				SAG 1996-2004	27-02-2008	25-08-2008	19-02-2009	13-07-2009	09-02-2010	20-07-2010	16-02-2011	06-07-2011	28-02-2012	31-07-2012	20-03-2013	18-007-2013	26-02-2014	14-02-2014	16-02-2015	17-08-2015	22-02-2016	27-07-2016	24-02-2017	25-07-2017
Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala		X																X				X
	Podilymbus podiceps	Picurio		X				X																
	Rollandia rolland	Pimpollo		X																				
	Podiceps occipitalis	Blanquillo		X				X		X														X
	Podiceps occipitalis junisenis	Blanquillo del norte																						
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco		X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X				X	X		
Ardeidae	*Egretta thula*	Garza chica		X					X					X										
	Casmerodius albus	Garza Grande		X	X		X	X				X	X	X							X		X	
	Ardea cocoi	Garza cuca	LC	X	X	X	X			X	X	X	X						X					X
	Egretta caerulea	Garza azul		X																				
	Nycticorax nicticorax	Huairavo		X			X	X			X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	
Threskiornithinae	*Theristicus caudatus*	Bandurria		X							X	X	X	X	X			X			X		X	X
Phoenicopteridae	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco Chileno	VU	X	X	X	X																	
Anatidae	*Anas cyanoptera*	Pato Colorado		X				X	X							X					X		X	X
	Anas discors	Pato de Alas Azules		X																				
	Anas georgica	Pato Jergon grande		X	X	X	X	X	X		X	X	X		X		X	X	X	X	X		X	
	Anas sibilatrix	Pato Real		X	X	X	X	X	X	X			X		X	X	X	X		X	X	X	X	
	Lophonetta specularoides	Pato Juarjual					X																	
	Coscoroba coscoroba	Cisne Coscoroba	EN											X					X	X		X	X	X
	Oxyura vittata	Pato Rana																				X		X
	Anas bahamensis	Pato Gargantillo	LC								X	X												
	Cygnus melancoryphus	Cisne de Cuello negro	VU	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Accipitridae	*Circus cinereus*	Vari																						
	Geranoaetus polyosoma	Aguilucho común	EN																					
Catarthidae	*Catarthes aura*	Jote cabeza roja		X																X			X	X
Rallidae	*Pardirallus sanguinolentus*	Piden		X				X														X		
	Fulica leucoptera	Tagua Chica		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X				X
	Fulica armillata	Tagua Común		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fulica rufifrons	Tagua frente roja		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fullica ardesiaca	Tagua andina					X			X														
	Porphyriops melanops	Taguita		X					X									X		X				
	Gallinula chloropus	Taguita del norte		X	X	X		X	X	X				X		X		X		X		X		X
Charadiidae	*Vanellus chilensis*	Queltehue		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Charadrius alexandrinus	Chorlo nevado		X				X	X			X										X		
	Pluvialis dominica	Chorlo dorado		X										X										
	Charadius collaris	Chorlo de Collar										X												
	Charadrius modestus	Chorlo Chileno		X																				
Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Pilpilen		X		X		X	X	X				X		X			X	X		X	X	
	Haematopus ater	Pilpilen negro		X																			X	
Recurvirostridae	*Himantopus melanorus*	Perrito		X	X																			
Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico		X	X		X		X		X	X	X		X		X							
	Tringa melanoleuca	Pitotoy grande		X	X		X				X		X		X			X	X	X	X		X	

	Catoptrophorus semipalmatus	Playero Grande																					
	Calidris alba	Playero blanco		X															X					
	Numenius phaeophus	Zarapito		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X
	Calidris bairdii	Playero de Baird		X															X					
Phalaropodinae	*Phalaropus fulicaria*	Pollito de mar tricolor																						
Thinocoridae	*Thinocorus rumicivorus*	Perdicita																						
Laridae	*Larus pixpican*	Gaviota de Franklin																						
	Larus dominicanus	Gaviota Dominicana		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Larus modestus	Gaviota garuma		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X		X		X
	Sterna trudeaui	Gaviotin piquerito		X																				
	Sterna elegans	Gaviotin elegante		X																				
	Sterna hirundinaceae	Gaviotin sudamericano		X																				
Furnariidae	*Cinclodes fuscus*	Churrete acanelado																						
	Cinclodes nigrofumosus	Churrete costero																						X
	Cinclodes oustaleti	Churrete chico																						
	Geossita cunicularia	Minero																						
Rhinocryptidae	*Scerlochilus albicollis*	Tapaculo			X																			
Tyrannidae	*Lessonia rufa*	Colegial			X																		X	X
	Agriomis livida	Mero																						
	Xolomis pyrope	Diucon																						
	Muxcisaxicola macloviana	Dormilona tontita																						
	Tachuris rubigastra	Siete Colores																						
Hirundinidae	*Tachycineta meyeni*	Golondrina Chilena			X																			X
	Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina de dorso negro																						
	Hirundo rustica	Golondrina bermeja																						
Mimidae	*Mimus thenca*	Tenca																						
Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol																						
	Sicalis luteiventris	Chirihue																						
Icteridae	*Sturnella loyca*	Loica																						
Fringilidae	*Phrygilus alaudinus*	Platero																						
	Diuca diuca	Diuca																						X
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercan																				X		
Pelecanidae	*Pelecanus thagus*	Pelícano											X	X							X			
Pesseridae	*Passer domesticus*	Gorrión																						X

Tabla N° 18. Presencia de especies de avifauna en el humedal Carrizal Bajo según censos del Servicio Agrícola Ganadero desde 1996 al 2017 y su estado de conservación (EC). Fuente SAG.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SAG 2008		SAG 2009		SAG 2010		SAG 2011		SAG 2012		SAG 2013		SAG 2014		SAG 2015		SAG 2016		SAG 2017	
			27-02-2008	25-08-2008	19-02-2009	13-07-2009	09-02-2010	20-07-2010	16-02-2011	06-07-2011	28-02-2012	31-07-2012	20-03-2013	18-007-2013	26-02-2014	14-02-2014	16-02-2015	17-08-2015	22-02-2016	27-07-2016	24-02-2017	25-07-2017
Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala																1				2
	Podilymbus podiceps	Picurio				1																
	Rollandia rolland	Pimpollo																				
	Podiceps occipitalis	Blanquillo				2		1														2
	Podiceps occipitalis junisenis	Blanquillo del norte																				
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	6	2	2	1	3		2	2	1		1	19	12				1	3		
Ardeidae	*Egretta thula*	Garza chica					2					1										
	Casmerodius albus	Garza Grande	1		1	1				2	1	1							1		1	
	Ardea cocoi	Garza cuca	1	1	1			1	1	1	1						1					1
	Egretta caerulea	Garza azul																				
	Nycticorax nicticorax	Huairavo			2	1			1	1	1	2	3	6		1		1	5	2	2	
Threskiornithinae	*Theristicus caudatus*	Bandurria							3	5	3	3	3			5			2		2	3
Phoenicopteridae	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco Chileno	1	1	1																	
Anatidae	*Anas cyanoptera*	Pato Colorado				1	1							8					1		3	4
	Anas discors	Pato de Alas Azules																				
	Anas georgica	Pato Jergon grande	14	14	15	47	8		14	12	19		7		27	4	6	2	10		9	
	Anas sibilatrix	Pato Real	37	2	2	36	22	2			45		30	4	22	8		3	7	5	4	
	Lophonetta specularoides	Pato Juarjual			1																	
	Anas bahamensis	Pato Gargantillo							2	1												
	Coscoroba coscoroba	Cisne Coscoroba										4					4	12		7	25	23
	Oxyura vittata	Pato Rana																		1		24
	Cygnus melancoryphus	Cisne de Cuello negro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Accipitridae	*Circus cinereus*	Vari																				
	Geranoaetus polyosoma	Aguilucho común																				
Catarthidae	*Catarthes aura*	Jote cabeza roja																1			4	10
Rallidae	*Pardirallus sanguinolentus*	Piden				1														1		
	Fulica leucoptera	Tagua Chica		15	24	46	74	5	6	6	10	25	2	4		1	2	10				5
	Fulica armillata	Tagua Común		98	66	120	93	73	141	8	10	55	34	51	63	111	85	122	127	104	126	200
	Fulica rufifrons	Tagua frente roja		29	30	18	18	14	3	4	2	5	10	6	9	8	4	7	9	6	11	17
	Porphyriops melanops	Taguita					1									1		2				
	Fullica ardesiaca	Tagua andina			1			6														
	Gallinula chloropus	Taguita del norte	2	2		2	1	1				1		1		3		4		3		5
Charadiidae	*Vanellus chilensis*	Queltehue	2	4	2	5	3		2	2	3	2	3	2	2	2	2	3	5	5	1	2
	Charadrius alexandrinus	Chorlo nevado				1	1			5										2		
	Pluvialis dominica	Chorlo dorado										4										
	Charadius collaris	Chorlo de Collar								1												
	Charadrius modestus	Chorlo Chileno																				
Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Pilpilen		2		6	2	2				2		2			2	1		2	3	
	Haematopus ater	Pilpilen negro																			4	
Recurvirostridae	*Himantopus melanorus*	Perrito	2																			
Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico	1		5		1		3	3	2		8		12							

	Tringa melanoleuca	Pititoy grande	2		8				1		10		2			2	7	1	5		3	
	Catoptrophorus semipalmatus	Playero Grande																				
	Calidris alba	Playero blanco															2					
	Numenius phaeophus	Zarapito	3	2			4	1	5	1	2	1	4	1	2	1		1		4	2	4
	Calidris bairdii	Playero de Baird															2					
Phalaropodinae	*Phalaropus fulicaria*	Pollito de mar tricolor																				
Thinocoridae	*Thinocorus rumicivorus*	Perdicita																				
Laridae	*Larus pixpican*	Gaviota de Franklin																				
	Larus dominicanus	Gaviota Dominicana	16	1	43	1	37	3	3	4	11	3	11	20	26	6	15	4	36	7	9	33
	Larus modestus	Gaviota garuma		1		3	1	1	4	1	2	2	2	2		1		2		3		4
	Sterna trudeaui	Gaviotin piquerito																				
	Sterna elegans	Gaviotin elegante																				
	Sterna hirundinaceae	Gaviotin sudamericano																				
Furnariidae	*Cinclodes fuscus*	Churrete acanelado																				
	Cinclodes oustaleti	Churrete chico																				
	Cinclodes nigrofumosus	Churrete costero																				1
	Geossita cunicularia	Minero																				
Rhinocryptidae	*Scerlochilus albicollis*	Tapaculo	1																			
Tyrannidae	*Lessonia rufa*	Colegial	1																		4	2
	Agriomis livida	Mero																				
	Xolomis pyrope	Diucón																				
	Muxcisaxicola macloviana	Dormilona tontita																				
	Tachuris rubigastra	Siete Colores																				
Hirundinidae	*Tachycineta meyeni*	Golondrina Chilena	1																			2
	Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina de dorso negro																				
	Hirundo rustica	Golondrina bermeja																				
Mimidae	*Mimus thenca*	Tenca																				
Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol																				
	Sicalis luteiventris	Chirihue																				
Icteridae	*Sturnella loyca*	Loica																				
Fringilidae	*Phrygilus alaudinus*	Platero																				
	Diuca diuca	Diuca																				1
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán																		1		
Pelecanidae	*Pelecanus thagus*	Pelícano									2	3							5			
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión																				2
Total de ejemplares por campaña			92	175	205	294	273	111	192	60	126	115	121	127	176	155	133	178	215	157	214	364

Tabla N° 19. Número de ejemplares avistadas, según especie, por campaña entre los años 2008 al 2017. Fuente: SAG.



Figura N°60. Pitotoy grande *Tringa melanoleuca.*



Figura N° 61. Flamenco chileno *Phoenicopterus chilensis.*



Figura N° 62. Minero grande *Geositta isabellina.*



Figura N° 63. Garza cuca *Ardea cocoi*, Vulnerable para la avifauna nacional y Tagua de frente roja *Fulica rufifrons*, Sin Problemas de Conservación.



Figura N° 64. Nido en incubación avanzada en la ribera de Humedal.



Figura N° 65. *Fulica leucoptera* y sus crías.

A través de la información recopilada, se puede decir que al Humedal Laguna Carrizal Bajo llegan alrededor de 77 especies diferentes de aves lo que hace que este lugar sea de una gran riqueza específica, las aves que destacan en presencia son principalmente del orden Charadriiformes y Passeriformes.

El registro realizado por las fuentes directas, señala que las especies con mayor presencia en el Humedal de Carrizal Bajo es el Cisne de Cuello Negro, la Tagua Chica, La Tagua Común, el Queltehue, el Zarapito y la Gaviota Dominicana, siendo reconocidas en la mayoría de las campañas realizadas por el equipo del SAG, así mismo, se debe señalar que durante la última campaña del año 2017 se evidenciaron 364 individuos de aves, el cual es el número más alto censado en los últimos 10 años en el Humedal de Carrizal Bajo, lo cual puede tener relación a las mejores condiciones pluviométricas que ha experimentado la región, lo que ha permitido un aumento de la vegetación y el fenómeno del Desierto Florido.

En cuento a la cantidad de especies se puede apreciar que la especie con mayor número en cada campaña es la Gaviota Dominicana y la Tagua Común, mientras que el avistamiento de otras especies es ocasional y no cuenta con la abundancia de las especies antes mencionadas.

4.2. Descripción del valor ecológico del área, que da origen a su propuesta de declaración como Santuario de la Naturaleza.

Una característica distintiva de los humedales es el abundante crecimiento y cobertura de vegetación. En el caso del Humedal Costero de Carrizal Bajo, esta vegetación es favorable para la fauna herbívora ya sea acuática o terrestre, la cual está constituida principalmente por aves y en una menor proporción por mamíferos y reptiles. Para la fauna de herbívoros terrestres, la vegetación constituye un hábitat propicio para el refugio y alimentación, donde pueden tener un consumo selectivo de especies. Los roedores aun cuando pueden protegerse en la vegetación, son depredados continuamente por las aves, principalmente por rapaces o carroñeras que habitan el humedal.

En general el Humedal Costero de Carrizal Bajo se caracteriza por una gran interacción de todos los componentes de la red trófica, de manera equilibrada, permitiendo la permanencia, crecimiento y reproducción de diferentes especies que describen el ecosistema ecológicamente saludable. Esto se ve reflejado en la biodiversidad del lugar.

El valor ecológico del área está estrechamente relacionado con la riqueza de especies presentes en el lugar, donde en total se registraron 146 especies de flora y fauna donde sólo de estas últimas se encontraron 95 especies y corresponden al 68% del total de especies identificadas, mientras que las 51 especies restantes son vegetales y representan el 32% del total de las especies identificadas. (Gráfico N°1)

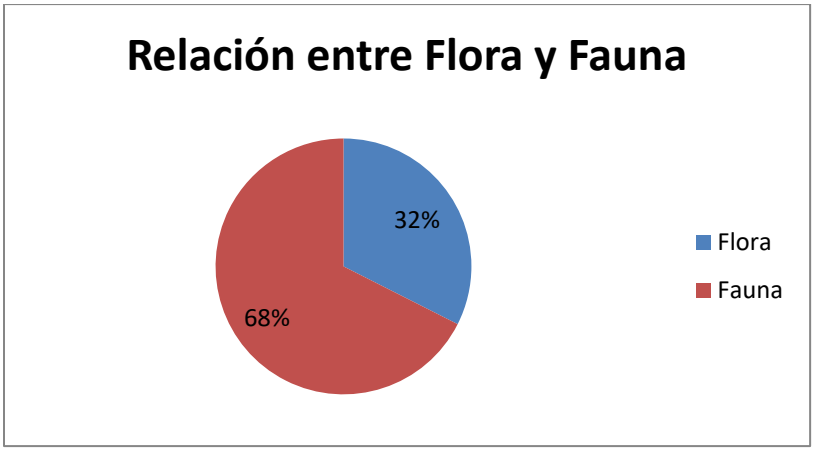


Gráfico N° 1. Relación entre las especies de flora y fauna identificadas en el sector.

4.2.1. Flora

Las 49 especies de flora identificadas, se encuentran clasificadas en 25 familias dentro de las cuales, y según el Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio de Medio Ambiente se identificaron 10 especies clasificadas, 4 con preocupación menor (LC), 3 especies como Casi Amenazada (NT) y 3 especies vulnerables (VU).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	EC	FUENTE DE CATEGORÍA	DECRETO VIGENTE
Copiapoa echinoides	Copiapoa	NT	RCE	DS19/2012 MMA
Copiapoa megarhiza var echinata	Copiapoa	NT	RCE	DS19/2012 MMA
Copiapoa dealbata var. carrizalensis	Copiapoa	VU	RCE	DS19/2012 MMA
Cumulopuntia sphaerica	Chuchampe, gatito	LC	RCE	DS19/2012 MMA
Eulychnia breviflora	Rumpa	LC	RCE	DS19/2012 MMA
Echinopsis sp	Cactus	NT	RCE	DS 42/2011 MMA
Heliotropium sp.	Palo Negro	LC	RCE	DS 41/2011 MMA
Krameria cistoidea	Pacul	LC	RCE	DS 42/2011 MMA
Cristaria sp.	Malvilla	VU	RCE	DS 33/2011 MMA
Deuterochonia crisantha	Chaguar del Jote	VU -R	RCE	DS 51/2008 MINGEPRES

Tabla N° 20. Especies de flora y vegetación por estado de conservación, fuente de categoría y decreto vigente. RCE: Reglamento de clasificación de especies; LC: Preocupación menor; NT: Casi Amenazada; VU: Vulnerable.

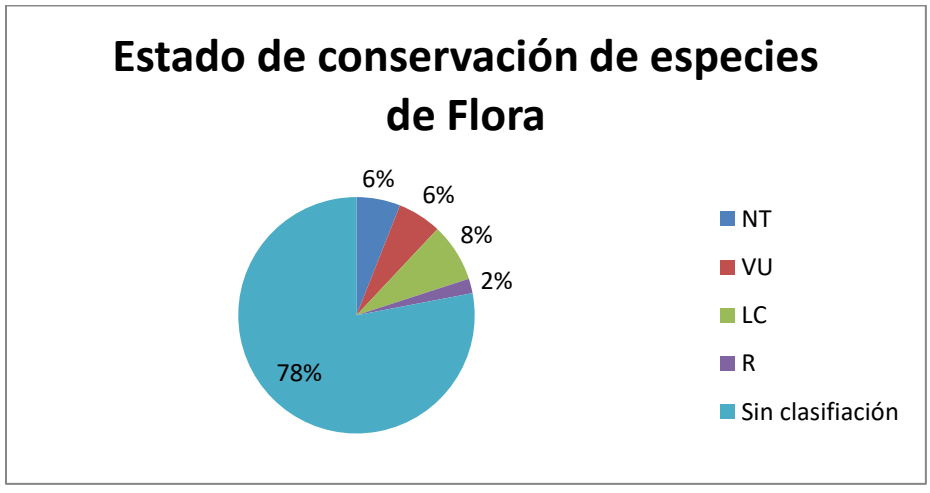


Gráfico N° 2. Composición porcentual de especies de flora clasificadas por estado de conservación en Humedal de Carrizal Bajo. (LC: Preocupación menor; VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazada)

4.2.2. Fauna

Mediante la información recopilada, se puede indicar que hay un total de 102 especies de fauna presentes en el Humedal de Carrizal Bajo. De estas especies el grupo taxonómico predominante fue el de las aves con 77 especies (74%), seguido por los mamíferos con 12 especies (13%), reptiles con 10 especies (10%), luego los anfibios con dos especies (2%) y por último los peces con sólo el registro de una especie (1%) (Gráfico N°3).

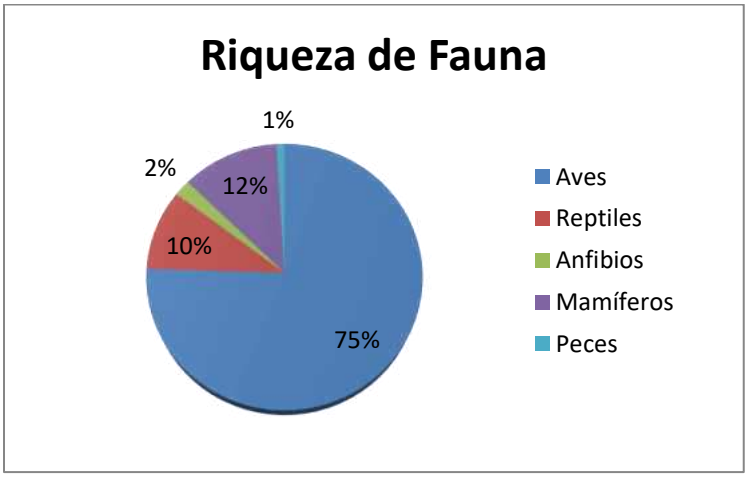


Gráfico N° 3: Composición porcentual de la riqueza de especies de grupos taxonómicos de fauna, registrados en el Humedal de Carrizal Bajo.

De acuerdo a la nómina de clasificación de especies del Ministerio de Medio Ambiente se pudo identificar los grupos más representativos de fauna en el humedal costero de Carrizal Bajo que son las aves, mamíferos y reptiles, y se analizó la composición porcentual según estado de conservación de cada grupo.

4.2.2.1. Reptiles

De los reptiles encontrados, se puede comentar que se identificaron en total 10 especies, de las cuales 2 estan clasificadas con problemas de conservación: la Lagartija de Mancha Negra (*Liolaeumus nigromaculatus*) clasificada como Casi Amenazada (NT) y el Corredor de Atacama (*Microlophus atacamensis*) clasificado como Vulnerable (VU). (Tabla N° 14, gráfico N°4)

NOMBRE COMÚN	EC	FUENTE DE CATEGORÍA	DECRETO VIGENTE
Lagartija de Atacama	LC	RCE	DS 16/2016MMA
Lagartija de Mancha negra	NT	RCE	DS 16/2016MMA
Lagartija de Plate	LC	RCE	DS 16/2016MMA
Corredor de Atacama	VU	CAZA	DS 5/1998 MINAGRI
Salamanqueja del norte chico	LC	RCE	DS 52/2014 MMA
Culebra de Cola larga	LC	RCE	DS 16/2016MMA
Culebra de Cola corta	LC	RCE	DS 16/2016MMA

Tabla N° 21: Especies por estado de conservación, fuente de categoría y decreto vigente. RCE: Reglamento de clasificación de especies, CAZA: Reglamento ley de caza. (LC: Preocupación menor; VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazada.)

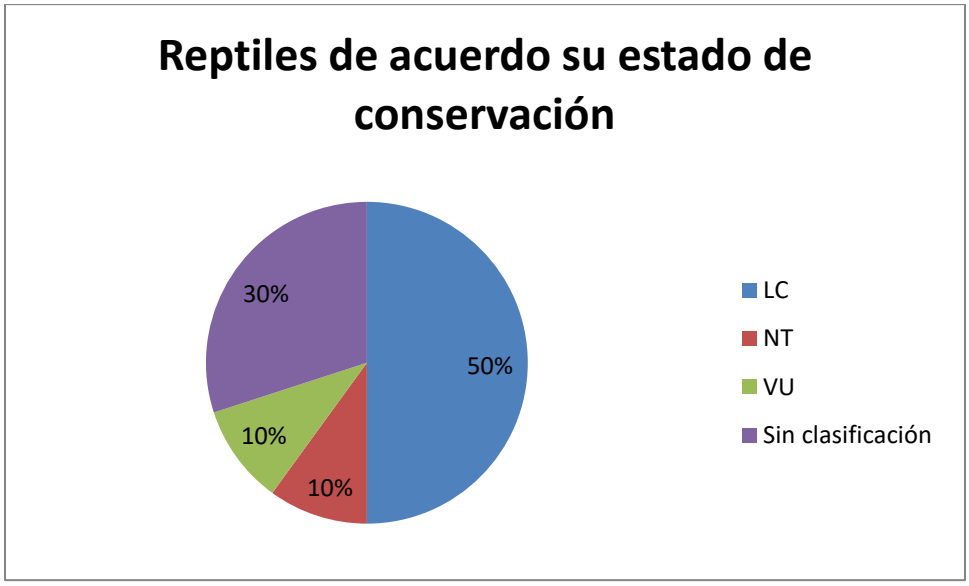


Gráfico N° 4: Composición porcentual de las especies de herpetofauna clasificada en el RCE (LC: Preocupación menor; VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazada.)

4.2.2.2. Mamíferos

Para el grupo de mamíferos, se identificaron 12 especies en las cercanías del humedal, de las cuales 3 se encuentran amenazados como son: el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) con estado de conservación Vulnerable (VU), el Puma (*Puma concolor*) clasificado como Casi Amenazado (NT) y el Guanaco (*Lama guanicoe*) clasificado como Vulnerable (VU). (Tabla N°15, gráfico N°5).

NOMBRE COMÚN	EC	FUENTE DE CATEGORÍA	DECRETO VIGENTE
Yaca	LC	RCE	DS 16/2016 MMA
Cururo	LC	RCE	DS 16/2016 MMA
Ratón chinchilla común	LC	RCE	DS 16/2016 MMA
Zorro chilla	LC	RCE	DS 33/2011 MMA
Zorro culpeo	VU	RCE	DS 33/2011 MMA - DS 151/2007 MINGEPRES
Puma	NT	RCE	DS 42/2011 MMA
Guanaco	VU	RCE	DS 33/2011 MMA

Tabla N° 22. Especies por estado de conservación, fuente de categoría y decreto vigente. (RCE: Reglamento de clasificación de especies, LC: Preocupación menor, NT: Casi Amenazada, VU: Vulnerable).

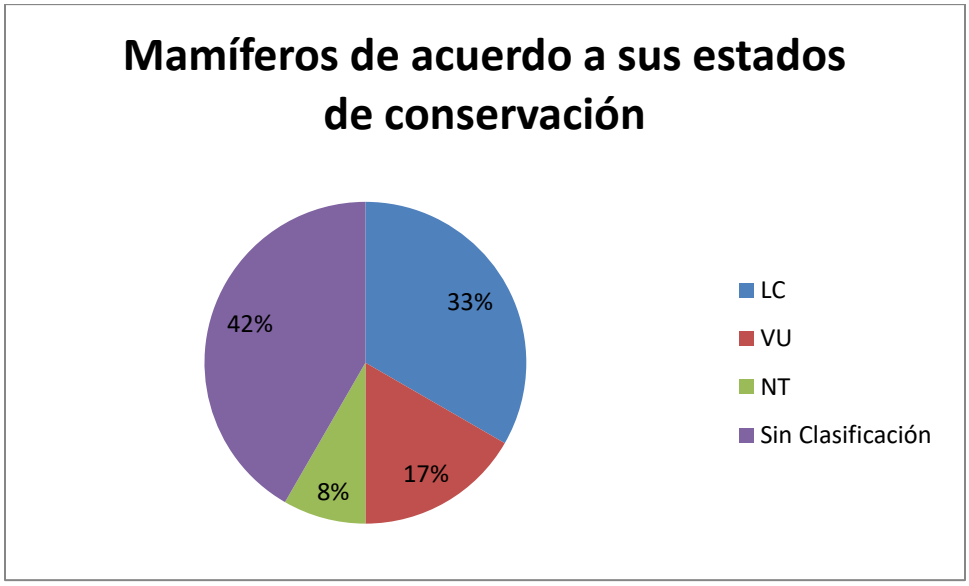


Gráfico N° 5. Composición porcentual de las especies de mamíferos clasificadas en el RCE (LC: Preocupación menor; VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazada).

4.2.2.3. Aves

Las aves conforman el grupo de mayor riqueza de especies, identificándose un total de 77 especies de aves, de las cuales 4 se encuentran amenazadas: el Cisne Coscoroba (*Coscoroba coscoroba*) clasificado como En Peligro (EN), El Flamenco Chileno (*Phoenicopterus chilensis*) clasificado como Vulnerable (VU), EL Cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus)* clasificado como Vulnerable (VU) y el Aguilucho Común (*Geranoaetus polyosoma*) clasificado En peligro (EN). (Tabla N°16 y gráfico N°6).

NOMBRE COMÚN	EC	Fuente de categoría	Decreto vigente
Garza Cuca	LC	RCE	DS16/2016 MMA
Flamenco Chileno	VU	CAZA	DS 5/1998 MINAGRI
Pato Gargantillo	LC	RCE	DS16/2016 MMA
cisne Coscoroba	EN	CAZA	DS 5/1998 MINAGRI
Cisne de cuello negro	VU	CAZA	DS 5/1998 MINAGRI
Aguilucho Común	EN	RCE	DS 23/2009 MINGEPRES

Tabla N° 23. Especies de avifauna por estado de conservación, fuente de categoría y decreto vigente. (RCE: Reglamento de clasificación de especies, LC: Preocupación menor, NT: Casi Amenazada, VU: Vulnerable).

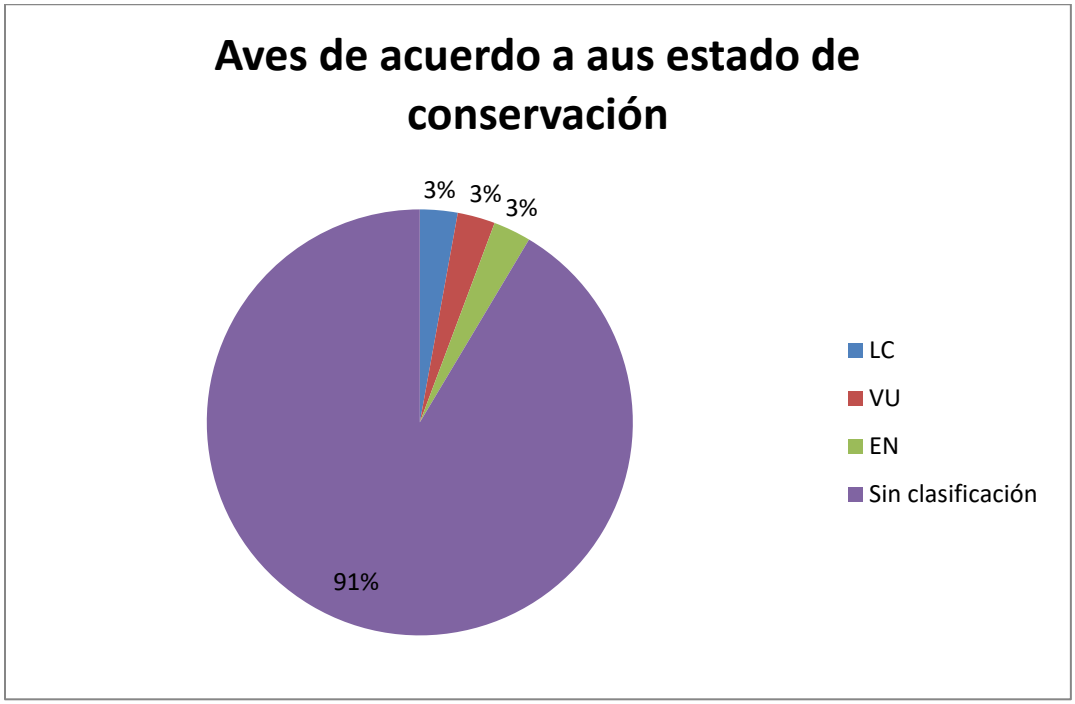


Gráfico N° 6. Composición porcentual de las especies de avifauna clasificadas en el RCE (LC: Preocupación menor; VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazada).

4.3. Descripción de los valores complementarios asociados al área, si correspondiera naturales, culturales, sociales, turísticos, etc.

4.3.1 Historia cultural de Carrizal Bajo

El pequeño poblado de Carrizal Bajo se sitúa en la parte costera de Huasco, a más de 100 km de Copiapó. Es una caleta de pescadores, donde también se puede disfrutar de playas y su hermoso paisaje.

Antaño fue un importante muelle que contribuyó en la economía de la zona, a través del desarrollo del comercio y al movimiento de la producción de minerales. En su visita se pueden ver los vestigios del siglo XIX, periodo en que llegó a tener más de 1.000 habitantes, por lo que destacan las construcciones del hospital, aduana, correo, registro civil, maestranza ferroviaria y muelle de embarque y su iglesia la que es un monumento Histórico Nacional.

Durante los años 1850-1900, esta ciudad fue uno de los puertos más importantes de Chile, contaba con hospital, teatro e iglesia para una población de 8.000 habitantes, hasta ese entonces. Fue habilitado como puerto menor el 1° de septiembre de 1858 y para el comercio mayor de exportación e importación el 5 de abril de 1850.

Aquí se instaló el segundo ferrocarril de Chile (después del de Caldera-Copiapó) en 1864, que la unía con poblados y sectores mineros cercanos, como Canto del Agua y Carrizal Alto, tratándose inicialmente de un sistema de maderocarril que cubría los 32 kilómetros entre Carrizal Bajo y Canto de Agua, y desde aquí, otros 5 kilómetros hasta Carrizal Alto.

Hacia 1878, su producción de cobre era de 3.614.872 kg, una de las mejores producciones anuales. Carrizal Bajo llegó a tener en 1899 un total de 9.000 habitantes, una iglesia que aún se conserva, un edificio de aduanas, hospital, lazareto, oficina de correos, registro civil y telégrafo, escuelas gratuitas, establecimiento de fundición de minerales de cobre, estación y maestranza de ferrocarril y de 5 a 6 muelles de tráfico marítimo.

Después del año 1900 la minería declinó, Carrizal Alto desapareció y el ferrocarril fue cerrado en 1961.

La localidad fue gravemente afectada por el terremoto de Vallenar de 1922, ya que después del movimiento sísmico se produjo un tsunami que arrasó con parte del pueblo. Esto, debido a que en dicha zona las olas alcanzaron entre 5 a 7 metros y con un avance cercano a 1 kilómetro tierra adentro.

4.3.2 Valor Turístico

En la localidad se encuentra un balneario popular que posee una playa de escaso oleaje donde se pueden realizar deportes náuticos, pesca deportiva y es apta para el baño, además de la playa, se puede observar que el humedal también es ocupado por los turistas como lugar de recreación y es ocupado como balneario. (Figura N° 47)



Figura N° 66. Niños bañándose en el humedal. Fuente: MMA, febrero 2018.

Los valores complementarios del área están principalmente asociados al turismo y la observación de la naturaleza identificando el área como parte de la ruta del desierto, circuito costero (Figura N° 68-69) el cual inicia al norte de la región en el Parque Nacional Pan de Azúcar en Chañaral, hasta el Parque Nacional Llanos de Challe en Huasco, pasando desde paisajes marítimos y desierto costero, hasta zonas de gran cantidad de flora donde se

manifiesta el fenómeno del desierto florido, además de presentar alta biodiversidad se pueden visitar playas tranquilas ideales para el descanso[14].



Figura N° 67: Vista Veraneantes en Playa Carrizal Bajo y laguna Humedal, verano 2018. Gentileza de Sr. Rene Ossandon.

El atractivo turístico más cercano y visitado a la localidad de Carrizal Bajo es el Parque Nacional Llanos de Challe, la cual es un área protegida natural localizado en la comuna de Huasco creado por el Decreto N° 946 del 29 de julio de 1994. El parque presenta un ecosistema desértico costero que forma el hábitat de múltiples especies de flora y vegetación pertenecientes al fenómeno del desierto florido.

[14] Servicio Nacional de Turismo (2013) Ruta del desierto, Rutas de Chile.

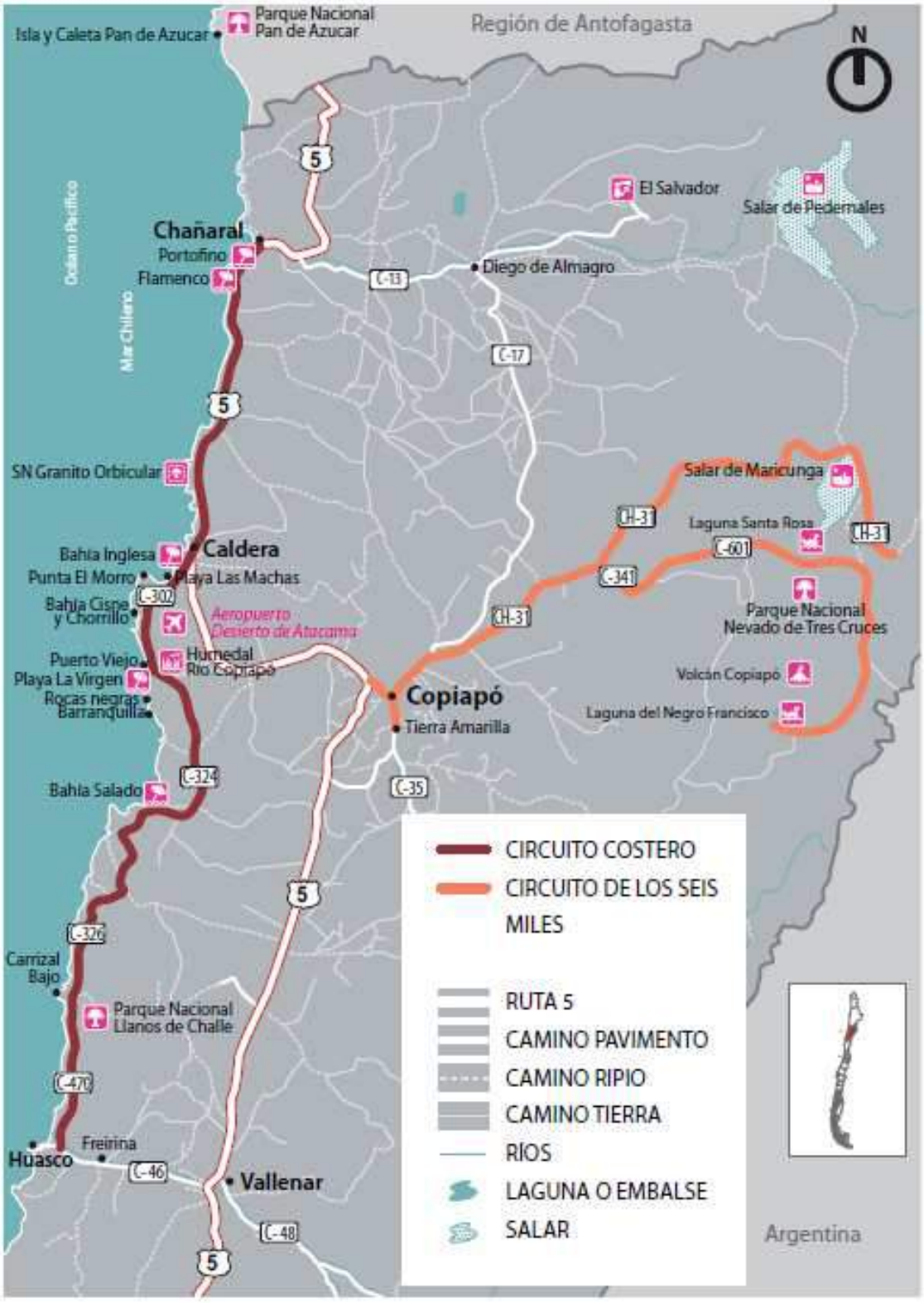


Figura N° 68. Mapa del Circuito costero en la Región de Atacama. Fuente: Sernatur.


SERVICIO NACIONAL DE TURISMO

ATRACTIVOS TURISTICOS 2012

REGION DE ATACAMA

CODIGO ATRACTIVO: R03034

NOMBRE DEL ATRACTIVO: CALETA CARRIZAL BAJO

REGION: REGIÓN DE ATACAMA

JERARQUIA: REGIONAL

PROVINCIA: HUASCO

CATEGORIA: SITIO NATURAL

DIRECCION: 60 KM AL NORTE DE HUASCO

COMUNA: HUASCO

TIPO DE ATRACTIVO: COSTA

LOCALIDAD O SECTOR: CARRIZAL BAJO

TIPO DE PROPIEDAD: PRIVADA

SUBTIPO DEL ATRACTIVO: BAHÍA O CALETA

ESTACIONALIDAD DE USO: TODO EL AÑO

ADMINISTRACION: PRIVADA

DOTACION SERVICIOS BASICOS

LOCALIDAD URBANA MAS CERCANA: CARRIZAL BAJO

DEMANDA TURISTICA: LOCAL, REGIONAL

TELEFONO INFORMACION: 56-51-531039

DISTANCIA EN KMS: CAPITAL REGIONAL 170; CAPITAL COMUNAL 50

USO TURISTICO: ACTUAL

ESTADO DE CONSERVACION: REGULAR

DESCRIPCION GENERAL

Pequeña caleta de pescadores otrora un importante puerto para el embarque de los minerales de esta zona. Hoy es un balneario popular que posee una playa de escaso oleaje y un pequeño pero moderno muelle, su iglesia es Monumento Histórico.

Figura N° 69. Atractivo turístico, caleta de Carrizal Bajo cercano al humedal. Fuente: Sernatur.

Respecto a Información sobre visitación turística del Parque Nacional Llanos de Challe, distante a 3 km de Humedal de Carrizal Bajo, se tiene que durante el fenómeno del desierto florido 2017 se evidencio un aumento significativo de turistas que visitaron el sector, por lo que se deduce un aumento de visitas en Laguna de Carrizal Bajo.

- Visitación Total agosto y septiembre 2017: Visitantes registrados en el Sector de Playa Blanca 8.995 personas.
- Delegaciones de estudiantes: 1.456 alumnos.
- Investigaciones: 14 Investigaciones durante la temporada de Desierto Florido. Número de investigadores 62.



Figura N° 70. Gráfico de visitación Parque Nacional Llanos de Challe periodo 2011 – 2017. Fuente: Informe de acciones desarrolladas 2017 Comisión de desierto florido de la Región de Atacama, Diplade GORE Atacama, 2017.

La Ilustre Municipalidad de Huasco mantiene un circuito de eventos de verano "*Vive Huasco*", a nivel comunal que incluye a la localidad de Carrizal Bajo, generando diversos eventos que atraen visitantes de toda la Región de Atacama.





Figura N° 71. Ejemplos de actividades de verano organizadas en Playa de Carrizal Bajo, 2018.

4.3.3 Investigación Científica

Al ser el humedal de Carrizal Bajo una amplia fuente de biodiversidad, se le puede asignar el valor del desarrollo de investigación e información científica asociada principalmente a estudios de especies, tal como macro invertebrados, comunidades vegetales, macro y micro mamíferos, aves, etc. Identificando gran cantidad de estudios realizados en la localidad de Carrizal Bajo a propósito del Humedal. Destacan las siguientes publicaciones (ver Anexo N° 9: Estudios realizados en el humedal de Carrizal Bajo):

- Jorge Cepeda-Pizarro, et al. (2005). Variación en la abundancia de Artropoda en un transecto latitudinal del desierto costero transicional de Chile, con énfasis en los tenebriónidos epígeos. Revista Chilena de Historia Natura1, 78, 651-663.
- Juan J. Armesto. et al. (1993). Comunidades vegetales del desierto costero de Chile: estrategias de plantas en un ambiente fluctuante. Revista Chilena de Historia Natural, 66, 271-282.
- Roberto Yury-Yáñez, et al. (2009). New observations Of *Fulica ardesiaca* (Gruiformes: Rallidae) From Carrizal Bajo wetlands and a possibly. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 58, 100-103.
- Nicole Guerrero-Leiva, et al. (2016). Efecto diferencial de manganeso sobre la germinación de Triglochin striata (Juncaginaceae) y Cotula coronopifolia (Asteraceae) en el humedal Laguna de Carrizal Bajo, Región de Atacama, Chile. Gayana Bot., 73, 161-165.
- Tabilo-Valdivieso, Elier & Burmeister, Johannes & Chávez-Villavicencio, César & Zöckler, Christoph. (2017). Humedales y aves migratorias en la costa árida del Pacífico Sudamericano. Etapa I: Evaluación Ecológica Rápida.
- Vasquez, et al. (1998). diversidad, estructura y funcionamiento de ecosistemas costeros rocosos del norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 71, 479-499.
- Jaime Pizarro-Araya & Viviane Jerez. (2004). Distribución geográfica del género *Gyriosomus* Guérin-Méneville, 1834 (Coleoptera: Tenebrionidae): una aproximación biogeográfica. Revista Chilena de Historia Natural, 77, 491-500
- Jorge Cepeda-Pizarro, et al. (1996). Relación entre el tamaño corporal y biomasa en adultos de Tenebrionidae (Coleoptera) de la estepa costera del margen meridional del desierto Chileno, Revista chilena de Historia Natural, 69, 67-76.

- CONAMA, 2007. GMA Consultores. “Levantamiento y análisis de información sobre uso y propiedad de los terrenos insertos en el Sitio Prioritario Estuario del Río Huasco – Laguna de Carrizal Bajo, como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes de creación de áreas protegidas en la Comuna de Huasco, Región de Huasco”.
- CONAMA, 2008. GMA Consultores. Elaboración de Propuesta de Plan de Manejo participativo para el Humedales costero Laguna de Carrizal Bajo.
- SEREMI de Medio Ambiente, 2011. Área de Recursos Naturales Renovables y Biodiversidad. “Antecedentes sobre el humedal costero laguna de carrizal bajo, áreas protegidas y sitios prioritarios insertos en la quebrada carrizal”

4.3. 4 Caracterización del medio humano

La localidad rural de Carrizal Bajo se encuentra en la comuna de Huasco, identificada como un caserío, según estadísticas del INE, el cual corresponde a un asentamiento humano con nombre propio con menos de 301 habitantes y que no forma parte de otra entidad[15]. La localidad de Carrizal Bajo posee una población total de 129 habitantes según el censo del 2002, con un total de 222 viviendas (Tabla N°24), las cuales, al ser mayor al número de habitantes, se puede decir que es principalmente un lugar donde muchas familias tienen sus casas de veraneo, y las habitan en la temporada de verano como lugar de vacaciones y descanso.

REGIÓN 03 DE ATACAMA: Caserios. Censo 2002

REGIÓN, PROVINCIAS, COMUNAS Y CÓDIGO ÚNICO TERRITORIAL	Entidad	Categ.	Población Censo 2002			Viviendas Censo 2002	Ubicación D.C. N°
			Total	Hombres	Mujeres		
03304 Huasco	AGUA PATIÑO	Cs	9	6	3	5	2
	CALETA ANGOSTA	Cs	10	8	2	5	2
	CALETA PUNTA DE LOBOS	Cs	8	5	3	3	2
	CANTO DE AGUA	Cs	140	81	59	78	2
	CARRIZAL BAJO	Cs	129	71	58	222	2
	LA HERRADURA	Cs	11	7	4	5	2
	LOS POZOS	Cs	68	54	14	19	2
	PLAYA BLANCA	Cs	3	3	0	8	2
	PLAYA LAS GUALTATAS	Cs	9	9	0	7	2

(F) Para

Nota: En el caso de las entidades rurales Aldeas (Al) y Caseríos (Cs) no incluye la superficie.

Tabla N° 24. Datos censales de los caseríos de la comuna de Huasco según censo del 2002. Fuente: INE, 2005.

[15] Instituto Nacional de Estadísticas. (2005). Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos.De INE Base de datos



Figura N° 72. Vista actual de Humedal de Carrizal Bajo en relación al Poblado de Carrizal. Gentileza de Sr. Rene Osandon.



Figura N°73 Imagen de casas en laderas de Humedal de Carrizal Bajo. Gentileza de Sr. Hugo Pérez, 2017.

La información obtenida desde el censo del 2002 a la fecha ha cambiado significativamente, en relación a la población y sobre todo a las viviendas que se establecen en el área cercana al humedal, observándose que cada vez hay mayor cantidad de casas, aparentemente tomas de terreno que se expanden cada vez más cerca del humedal. Este análisis se puede

hacer de acuerdo a las imágenes satelitales históricas obtenidas mediante Google Earth en los años 2004, 2011 y 2016, donde se aprecia el aumento de las viviendas en el sector.



Figura N°74. Imagen Satelital de la localidad de Carrizal Bajo en el año 2004. Fuente: Google Earth.



Figura N°75. Imagen Satelital de la localidad de Carrizal Bajo en el año 2011. Fuente: Google Earth.



Figura N°76. Imagen Satelital de la localidad de Carrizal Bajo en el año 2016. Fuente: Google Earth.

4.4. Descripción detallada de los objetos de conservación.

Los objetos de conservación son aquellas entidades, características o valores que queremos conservar en un área: especies, ecosistemas u otros aspectos importantes de la biodiversidad. En algunos casos coincidirá la necesidad de identificar tanto los objetos naturales como los objetos culturales. Donde primero se realiza una selección de los objetos de conservación y luego el análisis de su viabilidad.

Según la metodología de Planificación para la Conservación de Áreas, en América Latina y en otras partes del mundo, se considera objetos de conservación naturales a: **las especies, las comunidades naturales y los sistemas ecológicos.** Además de estas tres categorías, se incluyeron procesos naturales que los mantienen. Así, se llama sistemas al conjunto de objetos y procesos.

De acuerdo a la primera categoría **"Especies"** son varios tipos, los que podrían clasificar como *objetos de conservación,* entre ellas: Las especies con peligro de conservación, las endémicas, las especies banderas o emblemáticas, las especies paraguas, las especies claves y las indicadoras.

La segunda categoría ***"Comunidades naturales"*** que se define como "un ensamble de poblaciones de plantas, animales, bacterias y hongos que viven en un entorno e interactúan unos con otros formando un sistema viviente distinto", mientras que un ecosistema sería la suma de comunidades y sus entornos tratados como sistemas funcionales que transfieren y circulan energía y materia.

Estás comunidades naturales deberían ser elegidas en el caso que sus características ecológicas merecen ser tratados fuera del filtro grueso que los contiene; también las formaciones vegetales raras, en general basadas en la vegetación y en algunos casos también se pueden determinar comunidades naturales de animales

La tercera categoría corresponde a los **"Sistemas ecológicos"** y en esta etapa global de la selección se requiere de información de los componentes abióticos como bióticos para su futura clasificación.

Para la identificación de los objetos de conservación se consideraron criterios de representación de la biodiversidad del área, cantidad y calidad de información disponible, amplitud de rango de distribución, posición trófica, importancia ecológica, estado de conservación, singularidad e importancia de las especies o comunidades como estructuradores de ecosistemas.

Igualmente los objetos seleccionados deben reflejar las amenazas del área y la escala de trabajo. En el primer caso, debido a que uno de los objetivos fundamentales del Plan de Conservación se centra en la disminución de las amenazas, los objetos de conservación deben estar afectados por las amenazas presentes en el área. En cuanto a la escala, es necesario que exista una adecuada proporción entre el área de trabajo y los objetos de conservación que la representan puesto que las estrategias que se diseñen deben estar enfocadas a mitigar las amenazas presentes en el área

Para el área de estudio los objetos naturales de conservación son; **Sistema acuático, Unidad Vegetacional del humedal y Comunidad Avial**. El objeto de conservación cultural correspondió a los sitios de interés arqueológico dentro del humedal como son los Conchales.

El ***sistema de humedal*** laguna Carrizal bajo, como objeto de conservación está compuesto por el espejo de agua, riberas, quebradas y laderas adyacentes. El espejo de agua se forma producto del afloramiento de la napa subterránea proveniente de la quebrada Carrizal bajo,

el que da forma a un humedal de tipo estuarino que tiene conexión con el mar de forma continua, produciendo una rica mezcla de nutrientes característica de los sistemas estuarinos, lo que ha dado lugar al asentamiento de una importante biodiversidad de flora y fauna de la Región de Atacama.

Dentro de este objeto de conservación se encuentra la calidad y cantidad del recurso hídrico, los peces, macroinvertebrados, plantas acuáticas, palustres, el sustrato, la comunidad vegetacional, las aves, reptiles y mamíferos. Y el conjunto de relaciones ecológicas que dan forma a este diverso y complejo sistema de humedal

El Sitio Histórico cultural de Carrizal Bajo está dado por las zonas arqueológicas encontradas en el lugar que corresponden a campamentos asociados a áreas de conchal pertenecientes a poblaciones cazadoras y recolectoras identificadas en la descripción del área propuesta como zona Carrizal 2 y 3. Estos sitios arqueológicos presentan un estado de viabilidad global pobre la representatividad histórica del sitio, que se debe a la importancia de la estación de ferrocarril en el desarrollo de los pueblos de Carrizal Alto como Carrizal Bajo, relacionado a un auge minero, quedando en la actualidad vestigios de la línea del tren, la estación y una locomotora semienterrada en las cercanías del humedal. La condición del O.C. se evaluó según su singularidad, referida en la condición histórica que envuelve, su conectividad, referida a la socialización educativa del sitio, la extensión, referida a el tamaño del territorio relativo que abarca dentro del humedal, integridad, referida a el grado de conservación en el que se encuadra el sitio cultural, protección, referida a las medidas de seguridad e información del sitio, y el entorno, referido a la situación en la que se encuentra el sitio, en este caso está rodeada de la zona urbana.[16]

[16] CONAMA, 2008. GMA Consultores. Elaboración de Propuesta de Plan de Manejo participativo para el Humedales costero Laguna de Carrizal Bajo.

4.5. Estado actual de conservación de los objetos y/o del área propuesta.

Respecto al estado actual de los objetos naturales de conservación se puede señalar lo siguiente:

Comunidad Aviar: El registro realizado por las fuentes directas, señala que las especies con mayor presencia en el humedal de Carrizal Bajo es el Cisne de Cuello Negro, la Tagua Chica, La Tagua Común, el Queltehue, el Zarapito y la Gaviota Dominicana, siendo reconocidas en la mayoría de las campañas realizadas por el equipo del SAG, Así mismo se debe señalar que durante la última campaña del año 2017 se evidenciaron 364 individuos de aves, el cual es el número más alto censado en los últimos 10 años en el Humedal de Carrizal Bajo, lo cual puede tener relación a las mejores condiciones pluviométricas que ha experimentado la región, lo que ha permitido un aumento de la vegetación y el fenómeno de Desierto Florido, lo cual permite mejores opciones de alimento, reproducción y refugio para las aves (Gráfico N°7).

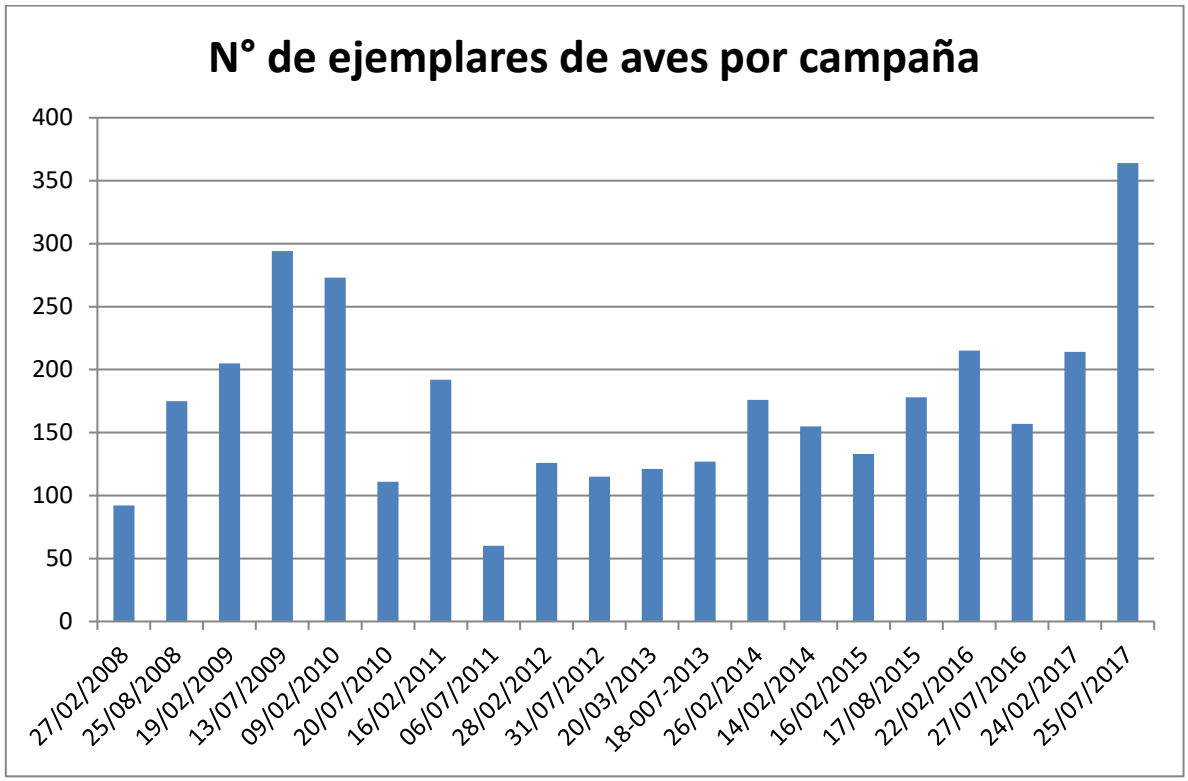


Gráfico N°7. Número de ejemplares de aves encontrados por campaña SAG 2008 – 2017.

Sistema acuático: El sistema acuático presenta una estabilidad en el nivel batimétrico. No obstante se han evidenciado alteraciones en la calidad del agua que ha generado algunas muertes de peces. A su vez, se han detectado mayor cantidad de residuos y usos recreacionales en época estival.

Unidad Vegetacional del humedal: El sistema vegetacional ha tenido un incremento asociado a los periodos húmedos entre los años 2015 y 2017. Cabe señalar que durante el año 2017 se experimentó con gran fuerza el fenómeno del Desierto Florido. No obstante, se mantienen amenazas latentes asociadas a cambios de uso de suelo por nuevas tomas inmobiliarias.

4.6. Presiones y/o amenazas sobre el área propuesta y el (los) objeto(s) de conservación (caracterización de las acciones o actividades que afectan o pudieren afectar al objeto de conservación o procesos ecológicos que se pretenden proteger).

Los objetos de conservación pueden sufrir alteraciones de origen natural y antrópico Las primeras forman parte del equilibrio natural; los sistemas, por lo general aunque no siempre, se recuperan restableciéndose el equilibrio original y dando origen a un nuevo equilibrio. Las alteraciones de origen natural pueden ser causadas por: deslizamientos de tierra, incendios por rayos, erupciones volcánicas, huracanes, fenómenos atmosféricos recurrentes

Las alteraciones de origen antrópico son más peligrosas, sobre todo si se prolongan por mucho tiempo. Cuando se producen en grandes extensiones geográficas pueden llegar a ser irreversibles y conllevar la extinción de especies. Pueden ser causadas por hechos como el aumento continuo de la población, su concentración progresiva en grandes centros urbanos, el desarrollo industrial o el avance de la frontera agropecuaria en detrimento de los sistemas naturales. Las presiones antrópicas amenazan la estructura y funcionamiento de los objetos de conservación.

Para poder determinar qué es lo que está afectando la viabilidad de nuestros objetos de conservación debemos identificar las presiones y luego calificarlas. Previamente, se recomienda considerar los siguientes aspectos:

- Que para cada objeto de conservación, las presiones sean directas e indirectas
- Que estén ocurriendo en el presente o que puedan ocurrir dentro del horizonte temporal de planificación que nos hemos propuesto para el área de trabajo.
- Que esas presiones sean lo más precisas posible.

Los efectos de deterioro son los tipos de degradación y daño al contenido conceptual, la condición física, la correspondencia, la transmisibilidad o el contexto de un objeto cultural de conservación, lo cual reducen su integridad. Es importante conocer la problemática del área y que enfoquemos las estrategias de conservación para la mitigación y eliminación de los principales efectos del deterioro físico y conceptual.

Entre los deterioros físicos podemos mencionar los siguientes:

- Destrucción: colapso, mutilación, pérdida de volumen, pérdida de elementos artísticos y hundimiento.
- Desintegración de material: erosión, salinización, pulverización, disolución, decoloración, exfoliación, oxidación, etc.
- Inestabilidad estructural: grietas, fracturas, sobrecarga, filtración, etc.
- Alteración: espacial, del entorno, manchas, huellas, turgicencia (manchas de raíces), etc.

Deterioros conceptuales: pérdida de información, pérdida de conectividad histórica y su contexto, pérdida de la capacidad de interpretación.

Los deterioros de los objetos culturales intangibles pueden ser:

- Debilitamiento o fragmentación de las instituciones sociales.
- Sustitución del objeto.
- Pérdida o abandono del conocimiento o prácticas locales.
- Pérdida de la identidad cultural del objeto.
- Pérdida del significado original del objeto.

Al igual que en el caso de objetos naturales, para analizar los objetos culturales primero debemos identificar los efectos de deterioro y luego calificarlos.

Los humedales ubicados en regiones semiáridas son sistemas particularmente frágiles debido a la heterogeneidad del ambiente. La escasez de agua de estas regiones hace que los humedales sean sistemas ricos en biodiversidad, especialmente de aves, y en las especies menos móviles tengan un alto grado de endemismo. El valle del Huasco en los últimos años ha experimentado un mayor crecimiento en su desarrollo productivo en lo que se refiere a la instalación de empresas mineras, agrícolas y agropecuarias que ejercerán una presión sobre el recurso hídrico en lo que se refiere a su calidad y cantidad, lo que conlleva que algunos proyectos busquen abastecimiento Hídrico fuera de la cuenca por lo cual es fundamental detectar las amenazas futuras sobre humedal de Carrizal Bajo en cuanto a solicitudes de derechos de agua en la Quebrada Carrizal.

Los sistemas naturales están sujetos a disturbios, los que pueden variar desde degradaciones hasta destrucción del hábitat. Consideramos presiones a los disturbios causado directamente o indirectamente por las personas. Las presiones van a afectar directamente los factores ecológicos claves originando la reducción de la viabilidad de nuestros objetos de conservación.

Para el objeto de conservación natural se establecieron presiones que afectan directamente los atributos claves, y las fuentes que podrían ocasionar tales presiones identificados en la Tabla N°18.

Fuente	Presión y/o amenazas
• Utilización de aguas subterráneas • Contaminación de aguas superficiales • Vertimiento de residuos domiciliarios • Caza furtiva • Deportes 4x4 • Turismo sin control • Cambio de usos de suelo • Eventos masivos	• Disminución régimen hidrológico • Eutrofización cuerpo de agua • Alteración calidad del agua • Disminución diversidad de especies • Alteración en la nidificación • Perdida de hábitat. • Inmobiliaria • Tsunamis • Incendios • Ruidos molestos

• Eventos naturales extremos • Quema de residuos	

Tabla N° 25. Identificación de presiones en la zona del humedal y sus principales fuentes.

4.7. Uso actual del suelo en el área propuesta y adyacente.

El uso actual del suelo de Santuario de la Naturaleza Humedal de Carrizal Bajo se destaca en relación a los siguientes usos:

- Uso de estacionamiento no regulado de vehículos en sector de playa en época estival.
- Tomas inmobiliarias en Humedal.
- Camino que rodea al Humedal no se encuentra regularizado.
- Vegetación Ribereña en estado normal.
- Zona dunaria adyacente.
- Zona rocosa adyacente.
- Camping no formal al interior del Humedal.
- Zona de residuos (contenedor)
- Acopio de Algas
- Mirador en Humedal

Cabe señalar que no ha existido un cambio de uso de suelo respecto a otros sectores económicos tal como la agricultura o uso ganadero. En el sector adyacente se encuentra el poblado de Carrizal Bajo, el sector de playa y sector de dunas y quebradas.

A continuación se muestran algunos usos del suelo asociado:



Figura N° 77. Zona de acumulación de algas



Figura N° 78. Casa abandonada tipo toma.



Figura N° 79. Zona de mirador al interior del Humedal



Figura N° 80. Zona de residuos (contenedor)

4.8. Descripción de la zonificación establecida por los instrumentos de planificación territorial vigentes.

4.8.1. Plan Regulador Intercomunal Costero (PRICOST)

Para el caso de la Laguna de Carrizal Bajo, se precisa que este sector no cuenta con la categoría de Áreas bajo Protección oficial, de tal manera que este es uno de los principales desafíos de la Estrategia Regional de Biodiversidad. Desde el punto de vista de la planificación territorial vigente, la localidad de Carrizal Bajo se encuentra dentro de dos zonas territoriales, las cuales son ZUI – 1 y ZUI – 7, las cuales corresponden están clasificadas como Área Urbana y Área de extensión urbana respectivamente según el Artículo 28 de la RES 5/21.08.2001 que promulga el plan regulador intercomunal de las comunas costeras de Atacama.

Para Las Zonas de usos diversos (ZUI – 1) se indica que las condiciones de desarrollo urbano para esta zona son las que se establecen en los respectivos planes reguladores comunales vigentes y aquellos que se aprueben a futuro, Sin perjuicio del cumplimiento de las salvedades establecidas en el inciso segundo del artículo primero, las que primarán sobre los instrumentos locales.

Las zonas que no cuenten por ahora con Plan Regulador Comunal se regirán por las siguientes disposiciones:

1. Uso de suelo: Vivienda: incluye hospedaje. Equipamiento de: Educación, Salud, Comercio minorista, Cultura, Esparcimiento y turismo, Deportes, Servicios públicos, Servicios profesionales, Áreas verdes, Seguridad, Servicios artesanales, Culto, Organización comunitaria

Actividades productivas: industriales y similares, inofensivas.

2. Intensidad de ocupación del territorio: Coeficiente máximo de constructibilidad igual a 2

Los proyectos deberán considerar la mitigación de efectos molestos en su entorno, generados por la cantidad de estacionamientos y tipo de vehículos, horario de funcionamiento, emisión de ruidos, entre otros, de conformidad a las normas y exigencias señaladas por los organismos pertinentes y el municipio respectivo.

Localidad	Comuna
Chañaral	Chañaral
Portofino	Chañaral
El Salado	Chañaral
Flamenco	Chañaral
Caldera	Caldera
Copiapó	Copiapó
Carrizal Bajo	Huasco
Huasco	Huasco
Freirina	Freirina

Tabla N° 26. Identificación de zonas con clasificación ZUI-1 en la Región de Atacama, Fuente: Res. Ex. 5/21.08.2001.

Las Zonas de apoyo a los centros poblados (ZUI – 7) corresponden a terrenos costeros, reservados para futuras extensiones de los centros poblados y para infraestructura complementaria a los asentamientos humanos.

Se destinará preferentemente a:

- Infraestructuras complementarias para el desarrollo urbano, necesarias para la producción de energía y proyectos de saneamiento ambiental.
- Instalaciones extractivas, industriales o de equipamiento que, por razones de la localización del recurso, requieran obligatoriamente ubicarse en esa área.
- Actividades recreativas y deportivas que requieran grandes extensiones.
- Preservación de lugares de interés paisajístico y científico.
- Cautelar una apropiada relación entre los centros urbanos y el paisaje

El uso del suelo se destina principalmente a la vivienda y hospedaje, con equipamiento de esparcimiento y turismo, deportivo y áreas verdes, destinando además las actividades productivas a los recursos naturales allí localizados. Cabe mencionar que los Planes Reguladores Comunales podrán variar esta subdivisión, una vez que sean incorporados a su radio urbano.

En esta zona se podrán aprobar proyectos inmobiliarios de desarrollo turístico que superen la intensidad fijada, en las siguientes condiciones:

- Contar con la autorización del Consejo Comunal e informe favorable del Secretario Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo.
- Un plano de delimitación detallada del polígono del proyecto, debidamente georreferenciado.
- Un plano de estructuración urbana del proyecto, que señale el cumplimiento de las cesiones gratuitas a que alude el artículo 2.2.5 de la ordenanza general, en el cual se contemplen las áreas verdes y la vialidad cedida como bien nacional de uso público; los terrenos destinados a equipamiento básico de propiedad pública y privada (deportes, seguridad, comercio minorista, culto, cultural y administración) y los terrenos vecinos a la playa cedidos al uso público para usos recreativos y estacionamientos.
- En este plan deberán quedar establecidas las conexiones y enlaces con la vialidad estructurante comunal e Intercomunal existentes, y el acceso público a las playas y al borde litoral.
- Un plan de inversiones para la dotación, operación y manutención de la infraestructura sanitaria y energética según exigencias de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones 2 y demás legislación sobre la materia, debidamente respaldada por los informes de los servicios competentes.
- Un plan de creación, operación y mantenimiento de un sistema de tratamiento de residuos.
- La Intensidad de Uso del Suelo para estos proyectos, será fijada en conjunto con la Dirección de Obras Municipales y El Consejo Comunal, previa consulta a la Comisión de Uso del Borde Costero, para tener de esta manera una visión general de los intereses y proyectos en la región.

La visualización de las zonas de la localidad de Carrizal Bajo se pueden observar en la Figura N° 54, donde se observan la clasificación de las zonas más cercanas al humedal, las cuales son ZUI – 1 y ZUI – 7 además de las área verdes regionales que corresponden al polígono del Parque Nacional Llanos de Challe.

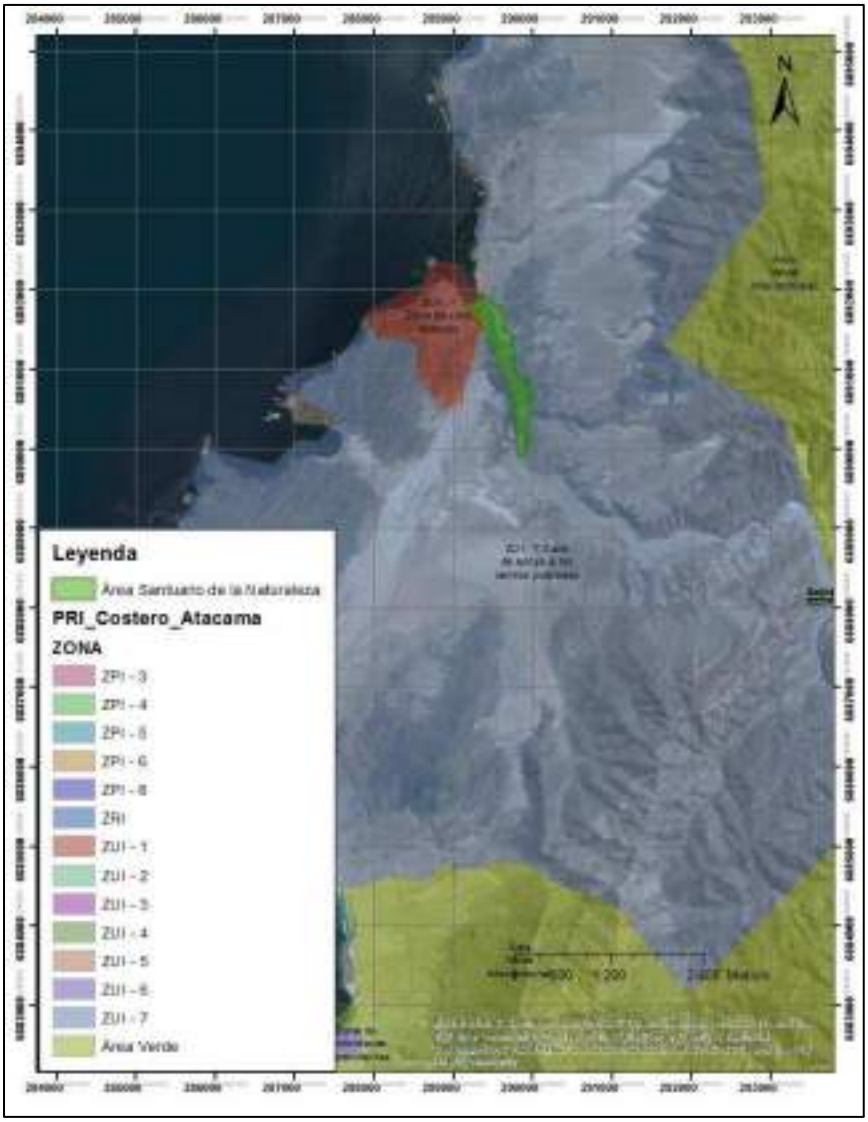


Figura N°81. Zonificación realizada por el PRICOST, 2001. Elaboración Propia a partir de capas formato shp. Publicadas en la página www.ide.cl.

Desde el punto de vista de la planificación territorial vigente, y de acuerdo al PRICOST, la Laguna de Carrizal Bajo corresponde a una Zona de Protección ecológica (ZPI-2), lo cual corresponde a terrenos graficados en los planos, de alto valor ecológico necesarios para mantener el equilibrio y calidad del medio ambiente.

En esta Zona no se permiten edificaciones. Sólo se admiten las instalaciones vinculadas a usos compatibles con sus características propias, tales como paseos, miradores, senderos peatonales y otros de similar naturaleza. Las instalaciones asociadas a proyectos de

protección ecológica y acceso de visitantes, deberán considerar, entre otras, las siguientes normas complementarias:

- Ley N°18.362 33 del Ministerio de Agricultura, sobre áreas silvestres protegidas.
- D.S. N°4.363 (Tierras) de 193115, texto actualizado Ley de Bosques sobre protección de quebradas, laderas, manantiales, etc.
- D.S. N°366 (Tierras) de 194434, sobre especies protegidas y su explotación.
- D.S. N°527 (BBNN) de 198535.
- D.S. N°946 (BBNN) de 199436
- D.S. N°947 (BBNN) de 199437.
- Res. N°440 de 199038 de la Dirección Ejecutiva de CONAF.
- Res. N°39 de 199739 de la Dirección Ejecutiva de CONAF.

Las Zonas de Protección Ecológica ZPI-2 de la Región de Atacama se presentan en la tabla N° 20.

Localidad	Comuna
Parque Nacional Pan de Azúcar	Chañaral
Isla Pan de Azúcar	Chañaral
Peralillo	Chañaral
Santuario de la Naturaleza Granito Orbicular	Caldera
Quebrada del León	Caldera
Morro de Bahía Inglesa	Caldera
Isla Grande de Bahía Cisne	Caldera
Sector Majadas	Caldera
Parque Nacional Tres Cruces	Copiapó
Área Silvestre Protegida Ojos del Salado	Copiapó
Laguna Carrizal Bajo	**Huasco**
Llanos de Matamoros	Huasco
Parque Nacional Llanos de Challe	Huasco
Oeste Parque Llanos de Challe	Huasco
Sector Algarrobal	Huasco
Isla Chañaral de Aceituno	Freirina

Tabla N° 27: Zonas de protección ecológica ZPI-2 de la Región de Atacama. Fuente: Res. Ex. 5/21.08-2001.

En la actual modificación del Plan Regulador Intercomunal Costero se declara como un área rural de usos restringidos, debido a que se presenta como un ecosistema de alta relevancia ecológica y presencia de elementos de valor patrimonial. En esta zona del área rural, se establecen las siguientes normas de usos de suelo para la aplicación del artículo 55° de la Ley General de Urbanismo y Construcciones.

4.8.2. Plan de macro zonificación del barde costero

Otro de los instrumentos que orientan y contribuyen a un desarrollo regional equilibrado y armónico es la zonificación de los usos preferentes del borde costero contenido en la Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República (PNUBC) cuyo objetivo principal es asegurar la conservación de los recursos costeros y la regulación de los diferentes usos y actividades que se realizan en el borde costero con el fin de mitigar y prevenir conflictos de uso.

Dentro del plan de macrozonificación de Usos del Borde Costero (Anexo N° 3), la Laguna de Carrizal Bajo se encuentra dentro de la clasificación Humedales Costeros (HC), lo que se define como espacios donde se concentra una gran cantidad de biodiversidad, siendo determinantes en el funcionamiento de los ecosistemas y por ende, en la vida humana. Corresponden a ecosistemas acuáticos Naturales o artificiales, que pueden ser salados o dulces, marinos o continentales, superficiales o subterráneos, y cuya importancia es que suministran el hábitat a peces, crustáceos, anfibios, reptiles, entre otras especies. Los humedales costeros localizados en bahías abiertas y abrigadas, en las desembocaduras de ríos que aportan nutrientes terrestres, cumplen funciones relevantes, a saber:

- Alta diversidad de Aves.
- Alta productividad y altos niveles de biodiversidad
- La importancia individual de estos humedales se incrementa al considerarlos como parte de una cadena de sitio en medio de tanta aridez.

Mientras que en este mismo documento, la localidad de Carrizal Bajo cuenta con diferentes clasificaciones, como son:

4.8.2.1. Zonas de relevancia Turística Marina

Corresponden a áreas en las que se localizan recursos y atractivos naturales en el medio marino, potencialmente explotables para la actividad turística. Uno de los principios de básicos que define el concepto de turismo sustentable es que éste debe desarrollarse en los ámbitos económico, ecológico y sociocultural. Dicha definición establece como requisito insoslayable, en lo que a los aspectos ecológicos se refiere, un adecuado conocimiento de los sistemas naturales, en los cuales se desarrolla y planifica esta actividad. Bajo este concepto son importantes aquellas áreas que conservan sus características propias o con baja alteración antrópica, propiciando también un uso controlado de esos recursos a través de un turismo selectivo, no masivo, donde las mismas motivaciones e intereses de los turistas propician el cuidado y protección de ese patrimonio.

Las ZR- TM presentan incompatibilidad de uso con aquellas actividades que hacen uso intensivo de los espacios marinos, como por ejemplo la actividad acuícola y portuaria

ZONAS DE RELEVANCIA TURÍSTICA MARINA		
Zonas	**Característica Principal**	**Localización**
ZR-TM. Carrizal Bajo	Área localizada al norte oeste del Humedal Laguna de Carrizal. Zona con alto desarrollo de turismo de playa y recreación. La potencialidad turística está dada por actividades de buceo, pesca de orilla y deportes náuticos en general.	Situada en la localidad de Carrizal Bajo, comuna de Huasco.

Tabla N° 28. Características principales de las zonas de relevancia marina en Carrizal Bajo.
Fuente: Modificado de Memoria explicativa de la zonificación del borde costero.

4.8.2.2. Zonas terrestres de funciones múltiples

Corresponden a áreas en las que se concentran en la actualidad, o proyectan a futuro, usos múltiples. Dichos usos se sustentan en una base ambiental y territorial y presentan, de acuerdo a su vinculación funcional, una serie de roles territoriales de alcances variables.

De acuerdo al nivel de funciones que tenga determinada zona, éstas se han diferenciado en dos categorías: las de tipo I (ZTFM-I), que corresponden a las de mayores dimensiones y concentración de usos; y las de tipo II (ZTFM-II), las que presentan dimensiones menores,

en términos de superficie así como también respecto de una menor concentración de usos. En la Tabla N° X, se presentan las características principales de la ZTFM II de Carrizal Bajo

ZONAS TERRESTRES DE FUNCIONES MÚLTIPLES TIPO II	
Zona Tipo II	**Característica Principal y Fundamentación**
ZT-FM II. Carrizal Bajo Sector Punta Barruel – Punta Herradura	Área de aproximadamente 500 ha. Poblado emplazado en el área de la Caleta Carrizal Bajo. Existencia de un humedal costero en el sector de la desembocadura del Estero Carrizal. Importante desarrollo de actividades turísticas y recreativas, principalmente en las áreas de playas. Resultado de los talleres provinciales se señala la necesidad de privilegiar actividades de bajo impacto (ecoturismo) evitando actividades industriales molestas y/o peligrosas. Zona que destaca por la concentración de áreas de importancia arqueológica, fundamentalmente en el sector de Pta. Barruel, Carrizal Bajo y Pta. Herradura.

Tabla N° 29. Características principales y fundamentación de la ZTFM – II. Fuente: memoria explicativa de la zonificación de usos del borde costero.

4.8.2.3. Zonas marinas de funciones múltiples

Espacios marinos en los que se concentran actualmente diversos usos, así como futuros proyectos que implican una cierta intensidad y diversidad de usos. Una parte importante de estas áreas colindan en la parte terrestre con ZT-FM, configurando un sistema complejo de mutuas interacciones. La zona marina correspondiente a Carrizal Bajo se encuentra dentro de una zona marina de funciones múltiples de tipo II, cuyas características se encuentran en la Tabla N° 23.

ZONAS MARÍTIMAS DE FUNCIONES MÚLTIPLES TIPO II.	
Zona Tipo II	**Característica Principal y Fundamentación**
ZM-FM II. Carrizal Bajo	Área en la que se concentran actividades vinculadas a la pesca artesanal, AMERB, acuicultura (en el sector de Punta Herradura) y cultivos de ostiones en el sector de Carrizal, además de actividades turístico recreacionales. El área correspondiente al humedal costero se analiza en las ZH.

Tabla N° 30. Características principales y fundamentación de la ZMFM – II. Fuente: memoria explicativa de la zonificación de usos del borde costero.

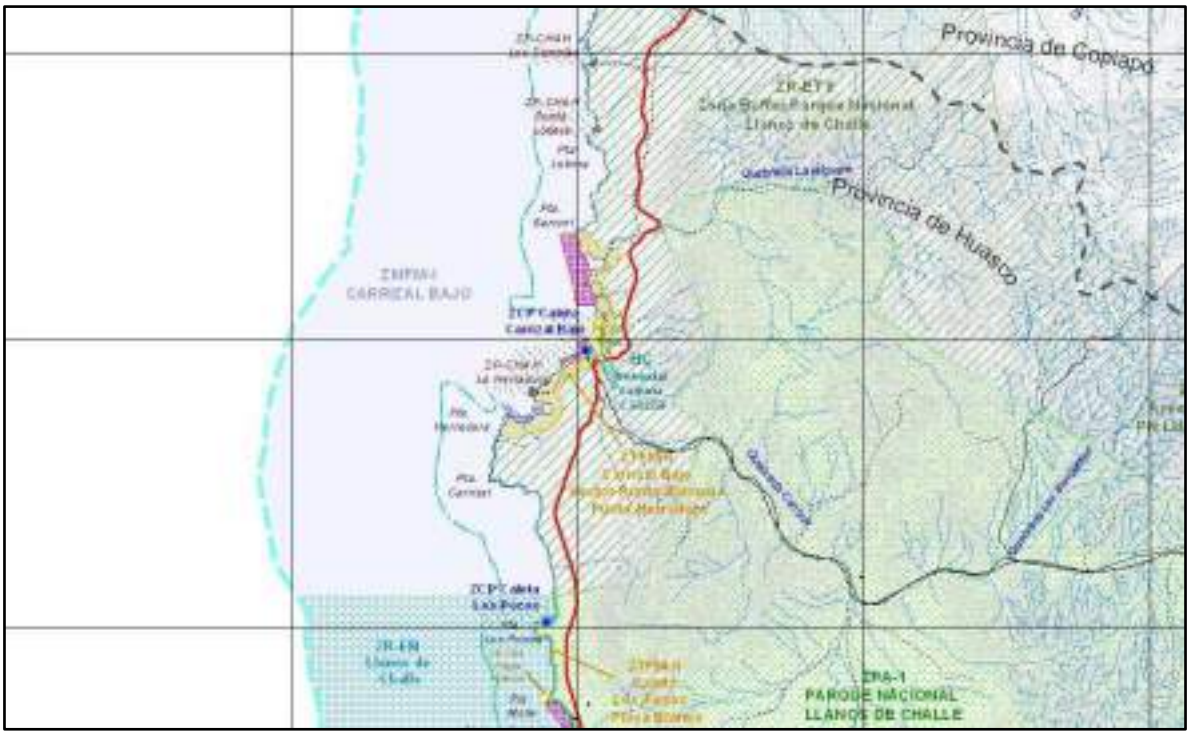


Figura N° 82. Acercamiento a plano de macro zonificación de usos preferentes del borde costero, en la localidad de Carrizal Bajo. Fuente: Gobierno Regional.

4.8.3. Plan de desarrollo comunal comuna de Huasco 2011 – 2015

Al respecto, el PLADECO Huasco 2011 – 2015, señala en el punto 1.3.4. ÁREAS TERRESTRES DE RELEVANCIA ECOLÓGICA, que “el sistema de humedales costeros de la región está compuesto por 3 áreas de alto valor biológico como lo son la Desembocadura del Río Copiapó, **la Laguna estero de Carrizal Bajo** y el Estuario del Río Huasco. Estos humedales constituyen la prioridad principal de conservación para el Comité Operativo Regional de Biodiversidad de Atacama en lo que respecta a la implementación de la Estrategia Regional de Biodiversidad y su meta principal es colocar estos sistemas bajo una figura de protección oficial que garantice su viabilidad ecológica.

En la Caleta de Carrizal Bajo, en el sector del Humedal Costero se puede observar una diversidad de aves que en ninguna otra parte de la región se puede encontrar. Se destacan dentro de este grupo una pareja de Flamencos grandes (Phoenicoparrus andinus), un Cisne de Cuello Negro (Cygnus melancoryphus), Tagua Chica (Fulica leucoptera), un grupo de Rayadores (Rynchops niger cinerascens), Zarapitos, Gaviotas Dominicanas y Pelícanos. El

humedal se caracteriza por presentar formaciones vegetales del tipo bofedal, característicos del sistema cordillerano.

En cuanto a los recursos marinos desarrollados en la costa de esta comuna, destacan los siguientes: Lenguados, Merluzas, Blanquillos, Congrios, Sardinas, Anchovetas, Cojinovas, Corvinas, Langostinos, Camarones, Jaibas, Picorocos, Locos, Machas, Almejas, Cholgas, Choro Zapato, Piure y diversas algas.

En los acantilados costeros y roqueríos de los islotes existen sitios de nidificación de aves. También destacan en los islotes Chungungos, Lobos Marinos y Pingüinos que constituyen atractivos para el visitante.



Figura N° 83. Tapa PLADECO Huasco 2011 – 2015 y proceso de actualización

Actualmente, dicho instrumento se encuentra en etapa de actualización por parte de la Ilustre Municipalidad de Huasco.

4.9. Otras categorías de protección existentes al interior del área propuesta y zona adyacente.

El Humedal Costero de Carrizal Bajo, no cuenta con figura de protección oficial, pero sin embargo se encuentra categorizada como sitio prioritario según la estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de Atacama 2010- 2017. Los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, constituyen áreas del territorio nacional que representan características ecológicas relevantes y que, por lo mismo, se ha considerado pertinente que se otorguen protección a través de los instrumentos que contempla el ordenamiento jurídico[17].

El sitio prioritario Humedales Costeros de Huasco considera los humedales del estuario del Rio Huasco y la Laguna de Carrizal Bajo, abarcando una superficie de 9761,00 ha. Tiene su origen en la Estrategia Regional de Biodiversidad del 2002 y se contempla que para complementar la información regional, a los sitios prioritarios se adicionen nuevos sitios de interés para la biodiversidad como son el Humedal Costero de Carrizal Bajo, como Santuario de la Naturaleza con el fin de general una figura de protección oficial del área.



Figura N°84: Ubicación del Humedal de Carrizal Bajo en el Sitio Prioritario para la conservación. Elaboración Propia.

[17] CONAMA Estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad en la Región de Atacama 2010-2017.

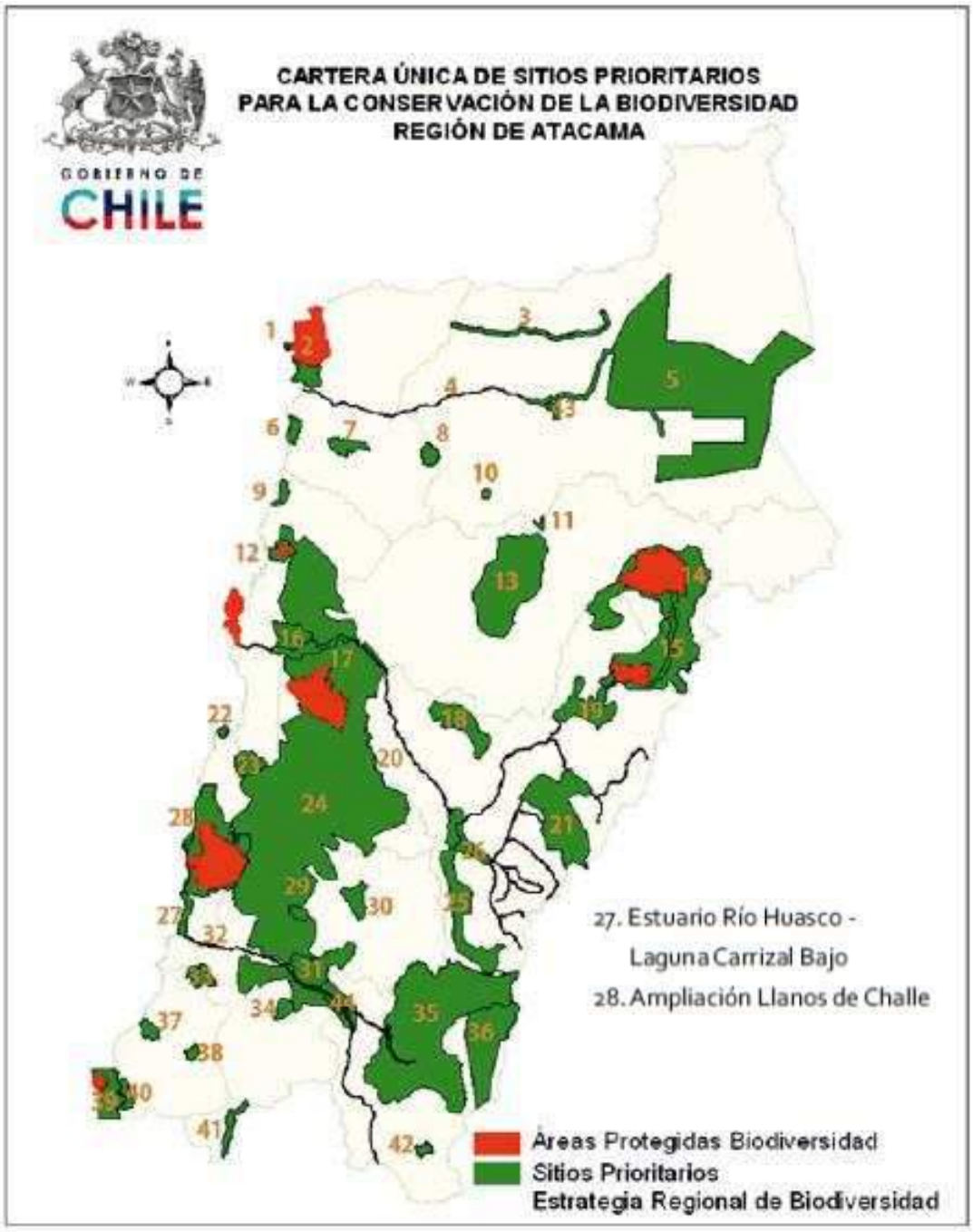


Figura N°85. Mapa de sitios prioritarios de la Región de Atacama (N°27 representa a Carrizal Bajo), Fuente Estrategia Regional de Biodiversidad Región de Atacama 2010-2017.

5. GESTIÓN DEL ÁREA PROPUESTA

5.1. Identificación del o los Propietarios.

El propietario de terreno a considerar como Santuario de la Naturaleza Humedal Costero de Carrizal Bajo, corresponde a la Sociedad Agrícola Quebrada Honda S.A.

5.2. Personas, instituciones responsables de la gestión y administración.

La Gobernanza del Santuario de la Naturaleza "HUMEDAL COSTERO DE CARRIZAL BAJO", quedará asociado a la administración y manejo de Agrícola Quebrada Honda S.A., y bajo la supervigilancia y custodia del Ministerio del Medio Ambiente.

Durante el primer año se conformará un comité asesor de gestión, bajo un modelo de colaboración público y privado.

Este comité tendrá la tarea de aportar en medidas de conservación, desarrollar acciones gestión y colaboración, además de apoyar la elaboración del Plan de Manejo del Santuario.

Estará conformado, a modo de propuesta inicial, por los siguientes actores:

- Dueño del predio
- Representante Junta de Vecinos de Carrizal Bajo
- Representante de ambientalistas locales
- Servicios Públicos (CONAF, MMA, SAG. DGA. MOP. Turismo. GORE Atacama)
- Otros actores locales y privados con interés de aportar
- Ilustre Municipalidad de Huaso

5.3. Plan de Manejo preliminar, que considere objetivos, lineamientos estratégicos, metodología y medidas afines a los objetos de protección definidos para el área propuesta, así como una zonificación preliminar que establezca de uso a fin de cumplir los objetivos de conservación planteados para el área.

Para elaborar una propuesta de plan de manejo del Humedal Costero de Carrizal Bajo, según el ecotipo en los límites que se propondrían como Santuario de la Naturaleza, se debe tener en cuenta y tener énfasis en un programa de monitoreo, de educación ambiental a la comunidad, de Turismo y de administración, proponiendo acciones, indicaciones y el monitoreo de las variables físico-químicas, biológicas y socioculturales.

5.3.1 Objetivos.

5.3.1.1. Objetivo General

Conservación y mejoramiento de las características biológicas tanto del recurso hídrico, las comunidades de flora y fauna silvestre que habitan en el Humedal Costero de Carrizal Bajo como el medio ambiente que lo rodea.

5.3.1.2. Objetivos específicos

- Conservar la calidad del ambiente acuático que sirve como refugio permanente o transitorio de la avifauna.
- Conservar la variedad y cantidad de la fauna silvestre que utiliza el área propuesta como santuario de la naturaleza, como lugar de residencia o descanso durante sus migraciones.
- Implementar un programa de difusión y educación ambiental destinado a crear conciencia sobre la importancia de los humedales costeros en zonas áridas.
- Disminuir la presión por turismo mal planificado y brindar opciones de desarrollo turístico en la zona.
- Disminuir la presión por deportes 4x4.
- Disminuir la caza furtiva.

5.3.2. Lineamientos estratégicos

- Establecer un ordenamiento territorial y la gobernanza del área.
- Fomentar el turismo y educación ambiental en la localidad de Carrizal Bajo y Provincia de Huasco.
- Fomentar el conocimiento, la valorización y la protección del área y su biodiversidad.
- Fomentar el uso responsable del área.
- Establecer un turismo responsable y regulado.

Para llevar a cabo los objetivos descritos se realizarán una serie de acciones de acuerdo al objetivo que se quiere realizar, por lo que se las acciones que se plantean son las siguientes:

Objetivos	Acciones
Conservar la calidad del ambiente acuático y la vegetación que sirve como refugio permanente o transitorio de la avifauna.	• Coordinar acciones con la Ilustre Municipalidad de Huasco, para la gestión de los residuos dentro del área. • Coordinar acciones con el MMA, incorporando un plan de seguimiento de las variables ambientales del humedal. • Fiscalización y monitoreo del área protegida por parte de Organismos sectoriales e Ilustre Municipalidad de Huasco. • Vigilancia del humedal en conjunto con la comunidad • Coordinar por medio del MMA y otros servicios, estudios y/o consultorías para generar constantemente información relevante sobre el área. • Instalar infraestructura destinada para la observación de la avifauna, senderos, miradores y señalética. • Coordinar con DGA monitoreos de calidad y nivel de las aguas de la laguna.
Conservar la variedad y cantidad de la fauna silvestre que utiliza el área propuesta como santuario de la Naturaleza, como lugar de residencia o descanso durante sus migraciones.	• Coordinar acciones con el SAG, asegurando los monitoreos de avifauna que se realizan de manera constante. • Coordinar acciones con SAG y CONAF para supervigilar el área y resguardar la Flora y Fauna Silvestre protegida en el sector. • Coordinar por medio del MMA estudios y/o consultorías pata generar constantemente información relevante sobre abundancia y distribución de mamíferos, reptiles y anfibios.

Implementar un programa de difusión y educación ambiental destinado a crear conciencia sobre la importancia de los humedales costeros en zonas áridas.	• Realizar Talleres y terrenos de capacitación e información a los establecimientos educacionales de la Comuna o Provincia. • Involucrar y comprometer a organizaciones sociales de base de la localidad. • Integrar a las metas de SCAM de I. M. de Huasco.
Disminuir la presión por turismo mal planificado y brindar opciones de desarrollo turístico en la zona	• Planificación turística del Humedal. • Instalación de infraestructura adecuada para el desarrollo de actividades de recreación y un camping. • Instalación servicios higiénicos. • Potenciar turismo responsable en el sitio. • Capacitación de Operadores Turísticos.
Disminuir la presión por deportes 4x4	• Fiscalización desde la capitanía de puerto de los deportes 4x4. • Capacitación e información a los corredores. • Instalación de Señaléticas.
Disminuir la caza furtiva	• Coordinar acciones con el SAG, para la fiscalización a la caza de animales. • Realizar Talleres de información a la comunidad. • Instalación de señaléticas.

Tabla N° 31: Acciones a realizar dentro del área para cumplir con los objetivos de conservación.

A su vez se desarrollarán los siguientes Planes asociados a la gestión del Santuario de la Naturaleza:

a) Plan de manejo de amenazas.

Con el fin de disminuir el impacto ambiental dentro del área del santuario a través de la planificación de los distintos usos que se desarrollan en ella para asegurar la conservación de los distintos servicios ecosistémicos, dentro de los productos a necesitar dentro del área se identifica la licitación y ejecución de un plan de manejo de las prácticas de visitación con la finalidad de mejorar el comportamiento de los usuarios que visitan la zona, además de información acerca de la capacidad de carga del sector para la realización de la actividad turística en la localidad. Dentro del plan de manejo de amenazas se debe considerar la

gestión municipal para el retiro de los residuos sólidos generados dentro del área, donde se requerirá la infraestructura necesaria para contener estos residuos.

b) Plan de fiscalización

Busca la responsabilidad y concientización con el medio ambiente del usuario del Santuario de la Naturaleza a través de la fiscalización y vigilancia de los planes de manejo. Este plan de fiscalización tiene como objetivo generar redes público –privadas para la fiscalización y cuidado del humedal con el fin de disminuir las presiones antrópicas que puedan afectar a los diferentes objetos de conservación.

c) Plan y estrategia de monitoreo

Tiene por objetivo velar por el complimiento de los objetos de conservación del área a través de acciones de seguimiento, evaluación y control del área delimitada como Santuario del Naturaleza y los sectores aledaños. Para el plan y estrategia de monitoreo es necesario

- Crear redes público -privadas para el monitoreo de la calidad de las aguas del humedal, para la conservación de la avifauna y para la disminución de las presiones existentes en el lugar.
- Instalación de Señalética de educación e interpretación ambiental.
- Asociación con centros de investigación.

d) Plan de extensión

Se realiza para contribuir al conocimiento y valoración de los servicios ecosistémicos del área protegida a través de acciones de difusión, interpretación y educación ambiental a usuarios, visitantes y comunidad local y regional. Los productos requeridos para el plan de extensión son:

- Licitar y contratar actividades que establezcan comunicación con la comunidad respecto a la valoración de los servicios ecosistémicos.
- Realizar un plan piloto de voluntariado, generando actividades de alto impacto acorde con acciones de extensión para el santuario de la naturaleza.
- Potenciar el humedal como sitio de interés para el turismo de intereses especiales.

e) Plan de financiamiento

Busca el financiamiento de las actividades dentro del humedal a partir de la visitación del lugar, como es el caso de:

Realizar una estrategia de vinculación y beneficio mutuo entre el santuario y la comunidad, potenciando el turismo en los alrededores del humedal incorporando diferentes sitios de interés turísticos cercanos al lugar.

5.4 Plan de Infraestructura Preliminar a implementar, si fuera pertinente, para cumplir los objetivos de protección planteados para el área.

La infraestructura a considerar dentro del área está ligada a los planes de manejo de la visitación del lugar y planes de fiscalización y seguridad del área, considerando infraestructura como la descrita en la tabla N° 24.

Infraestructura	Características	Objetivos
Miradores	Implementar miradores para el avistamiento de aves con información relevante sobre el área y los objetos de conservación	Apoyar el plan de manejo de amenazas, atraer visitantes y fomentar el turismo de intereses especiales facilitando el avistamiento de avifauna
Senderos	Construir senderos de interpretación ambiental bien delimitados para la circulación de los visitantes	Apoyar el plan de manejo de amenazas y el plan de extensión y educación ambiental
Contenedores de residuos	Contenedores de residuos con tapa en ciertos puntos del área para evitar ingreso de aves y derrames. Loza de Hormigón.	Aporte para el plan de manejo de amenazas, facilitando la cuantificación de residuos.

Señalética	Implementación de señalética relativa que permita apoyar las labores de fiscalización y de educación ambiental	El objetivo principal es informar a la comunidad y a los usuarios de las prácticas prohibidas y las permitidas dentro del área asociado a deportes 4x4 y la caza furtiva, además de señalética con información relevante sobre el Humedal y su biodiversidad
Instalaciones para el Camping	De acuerdo a los resultados del plan de manejo de visitación se debería tomar en cuenta las características de estas instalaciones y la capacidad de carga de éste para las características del lugar	Fomentar el turismo en la localidad de Carrizal Bajo. Regularizar Camping.
Estacionamientos	Lugares de estacionamientos y demarcaciones que no interfieran con los la biodiversidad del lugar	Demarcar zonas para estacionamientos regulados

Tabla N° 32. Infraestructura propuesta para implementar en el Santuario de la Naturaleza. Elaboración Propia.

5.5 Plan de Financiamiento Preliminar (compromisos específicos demostrables en el ámbito financiero, que den cuenta de los recursos con los que se contará para implementar infraestructura afín a la conservación, actividades de educación, investigación y difusión, entre otras).

Respecto a la estrategia de Financiamiento se proponen cuatro acciones a seguir:

I. Convenios sector Público.

A continuación, se presenta los recursos comprometidos por de los diversos servicios públicos interesados en la gestión del Santuario de la Naturaleza Humedal Carrizal Bajo, según descripción siguiente (ver cartas de apoyo y compromisos en Anexo N° 5):

Servicio Público	Modalidad	Tipo de aporte	Valorización no pecuniaria (anual)
Ilustre Municipalidad de Huasco	Carta de compromiso/ convenio	RR.HH; Transporte y disposición de residuos; coordinación de capacitaciones; jornadas de educación ambiental; Charlas Técnicas; folletería; Fiscalización; señal ética.	7.000.000
SAG	Carta de compromiso/ convenio	RR.HH; Monitoreo de Aves acuáticas Humedal de Carrizal Bajo (febrero y julio de cada año)	3.000.000
CONAF	Carta de compromiso/convenio	RR.HH; dos monitoreos de aves, 1 control de amenazas presencia de perros, Actividades de educación ambiental sobre importancia del humedal como ecosistema.	3.000.000

SERNATUR	Carta de compromiso/convenio	RR.HH; Capacitaciones, Charlas, Difusión actividades y atractivos	1.573.600
DGA	Carta de compromiso/ convenio	RR.HH; Monitoreo de calidad de agua; análisis de laboratorio con una frecuencia de 2 veces al año, en 4 puntos.	3.000.000
MMA	Carta de compromiso/ convenio	RR.HH; Supervigilancia, trabajo en coordinación Plan de Manejo, Capacitaciones, Charlas	2.000.000
TOTAL			**19.573.000**

Tabla N° 33. Convenios sector público.

II. Postulación de proyectos.

Se postularan proyectos sociales a las siguientes fuentes de financiamiento Regional[18]:

FONDO DE FORTALECIMIENTO DE LAS ORGANIZACIONES DE INTERÉS PÚBLICO (LEY N° 20.500)

Organismo Público: Ministerio Secretaría General de Gobierno.

Objetivo del Fondo Concursable: Fortalecer a las organizaciones de interés público cuya finalidad sea la promoción del interés general, en materia de derechos ciudadanos, asistencia social, educación, salud, medio ambiente, o cualquiera otra de bien común, en especial las que recurran al voluntariado.

¿Quiénes pueden postular?

Podrán postular todas las organizaciones que posean la calidad de interés público y que se encuentren inscritas en el catastro respectivo, en particular:

[18] https://goreatacama.gob.cl/wp-content/uploads/GUIA_FINAL_FONDOS_CONCURSABLES_ATACAMA.pdf

- Las Juntas de Vecinos y demás organizaciones comunitarias y funcionales, regidas por la ley Nº 19.418.
- Las Asociaciones y comunidades indígenas, reguladas por la ley Nº 19.253.
- Asimismo, podrán postular al concurso otras organizaciones que posean la calidad de interés público (corporaciones, fundaciones, clubes deportivos, voluntariados, etc.), cuya inscripción deberá ser validada por el Consejo Nacional que administra esta convocatoria.

¿Cuál es el monto máximo?

Para proyectos locales, es decir aquellos que solo benefician a una comuna, el máximo es $2.000.000.- (dos millones de pesos).

FONDO SOCIAL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Organismo Público: Ministerio del Interior – Subsecretaría del Interior – Departamento de Acción Social.

Objetivo del Fondo Concursable: A través del Fondo Social Presidente de la República se invita a entidades públicas y privadas para que postulen al financiamiento de proyectos de carácter social que contribuyan a apoyar y complementar las políticas de inversión social del Estado. Estos proyectos deberán estar preferentemente orientados a: contribuir a la superación de la extrema pobreza y a mejorar la calidad de vida la población, y prevenir y mitigar las condiciones de vulnerabilidad que les afectan.

¿Quiénes pueden postular?

Podrán postular y beneficiarse de un proyecto, todos aquellos organismos públicos o privados con personalidad jurídica vigente, que no persigan fines de lucro; y que no tengan saldos pendientes o cuentas por rendir con el Fondo Social.

Áreas temáticas de financiamiento: Fomento a la vida comunitaria y creación de capital social.

Proyectos que tengan relación con la prevención ante una situación de riesgo de origen natural y/o humano y la protección a las personas, sus bienes y el medioambiente. En esta línea se financiarán proyectos presentados por municipalidades.

¿Cuál es el monto máximo de postulación?

Proyectos de Equipamiento e Implementación Comunitaria: Corresponde a aquellos destinados a la adquisición o acceso a un bien mueble necesario para la realización de una actividad determinada, que contribuya a mejorar el bienestar material y/o social de los beneficiarios del proyecto. Los montos a postular tendrán un mínimo de $ 500.000.- (quinientos mis pesos) y un máximo de $1.500.0000.- (un millón quinientos mil pesos)

FONDO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (FPA)

El Fondo de Protección Ambiental (FPA), es el primer y único fondo concursable de carácter ambiental con que cuenta el Estado de Chile. Fue creado por la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, para apoyar iniciativas ciudadanas y financiar total o parcialmente proyectos o actividades orientados a la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental.

Según las Bases Generales del FPA, “podrán presentarse al concurso personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que cumplan los requisitos específicos señalados para cada concurso en las bases especiales”, los que pueden ser organizaciones sociales e instituciones chilenas sin fines de lucro, como:

- Juntas de vecinos.
- Clubes deportivos.
- Centros de padres.
- Agrupaciones culturales y ambientales.
- Comunidades y asociaciones indígenas (Ley 19.253)
- Organismos No Gubernamentales ONG’s
- Asociaciones gremiales

¿Cuál es el monto máximo?

- Concurso de Gestión Ambiental Local. Desde $4.000.000.- (cuatro millones de pesos) hasta $5.000.000.- (cinco millones de pesos)

- Concurso de Protección y Gestión Ambiental Indígena. Desde $4.000.000.- (cuatro millones de pesos) hasta $5.000.000.- (cinco millones de pesos), para las líneas temáticas de Manejo sustentable y uso eficiente de recursos naturales, Gestión de residuos y Actividades productivas armónicas con el desarrollo sustentable.

III. Aportes de comunidad de Carrizal Bajo.

Se consultara a Junta de Vecinos y otros actores interesados de la comunidad, respecto a generación de aportes para tomar acciones específicas. Este aporte será por medio de donaciones de actores sociales interesados ya sea en común acuerdo de cuotas o por convenio con dueños.

IV. Recursos de extensión / investigación.

Se Gestionará convenio con Universidad de Atacama con el fin de postular proyectos de investigación a fondos de Innovación para la Competitividad (FIC) del Gobierno Regional de Atacama ($50.000.000.-). Otra opción de trabajo conjunto es la postulación a concurso de Bienes Públicos para la Competitividad de CORFO.

Finalmente se incentivará a la academia propuestas de temas de tesis para generación de investigación en el Santuario de la Naturaleza.

5.6 Carta compromiso del potencial administrador respecto de las acciones de protección sobre el área que se pretende declarar y de la elaboración y aplicación del Plan de Manejo para el sitio.

Carta original se encuentra en Anexo N° 3: Cartas de conformidad y compromiso del propietario.



Vallenar, 17 de diciembre de 2018

CARTA COMPROMISO

Por la presente, tengo a bien comprometer la administración sobre el Santuario de la Naturaleza "HUMEDAL COSTERO DE CARRIZAL BAJO", el cual quedará bajo la administración y manejo de Agrícola Quebrada Honda S.A., y bajo la supervigilancia y custodia del Ministerio del Medio Ambiente.

Durante el primer año se conformará un comité asesor de gestión, bajo un modelo de colaboración público y privado.

Este comité tendrá la tarea de aportar en medidas de conservación, desarrollar acciones, gestión y colaboración, además de apoyar la elaboración del Plan de Manejo del Santuario. Estará conformado, a modo de propuesta inicial, por los siguientes actores:

- Dueño del predio.
- Representante Junta de Vecinos de Carrizal Bajo.
- Representante de ambientalistas locales.
- Servicios Públicos (CONAF, MMA, SAG, DGA, MOP, Turismo, GORE Atacama).
- Otros actores locales y privados con interés de aportar.
- Ilustre Municipalidad de Huasco

Herman Von Mayenberger Rojas
Gerente administrador
Agrícola Quebrada Honda S.A.

R.U.T: 7.225.492-9
Dirección: Planta Olivarera S/N Sector el Pino, Huasco Bajo, Comuna de Huasco, Región de Atacama

Figura N°86. Carta compromiso del potencial administrador.

6. BIBLIOGRAFÍA

Estudios consultados:

- CONAMA, 2007. GMA Consultores. “Levantamiento y análisis de información sobre uso y propiedad de los terrenos insertos en el Sitio Prioritario Estuario del Río Huasco – Laguna de Carrizal Bajo, como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes de creación de áreas protegidas en la Comuna de Huasco, Región de Huasco”.
- CONAMA, 2008. GMA Consultores. Elaboración de Propuesta de Plan de Manejo participativo para el Humedales costero Laguna de Carrizal Bajo.
- SEREMI de Medio Ambiente, 2011. Área de Recursos Naturales Renovables y Biodiversidad. “Antecedentes sobre el humedal costero laguna de carrizal bajo, áreas protegidas y sitios prioritarios insertos en la quebrada carrizal.”
- FPA Junta de vecinos N° 6, Carrizal Bajo. 2010. Expediente para la declaratoria de Santuario de la Naturaleza Humedal Laguna de Carrizal.
- CONAF, 2010. “Programa Nacional para la conservación de Humedales insertos en el Sistema nacional de áreas silvestres protegidas del estado.”
- SAG, Tabla censo de Aves por estación en Carrizal Bajo 2008-2017
- DGA, 2009. Evaluación de los recursos hídricos subterráneos de la quebrada Carrizal.
- DGA, 2010. Análisis y evaluación de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos costeros ubicados entre los Ríos Salado y Huasco, III Región de Atacama.
- COREMA, 2001. Informe técnico final de la declaración de impacto ambiental del proyecto diseño de instalación del servicio de instalación de agua potable rural de carrizal bajo, Comuna de Huasco, III Región.
- Lino Contreras A, 2003. Informe Arqueológico del Estudio de impacto Ambiental Ruta Costera, sector puerto Viejo, Carrizal Bajo, Región de Atacama.
- Héctor Oyarzo R. 2008. Monitoreo Biológico Humedal Costero y Laguna de Carrizal Bajo.
- SERNATUR. 2012 Atractivos turísticos 2012, Región de Atacama.
- MMA, 2011. Proyecto GEF-PNUD-MMA “La situación Juridica de las Actuales Áreas Protegidas de Chile.”

- MMA, 2017. Programa para la Recuperación Ambiental y Social de Huasco (PRAS de Huasco)
- Comisión Regional de Uso del Borde Costero, 2010. Memoria explicativa zonificación de los usos del borde Costero Región de Atacama.
- Seremi de Vivienda y Urbanismo, 2001.Plan Regulador Intercomunal de Comunas Costeras, Región de Atacama.
- Seremi de Medio Ambiente, 2017. Departamento de conservación de ecosistemas acuáticos y recurso hídrico. “Programa de protección y gestión de los humedales de la Región de Atacama“.
- Consejo de Monumentos Nacionales, 2010. Santuarios de la Naturaleza de Chile.
- Rudolf de Groot, et al. 2007. Lineamientos para Valorar loa beneficios derivados de los servicios ecosistémicos de humedales.
- Tabilo E, et al. 2017. “Humedales y aves playeras en la Costa árida del pacífico sudamericano, Evaluación Ecológica Rápida”
- GHD. (2014). Sistematización de antecedentes y formulación de Plan Nacional de Recuperación, Conservación y Gestión de la especie garra de león: *Leontochir ovallei*. Informe Final, De MMA Base de datos.
- EULA, 2016. Estudio de Títulos de Dominio Fiscal y de Dominio Particular Superpuestos en la Región de Atacama: Estancias Fiscales Yerbas Buenas y Torres y Páez.
- CONAF -DEPRIF Oficina Provincial Huasco, 2018. Informe técnico incendio forestal "Humedal Carrizal Bajo”.
- I.M de Huasco, 2015. PLAN DE DESARROLLO COMUNAL COMUNA DE HUASCO 2011 – 2015,
- Senner, S. E., B. A. Andres y H. R. Gates (Eds.). 2017. Estrategia de Conservación de las Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Americas. National Audubon Society, Nueva York, Nueva York, EE. UU. Disponible en: http://www.shorebirdplan.org.

Páginas web consultadas:

- http://www.conaf.cl/regiones-nortinas-acogen-mayor-parte-de-aves-migratorias-del-hemisferio-norte/
- http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2014/08/Anexo-3-PNN-2008-Manual-delimita_zonifica-ZA.pdf
- http://www.terram.cl/2013/01/zonas_de_amortiguacion_y_areas_de_conservacion_cultivando_la_buena_vecindad/
- http://www.diarioatacama.cl/prontus4_nots/site/artic/20070925/pags/20070925000705.html
- http://www.atacamaviva.cl/biodiversidad-y-turismo-el-por-que-debemos-cuidar-los-humedales-de-atacama/
- http://www.conaf.cl/regiones-nortinas-acogen-mayor-parte-de-aves-migratorias-del-hemisferio-norte/
- https://scielo.conicyt.cl
- http://elnoticierodelhuasco.cl/2011/04/el-antes-y-el-despues-del-humedal-de-carrizal-bajo-habla-experto-en-el-tema/
- www.mma.gob.cl
- www.seia.cl

7. ANEXOS

Anexo N° 1: Carta del interesado a Sra. Ministra del Medio Ambiente

Anexo N° 2: Títulos de propiedad

Anexo N° 3: Cartas de conformidad y compromiso del propietario

Anexo N° 4: Cartas de apoyo u opinión respecto de la solicitud de declaración

Anexo N° 5: Cartas de apoyo de servicios públicos

Anexo N° 6: Acta sesión extraordinaria N°2 / 2018 de Presentación en Programa de Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de la comuna de Huasco

Anexo N° 7: Lista de asistencia Taller con Servicios Públicos

Anexo N° 8: Mapas y Archivos SIG

Anexo N° 9: Estudios realizados en el Humedal de Carrizal Bajo

Anexo N° 10: Planos PRICOST

Anexo N° 11: Plano bien raíz

ANEXO N° 1: CARTA DEL INTERESADO A SRA. MINISTRA DEL MEDIO AMBIENTE

Vallenar, 17 de diciembre de 2018

Sra. Carolina Schmidt Zaldivar
Ministra del Medio Ambiente
PRESENTE

Junto con saludar, tengo a bien hacer entrega de expediente de postulación para la declaratoria de **Santuario de la Naturaleza "HUMEDAL COSTERO DE CARRIZAL BAJO"**.

Cabe señalar que es de enorme interés tanto de nuestra parte como de toda la comunidad de Carrizal Bajo y en general de la Región de Atacama, el poder dar protección oficial a un área de enorme interés ecosistemico, patrimonial y turístico.

Los humedales costeros de la Región de Atacama se encuentran localizados en bahías abiertas y protegidas, y en desembocaduras de ríos, esteros y quebradas; donde se generan aportes de nutrientes terrestres y zonas de surgencia de aguas profundas, lo cual, junto a las condiciones de la corriente fría de Humboldt, constituyen factores que propician **altos niveles de biodiversidad y productividad, en medio del desierto**. Se tiene que tener presente que en la Región de Atacama existen pocos Humedales costeros, por lo que es de relevancia su protección.

La declaratoria de Santuario de la Naturaleza "Humedal costero de Carrizal Bajo", es parte del portafolio del **Plan Nacional de Protección de Humedales 2018 – 2022** y una medida del **Programa de Recuperación Ambiental y Social de Huasco (PRAS)**.

Esperando su apoyo para poder concretar esta importante iniciativa, se despide atentamente de Ud.

Herman Von Mayenberger Rojas
Gerente administrador
Agrícola Quebrada Honda S.A.

R.U.T: 7.225.492-9
Dirección: Planta Olivarera S/N Sector el Pino, Huasco Bajo, Comuna de Huasco, Región de Atacama

ANEXO N° 2: TÍTULOS DE PROPIEDAD

DARIO SILVA MARCHANT
NOTARIO Y CONSERVADOR BIENES RAICES
COMERCIO Y MINAS FREIRINA-HUASCO
A.PRAT Nº 502, FREIRINA
FONO FAX (51) 2518783
E-MAIL: notariafreirina@hotmail.com

CERTIFICADO DE DOMINIO VIGENTE

Certifico: Que por inscripción de **fojas 239 Nº 202** del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, a mi cargo, **año 2002**, consta que la sociedad **"AGRICOLA QUEBRADA HONDA S. A."**, es dueña de la parte no expropiada del predio o inmueble denominado **Estancia Quebrada Honda,** ubicado en Carrizal Bajo, cuyos deslindes son: **al Norte,** con la Sierra de Totoral y quebrada que conduce de Totoral a la Caleta de Totoral; **al Sur**, con la línea que conduce de ferrocarril de Carrizal Bajo a Estación de Barranquilla, cuya línea se extiende por la quebrada de Carrizal; **al Poniente**, con el Océano Pacífico en el Puerto de Carrizal Bajo y la Caleta de Totoral; y **al Oriente**, con tierras fiscales a lo largo de una línea extendida de Sur a Norte por los siguientes puntos: de la estación de Barranquilla quebrada arriba hasta la cumbre del cerro Panul, desde este punto hasta Cachina Grande en dirección Nor-Oeste y desde allí al cerro Montosa y desde el cerro Montosa hasta la Sierra y quebrada de Totoral en línea recta.- **Dicha inscripción se encuentra vigente hoy día, en la parte no expropiada.**- Freirina, 12 de Julio de 2018.-

DARIO SILVA MARCHANT
NOTARIO CONSERVADOR ARCHIVERO JUDICIAL
FREIRINA

DARIO SILVA MARCHANT
Notario, Conservador y Archivero Judicial
Freirina-Huasco

DARIO SILVA MARCHANT
NOTARIO Y CONSERVADOR BIENES RAICES
COMERCIO Y MINAS FREIRINA-HUASCO
A.PRAT Nº 502, FREIRINA
FONO FAX (51) 251878
E-MAIL: [illegible]

CERTIFICADO DE LITIGIO

Revisadas las inscripciones de dominio que forman los títulos en relación a la parte no expropiada del predio o inmueble denominado **Estancia Quebrada Honda,** ubicado en Carrizal Bajo, inscrito a nombre de la sociedad **"AGRICOLA QUEBRADA HONDA S.A."**, a **fojas 239 Nº 202** del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raices de Freirina, a mi cargo, **año 2002**.- Certifico: Que a esta fecha NO existe constancia alguna que el mencionado inmueble sea objeto de Litigio.- Freirina, 12 de julio de 2018.-

DARIO SILVA MARCHANT
NOTARIO CONSERVADOR ARCHIVERO JUDICIAL
FREIRINA

DARIO SILVA MARCHANT
Notario, Conservador y Archivero Judicial
Freirina-Huasco

DARIO SILVA MARCHANT
NOTARIO Y CONSERVADOR BIENES RAICES
COMERCIO Y MINAS FREIRINA-HUASCO
A.PRAT Nº 502, FREIRINA
FONO-FAX (51) 2318781
E-MAIL: notariadomarchant@hotmail.com

CERTIFICADO DE HIPOTECA Y GRAVAMENES

Revisados por sus índices respectivos de Hipoteca y Gravámenes del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, a mi cargo, en relación a la parte no expropiada del predio o inmueble denominado **Estancia Quebrada Honda,** ubicado en Carrizal Bajo, inscrito a nombre de la sociedad **"AGRICOLA QUEBRADA HONDA S.A.", a fojas 239 N° 202** del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, a mi cargo, **año 2002**.- Certifico: que a dicho predio le afecta **comodato,** a favor de la **Ilustre Municipalidad de Huasco**, a fojas **72 N°48** del Registro de Hipotecas y Gravámenes de este Conservador, **año 2002**.- Freirina, 12 de julio de 2018.-

DARIO SILVA MARCHANT
NOTARIO CONSERVADOR ARCHIVERO JUDICIAL
FREIRINA

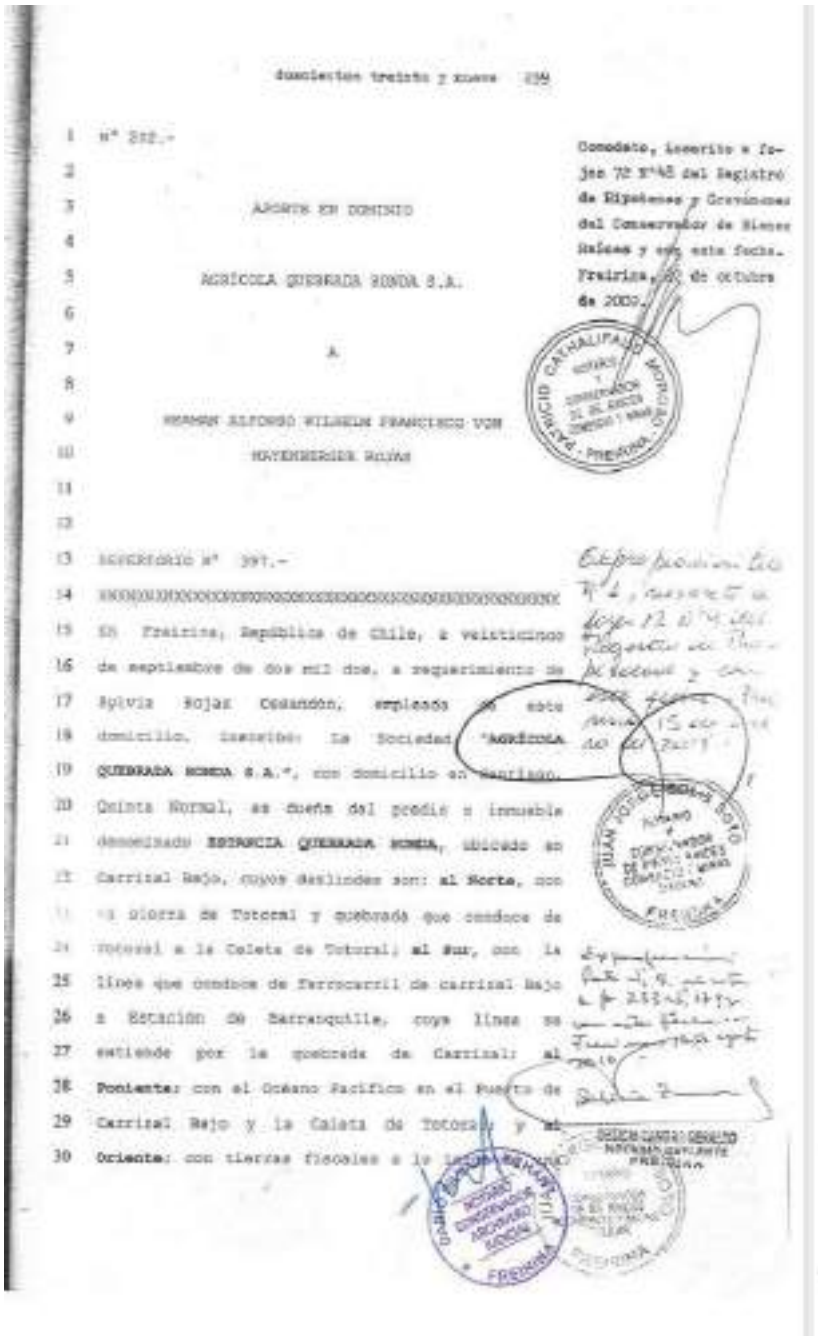
DARIO SILVA MARCHANT
Notario, Conservador y Archivero Judicial
Freirina-Huasco

DARIO SILVA MARCHANT
NOTARIO Y CONSERVADOR BIENES RAICES
COMERCIO Y MINAS FREIRINA-HUASCO
A.TRAT Nº 505, FREIRINA
FONO FAX (51) 271870
E-MAIL: mariadarsanchez@hotmail.com

CERTIFICADO DE PROHIBICIONES E INTERDICCIONES

Revisados los índices respectivos los Registros de Prohibición e Interdicción del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, a mi cargo, en relación a la parte no expropiada del inmueble singularizado en el certificado que antecede, inscrito a nombre de la sociedad **"AGRICOLA QUEBRADA HONDA S.A."**, **a fojas 239 Nº 202** del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, a mi cargo, **año 2002**.- Certifico: que a dicho predio NO le afecta Prohibición ni embargo.- Freirina, 12 de julio de 2018.-

DARIO SILVA MARCHANT
Notario, Conservador y Archivero Judicial
Freirina-Huasco



duscientos treinta y nueve 239

Nº 282.-

Comodato, inscrito a fojas 72 Nº45 del Registro de Hipotecas y Gravámenes del Conservador de Bienes Raíces y con esta fecha. Freirina, 20 de octubre de 2000.

APORTE EN DOMINIO

AGRICOLA QUEBRADA HONDA S.A.

A

HERMAN ALFONSO WILHELM FRANCISCO VON HOYENBERGEN ROJAS

REPERTORIO Nº 397.-

En Freirina, República de Chile, a veinticinco de septiembre de dos mil dos, a requerimiento de Sylvia Rojas Casandón, empleada de este domicilio, comparece: la Sociedad "**AGRÍCOLA QUEBRADA HONDA S.A.**", con domicilio en Santiago, Quinta Normal, es dueña del predio o inmueble denominado **ESTANCIA QUEBRADA HONDA**, ubicado en Carrizal Bajo, cuyos deslindes son: **al Norte**, con la Quebrada de Totoral y quebrada que conduce de Totoral a la Caleta de Totoral; **al Sur**, con la línea que conduce de Ferrocarril de carrizal Bajo a Estación de Barranquilla, cuya línea se extiende por la quebrada de Carrizal; **al Poniente**: con el Océano Pacífico en el Puerto de Carrizal Bajo y la Caleta de Totoral; y **al Oriente**: con tierras fiscales a la [illegible]

Expropiación del Lote N° 3
por inscripción de fs 241 N° 62
[illegible] fecha - Freirina,
[illegible]

[illegible] extendida de Sur a Norte por los siguientes rumbos: de la estación de Barranquilla quebrada arriba hasta la cumbre del cerro Pancul, desde este punto hasta Cachina Grande en dirección Nor-Oeste y desde allí al cerro Montosa y desde el cerro Montosa hasta la sierra y quebrada de Totoral en línea recta.- Adquirió el dominio de dicho inmueble por aporte en dominio que le hizo don Herman Alfonso Wilhelm Francisco Von Mayenberger Rojas, según consta de la escritura pública otorgada ante la Cuadragésima Segunda Notaría de Santiago, de doña María Gloria Acharan de fecha veintiocho de agosto de dos mil dos.- El valor de la tasación de dicho inmueble fue la suma de treinta millones de pesos.- El título anterior se encuentra inscrito a fojas setecientos veinticuatro número cuatrocientos veintiocho del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, año dos mil uno.- Para los efectos del pago de las contribuciones figura inscrito en el Rol de Avalúo bajo el N° 198-006 de la Comuna de Huasco.- La requirente firma.-

ES COPIA CONFORME CON SU INSCRIPCION DE FS 241 N° 207 DEL REGISTRO DE PROPIEDAD DEL CONSERVADOR DE BIENES RAICES DE FREIRINA AÑO 2006. DICHA INSCRIPCION SE ENCUENTRA VIGENTE HOY DIA, SIN QUE TENGA AL MARGEN NOTAS DE TRANSFERENCIA NI CANCELACIONES.
FREIRINA 12 JUL 2010

CATHALIJAUD MORODO
NOTARIO
CONSERVADOR DE BIENES RAICES Y MINAS
FREIRINA

DARIO SILVA MUNCHMEYER
NOTARIO
CONSERVADOR
ARCHIVERO
SUBROGANTE
FREIRINA

ANEXO N° 3: CARTAS DE CONFORMIDAD Y COMPROMISO DEL PROPIETARIO

Vallenar, 17 de diciembre de 2018

CARTA COMPROMISO

Por la presente, tengo a bien comprometer la administración sobre el Santuario de la Naturaleza "HUMEDAL COSTERO DE CARRIZAL BAJO", el cual quedará bajo la administración y manejo de Agrícola Quebrada Honda S.A., y bajo la supervigilancia y custodia del Ministerio del Medio Ambiente.

Durante el primer año se conformará un comité asesor de gestión, bajo un modelo de colaboración público y privado.

Este comité tendrá la tarea de aportar en medidas de conservación, desarrollar acciones, gestión y colaboración, además de apoyar la elaboración del Plan de Manejo del Santuario. Estará conformado, a modo de propuesta inicial, por los siguientes actores:

- Dueño del predio.
- Representante Junta de Vecinos de Carrizal Bajo.
- Representante de ambientalistas locales.
- Servicios Públicos (CONAF, MMA, SAG, DGA, MOP, Turismo, GORE Atacama).
- Otros actores locales y privados con interés de aportar.
- Ilustre Municipalidad de Huasco

Herman Von Mayenberger Rojas
Gerente administrador
Agrícola Quebrada Honda S.A

R.U.T: 7.225.492-9
Dirección: Planta Olivarera S/N Sector el Pino, Huasco Bajo, Comuna de Huasco, Región de Atacama

Vallenar, 17 de diciembre de 2018

CARTA DE CONFORMIDAD

Por la presente, tengo a bien dar conformidad como propietario del área para que ésta sea postulada como Santuario de la Naturaleza denominado "**HUMEDAL COSTERO DE CARRIZAL BAJO**", considerando propiedad del terreno "**Estancia Quebrada Honda**" que se acredita mediante certificado de dominio vigente, el cual certifica la inscripción de las fojas 239 Nro. 202 Año 2002, en el conservador de bienes raíces de Freirina.

Para efectos de la postulación de Santuario de la Naturaleza se consideran **46.8 ha** de Estancia Quebrada Honda, asociado a:

- Zona núcleo que contienen principalmente el cuerpo de agua y vegetación ribereña con presencia de especies vegetales nativas y hábitat para fauna del sector.
- Zona de amortiguación: Está relacionada con todo el territorio contiguo al área de zona núcleo y contiene gran cantidad de vegetación.

Herman Voo Mayenberger Rojas
Gerente administrador
Agrícola Quebrada Honda S.A

R.U.T: 7.225.492-9
Dirección: Planta Olivarera S/N Sector el Pino, Huasco Bajo, Comuna de Huasco, Región de Atacama

ANEXO N° 4: CARTAS DE APOYO U OPINIÓN RESPECTO DE LA SOLICITUD DE DECLARACIÓN

ANEXO N° 5: CARTAS DE APOYO DE SERVICIOS PÚBLICOS

ANEXO N° 6: ACTA SESIÓN EXTRAORDINARIA N°2 / 2018 DE PRESENTACIÓN EN PROGRAMA DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL (PRAS) DE LA COMUNA DE HUASCO (Digital)

ANEXO N° 7: LISTA DE ASISTENCIA TALLER CON SERVICIOS PÚBLICOS

ANEXO N° 8: MAPAS Y ARCHIVOS SIG (Digital)

ANEXO N° 9: ESTUDIOS REALIZADOS EN EL HUMEDAL DE CARRIZAL BAJO (Digital)

ANEXO N° 10: PLANOS PRICOST (Digital)

ANEXO N° 11: PLANO BIEN RAÍZ (Digital)



CENTRO ECOLOGÍA APLICADA

Monitoreo Anual de Camélidos 2023, Proyecto Rajo Inca

Informe Integrado

CODELCO Salvador

Enero 2024

Monitoreo Anual de Camélidos 2023, Proyecto Rajo Inca

Informe Integrado

Enero 2024

Control del documento				
Versión	**Fecha**	**Elaborado por**	**Aprobado por**	**Aprobación CODELCO**
0	30/01/2024	Diego Carrasco - Profesional Ambiental Gissella Castillo Hidalgo – Jefe Proyecto	Francisca Urmeneta – Administradora de Contrato CEA 	

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente informe se reportan por tercer año consecutivo las actividades relacionadas con el "Plan de monitoreo anual de Guanacos- Vicuñas" como parte de los compromisos ambientales adquiridos por CODELCO durante la tramitación del Estudio de Impacto Ambiental Rajo Inca, aprobado con la RCA 19/2020, el cual comprende los sectores Salvador, Sistema de Conducción de Relaves, Pampa Austral y Salar Pedernales.

Las actividades fueron llevadas a cabo la primera quincena del mes de diciembre del año 2023, en donde dos especialistas recorrieron el área de estudio del proyecto, prospectando rutas comprometidas en el plan de monitoreo de Guanacos-Vicuñas. La toma de datos fue realizada mediante observación directa desde un vehículo 4x4 y a través de puntos de detención y observación, registrándose 110 guanacos (*Lama guanicoe*), y 64 vicuñas (*Vicugna vicugna*) dentro de las áreas descritas en la RCA 19/2020.

Mediante la evaluación sanitaria realizada, se logró apreciar que las especies objetivo no contaban con presencia de lesiones físicas evidentes ni lesiones atribuidas a ectoparásitos, con una condición corporal dentro de los parámetros óptimos asociado a su estado silvestre. A su vez, durante la realización de los recorridos, tanto pedestres como vehicular, se evidenció de manera directa e indirecta la presencia de ungulados exóticos correspondiente a ejemplares de burro y cabras, en las zonas correspondientes al área de interés e influencia del proyecto; estos ejemplares pudieron ser avistados en caminos aledaños y planicies, los cuales se encontraban dentro de los parámetros sanitarios y condición corporal asociados a la especie.

Dentro de los 4 sectores determinados para la realización del plan de monitoreo, se logró observar de forma directa la actividad de las especies objetivo del monitoreo en dos sectores, específicamente en los sectores Pedernales y Sistema de Conducción de Relaves (SCR), y de manera indirecta (huellas y fecas) se evidenció la presencia de las especies objetivo del monitoreo en Salvador, Sistema de Conducción de Relave y Pedernales. En el sector Pampa Austral no se registró la presencia de camélidos Guanacos-Vicuñas esto asociado a la escasez o nula presencia de alimento en las zonas como también atribuible a la alta interacción con humanos, vehículos y sectores residenciales, los cuales no son propicios para que estas especies logren desollarse de forma natural en el entorno.

Folio020541

INDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO 3
1. INTRODUCCIÓN 5
1.1. Considerando 11.1.5 de RCA N°19/2020 6
2. OBJETIVOS 7
2.1. Objetivo General 7
2.2. Objetivos específicos 7
3. MATERIALES Y MÉTODOS 8
3.1. Descripción área de estudio 8
3.2. Especie objetivo 12
3.3. Metodología de monitoreo 12
3.4. Descripción estructura social 12
3.5. Puntos de monitoreo 13
4. RESULTADOS 16
4.1. Presencia y cuantificación de camélidos (Guanacos – Vicuñas) 16
4.2. Estructuras sociales de las especies objetivo 26
4.3. Condiciones sanitarias 28
4.4. Presencia de ungulados exóticos 29
5. DISCUSIONES 30
6. CONCLUSIONES 32
7. REFERENCIAS 33
8. ANEXOS 34
8.1. Equipo de trabajo 34

Folio020542

1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se reportan las actividades relacionadas con el "Plan de monitoreo anual de Guanacos- Vicuñas" como parte de los compromisos ambientales adquiridos por CODELCO durante la tramitación del Estudio de Impacto Ambiental Rajo Inca, aprobado con la RCA 19/2020, en particular en el Considerando 11.1.5, el cual comprende cuatro sectores: Salvador, Sistema de Conducción de Relaves, Pampa Austral y Salar Pedernales, ubicados en la Comuna de Diego de Almagro, Provincia de Chañaral región de Atacama.

Se ejecutó el censo de Guanacos-Vicuñas (camélidos) entre los días 6 y 13 de diciembre del año 2023 en las áreas de estudio comprometidas. Para la identificación de la fauna objetivo los especialistas determinan de manera directa los individuos por sus características físicas.

- Los guanacos (*Lama guanicoe*) miden entre 1,2 y 1,75 m de cabeza a tronco y su cola hasta 25 cm. Su pelaje es café en todo el cuerpo, a excepción de las partes inferiores que son blancas; como rasgo distintivo es su cara negra y no presentan un penacho de pelos en el tórax como las vicuñas. Su dieta es herbívora, consumen hongos, líquenes, helechos, plantas herbáceas, arbustos, árboles y cactáceas. Su conducta es gregaria y se observan agrupados generalmente en grupos compuestos por distintas categorías de individuos, grupos de machos no reproductores sub adultos o solitarios que en su mayoría son machos adultos longevos (Iriarte, 2021).
- Las vicuñas (*Vicugna vicugna*) es el camélido sudamericano de menor tamaño, mide 1,45 a 1,6 m de longitud de cabeza a tronco, 15 cm de longitud de cola y 80 cm de altura a la cruz. Su fenotipo se asemeja al guanaco, pero se le puede distinguir por su menor tamaño, por su pelaje café beige al igual que su rostro y su penacho de pelos que sobresalen desde el pecho y los costados. La especie se organiza en grupos de un macho reproductor y varias hembras con crías, machos solitarios no reproductores y machos juveniles no reproductores. Mantiene territorios estables y no migra. Es un animal herbívoro y prefiere las gramíneas cespitosas (coirón) (Iriarte, 2021).

El presente reporte corresponde al tercer año consecutivo de registro de datos en el área de estudio.

1.1. Considerando 11.1.5 de RCA N°19/2020

A continuación, en el Considerando 11.1.5 de la RCA n°19/2020 se indica el compromiso asociado del presente estudio.

Campaña de Monitoreo Anual de Guanaco Vicuñas	
Impacto asociado	No aplica
Fase del Proyecto a la que aplica	Construcción
Objetivo, descripción y justificación	Objetivo: Realizar monitoreo anual durante la fase de construcción del Proyecto, para efectuar un censo de Guanacos Vicuñas. Descripción y justificación: Se realizará una campaña de monitoreo anual durante la fase de construcción del proyecto, para efectuar un censo de Guanacos y Vicuñas, además de realizar un registro de avistamiento de individuos (camélidos) con Sarna, como aporte a la conservación de especies icono de la Región de Atacama. Los resultados de los trabajos realizados serán informados a la autoridad competente (SAG) y en caso de avistar ejemplares con sarna, se reportará a la autoridad dicha información en un plazo de 24 horas donde se incluirá una descripción del lugar de avistamiento y coordenadas del punto de observación.
Lugar, forma y oportunidad de implementación	Lugar: Las campañas se realizarán en los sectores de Salvador, Sistema de Conducción de Relaves, Pampa Austral y Pedernales. Forma y oportunidad de implementación: El Titular realizará las campañas una vez al año en los sectores del proyecto antes indicados, elaborando un censo de Guanacos y Vicuñas. Además, se realizará aviso a la autoridad correspondiente en caso de registrar ejemplares con Sarna.
Indicador que acredite su cumplimiento	Los resultados de los trabajos realizados serán informados a la autoridad competente (SAG).
Forma de control y seguimiento	El informe asociado al monitoreo será entregado a la autoridad en un plazo no mayor a un mes una vez desarrolladas las actividades.

Folio020544

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Realizar monitoreo anual durante la fase de construcción del Proyecto, para efectuar un censo de Guanacos – Vicuñas.

2.2. Objetivos específicos

- Cuantificar la abundancia de especies objetivo a lo largo de los sitios de interés seleccionados, detallando la estructura social de cada avistamiento.
- Determinar la presencia de ejemplares con Sarna.
- Evaluar presencia de las especies objetivo a través de evidencias indirectas, a lo largo de los puntos de muestreos establecidos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se describe a continuación se basa en las indicaciones metodológicas que se enmarcan en los lineamientos entregados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), en la "Guía de Evaluación Ambiental: Componente Fauna Silvestre" (SAG, 2016) y el "Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile" (de la Maza M. & C. Bonacic, 2013).

3.1. Descripción área de estudio

El área de estudio se encuentra en el área de influencia del proyecto Rajo Inca, de Codelco División Salvador, ubicado en la comuna Diego de Almagro, Región Atacama. Los sectores abarcados por el área corresponden a: Depósito de Relaves Pampa Austral (DRPA), Sistema de Conducción de Relaves (SSCR), El Salvador y Salar de Pedernales (Figura 1).

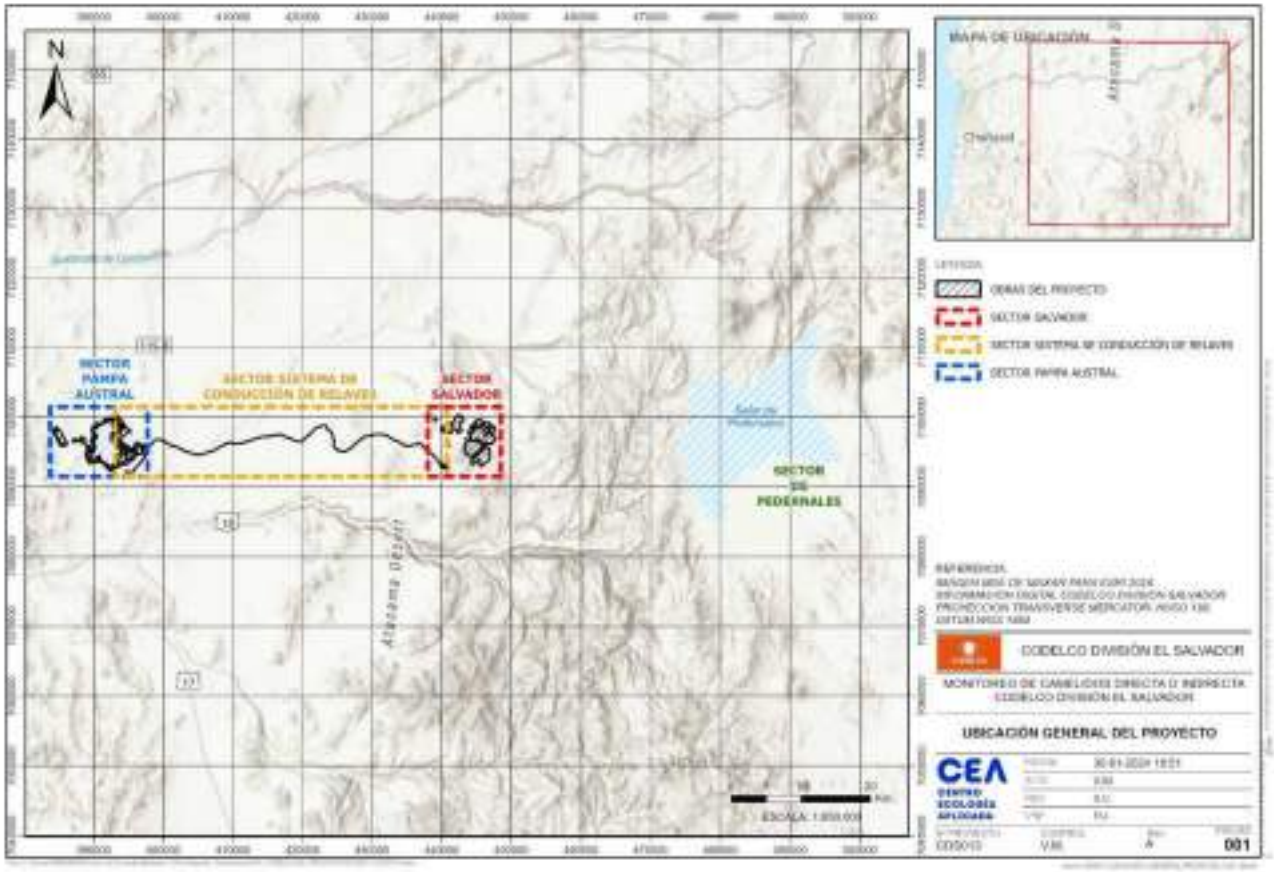


Figura 1. Ubicación Área de Estudio. Fuente: CEA, 2024.

Dentro del área de estudio, Gajardo (1994) describe los sectores comprendidos entre el depósito de relaves Pampa Austral y el salar de Pedernales (gradiente oeste-este) con tres formaciones vegetacionales, correspondientes a: "Desierto interior de Tal Tal", "Desierto estepario de El Salvador", y "Estepa desértica de los salares andinos" (Figura 2).

"Desierto interior de Tal Tal", es una prolongación natural del gran desierto interior, con el cual comparte sus características; su principal diferencia está en los caracteres físicos y, sobre todo en la posibilidad de recibir en ciertas ocasiones influencias climáticas provenientes del sur. Carece casi completamente de vida vegetal, salvo la presencia muy ocasional de pequeñas comunidades arbustivas, generalmente de asociaciones entre *Atriplex deserticola - Lycium minutifolium*.

"Desierto estepario de El Salvador", correspondiente a la cadena montañosa que se extiende hacia el sur y al oeste de la cordillera Domeyko; en este lugar se describen comunidades con algún desarrollo estépico, a lo menos en los sectores de mayor altitud, en donde especies *como Atriplex atacamensis y Tessaria absinthioides* generan agrupaciones ligadas a la presencia de agua en forma permanente, o a la cercanía de actividades humanas.

"Estepa desértica de los salares andinos", que se encuentra ubicada en la Cordillera de los Andes, en el sur de Antofagasta y en el norte de Atacama, cubriendo un amplio territorio en que el paisaje está dominado por la presencia de los grandes salares andinos. Su fisionomía es netamente desértica, con una vegetación muy rala, que sólo en lugares especialmente favorables alcanza una cierta densidad. Se pueden encontrar comunidades dominadas por *Adesmia sentis*, en donde su composición florística es compleja y pareciera corresponder a sectores húmedos de altitud, en una posición similar a la de los bofedales altiplánicos, pero con afluencia hídrica solamente temporal.

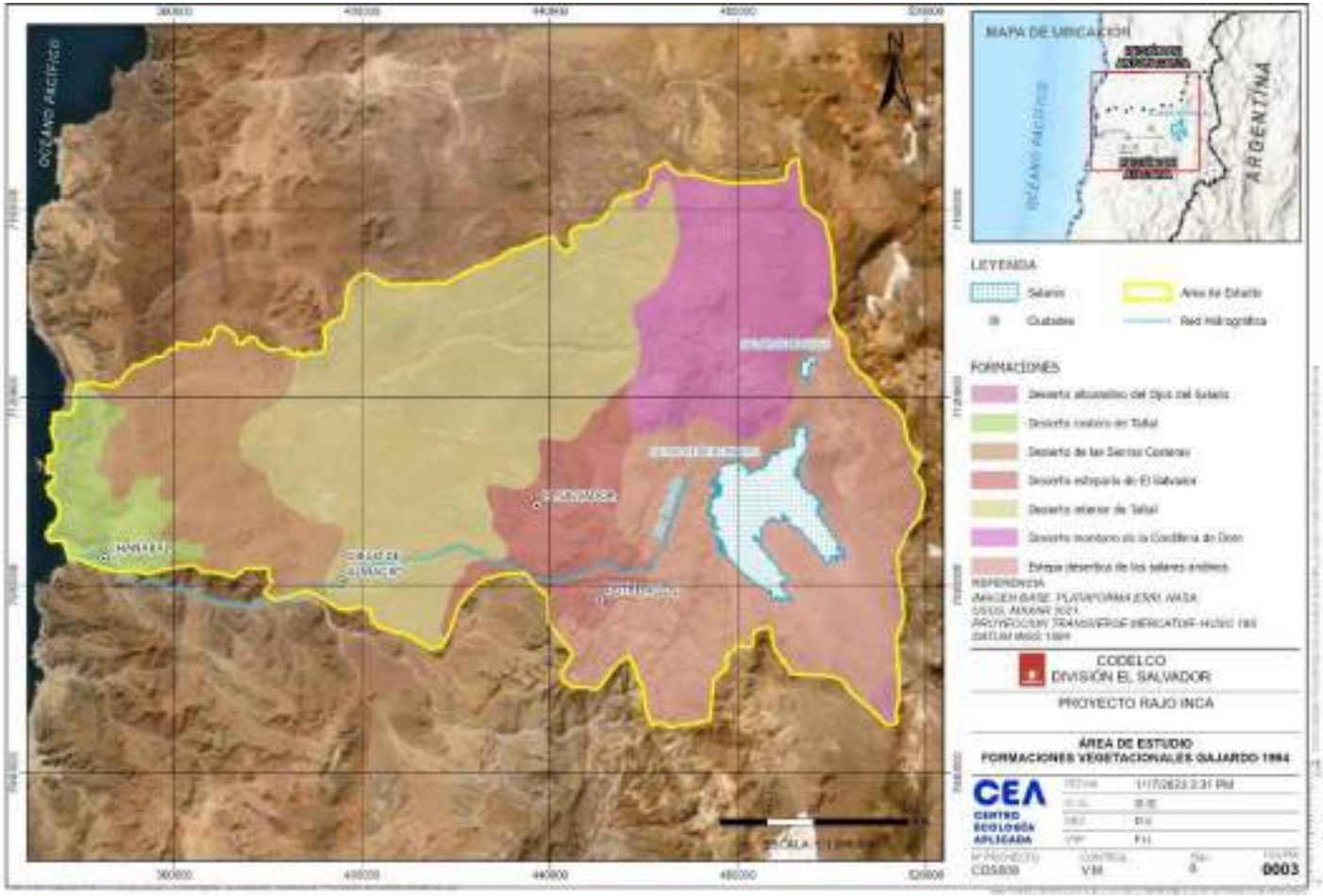


Figura 2. Formaciones vegetacionales presentes en el área de Estudio. Fuente: CEA, 2024.

3.2. Especie objetivo

Las especies objetivo de este monitoreo corresponden a los dos camélidos silvestres que se distribuyen en Chile: guanacos y vicuñas, los cuales están catalogados como vulnerables según su categoría de conservación sobre la base del DS 33/2011 MMA y el DS 16/2020 MMA respectivamente.

3.3. Metodología de monitoreo

La prospección de las especies objetivo se realizó durante su época de pariciones (diciembre – febrero) en el mes de diciembre 2023 (desde el día 06 del mes), dado que en este período es posible avistar ejemplares reunidos en grupos sociales en distintos rangos de edad (González *et al*. 2000).

El trabajo de campo se ejecutó mediante recorridos vehiculares entre los puntos de muestreo descritos en la Tabla 1, con una velocidad máxima de 20 km/h, en donde los individuos fueron avistados mediante uso de binoculares Nikon 8x42. Los hallazgos fueron georreferenciados, y además se detalló la abundancia, características del grupo social y estado sanitario evaluando la posible presencia de ejemplares con sarna y de otras especies exóticas como burros, caballos y/o cabras.

Además de lo anteriormente descrito, para cada punto de muestreo se realizó una prospección pedestre en búsqueda activa de evidencias indirectas, tales como huellas, heces, revolcaderos y restos corporales de acuerdo con lo propuesto por Muñoz-Pedreros (2008), complementados con eventuales avistamientos directos; la presencia de camélidos se determinó por transectos de 200 a 500 m de largo por 20 a 50 m de ancho.

3.4. Descripción estructura social

El detalle de cada avistamiento durante el monitoreo fue codificado de forma correlativa y caracterizado por la estructuración de los grupos definidas en la metodología, registrando el número total de individuos por grupo observado y el número de machos, número de hembras, número de juveniles en los casos que se pudiera identificar. Al carecer de dimorfismo sexual en los ejemplares adultos, su diferenciación se realizó mediante observación de sus órganos de reproducción sexual, o mediante expresiones conductuales tales como territorialidad o cuidado parental.

El tipo de grupo o unidad social se clasificó en terreno de la siguiente forma:

- Grupo Familiar: Constituido por un macho territorial, hembras adultas con o sin sus crías (chulengos) de la temporada actual y anterior.

- Grupos de Machos solteros o no reproductores: Constituidos por machos sin territorio, que se desplazan en conjunto y que agregan a individuos de diferentes grupos familiares.

- Macho solitario territorial: Corresponde a aquellos machos que defienden un territorio, pero los cuales no acceden a hembras.

3.5. Puntos de monitoreo

Para realizar el censo de guanacos y vicuñas diciembre 2023 según lo estipulado en Considerando 11.1.5 de la RCA n°19/2020, se realizó un monitoreo mediante recorrido dentro del área de influencia del proyecto abordando los sectores: Salvador, Salar de Pedernales, Pampa Austral, Sistema de Conducción de Relaves y "Otros sectores dentro del área de estudio" (caminos de acceso a los sectores) (Tabla 1 y Tabla 2).

Tabla 1. Coordenadas de puntos de muestreo por sector.

Sector	Punto de monitoreo	UTM – WGS 84 – Zona 19S		Tipo de registro
		Este	Norte	
Salvador	SA 01	443047	7101297	Sin registros
	SA 04	443119	7101468	Indirecto
	SA 05	441379	7101300	Indirecto
	SA 06	443136	7101462	Indirecto
	SA 07	444299	7101352	Indirecto
Pampa Austral	PA 01	385919	7094043	Sin registros
	PA 02	389661	7099955	Sin registros
Sistema de Conducción de Relave	SCR 01	423081	7097449	Sin registros
	SCR 02	410500	7096161	Sin registros
	SCR 03	401110	7096080	Sin registros
	SCR 04	433224	7096303	Sin registros
	SCR 05	433596	7095863	Sin registros
	SCR 06	433875	7094851	Indirecto
	SCR 07	434672	7094032	Indirecto
	SCR 08	435363	7097276	Indirecto
	SCR 09	434537	7095293	Indirecto
	SCR 10	433268	7096164	Indirecto
	SCR 11	433310	7096193	Indirecto
	SCR 12	433495	7096090	Indirecto
	SCR 13	434671	7094037	Directo
	SCR 14	435001	7093552	Directo
Pedernales	PE 07	476145	7085942	Directo
	PE 08	477681	7085422	Directo
	PE 09	479428	7084749	Directo

Sector	Punto de monitoreo	UTM – WGS 84 – Zona 19S		Tipo de registro
		Este	Norte	
	PE 10	498591	7069857	Directo
	PE 11	499948	7068931	Directo
	PE 12	508112	7066645	Directo
	PE 13	509290	7066972	Directo
	PE 14	510608	7068238	Directo
	PE 15	499299	7069681	Directo
	PE 16	496250	7063800	Directo
	PE 17	495310	7061950	Directo
	PE 18	496598	7064086	Directo
	PE 19	474914	7086191	Directo
	PE 22	474678	7086530	Directo
	PE 23	475096	7087917	Directo
	PE 24	475094	7087917	Directo
	PE 25	475578	7088502	Directo
	PE 26	476006	7089797	Directo
	PE 27	474805	7087643	Directo
	PE 28	474528	7089083	Directo
	PE 29	474787	7089444	Directo
	PE 30	475057	7090551	Directo
	PE 31	474884	7089784	Directo
	PE 32	474592	7093851	Directo
	PE 33	473614	7095847	Directo
	PE 34	472918	7096122	Directo
	PE 35	473886	7102349	Directo
	PE 36	475302	7104258	Directo
	PE 37	475298	7104259	Directo
	PE 38	474249	7097401	Directo
	PE 39	474832	7094366	Directo
	PE 40	475011	7092220	Directo
	PE 41	474798	7087369	Directo
	PE 44	511857	7068283	Indirecto

Tabla 2. Coordenadas de puntos de muestreo en "Otros sectores dentro del área de estudio".

Sector	Punto de monitoreo	UTM – WGS 84 – Zona 19S		Tipo de registro
		Este	Norte	
Camino a Pedernales	PE 01	470717	7072938	Directo
	PE 02	470946	7073469	Directo
	PE 03	471353	7075103	Directo
	PE04	471684	7078542	Directo
	PE 05	471736	7078838	Directo
	PE 06	472954	7082521	Directo
	PE 20	459325	7081266	Directo
	PE 21	469774	7082962	Directo
	PE 42	471958	7076459	Directo
	PE 43	471807	7076225	Directo
	PE 45	447131	7080284	Sin registros
Camino a Salvador	SA 02	442596	7102406	Indirecto
	SA 03	442621	7102390	Indirecto

Folio020553

4. RESULTADOS

4.1. Presencia y cuantificación de camélidos (Guanacos – Vicuñas)

Se realizó un recorrido para abarcar los 4 sectores de la RCA junto con la observación desarrollada en los caminos de desplazamiento a los sectores (Figura 3). Dentro de los 4 sectores que se determinaron para la realización del monitoreo anual de Guanaco-Vicuña, fue posible observar la presencia tanto de forma directa como indirecta (huellas, fecas y revolcaderos). De los 4 sectores, solo 2 de ellos tienen registros directos estos sectores corresponden a Sistema de Conducción de Relaves y Pedernales (Figura 3).

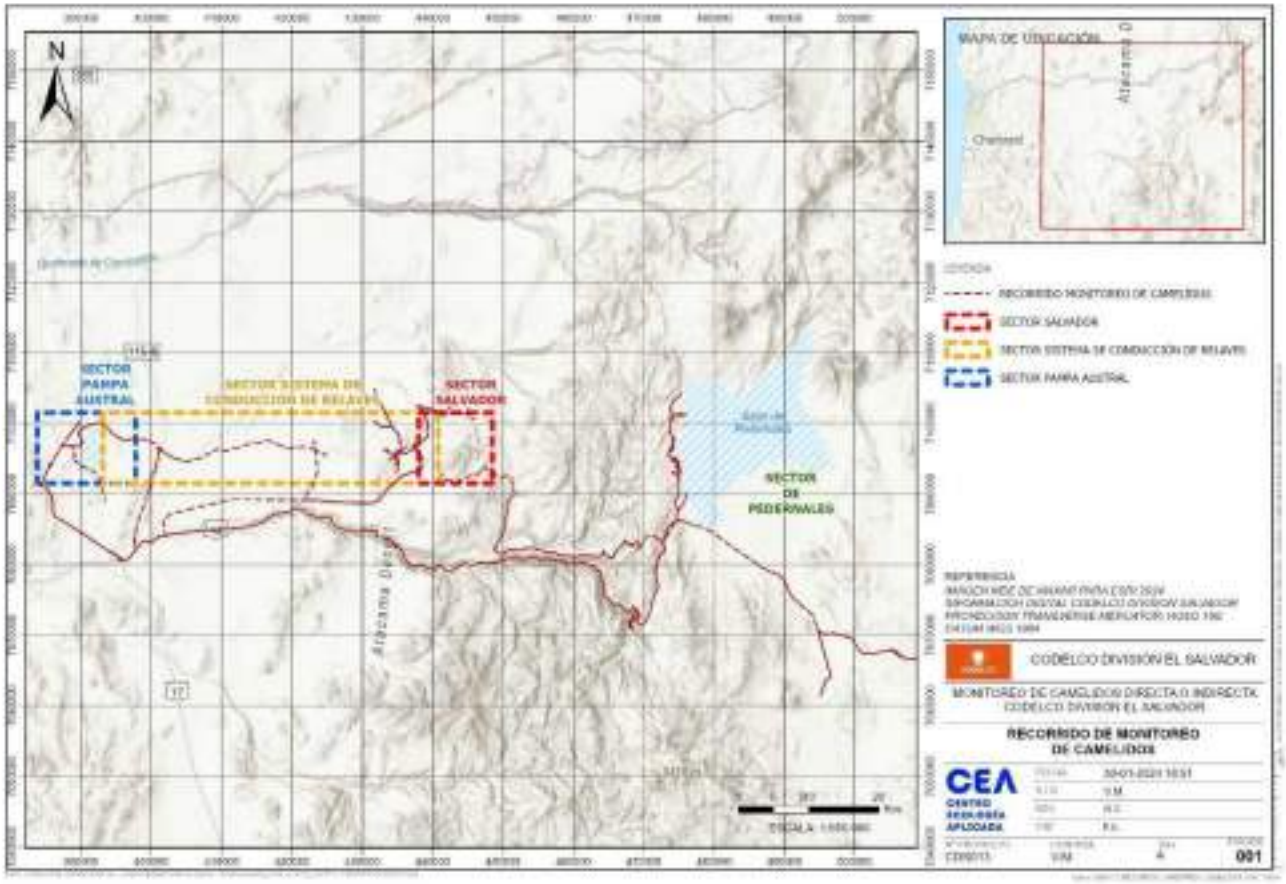


Figura 3. Recorrido realizado para la búsqueda de registros directos e indirectos. Monitoreo de Camélidos. CEA, 2024.

Los registros indirectos en los sectores Sistema de Conducción de Relaves, Salvador y Pedernales fueron detectados según la presencia de huellas de características biunguladas, revolcaderos y defecadero.

Con relación al sector Pampa Austral y su camino de acceso, no hubo registro directo ni indirecto de las especies de interés.

Cabe destacar que se registró de manera directa la presencia de 24 guanacos y 7 vicuñas en Camino a Pedernales y registros indirectos en Camino a Salvador (Tabla 3), cifras que no son incluidas dentro de los cálculos de abundancia por encontrarse fuera de los sectores de muestreo establecidas en la RCA N°19/2020.

Tabla 3. Presencia de Guanaco-Vicuña en los puntos de monitoreo.

Sector	Presencia de fauna		Descripción del área
	Tipo de registro*	Especie	
Pampa Austral	SR	-	Escasa vegetación presente en la zona y alta intervención humana.
Sistema de conducción de relaves	I		Escasa vegetación presente en la zona y alta intervención humana.
	D	Guanaco	SCR 13: Sector con presencia de vegetación, alta intervención humana (destinado a vivienda).
			SCR 14: Presencia de vegetación, con características de ambientes desérticos, y baja intervención humana. Sitio de protección ambiental por Codelco
Pedernales	D/I	Guanaco / Vicuña	Área con una mayor diversidad de ambientes, cuenta con disponibilidad de curso hídrico.
Salvador	I	-	Área con presencia industrial, poca vegetación

* Tipo de registro: Directo (D), Indirecto (I), Sin registros (SR). Fuente: CEA, 2024.

En el sector Sistema de conducción de relave se obtuvo registro de 8 ejemplares de guanacos (*Lama guanicoe,* -mientras que en el sector Pedernales se registraron 102 guanacos (*Lama guanicoe*) y 64 Vicuñas (*Vicugna vicugna*), siendo el sector con mayor abundancia (Tabla 4). No se obtuvo registros directos en Pampa Austral y Salvador. Cabe destacar que se obtuvo registro directo en "Otros sectores dentro del área de estudio", específicamente en Camino a Pedernales 24 Guanacos (*Lama guanicoe*) y 7 Vicuñas (*Vicugna vicugna*) (Tabla 4).

La abundancia total para el área de influencia que comprende la RCA N°19/2020 es de 110 ejemplares de Guanacos y 64 ejemplares de Vicuñas, Pedernales y Sistema de Conducción de Relaves, respectivamente. Considerando los registros directos camino a Pedernales la abundancia total es de 134 Guanacos y 71 Vicuñas (Tabla 4).

En las Figura 4 y Figura 6, se presentan los registros directos encontrados en Sistema de Conducción de Relave y Pedernales. Mientras que los registros indirectos encontrados en Sistema de Conducción de Relaves, Salvador y Pedernales se presentan en las Figura 5, Figura 7, Figura 8, , respectivamente.

Tabla 4. Registros directos de guanacos y vicuñas en el área de estudio.

Sector y Punto Muestreo	N° Ejemplares	
	Guanacos	Vicuñas
Camino a Pedernales (CPE)*		
PE 01	4	
PE 02		3
PE 03	1	4
PE 05	1	
PE 06	11	
PE 20	1	
PE 21	1	
PE 42	1	
PE 43	2	
PE04	2	
Total CPE	**24**	**7**
Pedernales		
PE 07	6	
PE 08	11	
PE 09	3	
PE 10	1	
PE 11		5
PE 12		6

Sector y Punto Muestreo	N° Ejemplares	
	Guanacos	Vicuñas
PE 13	15	
PE 14	2	
PE 15		15
PE 16	1	
PE 18		3
PE 19	6	
PE 22	1	
PE 23		3
PE 24		7
PE 25		1
PE 26	5	
PE 27	1	
PE 28		1
PE 29	6	
PE 30		1
PE 31	6	
PE 32		6
PE 33	2	
PE 34	15	
PE 35	1	
PE 38		2
PE 39		6
PE 40	3	
PE 41	2	
PE 17	14	
PE 36		8
PE 37	1	
Total PE	**102**	**64**
Sistema Conducción Relave (SCR)		
SCR 13	1	
SCR 14	7	
Total SCR	**8**	
Total General	**134**	**71**

*Puntos donde se registró la presencia de Guanacos o Vicuñas que no tienen un sector oficial asociado en RCA N”19/2020.
Fuente: CEA, 2024.

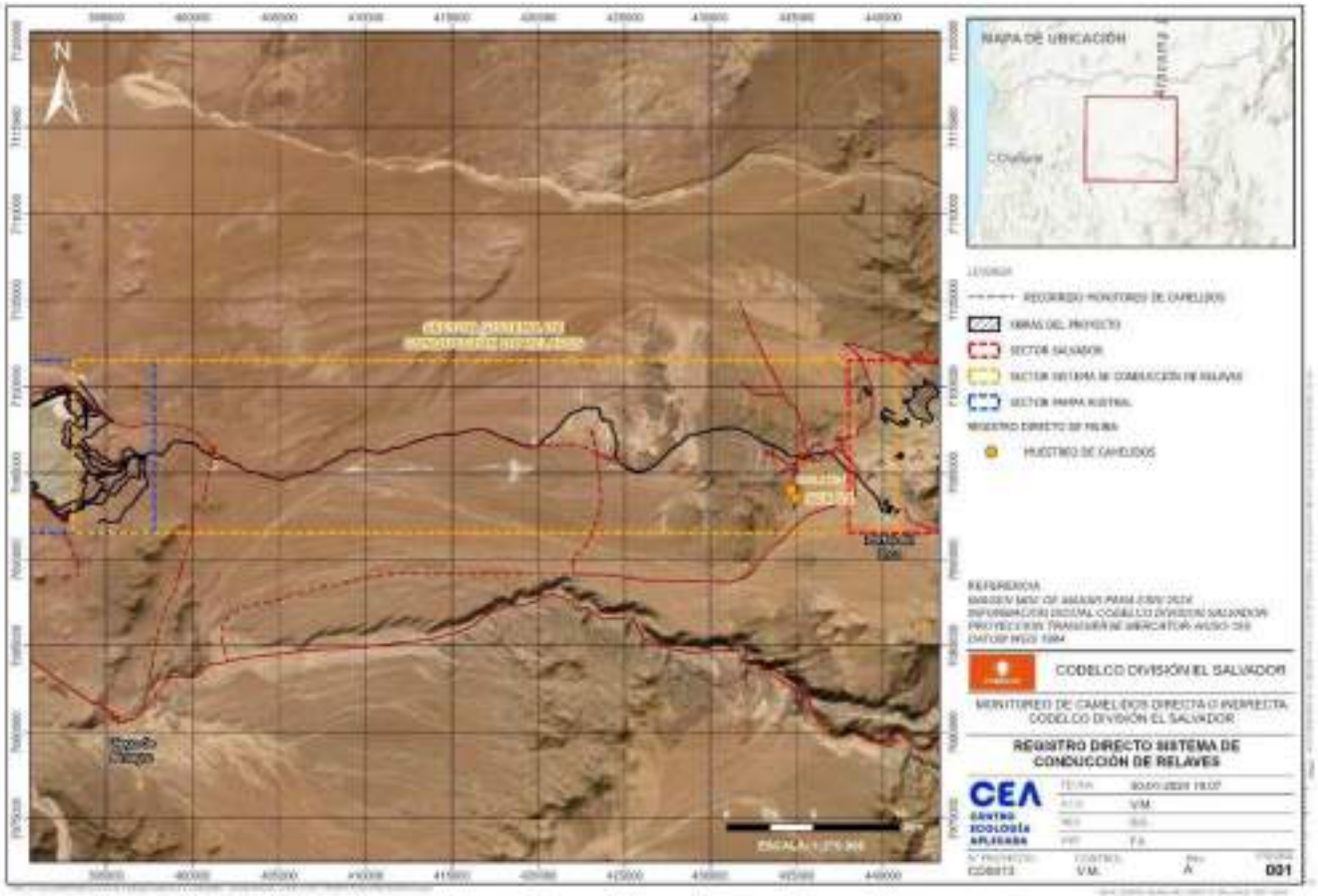


Figura 4. Registros Directo en Sistema de Conducción de Relaves (SCR). Fuente: CEA, 2024.

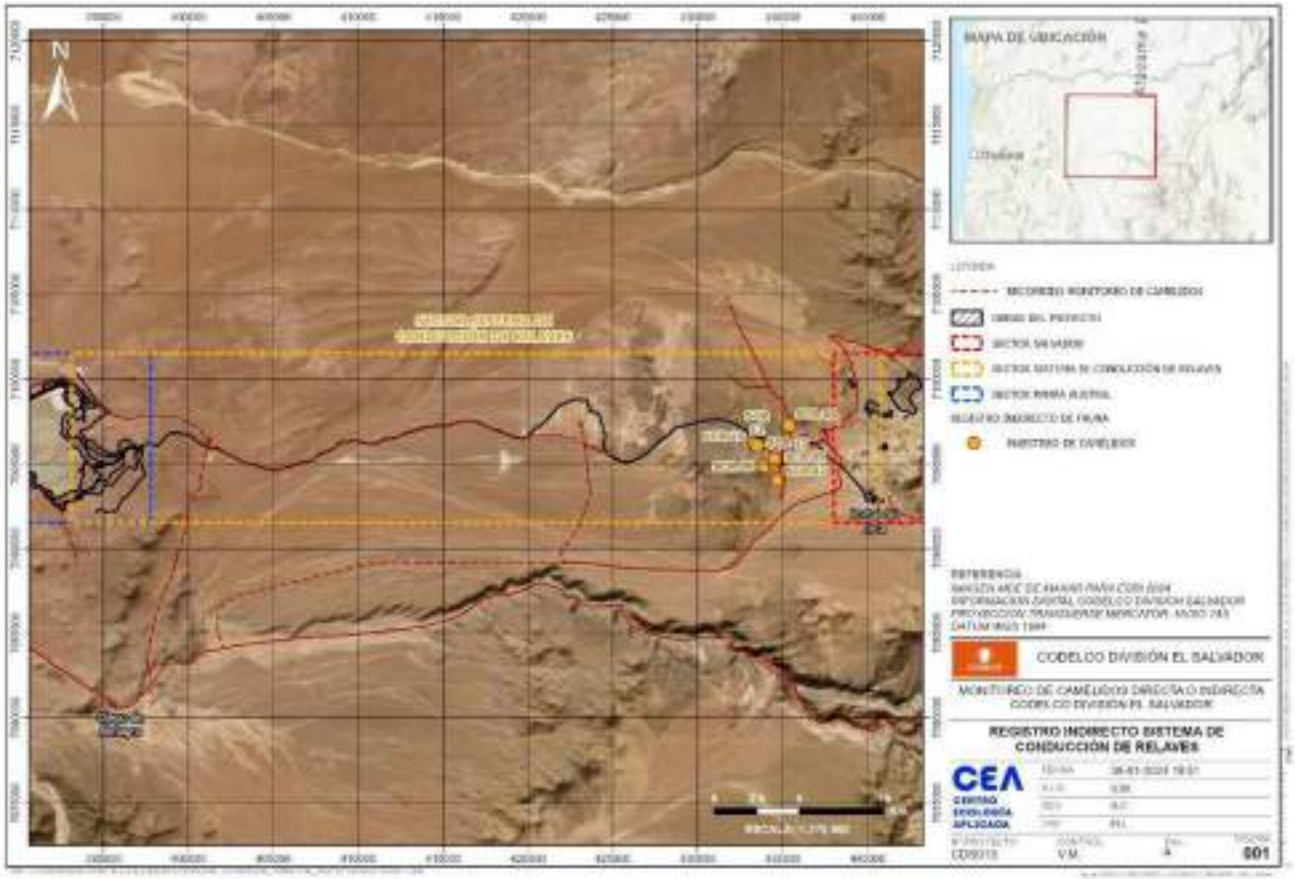


Figura 5. Registros Indirecto en Sistema de Conducción de Relaves (SCR). Fuente: CEA, 2024.

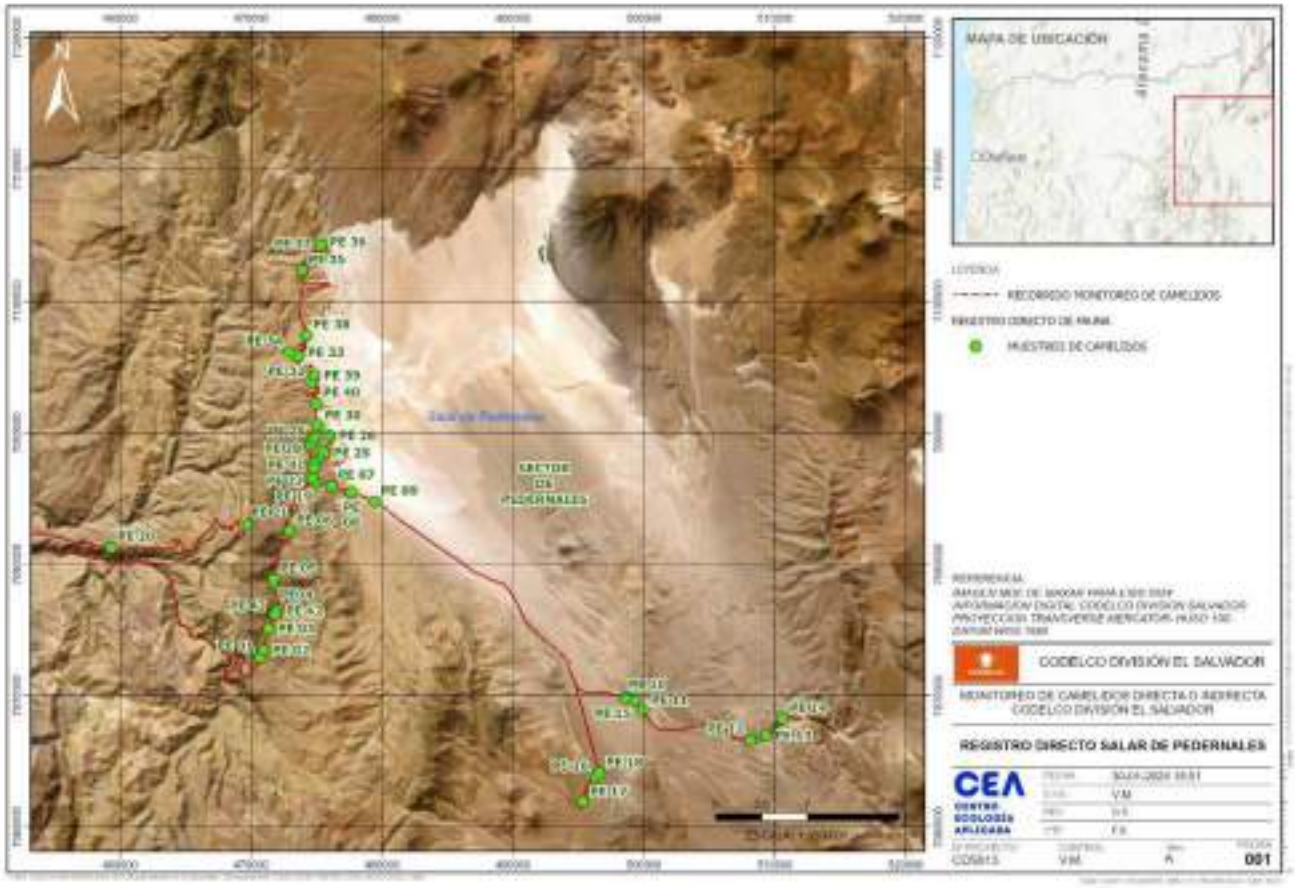


Figura 6. Distribución espacial de registros directos en Salar de Pedernales

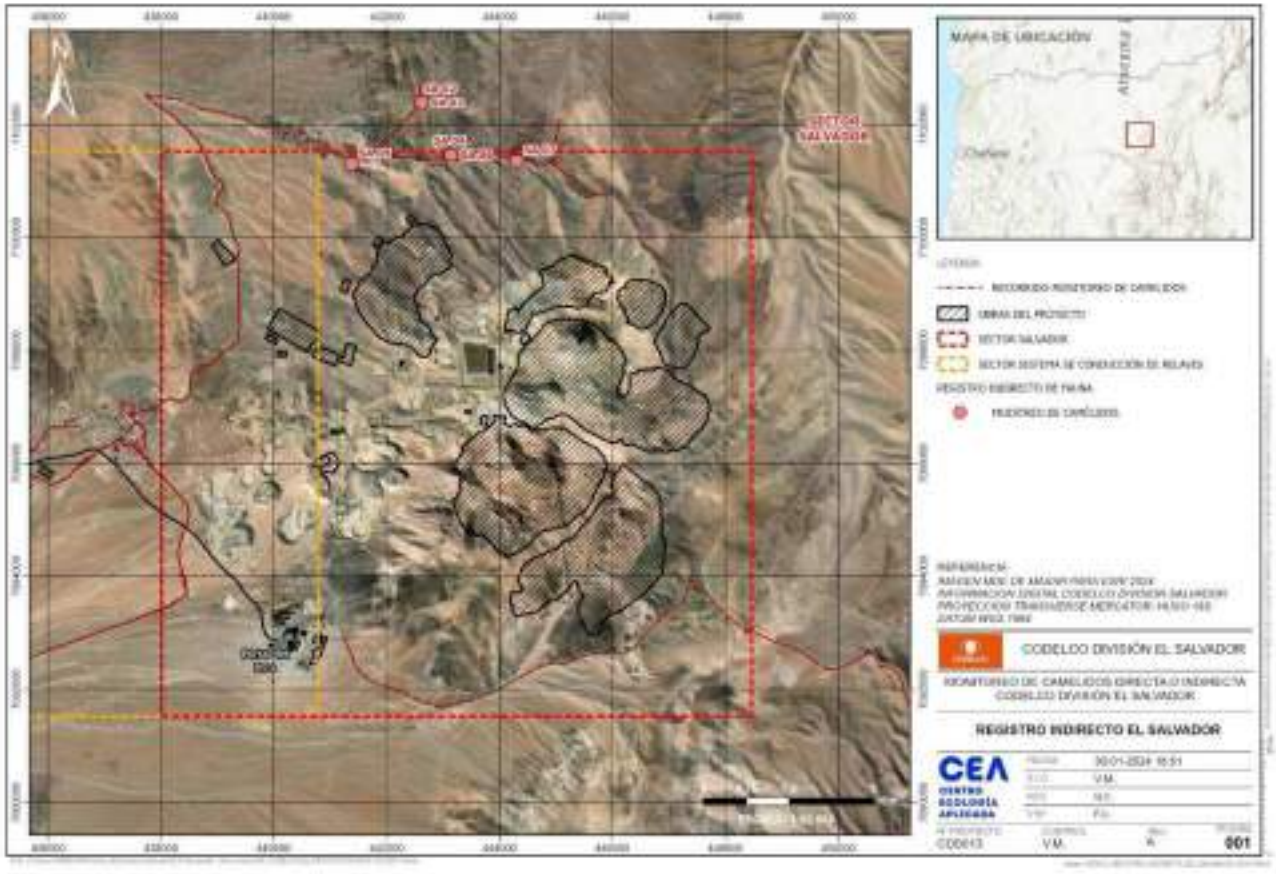


Figura 7 Distribución espacial de registros indirectos en El Salvador.

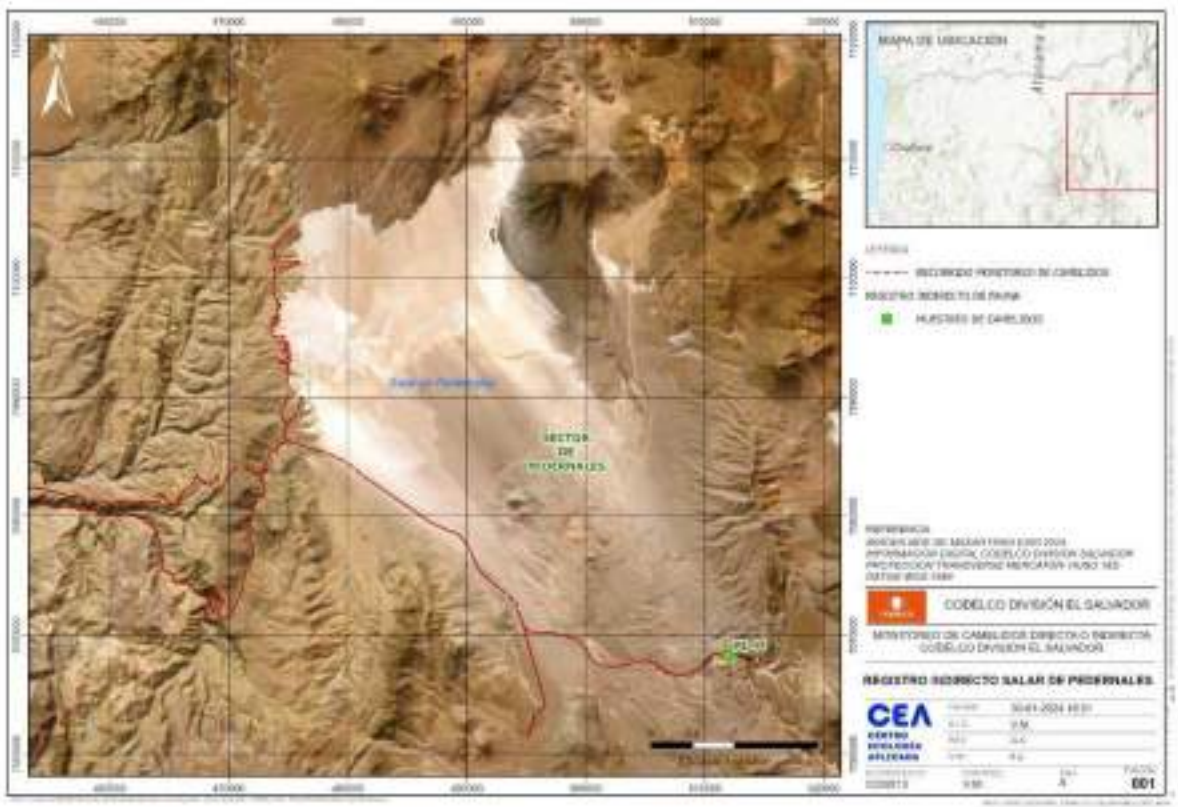


Figura 8 Distribución espacial de registros indirectos en sector Pedernales.

Folio020563

4.2. Estructuras sociales de las especies objetivo

La estructura social de los camélidos que predominó en avistamientos corresponde a Grupo familiar con 18 registros dentro del área de estudio, continuado por Macho solitario territorial con 3 registros. Finalmente, la categoría menos avistada fue grupos de Machos solteros o no reproductores. (Tabla 5 y Figura 9).

El grupo familiar de guanacos con mayor abundancia se encontró compuesto por 15 individuos (PE 34) al igual que en el caso de vicuñas este se encontró compuesto por 15 individuos (PE 15). Adicionalmente se registró avistamientos de estructuras sociales en Camino a Pedernales (correspondiente a Otros sectores dentro del área de estudio) con la mayor abundancia registrada en el punto PE-06 con 11 individuos.

Tabla 5. Estructura social por sector de las especies objetivo.

Sector		Guanacos				Vicuñas				Descripción grupo social
		M	H	J	I	M	H	J	I	
Sistema de Conducción de Relave	SCR 13	1								Macho solitario territorial
	SCR 14	1	3	3						Grupo familiar
Pedernales	PE 07	1	2	1	2					Grupo familiar
	PE 08				11					Grupo familiar
	PE 09			3						Grupo de machos no reproductores
	PE 10				1					Individuo solitario, sexo indeterminado
	PE 11								5	Grupo familiar
	PE 12								6	Grupo familiar
	PE 13	1	5	7	2					Grupo familiar
	PE 14				2					Individuos sexo indeterminado
	PE 15							4	11	Grupo familiar
	PE 16	1								Macho solitario territorial
	PE 17	1	5	8						Grupo familiar
	PE 18								3	Individuos sexo indeterminado
	PE 19	1	2	1	2					Grupo familiar
	PE 22				1					Macho solitario territorial
	PE 23								3	Individuos sexo indeterminado
	PE 24					1	2		4	Grupo familiar
	PE 25								1	Individuo solitario, sexo indeterminado
	PE 26	1	3	1						Grupo familiar

Sector		Guanacos				Vicuñas				Descripción grupo social
		M	H	J	I	M	H	J	I	
	PE 27				1					Individuo solitario, sexo indeterminado
	PE 28					1				Individuo solitario, sexo indeterminado
	PE 29	1	2		3					Grupo familiar
	PE 30								1	Individuo solitario, sexo indeterminado
	PE 31				6					Grupo familiar
	PE 32					1		3	2	Grupo familiar
	PE 33	1	1							Grupo familiar
	PE 34				15					Grupo familiar
	PE 35				1					Individuo solitario, sexo indeterminado
	PE 36								8	Grupo familiar
	PE 37				1					Individuo solitario, sexo indeterminado
	PE 38						1	1		Madre con cría
	PE 39					1	2	1	2	Grupo familiar
	PE 40	3								Grupo de machos solteros
	PE 41		1	1						Madre con cría
Total*		15	24	25	48	3	5	9	46	
		110				**64**				
Camino a Pedernales**	PE 01	1	3							Grupo familiar
	PE 02					1	2			Grupo familiar
	PE 03	1					4			Macho guanaco con 4 hembras de vicuña
	PE04	2								Machos
	PE 05	1								Macho solitario territorial
	PE 06			5	6					Grupo familiar
	PE 20				1					Individuo solitario, sexo indeterminado
	PE 21				1					Individuo solitario, sexo indeterminado
	PE 42	1								Macho solitario territorial
	PE 43	2								Machos
Total		**8**	**3**	**5**	**8**	**1**	**6**			
		24				**7**				

Nota: M= macho, H= hembra, J= juvenil, I= indeterminado. *Total de individuos que fueron avistados dentro de los sectores descritos en la RCA N°19/2020, **Otros sectores dentro del área de estudio. Fuente: CEA, 2024.

	
Grupo Familiar *Lama guanicoe* (guanaco)	Grupo Familiar *Vicugna vicugna* (vicuña)

Figura 9. Grupo de camélidos observados en las rutas de monitoreo diciembre 2023. Fuente: CEA, 2024.

4.3. Condiciones sanitarias

En la evaluación visual realizada por el equipo en terreno durante la campaña de monitoreo de las especies objetivos guanaco (*Lama guanicoe*) y vicuña (*Vicugna vicugna*), no se evidenció lesiones cutáneas atribuibles a la presencia de sarna en los diferentes grupos sociales evaluados en área de estudio determinada (Figura 10). En la presente campaña no se evidenció de manera directa la presencia de garrapatas en el suelo en sectores de revolcaderos y dormideros, pero no se descarta su presencia en las especies objetivo.

	
Grupo de *Lama guanicoe* (Guanaco), sin lesiones atribuibles a ácaros.	Grupo de *Lama guanicoe* (Guanaco), sin lesiones atribuibles a ácaros.

	
Ejemplares de *Vicugna vicugna,* sin lesiones atribuibles a acaros.	Ejemplares de *Vicugna vicugna* sin lesiones atribuibles a ácaros.

Figura 10. Condiciones sanitarias de ejemplares registrados durante el monitoreo diciembre 2023. Fuente: CEA, 2024.

4.4. Presencia de ungulados exóticos

Durante la realización de los recorridos tanto pedestres como en vehículo, durante el periodo en el cual se llevó a cabo el monitoreo se logró registrar de manera directa la presencia de ungulados exóticos asociados a la especie *Equus asinus* (burro) y *Capra aegagrus hircus* (cabra) en las zonas monitoreadas que contemplan el área de interés e influencia del proyecto, específicamente en los sectores Pedernales y Camino a Pedernales (otros sectores dentro del área de estudio), avistándose de forma directa en caminos aledaños y planicies. Los ejemplares visualizados se encontraban visiblemente con un buen aspecto sanitario, condición corporal y pelaje congruente con las características de la especie.

5. DISCUSIONES

A lo largo de recorridos vehiculares y pedestres en el área de estudio se logró observar tanto de forma directa como indirecta actividad de las especies objetivo, constan con condiciones geomorfológicas y vegetacionales óptimas para el desarrollo conductual natural de las especies objetivos. En la presente temporada sólo se obtuvo registro directo de camélidos en los sitios Sistema de Conducción de Relave y el sector Pedernales.

Cabe destacar que la mayor abundancia de camélidos se concentró en el sector Pedernales y en Camino a Pedernales. En el sector de Pampa Austral no se registró presencia de ejemplares Guanacos-Vicuñas tanto de forma directa como indirecta, esto asociado a la escasez o nula presencia de alimento en las zonas como también asociado a la alta interacción con humanos, vehículos y sectores residenciales, los cuales no son propicios para que estas especies logren desollarse de forma natural en el entorno.

En contraste con lo evidenciado durante los Monitoreos Anuales de Camélidos 2021 (60 Guanacos y 27 Vicuñas) y 2022 (72 guanacos y 37 vicuñas), en el actual monitoreo se registró mayor abundancia de camélidos. Específicamente para el año 2023 (actual reporte), la abundancia de guanacos supero los 100 ejemplares y las vicuñas superaron los 70 ejemplares.

Con relación a las estructuras sociales de camélidos registradas durante la campaña diciembre 2023 por los especialistas en terreno, mediante observación directa se clasificó los 3 tipos de unidades sociales mediante análisis cualitativo de los grupos (tipo de unidad social) en base a su composición. Se consideran para los análisis los individuos que fueron observados y sexados en los sectores Sistema de Conducción de Relaves y Pedernales.

De los ejemplares de la especie guanaco (*Lama guanicoe*), el cual se compone de 110 individuos visualizados en total:

- Grupo social macho solitario territorial: se contabilizó y sexó 3 ejemplares a lo largo del área de estudio, lo que corresponde a un 2,7% el total de guanacos registrados.
- Grupo familiar: se contabilizó a 93 ejemplares agrupados en 11 unidades sociales distintas, lo cual corresponde a un 84% del total registrado.
- Machos no reproductores: se contabilizó y sexó a 6 ejemplares divididos en 2 grupos en distintos sectores del área de estudio.

En cuanto a los ejemplares correspondientes a la especie vicuña (*Vicugna vicugna*), el cual se compone de 64 individuos visualizados en total:

- Machos solitario territorial: no se contabilizó ejemplar de esta unidad social.
- Grupo familiar: se registró 53 ejemplares agrupados en 7 unidades sociales distintas, lo que corresponde a un 82% del total de vicuñas registradas.
- Machos no reproductores: no se contabilizó ejemplar de esta unidad social.

Cabe destacar que fueron registrados grupos de ejemplares que no fue posible sexar por lejanía y nitidez de la imagen observada por binoculares, la principal ocurrencia fue “Individuos solitarios, sexo indeterminado” donde se presume que pueden ser machos solitarios territoriales o no reproductores, pero no fueron contabilizados en específico del grupo.

A su vez, en la campaña 2023 se evidenció la presencia de ungulados exóticos, como es el caso de los burros (*Equus asinus)* y cabras (*Capra aegagrus hircus)*, propiedad de pobladores aledaños a los sectores de estudio, fue asociada principalmente a zonas con acceso a fuentes de alimentación y de agua. Las vicuñas (*Vicugna vicugna*) y guanacos (*Lama guanicoe*) comparten territorio con dichas especies exóticas, lo que genera competencia por el alimento y una potencial fuente de transmisión de agentes patógenos, la que puede ocurrir al compartir revolcaderos, defecaderos y lugares de pastoreo (Arzamendia et al., 2012). Cabe destacar que en la presente campaña de terreno no se evidenció de manera directa la presencia de ejemplares con lesiones asociadas a sarna, no se descarta que existan camélidos parasitados con garrapatas (*Rhipicephalus sanguineus*).

Folio020569

6. CONCLUSIONES

Para dar cumplimiento a las actividades relacionadas con el "Plan de monitoreo anual de Guanacos-Vicuñas" como parte de los compromisos ambientales adquiridos por CODELCO durante la tramitación del Estudio de Impacto Ambiental Rajo Inca, aprobado con la RCA 19/2020, se implementó durante un periodo de 8 días en diciembre 2023 un tercer periodo de monitoreo de camélidos (primer monitoreo realizado en diciembre de 2021 y el segundo monitoreo en diciembre 2022). Esta toma de datos permite generar una base de información para futuros censos en la zona y poder evaluar la afectación a las especies objetivo durante el desarrollo de los procesos constructivos del proyecto de manera histórica.

A lo largo de recorridos vehiculares y de prospección pedestre mediante puntos de observación en los cuatro sectores del área de estudio, se logró observar tanto de forma directa como indirecta actividad de las especies objetivo (Guanacos y Vicuñas). Respecto a la abundancia de camélidos, se registra un total de 174 individuos, 110 de ellos correspondientes a guanacos y 64 a vicuñas, lo que evidencia un aumento de avistamientos de las dos especies objetivos (*Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna)* en el periodo de tres años que lleva en vigencia la RCA N°19/2020. Cabe destacar que no se contabilizan para la abundancia total los individuos registrados en “Otros sectores dentro del área de estudio” como Camino a Salvador y Camino a Pedernales.

La estructura social más abundante de camélidos en el área de estudio fue de grupos familiares para guanacos y vicuñas, esto debido a que son animales gregarios y que al momento del monitoreo las especies se encuentran en época de pariciones.

A su vez, se logró evaluar que el total de ejemplares de las especies objetivo, a la inspección visual a distancia, presentan condiciones sanitarias externas sin lesiones físicas y/o atribuibles a ectoparásitos, en condición corporal dentro del rango asociado a las especies en su estado silvestre y con una conducta activa alerta al medio.

Se registró avistamiento directo de ungulados exóticos dentro del área de estudio, burros y cabras. Mediante el análisis visual realizado a aquellos ejemplares registrados en la ruta de monitoreo, se infiere que se encuentran en buenas condiciones sanitarias, ya que se aprecian con una condición corporal en buen rango, pelaje limpio y brilloso, además con una conducta activa alerta al medio.

Folio020570

7. REFERENCIAS

ARZAMENDIA Y., NEDER LE., MARCOPPIDO G., ORTIZ F., ARCE M., LAMAS HE., VILÁ BL. (2012). Effect of the prevalence of ectoparasites in the behavioral patterns of wild vicuñas (Vicugna vicugna). J Camelid Sci 5: 105-117.

DE LA MAZA M. & BONACIC C. (2013). Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile, 202pp.

WSP (2021). Informe Monitoreo Anual de Camélidos, 2021.Proyecto Rajo Inca. Región de Atacama.

GAJARDO R. (1993). La vegetación Natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago de Chile.

GONZÁLEZ G., TORRES-MURA JC. & MUÑOZ-PEDREROS A. (2000). Orden Artiodactyla. In: Muñoz-Pedreros A & J Yáñez (Ed). Mamíferos de Chile. CEA Ediciones.

IRIARTE, A. (2021). Guía de los Mamíferos de Chile. Segunda Edición Actualizada, 236 p. Chile.

MMA (2011). Decreto Supremo N° 33, Aprueba y Oficializa Quinta Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Gobierno de Chile.

MMA (2020). Decreto Supremo N° 16, Aprueba y Oficializa Décimo sexta Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Gobierno de Chile.

MMA (2023) Decreto Supremo N° 10, Aprueba y oficializa decimoctavo proceso de clasificación especies según su estado de conservación, Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (06 de octubre de 2023).

MUÑOZ-PEDREROS, A. (2008). Huellas y signos de mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia, Chile. 111 p.

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO, SAG. (2016). División de Protección de los Recursos. Guía de Evaluación Ambiental Componente Fauna Silvestre.

Folio020571

8. ANEXOS

8.1. Equipo de trabajo

Tabla 6. Responsables y participantes de las actividades desarrolladas en los sectores Salvador, Sistema de Conducción de Relaves, Pampa Austral y Salar Pedernales durante la campaña Anual de Monitoreo de Camélidos 2023.

Equipo de trabajo en terreno	Cargo
Francisco Zamorano M.	Jefe de Terreno, Especialista en Fauna
Rita Zamorano M.	Especialista en fauna

Folio020572

UN NUEVO SALVADOR

THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND
AUSTRALIA

SMI ICE Chile
CENTRO DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



JUNIO 2022

CAPÍTULO 3

MEDIO BIÓTICO

Tabla de Contenidos

CAPÍTULO III – MEDIO BIÓTICO

3.	**PLANTAS**	**1**
3.1	Introducción	1
3.2	Objetivos	2
3.3	Materiales y Métodos	2
3.3.1	Definición de Área de Estudio	2
3.3.2	Marco Biogeográfico	5
3.3.3	Caracterización de la Vegetación y Flora	5
3.3.4	Levantamiento de información en terreno	8
3.3.5	Análisis de sensibilidades ambientales	9
3.4	Resultados	10
3.4.1	Marco biogeográfico	10
3.4.2	Caracterización de la vegetación	17
3.4.3	Caracterización de la Flora	49
3.4.4	Análisis de sensibilidades ambientales	56
3.5	Conclusión	62
3.6	Referencias	64
3.7	Apéndices	68
3.7.1	Apéndice 3.1: Parcelas florísticas y levantamiento en terreno	68
3.7.2	Apéndice 3.2: Flora potencial	70
3.7.3	Apéndice 3.3: Resultados de análisis Braun Blanquet.	73
3.7.4	Apéndice 3.4: Cartografía digital	73
4	**ANIMALES SILVESTRES**	**74**
4.1	Introducción	74
4.2	Objetivos	75
4.3	Materiales y métodos	75
4.3.1	Áreas de estudio	75
4.3.2	Registro de datos	76
4.3.3	Análisis de datos	78
4.4	Resultados	80
4.4.1	Hábitats considerados	80
4.4.2	Transectos	88
4.4.3	Resultados de la campaña de muestreo directo	100
4.4.4	Resultados preliminares del fototrampeo	105
4.4.5	Comparación entre especies potenciales y registros del presente estudio	112

4.4.6 Descripción de especies amenazadas registradas en los sitios de estudio 115
4.4.7 Lista preliminar de especies de vertebrados terrestres sensibles entorno a los SVAHT del Área de Estudio.....121
4.4.8 Análisis de sensibilidades ambientales.....122
4.5 Conclusión 123
4.6 Referencias.....124
4.7 Apéndices 128
4.7.1 Apéndice 3.5: Registro fotográfico fauna.....128
4.7.2 Apéndice 3.6: Inventario y conteo directos de las especies de fauna de vertebrados registrados durante la campaña de muestreo en los sitios de SVAHT del Área de Estudio, región de Atacama.....128

Tablas

Tabla 1. Superficie de las Áreas de Estudio por sector. 3
Tabla 2. Categorías de cubrimiento. 7
Tabla 3. Codificación de las especies dominantes. 7
Tabla 4. Abundancia y codificación de Braun-Blanquet (1987).....8
Tabla 5. Número de parcelas florísticas y levantamientos COT registradas por Humedal. 9
Tabla 6. Comunidades vegetacionales identificadas por humedal. 17
Tabla 7. Resumen taxonómico de la flora registrada en el Área de Estudio. 50
Tabla 8. Catálogo florístico registrado en el Área de Estudio.....51
Tabla 9. Flora registrada en el Área de Estudio, por humedal. 53
Tabla 10. Superficie, en ha, según tipo o condición de vegetación y otros usos.....58
Tabla 11. Detalle de la ubicación fechas y horas de evaluación de cada sitio visitado en la cuenca Salar de Pedernales. 77
Tabla 12. Detalle de los resultados numéricos y porcentajes de la riqueza de especies por cada sitio visitado y para la Cuenca Salar de Pedernales.....101
Tabla 13. Especies potenciales en relación a las especies observadas en el Área de Estudio, origen geográfico, estado de conservación y apéndice CITES.....112
Tabla 14. Listado de especies en el Área de Estudio 121

Figuras

Figura 1. Área de ejecución de la medida RC-02 Puesta en Valor. Referencia de Polígono Sitio Prioritario Salar de Pedernales: MMA (2021), a través de IDE Chile. 4
Figura 2. Formaciones Vegetacionales (Gajardo, 1994). 12
Figura 3. Pisos vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2019). 16
Figura 4. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en el Salar de Pedernales. 20
Figura 5. Vistas hacia Bofedal salino de Triglochin concinna (A y B). 21
Figura 6. Vistas hacia Vega salina de Puccinelia frigida (A y B). 21
Figura 7. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en el Salar La Laguna. 22
Figura 8. Vistas hacia Bofedal salino de Zameioscirpus atacamensis (A y B) 23
Figura 9. Vistas hacia Vega salina de Puccinelia frigida (A y B). 23
Figura 10. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en el Salar de Piedra Parada. 24
Figura 11. Vistas hacia Vega salina de Deyeuxia eminens var fulva (A y B)....25
Figura 12. Vistas hacia Vega salina de Puccinelia frigida (A y B). 25
Figura 13. Vistas hacia Vega salina de Zameioscirpus atacamensis y Puccinellia frigida (A y B). 26
Figura 14. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Ciénaga. 27
Figura 15. Vistas hacia Vega salina de Puccinellia frigida (A y B). 28
Figura 16. Vegetación muerta (A) y Zanja de drenaje (B). 28
Figura 17. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Pastos Largos. 29
Figura 18. Vistas hacia Bofedal de Oxychloë andina (A y B). Vegetación muerta y zanjas de drenaje insertas en la comunidad (C y D). 30
Figura 19. Bofedal Pajonal hídrico de Deyeuxia eminens var fulva, Deyeuxia velutina, Oxychloë andina (A, B y C); Tuberías de conducción de agua sobre la comunidad de vegetación (D). Vegetación muerta y zanjas de drenaje insertas en la comunidad (E y F). 31
Figura 20. Vegetación muerta en el humedal de Pastos Largos (A y B). 32
Figura 21. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Río Negro. 33
Figura 22. Bofedal de Oxychloë andina (A y B). 34
Figura 23. Bofedal pajonal hídrico de Oxychloë andina; Deyeuxia velutina (A y B). 34
Figura 24. Matorral de Adesmia echinus (A y B). 35
Figura 25. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Tinajas/Trojitas. 36
Figura 26. Pajonal vega de Festuca cf. nardifolia y Scirpus sp (A); Signos de huellas de vehículos (B)....37
Figura 27. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Tordillo. 38
Figura 28. Pajonal vega de Festuca cf. nardifolia y Scirpus sp (A y B); Instalación y tubería en humedal (C y D); Sectores con vegetación muerta (D, E y F)....39

Figura 29. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Vertiente 2 (Cerros nevados).....40
Figura 30. Bofedal vega salina de Carex vallis-pulchrae, Deyeuxia eminens var fulva, Oxychloë andina (A y B); Afloramientos salinos (C y D); Restos de tubería y tranque de acumulación (E y F).....41
Figura 31. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en El Colorado. 42
Figura 32. Vega muerta de Puccinellia frigida (A y B); Parches pequeños con vega activa de P. frigida en la zanja de drenaje central (C y D); Zanja de drenaje central (E); Zanja de drenaje lateral (F).....43
Figura 33. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en La Ola. 44
Figura 34. Pajonal hídrico de Deyeuxia velutina (A); Canalización de aguas (B); Aguas superficiales en el pajonal hídrico de D. velutina (C y D). 45
Figura 35. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Leoncito. 46
Figura 36. Pajonal hídrico de Deyeuxia eminens var fulva y Deyeuxia velutina (A, B, C y D); Obras hidráulicas (E y F). 47
Figura 37. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Asiento. 48
Figura 38. Intervenciones en el Herbazal de Acaena magellanica (A y B); Herbazal de Acaena magellanica (C y D). 49
Figura 39. Número de especies según su origen. 53
Figura 40. Registo de la especie endémica Nastanthus caespitosus. 60
Figura 41. Ubicación de los SVAHT involucrados en relación a la Cuenca del Salar de Pedernales y las localidades del área. 76
Figura 42. Estrato tipificado como cuerpo de agua 80
Figura 43. Estrato tipificado como Vegetación con agua. 81
Figura 44. Estrato tipificado como Costra salina. 82
Figura 45. Estrato tipificado como Pedregoso sin vegetación. 83
Figura 46. Estrato tipificado como Pedregoso con vegetación. 84
Figura 47. Estrato tipificado como Vegetación seca. 85
Figura 48. Estrato tipificado como río. 86
Figura 49. Estrato tipificado como cauce pedregoso. 87
Figura 50. Ubicación de los transectos de evaluación. 88
Figura 51. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado La Ola. 89
Figura 52. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado La Laguna. 90
Figura 53. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado El Colorado. 91
Figura 54. Ubicación de los transectos de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Ciénaga. 92

Figura 55. Ubicación del transecto de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Quebrada Asiento. 93
Figura 56. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Vertientes 2. 94
Figura 57. Ubicación del transecto de evaluación, cámara trampa en relación a los estratos en el sitio denominado Quebrada Leoncito. 95
Figura 58. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Río Negro. 96
Figura 59. Ubicación del transecto de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Pastos Largos. 97
Figura 60. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Tordillo. 98
Figura 61. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Tinajas/Trojitas. 99
Figura 62. Ubicación del transecto de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Piedra Parada. 100
Figura 63. A: Distribución geográfica de la riqueza de vertebrados en los sitios evaluados de la Cuenca del Salar de Pedernales. 102
Figura 64. Curva de acumulación de especies de reptiles alcanzando su asíntota en la Cuenca Salar de Pedernales. 103
Figura 65. Curva de acumulación de especies de aves con tendencia a alcanzar su asíntota en la Cuenca Salar de Pedernales. 104
Figura 66. Curva de acumulación de especies de mamíferos con tendencia a alcanzar su asíntota en la Cuenca Salar de Pedernales. 105
Figura 67. Ubicación de las cámaras trampas instaladas 106
Figura 68. Registro de Asthenes modesta (canastero chico) con cámara trampa. 107
Figura 69. Registro de Lama guanicoe. 107
Figura 70. Registro de Abrothrix andinus (ratón andino) con cámara trampa. 108
Figura 71. Registro de Lagidium viscacia (viscacha) con cámara trampa. 108
Figura 72. Registro de Lepus europeus (liebre) con cámara trampa. 109
Figura 73. Registro de Lycalopex culpaeus (zorro culpeo) con cámara trampa. 109
Figura 74. Registro de Puma concolor (puma) con cámara trampa 110
Figura 75. Registro de Vicugna vicugna y Lama guanicoe (vicuña y guanaco) con cámara trampa 110
Figura 76. Registro de tropilla de Vicugna vicugna (vicuña) con cámara trampa 111
Figura 77. Registro de tropilla de Vicugna vicugna (vicuña) con cámara trampa 111

CAPÍTULO III – MEDIO BIÓTICO

3. PLANTAS

3.1 Introducción

En el contexto de la existencia de la demanda interpuesta por Daño Ambiental por parte del Consejo de Defensa del Estado (CDE), y en el marco del Avenimiento y Transacción entre las partes, Codelco División Salvador (DS) y el CDE acordaron una serie de medidas, entre las cuales se incluyen las asociadas al Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres (SVAHT). Dentro de estas medidas se encuentra el Plan de Compensación, que contempla un Plan de Reparación Ex - Situ por una parte (Medida RC-01) y un Plan de Puesta en Valor de características y magnitud suficientes (Medida RC-02), de forma tal de hacerse cargo de los efectos negativos producidos en el Salar de Pedernales.

La Medida RC-02 corresponde a un conjunto de medidas de puesta en valor del Plan de Compensación las cuales se desarrollarán en: cuenca del Salar de Pedernales (SVAHT activo), en los Salares La Laguna y Piedra Parada, en quebrada Asiento, en quebrada Leoncito y en todas las áreas, en buen estado y reparadas, de las quebradas aledañas de agua dulce en que se propone realizar reparación ex-situ, que se identifican en el acápite 3 de este documento.

El objetivo del proyecto “Plan de Puesta en Valor de Salar de Pedernales” es desarrollar un Plan de Puesta en Valor en las áreas de afectación de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres (SVAHT) en la cuenca del Salar de Pedernales, para establecer la base de información de componentes ambientales y actores clave en el área, y su difusión a través de diversos canales. Se espera así contribuir a la disminución de la brecha de conocimiento científico de estos ecosistemas y la generación de un flujo sostenido de beneficios culturales, sociales y económicos para las comunidades aledañas al área de afectación.

En el presente capitulo se presentan los resultados parciales que permiten establecer una caracterización inicial de la vegetación del Área de Estudio. La totalidad de la información levantada *in-situ* será el insumo principal para la primera fase del Plan de Puesta en Valor, la cual es la confección del Plan de Manejo bajo la metodología de los Estándares Abiertos, y a la fecha de la presentación de este informe, se encuentra en desarrollo.

3.2 Objetivos

Caracterizar la vegetación y flora del Área de Estudio, como insumo preliminar para la propuesta de Plan de Manejo del Plan de Manejo de la Medida RC-02 Plan de Puesta en Valor. Los objetivos específicos fueron:

- Definir el marco biogeográfico en el cual se desarrollan los SVAHT definidos en el Área de Estudio;
- Caracterizar la Vegetación y Flora que se encuentra en el Área de Estudio, en vistas de representar espacialmente y cuantificar los sistemas vegetacionales, determinar la riqueza taxonómica y abundancia de la flora vascular terrestre presente en el Área de Estudio y evidenciar posibles intervenciones antrópicas;
- Describir las especies de flora vascular de acuerdo con su hábito de crecimiento, origen biogeográfico y categoría de conservación;
- Establecer la presencia de elementos sensibles desde el punto de vista de la importancia de los ambientes descritos y las especies.

3.3 Materiales y Métodos

El presente avance de resultados, relacionado al Proyecto de Plan de Puesta en Valor, se llevó a cabo en dos etapas complementarias.

En la primera etapa, se realizó una revisión de fuentes bibliográficas para establecer el marco biogeográfico en el cual se establecen los SVAHT definidos en el Área de Estudio y la flora potencial presente, describiendo con estos aspectos relevantes de estos sistemas, y también complementando los datos de vegetación y flora levantados en terreno.

La segunda etapa contempló la realización de una campaña de terreno para el levantamiento de información *in-situ*, enfocada en los componentes de vegetación y flora y su caracterización con metodologías a detallar.

3.3.1 Definición de Área de Estudio

El Área de Estudio establecido para cada SVAHT corresponde a las unidades de vegetación definidas mediante el análisis de imágenes satelitales y aéreas capturadas con dron, utilizadas como insumo para la fotointerpretación con el objetivo de definir las superficies de los sistemas a evaluar e identificar las áreas que presentan zonas denudadas, vegetación viva o vegetación en condiciones intermedias. El detalle metodológico y resultados en detalle de este análisis se encuentra en el informe “Apéndice 03 – Compensación, elaborado por el Centro de Ecología Aplicada” como parte del Avenimiento (CEA, 2020).

Según las bases técnicas de la Medida RC-02: Plan de Puesta en Valor de Codelco DS, las acciones de Puesta en Valor se emplazan en una superficie de 175,18 ha las cuales se distribuyen según el siguiente detalle de áreas (Tabla 1 y Figura 1).

Tabla 1. Superficie de las Áreas de Estudio por sector.

Sector	Superficie (ha)
Pedernales	37,48
La Laguna	0,49
Piedra Parada	8,42
Ciénega	0,60
Pastos Largos	42,1
Río Negro	2,97
Tinaja/Trojitas	0,59
Tordillo	0,96
Vertientes 2 (Cerros Nevados)	3,71
El Colorado	3,34
La Ola	25,5
Leoncito	46,22
Asiento	2,8
Superficie total	**175,18**

Fuente: Elaboración propia, 2022.

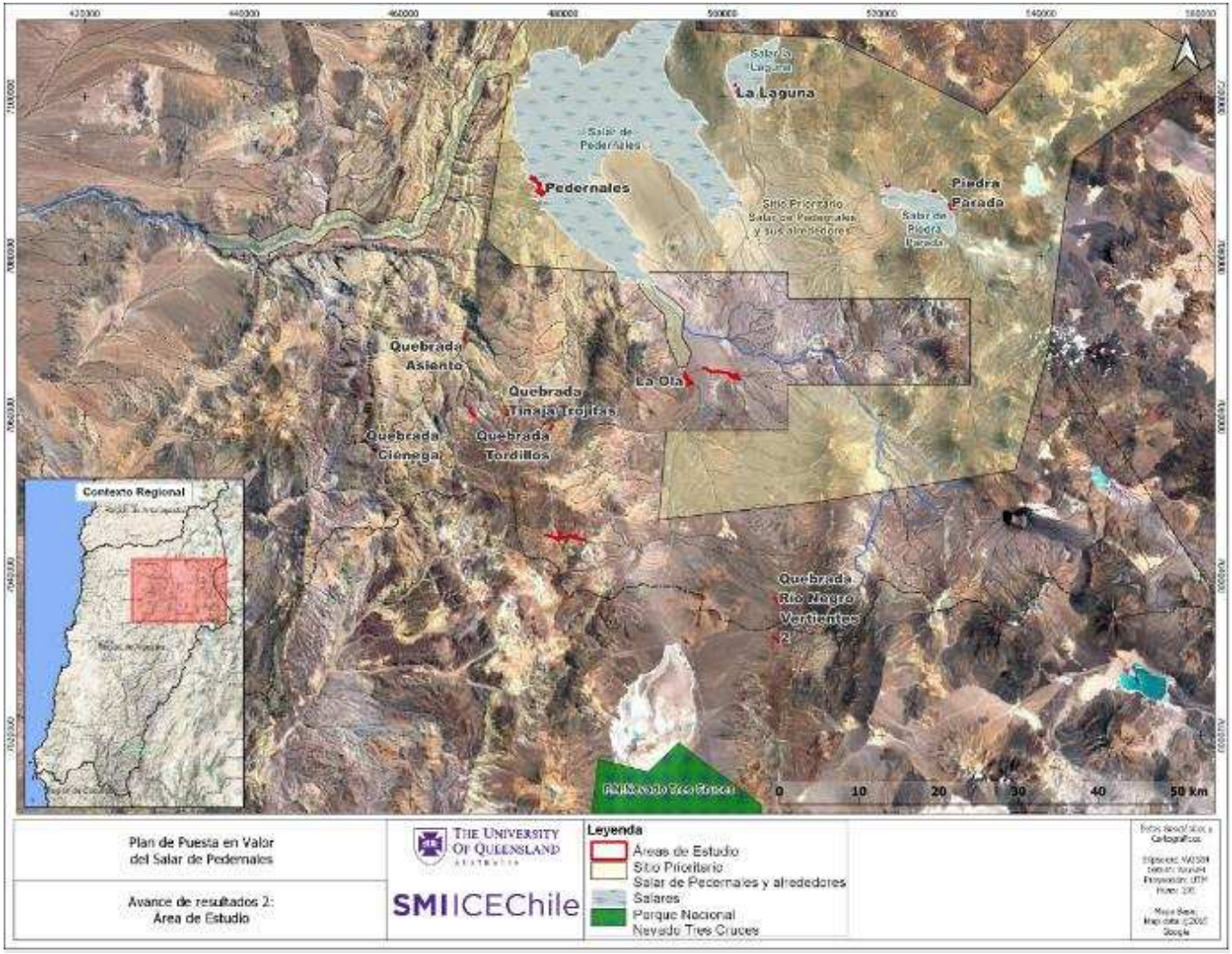


Figura 1. Área de ejecución de la medida RC-02 Puesta en Valor. Referencia de Polígono Sitio Prioritario Salar de Pedernales: MMA (2021), a través de IDE Chile.

3.3.2 Marco Biogeográfico

Las fuentes consultadas para definir el marco biogeográfico del Área de Estudio, permiten establecer una referencia general de la vegetación y flora potencial del Área de Estudio, y colaboran en el análisis y conclusiones de la información recabada sobre las comunidades vegetacionales presentes, su ubicación, contexto a escala local y regional y sus especies de flora más características.

El estudio sobre la "Vegetación Natural de Chile" (Gajardo, 1994) fue desarrollado a partir de criterios biogeográficos y antecedentes de terreno, estableciendo cuatro niveles de agregación; región ecológica, sub-región ecológica, formación vegetal y comunidad tipo. Los tres primeros poseen representación cartográfica y por lo tanto áreas de distribución definidas. El cuarto nivel desagrega las formaciones vegetales sobre la base de criterios de tipo micro ambiental, nivel de alteración por procesos catastróficos naturales y/o por efectos de influencia antrópica. Este nivel no posee representación cartográfica. Para cada una de estas comunidades el sistema entrega una lista de las especies más representativas. El autor delimita ocho regiones, 21 subregiones y 84 formaciones vegetales para la vegetación de Chile.

La "Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile" (Luebert y Pliscoff, 2019) se elaboró a partir de criterios bioclimáticos (termotipos y ombrotipos, los que definen pisos bioclimáticos) y vegetacionales (formaciones vegetales). La unidad básica de análisis está constituida por el concepto de piso vegetacional, la cual se caracteriza típicamente por una formación vegetal con especies dominantes específicas y un piso bioclimático bajo el cual tales formaciones pueden ser encontradas, y que está compuesta por comunidades vegetales zonales e integra comunidades intrazonales y extrazonales. (Luebert y Plisscoff, 2019). El espacio asociado con un piso de vegetación puede ser caracterizado por su composición florística, junto con su dinámica y heterogeneidad interna, esto considerando la variación de la composición de especies en la gradiente de elevación.

Según Luebert y Plisscoff (2019), una unidad intrazonal, se distribuye localmente y en forma independiente del clima bajo cierto rango mayor o menormente restringido de variación climática, debiendo su distribución a la influencia de algún factor, generalmente asociado al suelo o afloramientos de agua, y que establece condiciones locales más favorables o restrictivas que las del clima local. Una unidad azonal también debe su distribución a la influencia de algún factor, pero esta distribución local presenta absoluta independencia de las condiciones climáticas regionales.

La flora potencial entregada por estos autores fue complementada con la informada en la Línea de Base y con los ejemplares herborizados almacenados en los herbarios de la Universidad de Concepción y de la Universidad de La Serena. Estos repositorios fueron consultados, rescatando las especies que se registran para el Área de Estudio.

3.3.3 Caracterización de la Vegetación y Flora

3.3.3.1 Vegetación

Las comunidades y unidades de vegetación del Área de Estudio fueron previamente definidas mediante fotointerpretación y se caracterizaron en base a la metodología de Carta de Ocupación de Tierras (Etienne y Prado, 1982).

Comunidades vegetacionales

El método de la Carta de Ocupación de Tierras (COT), descrito y adaptado para Chile por Etienne y Prado (1982), considera a la vegetación como el factor integrador de las variaciones naturales del medio y de las modificaciones debidas a la acción antrópica. Esta metodología pretende, mediante el uso de la cartografía, lograr una representación fiel de la vegetación actual a una escala de trabajo dada. Esta se obtiene a través de la evaluación de dos variables: formación vegetal y especies dominantes.

Este método clasifica la vegetación en cuatro tipos biológicos:

- Herbáceos: son aquellas especies cuyos tejidos no están lignificados (no son leñosos), con tallos ricos en clorofila y fotosintéticos (hierbas). En este tipo se encuentran las formaciones de vegetación denominadas herbazales, pastizales, vegas y bofedales;
- Leñosos bajos (arbustivos): son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos, cuyo tamaño no pasa los 2 metros de altura (en casos excepcionales pueden llegar a medir hasta 4 metros de altura). En este tipo se encuentra la formación de vegetación matorral;
- Leñosos altos (arbóreos): son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos, cuyo tamaño excede los 2 metros de altura. En este tipo se encuentra la formación de vegetación bosque;
- Suculentos (cactus y chaguales): bajo esta denominación se agrupan principalmente las cactáceas y bromeliáceas. En este tipo se encuentra la formación de vegetación formaciones de suculentas.

La formación vegetacional corresponde a una unidad abstracta que representa el conjunto de comunidades vegetacionales con una fisionomía similar según Luebert y Plisscoff (2019). Se constituye como la agrupación de plantas pertenecientes o no a la misma especie, que presentan caracteres convergentes tanto en su forma como en su comportamiento. Esta definición de formación vegetacional la constituye en un enfoque fisonómico basado en su estratificación y cobertura, otorgando una imagen de la disposición vertical y horizontal de la vegetación *in situ*. Estas pueden ser simples o complejas, de acuerdo con la dominancia de uno o más tipos biológicos. El criterio de dominancia está dado por un umbral de densidad, cuyo valor varía según la región ecológica considerada. Por su parte, la comunidad vegetacional corresponde al conjunto de especies vegetales que coexisten y se agrupan en un determinado lugar (Luebert y Plisscoff, 2019).

La cobertura o cubrimiento representa la proporción del terreno que es ocupada por la vegetación o por su proyección vertical, esta es estimada en terreno de acuerdo con pautas para la estimación visual del recubrimiento (Etienne y Prado, 1982). Este criterio da una idea de la abundancia de los diferentes tipos biológicos y se expresa en porcentaje global o por estratas para cada unidad identificada en terreno. La Tabla 2 define las categorías de cobertura y su denominación.

Tabla 2. Categorías de cubrimiento.

Cobertura (%)	Denominación	Índice
1 – 5	muy escasa	1
5 – 10	escasa	2
10 – 25	muy abierta	3
25 – 50	abierta	4
50 – 75	semidensa	5
75 – 90	densa	6
90 – 100	muy densa	7

Fuente: Modificado de Etienne y Prado, 1982.

Las especies dominantes corresponden a aquellas plantas cuyas características morfológicas marcan fisonómicamente la vegetación, determinándose para cada tipo biológico identificado. Para su levantamiento y representación se utiliza la codificación presentada en la Tabla 3.

Tabla 3. Codificación de las especies dominantes.

Tipo biológico	Código	
	Género	Especie
Leñoso alto	MAYÚSCULA	MAYÚSCULA
Leñoso bajo	MAYÚSCULA	Minúscula
Herbáceo	minúscula	Minúscula
Suculento	minúscula	MAYÚSCULA

Fuente: Modificado de Etienne y Prado, 1982.

3.3.3.2 Flora

Para determinar la composición, riqueza y abundancia de la flora vascular presente en el Área de Estudio se utilizó la metodología desarrollada por Braun-Blanquet (Muellër-Dombois & Ellenberg, 1974). Este método considera la elaboración de un listado de especies presentes en un área limitada, homogénea y representativa de un tipo de vegetación, denominada como Parcela Florística.

Para la elaboración de la Parcela Florística se establecieron parcelas de muestreo rectangulares de 500 m^2, de 20 m de ancho y 25 de largo. En ellas se registró toda especie vegetal vascular que se encontrara dentro de la parcela, junto con su cobertura estimada según la Tabla 4. Esta información se complementó registrando también las especies que se encuentran fuera de la parcela, consideradas como raras, denotándolas con esta condición en el formulario de registro.

Para cada especie registrada y determinada se definió su nomenclatura taxonómica, basado en el Catálogo de las plantas vasculares de Chile (Rodríguez *et al*. del 2018).

Tabla 4. Abundancia y codificación de Braun-Blanquet (1987).

Código	Descripción de cobertura
p	Registro fuera de la parcela (dentro de la unidad caracterizada); cobertura insignificante
r	individuo solitario, cobertura insignificante
+	pocos individuos con cobertura poco significativa
1	numerosos individuos con cobertura < 5%
2m	número de individuos > 50 con cobertura < 5%
2a	numerosos individuos con cobertura entre 5 -15 %
2b	cobertura entre 15 - 25 %
3	cobertura entre 25 - 50 %
4	cobertura entre 50 - 75 %
5	cobertura entre 75 - 100%

Fuente: Modificado de Braun-Blanquet (1987).

3.3.4 Levantamiento de información en terreno

A continuación, se presentan las etapas utilizadas en el levantamiento de información en terreno, realizado entre los días 29 de noviembre y 03 de diciembre del año 2021, para la caracterización de la vegetación y flora del Área de Estudio.

1. En cada humedal visitado, se realizaron puntos de levantamiento de vegetación y parcelas florísticas, definidos previamente mediante fotointerpretación del Área de Estudio, con la finalidad de obtener una representatividad óptima del sistema en cuestión (Figura 1).
2. Para caracterizar la vegetación, y definir las comunidades vegetacionales presentes en los SVAHT del Área de Estudio, se utilizó el método de la Carta de Ocupación de Tierras, COT (Etienne y Prado, 1982).
3. La flora se caracterizó en riqueza y abundancia con parcelas florísticas, utilizando la metodología propuesta por Braun-Blanquet (Muellër-Dombois & Ellenberg, 1974).

Este levantamiento se tradujo en un esfuerzo de muestreo de 53 puntos de levantamiento COT y 48 parcelas florísticas en toda el Área de Estudio, las coordenadas se encuentran detalladas en el Apéndice 3.1: Parcelas florísticas y levantamiento en terreno.

El número de puntos levantados en cada humedal visitado y el detalle del método aplicado se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Número de parcelas florísticas y levantamientos COT registradas por Humedal.

Humedal	Número de parcelas florísticas	Número de levantamientos COT
Asiento	3	3
Ciénaga	3	3
El Colorado	5	6
La Ola	4	4
Leoncito	5	6
Pastos Largos	7	8
Río Negro	3	3
Salar de Pedernales	4	5
Salar La Laguna	3	4
Salar Piedra Parada	2	2
Tinajas - Trojitas	4	4
Vertiente 2	3	3
Total	**48**	**53**

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.3.5 Análisis de sensibilidades ambientales

El análisis de sensibilidades toma como base principal la identificación de las singularidades ambientales basado en los criterios propuestos por el SEA (2015), en su "Guía para la Descripción del Área de Influencia – Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestre" y CONAF (2020), "Guía de Evaluación Ambiental: Criterios para la Evaluación de Proyectos sometidos al SEIA". Estos criterios se enfocan tanto en la singularidad de los sistemas vegetacionales y especies, como distribución acotada, representatividad, fragilidad, o endemismo, y en las intervenciones antrópicas, proyectadas o existentes, sobre estos componentes o en sus inmediaciones, y que puedan afectar sus dinámicas.

Lo anterior es complementado con las proyecciones futuras de la permanencia de estos sistemas bajo escenarios de cambio climático realizados por Luebert y Pliscoff (2019) y Muñoz-Sáez *et al.* (2021).

Dichos criterios y las proyecciones se evaluaron con los datos e información recabada de vegetación y flora, y fueron complementados con referencias que complementan el análisis realizado:

3.4 Resultados

3.4.1 Marco biogeográfico

3.4.1.1 Formaciones Vegetacionales (Gajardo, 1994)

El Área de Estudio se encuentra en la Región de la Estepa Altoandina, específicamente en la Subregión del Altiplano y la Puna. Los factores determinantes de esta región son la altitud y el relieve, siendo la aridez relativa y un corto período vegetativo lo que determina una fisionomía particular de sus formaciones vegetales. Al respecto, existe una gran homogeneidad en la forma de vida de las plantas, presentando tres tipos biológicos fundamentales: las plantas pulvinadas o en cojín, las gramíneas cespitosas, pastos duros o "coirones" y los arbustos bajos de follaje reducido ("tolas").

La Subregión del Altiplano y la Puna representa a aquel sector de la estepa altoandina que se distingue por encontrarse situado sobre un relieve de altiplanicies, generalmente con más de 4.000 m de altitud. Predomina un régimen climático de influencias tropicales con lluvias de verano, que más hacia el sur, en la Puna propiamente tal, sólo constituye una influencia marginal, lo que le concede un carácter de mayor aridez. Sin embargo, sus estrechas afinidades florísticas permiten reunir a ambos sectores, Altiplano y Puna, en una sola subregión vegetacional.

El Área de Estudio se inserta en dos Formaciones Vegetacionales, denominadas como la "Estepa desértica de los salares andinos" y la del "Desierto altoandino del Ojos del Salado". En la Figura 2 se detalla la disposición de estas formaciones, donde se muestran otras formaciones contiguas, las que entregan contexto para el Área de Estudio.

Estepa desértica de los salares andinos

Formación vegetal que se encuentra ubicada en la Cordillera de los Andes, en el sur de Antofagasta y en el norte de Atacama, cubriendo un amplio territorio en que el paisaje está dominado por la presencia de los grandes salares andinos. Su fisionomía es netamente desértica, con una vegetación muy rala, que sólo en lugares especialmente favorables alcanza una cierta densidad.

Para esta formación, Gajardo (1994) declara las siguientes especies representativas, acompañantes y comunes, junto a su nombre común:

- Especie representativas: *Adesmia hystrix*, "jarilla".
- Especies acompañantes: *Acaena magellanica*, "cadillo"; *Chaetanthera chilensis*; *Ephedra americana* "pingopingo"; *Jaborosa caulescens;* Juncus balticus "junquillo".
- Especies comunes: *Astragalus bustillosii*, "garbanzo silvestre"; *Atriplex deserticola*, "cachiyuyo"; *Fabiana imbricata* "pichi romero"; *Hordeum comosum* "ratonera"; *Nicotiana corymbosa* "tabaco cimarrón"; *Maihueniopsis ovata* "chapín"; Senecio santelicis.
- Las comunidades típicas definidas para este ambiente son las siguientes:

  Atriplex deserticola - Lycium minutifolium: agrupación vegetal característica del desierto, que se ubica de preferencia en sectores de aguas salinas.

Fabiana bryoides - Parastrephia lepidophylla: comunidad típica del desierto andino, que se encuentra de preferencia en sectores aluviales y cerca de las aguadas.

Atriplex imbricata - Cristaria andicola.

Atriplex atacamensis - Tessaria absinthioides.

Desierto Altoandino del Ojos del Salado

Ambiente de gran altitud, en su mayor parte sobre los 5.000 m, lo que señala generalmente el límite de la vegetación en esta latitud. Por su extensión relativa y su probable interés florístico, es incluido como formación vegetal, aunque solamente se cuente con indicaciones indirectas de su vegetación (Gajardo, 1994).

Como única comunidad característica de esta formación, el autor señala a la siguiente especie:

- *Stipa chrysophylla*: comunidad que penetra en los sectores de menor altitud de esta formación.

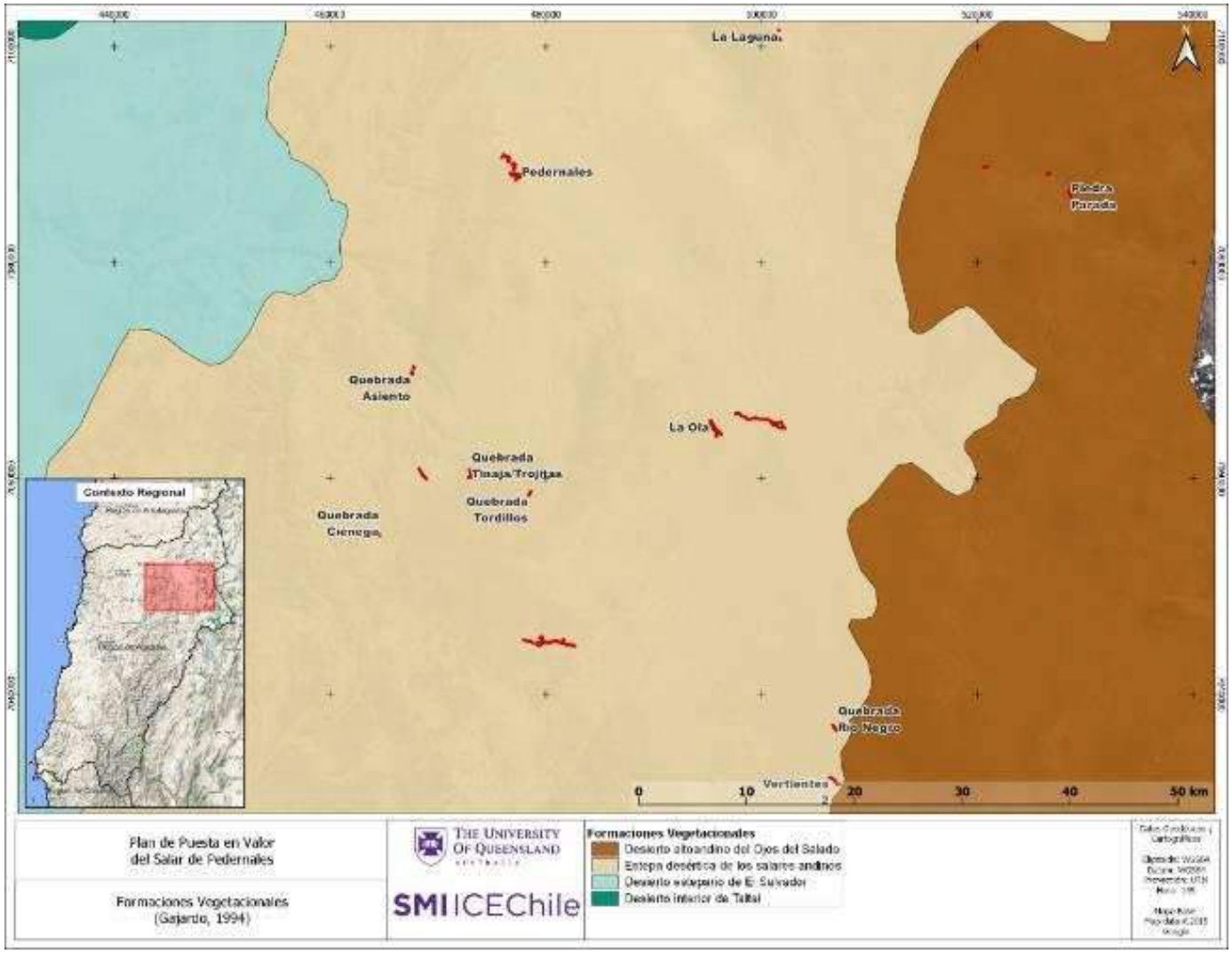


Figura 2. Formaciones Vegetacionales (Gajardo, 1994).

3.4.1.2 Pisos vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2019)

Los humedales del Área de Estudio se encuentran en tres pisos vegetacionales: el Matorral bajo desértico tropical andino de *Atriplex imbricata*, el Herbazal tropical-mediterráneo andino de *Chaetanthera sphaeroidalis* y en un sector denominado como Sin Vegetación.

Estos pisos vegetacionales presentan en su definición formaciones vegetacionales que presentan distribución local, denominadas unidades intrazonales, las cuales se integran como parte de la heterogeneidad del piso y se registran espacialmente dentro de los pisos mencionados. Estas unidades obedecen a condiciones del terreno particulares. Estas unidades intrazonales son la unidad intrazonal denominadas Matorral desértico ripario, Tuberas alcalinas (Bofedales), Pastizal alto ripario y las Comunidades herbáceas riparias.

A continuación, se describen los pisos y unidades intrazonales descritas para el Área de Estudio y en la Figura 3 se detalla la disposición de estos pisos vegetacionales, donde se muestran otros pisos contiguos que entregan contexto para el Área de Estudio.

Piso vegetacional Matorral bajo desértico tropical andino de Atriplex imbricata

Se ubica en la zona precordillerana andina de la región de Atacama, en un rango altitudinal que va de los 1.500 m a los 3.800 m.s.n.m., y corresponde a un matorral abierto, pobre en especies, dominado casi exclusivamente por *Atriplex imbricata*, y acompañado por algunos elementos propios del piso altitudinal superior, como *Cristaria andicola* y *Adesmia hystrix*. También están presentes fuertes influencias desérticas que se manifiestan en la presencia ocasional de *Adesmia atacamensis* y *Argylia tomentosa*. Existen muy pocos datos directos de terreno publicados y gran parte de la información que se posee se basa en el trabajo de Rudolfo Philippi (Luebert y Pliscoff, 2019).

- Las comunidades zonales identificadas en este piso corresponden a las de *Atriplex microphylla* y *Atriplex imbricata - Cristaria andicola*.
- Este piso presenta como unidad de vegetación intrazonal al Matorral desértico ripario.
- Como composición florística para este piso, Luebert y Pliscoff (2019) definen las siguientes especies: *Adesmia atacamensis, A. hystrix, Argylia tomentosa, Atriplex imbricata, Cristaria andicola, Ephedra breana* y *Malesherbia lactea*.

Piso vegetacional Herbazal tropical-mediterráneo andino de Chaetanthera sphaeroidalis

Este piso corresponde un herbazal de altitud, formación dominada por plantas herbáceas, generalmente arrosetadas, donde la cobertura total de la vegetación es muy baja debido a las condiciones térmicas extremas. Las plantas, que son capaces de sobrevivir el invierno bajo la nieve, se encuentran usualmente en situaciones microclimáticamente favorables. Esta formación define el límite altitudinal de la vegetación en las áreas donde ocurre, y se distribuye ampliamente a lo largo de la cordillera de los Andes, por lo que su variabilidad florística es relativamente amplia.

Particularmente, este piso vegetacional está ubicado en las partes altas de la cordillera de los Andes de las regiones de Atacama y sur de Antofagasta y norte de Coquimbo, sobre 4.000 m. Corresponde a un desierto de altura muy abierto, donde solo se encuentran algunas plantas herbáceas, generalmente en roseta, que crecen entre las rocas, donde las condiciones de humedad y temperatura son más favorables que en los sectores expuestos al efecto desecante del viento y la baja temperatura del aire.

- La especie más característica de este piso de vegetación es *Chaetanthera sphaeroidalis*.
- Las Comunidades zonales características de este piso son las de: *Adesmia subterranea - Stipa frigida - Chaetanthera sphaeroidalis, Nototricho auricomae - Chaetantheretum sphaeroidalis,* Tundra de *Chaetanthera sphaeroidalis.*
- Como unidad intrazonal, este piso presenta a las denominadas Turberas alcalinas (bofedales), a definirse más adelante.
- Su composición florística registra las siguientes especies: *Adesmia capitellata, A. spuma, Chaetanthera pulvinata, C. sphaeroidalis, Jarava frigida, Junellia uniflora, Lenzia chamaepitys, Nototriche auricoma, N. compacta, N. hillii, Senecio pissisii, S. socompae, S. sundtii, S. volckmannii*.

Unidad intrazonal Matorral desértico ripario

El Matorral desértico ripario corresponde a vegetación arbustiva desértica localizada a lo largo de cursos de agua, generalmente intermitentes, donde las especies dominantes son diferentes a las de la vegetación zonal, sin dejar de poseer un carácter xeromórfico. Se han incluido aquí comunidades dominadas por arbustos del género *Nolana* reportados para quebradas costeras del Desierto de Atacama, así como comunidades interiores donde pueden dominar *Atriplex atacamensis*, *Tessaria absinthioides* o *Pleocarphus revolutus*. Estas últimas pueden estar asociadas a altos niveles de salinidad en el suelo, por lo que también podrían ser incorporadas dentro de la vegetación halófila.

- Las comunidades descritas para esta unidad son: *Atriplex atacamensis - Tessaria absinthioides. Tessaria absinthioides - Distichlis spicata, Tessaria absinthioides - Pleocarphus revolutus,* Tipo *Pleocarphus revolutus.*

Unidad intrazonal Turberas alcalinas (Bofedales)

Las turberas alcalinas o bofedales comprenden varias comunidades de distribución altoandina que pueden cubrir vastas extensiones de terrenos anegados donde se acumula materia orgánica y se encuentra un pH básico. Están generalmente dominadas por Juncáceas que forman cojines, entre los que crecen otras especies, generalmente gramíneas. La presencia de *Oxychloë andina* caracteriza los bofedales a lo largo de su distribución geográfica. El gradiente local de humedad determina cambios en la dominancia y composición de las comunidades. Muchas de estas variaciones han sido descritas en la literatura como comunidades distintas que se segregan localmente.

En su rango de distribución pueden reconocerse dos grandes unidades regionales. Una presente en los Andes tropicales (Puna), donde *Oxychloë andina* se ve constantemente acompañado por *Festuca rigescens* y donde también pueden ser importantes las especies del género *Distichia*. La otra está presente en los Andes mediterráneos y está caracterizada por la presencia de *Patosia clandestina*.

Unidad intrazonal vegetación de salares andinos

La vegetación halófita corresponde a comunidades localizadas en lugares donde la elevada salinidad es el principal factor determinante de la composición y estructura de la vegetación. Esto ocurre en diversas situaciones, particularmente en salares, márgenes lacustres y estuario.

Corresponde a un complejo de comunidades vegetales que se encuentran asociadas a los salares altoandinos del norte de Chile. Las áreas vegetadas se encuentran generalmente en los márgenes de los salares o en las cercanías de lagunas interiores.

Las formas de vida dominantes son herbáceas y arbustos bajos almohadillados, acompañadas por plantas de aspecto graminoide (ciperáceas, gramíneas y juncáceas), las que en algunas situaciones se hacen dominantes. En extensas zonas dentro de los salares la salinidad es demasiado elevada y no se presenta cobertura vegetacional. Esta unidad incluye a las comunidades: *Puccinellia frigida* - *Sarcocornia pulvinata*, *Sarcocornia pulvinata* - *Puccinellia frigida*, *Scirpus atacamensis* - *Festuca deserticola*, Bofedal salino de *Zameioscirpus atacamensis*, Llaretillar de *Frankenia triandra*, Llaretillar de *Sarcocornia pulvinata*, Tolar hídrico de *Parastrephia lucida*, Vegetación azonal de bofedales.

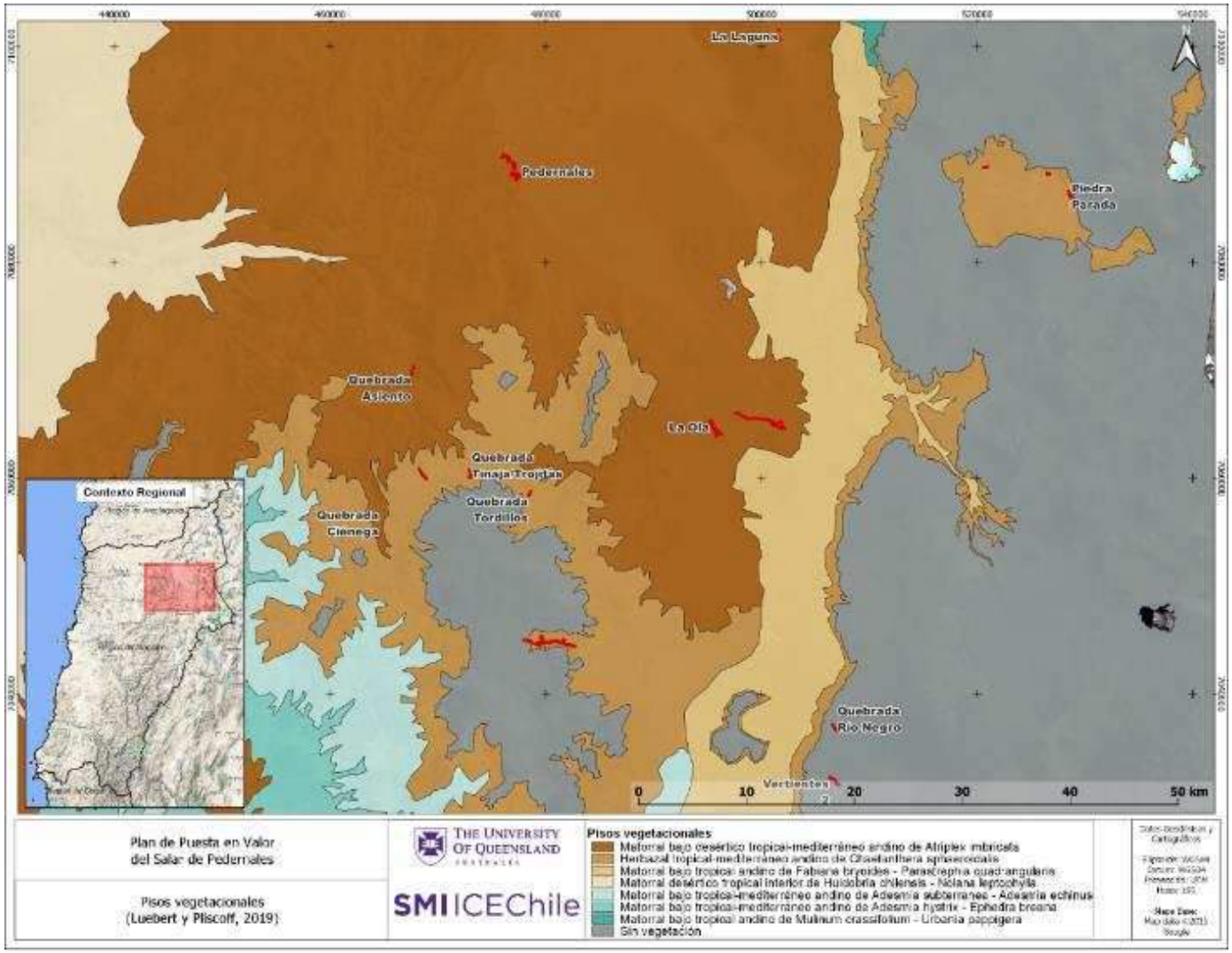


Figura 3. Pisos vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2019).

3.4.2 Caracterización de la vegetación

3.4.2.1 Descripción de las comunidades vegetacionales por Humedal

La Tabla 6 muestra las comunidades vegetacionales registradas en cada humedal, detallando el tipo de cobertura identificada y la superficie de vegetación observada de cada comunidad, junto a su proporción en relación con la superficie del Área de Estudio definida para cada humedal.

Tabla 6. Comunidades vegetacionales identificadas por humedal.

Humedal	Tipo de cobertura	Comunidad vegetacional	Superficie (ha)	Proporción superficie
Salar de Pedernales	Vegetación	Vega salina de *Triglochin concinna*	12,89	34,39%
		Vega salina de *Puccinellia frigida*	7,09	18,91%
	Otros usos	Cuerpo de agua	2,77	7,40%
	Sin información		14,73	39,30%
Total Salar de Pedernales			37,48	100,00%
Salar de Piedra Parada	Vegetación	Vega salina de *Deyeuxia eminens* var *fulva*	0,56	6,64%
		Vega salina de *Puccinellia frigida*	3,05	36,27%
		Vega salina de *Zameioscirpus atacamensis,Puccinellia frigida*	0,74	8,82%
	Zona desprovista de vegetación	Zona sin vegetación	0,67	7,90%
	Sin información		3,40	40,37%
Total Salar de Piedra Parada			8,42	100,00%
Salar La Laguna	Vegetación	Bofedal salino de *Zameioscirpus atacamensis*	0,08	15,76%
		Vega salina de *Puccinellia frigida*	0,27	54,39%
	Sin información		0,15	29,85%
Total Salar La Laguna			0,49	100,00%
Ciénaga	Vegetación	Vega de *Puccinellia frigida*	0,17	28,65%
		Vegetación zonal	0,17	27,45%
	Vegetación muerta	Vegetación muerta	0,27	43,90%
Total Ciénaga			0,60	100,00%
Pastos Largos	Vegetación	Bofedal de *Oxychloë andina*	0,37	0,88%

Humedal	Tipo de cobertura	Comunidad vegetacional	Superficie (ha)	Proporción superficie
		Bofedal pajonal hídrico de *Deyeuxia eminens* var *fulva, Deyeuxia velutina, Oxychloë andina*	13,33	31,65%
		Vegetación zonal	8,85	21,01%
	Vegetación muerta	Vegetación muerta	11,31	26,86%
	Sin información		8,25	19,59%
Total Pastos largos			42,10	100,00%
Río negro	Vegetación	Bofedal de *Oxychloë andina*	0,38	12,72%
		Bofedal pajonal hídrico de *Oxychloë andina,Deyeuxia velutina*	1,80	60,64%
		Matorral de *Adesmia echinus*	0,46	15,48%
		Vegetación zonal	0,33	11,17%
Total Río negro			2,97	100,00%
Tinajas/Trojitas	Vegetación	Pajonal vega de *Festuca* cf. *nardifolia, Scirpus* sp.	0,28	46,75%
	Zona desprovista de vegetación	Zona sin vegetación	0,32	53,25%
Total Tinajas/Trojitas			0,59	100,00%
Tordillo	Vegetación	Pajonal vega de *Festuca* cf. *nardifolia, Scirpus* sp.	0,77	79,99%
	Zona desprovista de vegetación	Zona sin vegetación	0,19	20,01%
Total Tordillo			0,96	100,00%
El Colorado	Vegetación	Vegetación zonal	2,33	36,83%
	Vegetación muerta	Vegetación muerta	4,00	63,17%
Total El Colorado			6,34	100,00%
Vertiente 2 (Cerros Nevados)	Vegetación	Bofedal vega salina de *Carex vallis-pulchrae, Deyeuxia eminens* var *fulva, Oxychloë andina*	1,89	51,05%
		Vegetación zonal	1,14	30,62%

Humedal	Tipo de cobertura	Comunidad vegetacional	Superficie (ha)	Proporción superficie
	Sin información		0,68	18,33%
Total Vertiente 2 (Cerros Nevados)			3,71	100,00%
La Ola	Vegetación	Pajonal hídrico de *Deyeuxia velutina*	20,41	80,12%
		Vegetación zonal	0,01	0,02%
	Zona desprovista de vegetación	Zona sin vegetación	0,11	0,45%
	Sin información		4,94	19,41%
Total La Ola			25,47	100,00%
		Pajonal hídrico de *Deyeuxia eminens* var *fulva, Deyeuxia velutina*	39,43	85,32%
		Vegetación zonal	3,05	6,61%
	Otros usos	Cuerpo de agua	0,14	0,29%
	Sin información		3,59	7,77%
Total Leoncito			46,22	100,00%
Asiento	Vegetación	Herbazal de *Acaena magellanica*	0,68	24,17%
		Matorral de *Atriplex retusa*	0,50	18,02%
		Vegetación zonal	0,02	0,79%
	Otros usos	Camino	0,15	5,48%
	Sin información		1,44	51,54%
Total Asiento			2,80	100,00%
Total general			**178,16**	**100,00%**

Fuente: Elaboración propia, 2022.

A continuación, se describen las comunidades identificadas en cada humedal.

3.4.2.2 Salar de Pedernales

Las comunidades de vegetación azonal identificadas en el Salar de Pedernales se muestran en la Figura 4. Estas corresponden a las vegas salinas de *Triglochin concinna* (Figura 5) y de *Puccinelia frígida* (Figura 6), ubicadas en el borde Sureste del cuerpo del salar, aledañas al curso de agua que desciende de este hacia el Sur. Estas comunidades, en general, se encuentran parcialmente inundadas y presentan abundante sal en superficie. No se registran intervenciones antrópicas en estas comunidades.

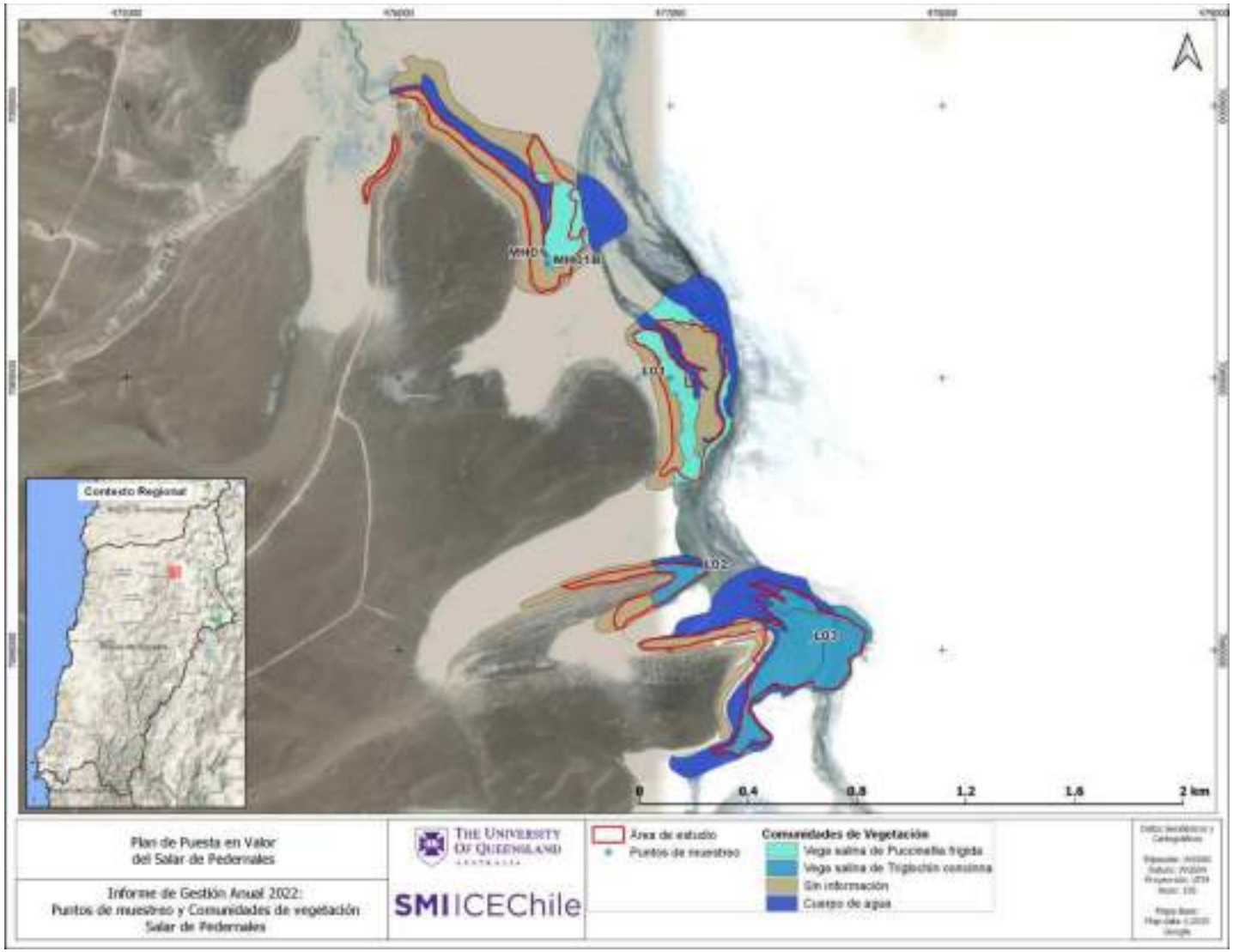


Figura 4. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en el Salar de Pedernales.

Vega salina de Triglochin concinna

Esta comunidad está dominada por la especie *T. concinna* y puede presentar como codominantes a las especies *Phylloscirpus acaulis* o *P. frigida*. Su altura no supera los 25 cm, y presenta coberturas que van de muy abiertas a densas, de 10% al 90%, a la vez que la cobertura de agua puede llegar al 50%. Presenta abundante sal en superficie (Figura 5).

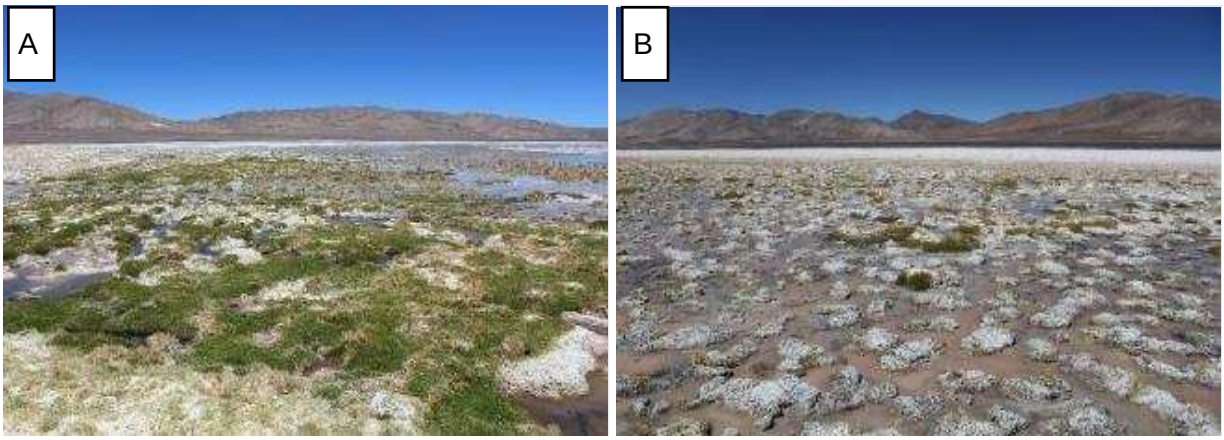


Figura 5. Vistas hacia Bofedal salino de Triglochin concinna (A y B).

Vega salina de Puccinellia frigida

Corresponde a comunidades dominadas por la especie *P. frigida*, formando cojines de vegetación. Puede presentar las especies codominantes *T. concinna* y *Zameioscirpus atacamensis*.

Su cobertura varía entre muy abierta a abierta (10%-50%), con afloramientos salinos que pueden superar el 25%, y alturas no mayores a los 25 cm (Figura 6).

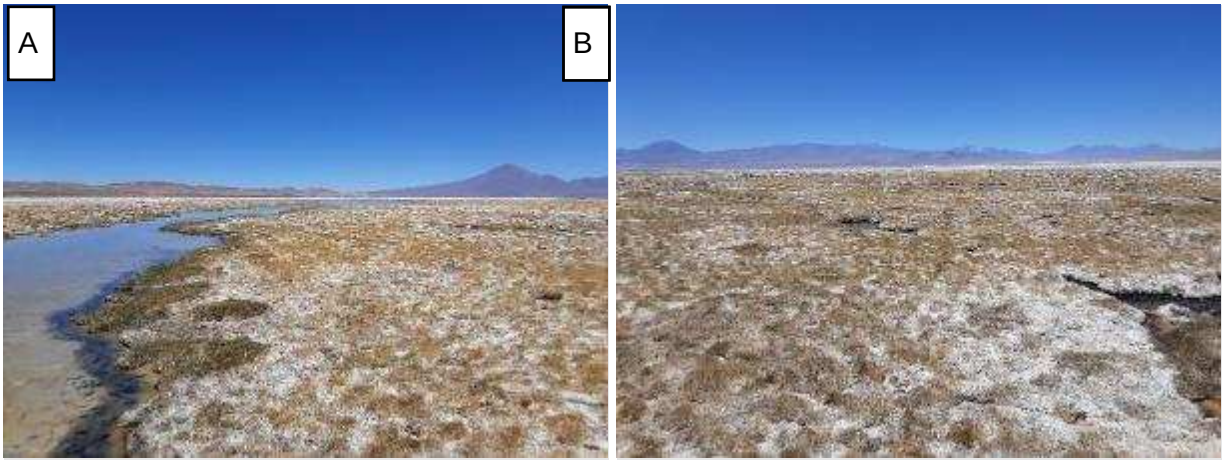


Figura 6. Vistas hacia Vega salina de Puccinelia frigida (A y B).

3.4.2.3 Salar la Laguna

Salar de pequeña superficie ubicado al Este del Salar de Pedernales, inserto en la Cordillera Claudio Gay, y caracterizado por una laguna de color turquesa ubicada en su borde Suroeste. Tal como muestra la Figura 7, el salar presenta solo dos pequeñas unidades de vegetación identificadas, asociadas a la laguna, y que constituyen dos comunidades identificadas como el bofedal salino de *Z. atacamensis* (Figura 8) y la vega salina de *P. frigida* (Figura 9). No se registran intervenciones antrópicas en estas comunidades.



Figura 7. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en el Salar La Laguna.

Bofedal salino de Zameioscirpus atacamensis

Este bofedal se extiende de manera discontinua por unos 250 m por el borde de la laguna, con un ancho variable, no mayor a 5 m. Presenta formas de cojines semiglobosos constituidos por la especie *Z. atacamensis*. Está acompañada por *Ruppia filifolia*, especie acuática. La altura de la comunidad no supera los 25 cm, y presenta una cobertura que se mueve entre el 10% y el 25%. En algunos sectores presentan abundante sal en superficie, incluso cubriendo algunos cojines de la especie (Figura 8).

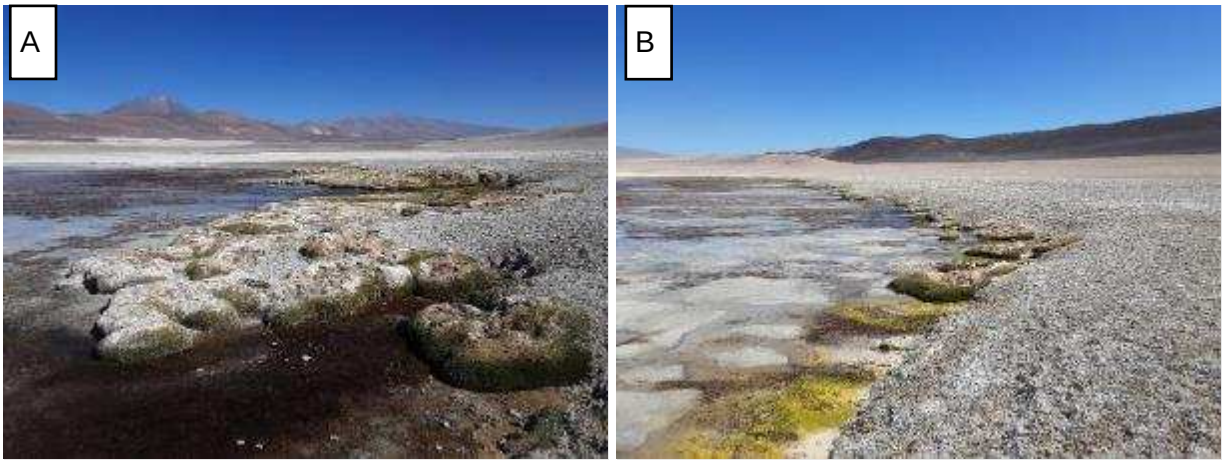


Figura 8. Vistas hacia Bofedal salino de Zameioscirpus atacamensis (A y B)

Vega salina de Puccinellia frigida

Esta vega es dominada exclusivamente por *P. frigida*, especie que forma un césped de cobertura muy abierta, no mayor al 25%, y alturas menores a los 5 cm. Presenta afloramiento salino en superficie que supera el 50% de cubrimiento (Figura 9). Si bien se encuentra al borde de la laguna, no presenta agua en superficie, ya que se ubica en un sector más elevado.

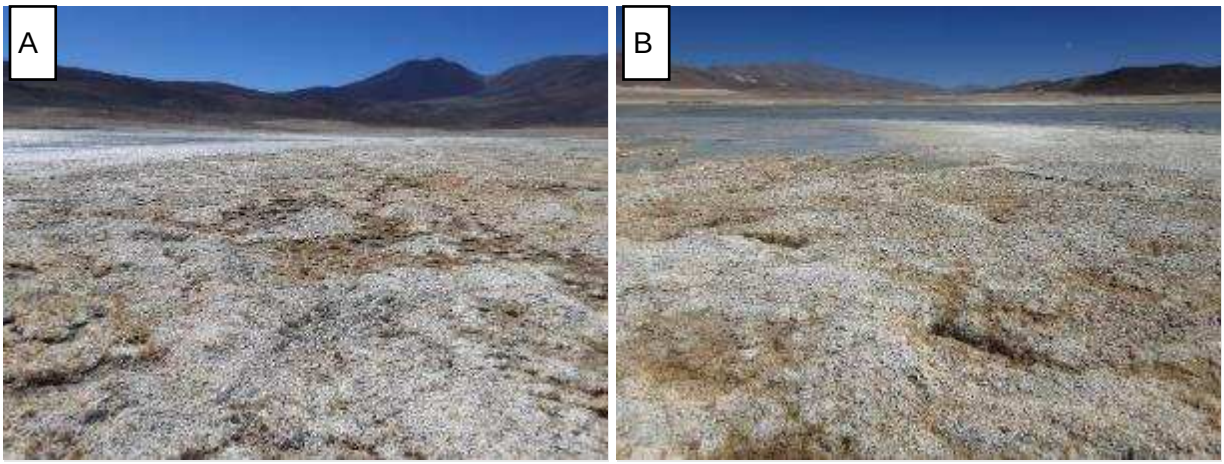


Figura 9. Vistas hacia Vega salina de Puccinelia frigida (A y B).

3.4.2.4 Salar de Piedra Parada

El salar de Piedra Parada se ubica en el borde Este de la Cordillera Claudio Gay, a unos 25 km del Salar de Pedernales. El salar presenta diversos espejos de agua, cuerpos a los que se asocian las comunidades de vegetación identificadas como vega salina de *Deyeuxia eminens* var *fulva*, vega salina de *P. frigida* y vega salina de *Z. atacamensis* y *P. frigida* (Figura 10),comunidades donde también se registran abundantes afloramientos salinos sobre la superficie de las plantas y alrededor de estas (Figura 11, Figura 12 y Figura 13). No se registran intervenciones antrópicas en estas comunidades.



Figura 10. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en el Salar de Piedra Parada.

Vega salina de Deyeuxia eminens var fulva

Esta comunidad presenta como especie dominante exclusiva a *Deyeuxia eminens* var. *fulva*. Registra alturas menores a los 5 cm y coberturas semidensas, entre el 50% y el 75%. La especie forma cojines rodeados de agua, con coberturas entre el 25% y 50%, y abundante sal en superficie (Figura 11).

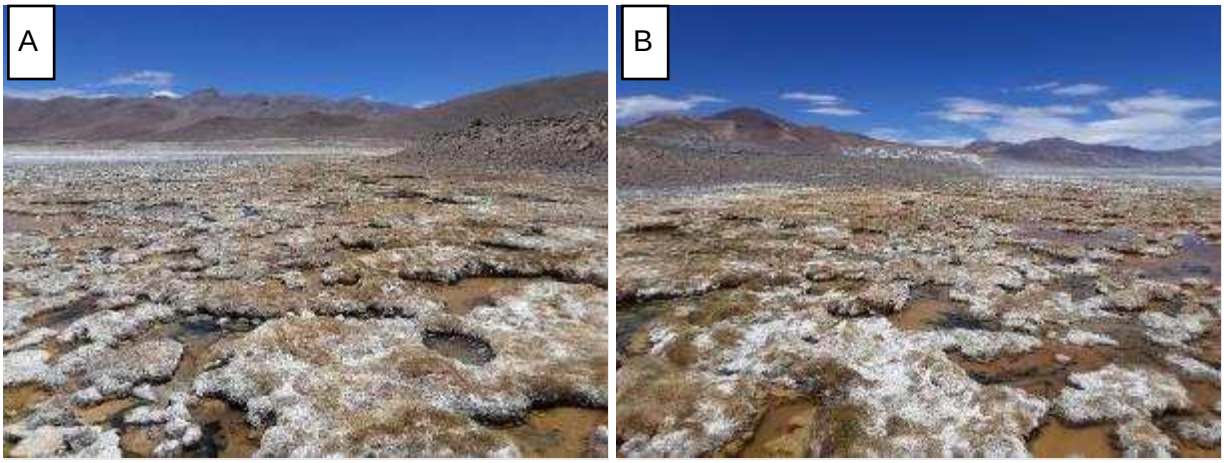


Figura 11. Vistas hacia Vega salina de Deyeuxia eminens var fulva (A y B).

Vega salina de Puccinellia frigida

Esta vega está dominada por la especie *P. frigida*, y puede estar acompañada por las especies *T. concinna* y *Z. atacamensis*. Presenta coberturas entre el 10% y 50%, de muy abierta a abierta, y alturas de hasta 25 cm. Se ubica en la ribera nororiente del salar donde se observa gran parte de la superficie cubierta de agua (puede llegar al 50%). También presenta abundante sal en superficie (Figura 12).

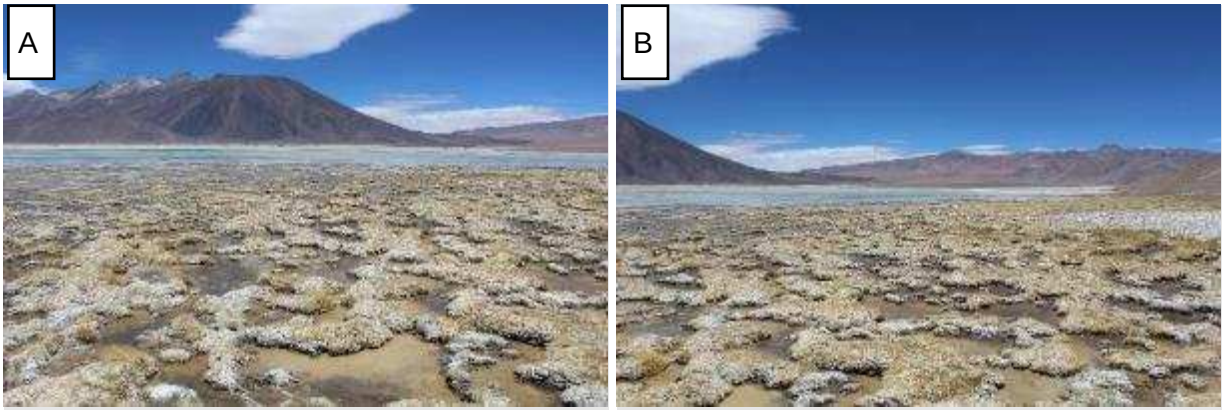


Figura 12. Vistas hacia Vega salina de Puccinelia frigida (A y B).

Vega salina de Zameioscirpus atacamensis y Puccinellia frigida

Comunidad de vega que recorre la ribera oriente del salar, dominada por las especies *Z. atacamensis* y *P. frigida*. Posee una cobertura escasa, menor al 10%, y alturas que no superan los 25 cm. Presenta

como especies acompañantes a *P. acaulis* y *T. concinna*. Presenta afloramiento salino que alcanza el 25%, y se identifica la presencia de agua superficial. (Figura 13).

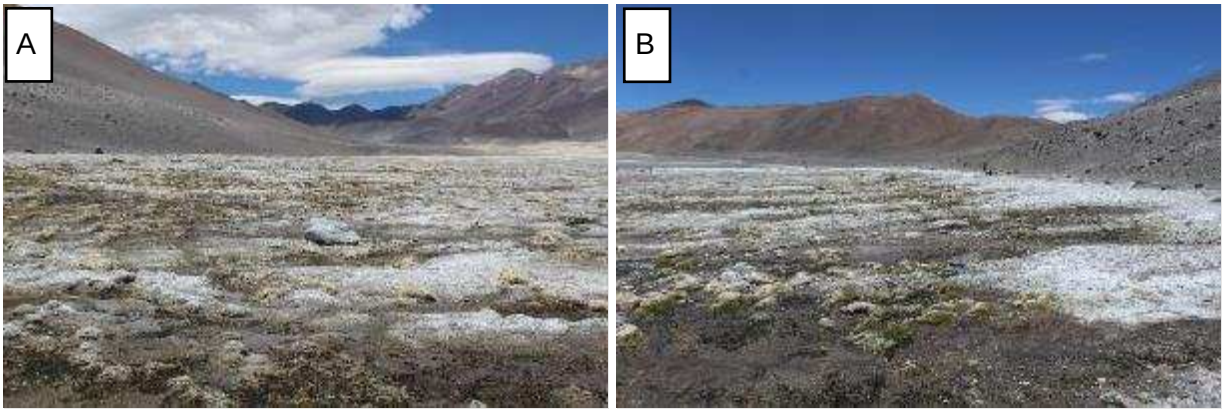


Figura 13. Vistas hacia Vega salina de Zameioscirpus atacamensis y Puccinellia frigida (A y B).

3.4.2.5 Ciénaga

Corresponde a un sector definido por una quebrada abierta y plana, la que presenta vegetación azonal muy degradada. Se observan obras de drenaje en los sectores con vegetación muerta o muy escasa (Figura 16). Se registra solo una pequeña vega viva de *P. frigida* (Figura 14 y Figura 15).

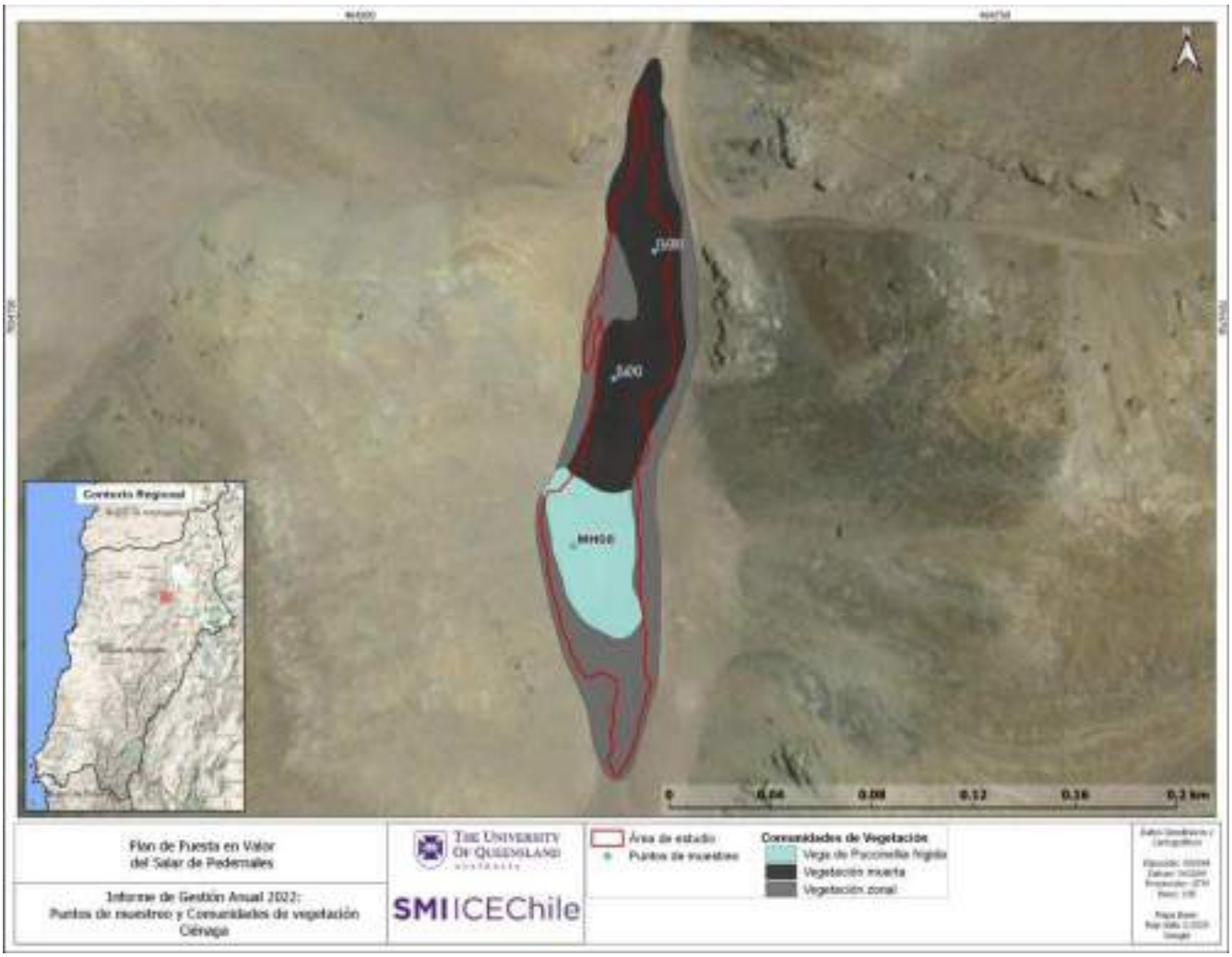


Figura 14. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Ciénaga.

Vega salina de Puccinellia frigida

Vega con afloramiento salino, sin intervenciones antrópicas evidentes, dominada exclusivamente por *P. frigida*, con cobertura semidensa, entre 50% y 75% y alturas no mayores a 5 cm (Figura 15). Presenta una pequeña estructura de acumulación de agua al costado oeste de la vega.

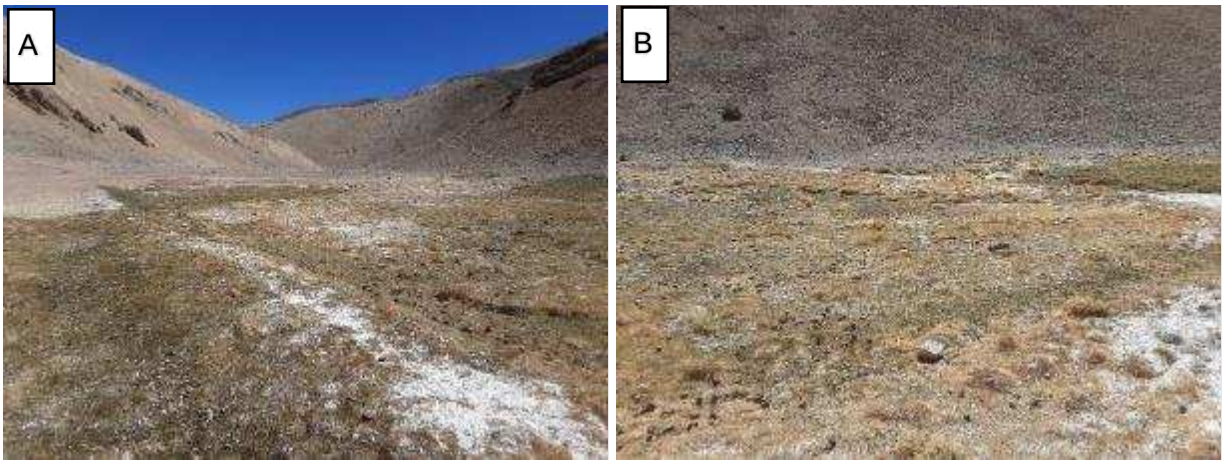


Figura 15. Vistas hacia Vega salina de Puccinellia frigida (A y B).

Vegetación muerta

Se registran sectores de vegetación muerta, con manchones de vegetación activa con la especie *P. frigida*, muy escasa, menor al 5%. Estos sectores presentan obras hidráulicas, que corresponden a zanjas de drenaje (Figura 16).

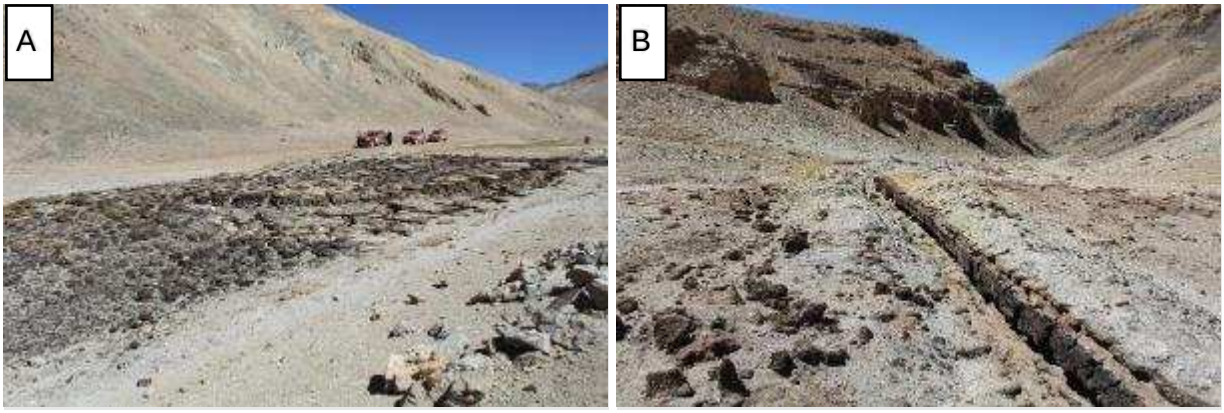


Figura 16. Vegetación muerta (A) y Zanja de drenaje (B).

3.4.2.6 Pastos Largos

Ubicado en el río Pastos Largos, que desciende desde el Este y desemboca en la cuenca del Salar de Pedernales, este humedal se extiende a lo largo de la quebrada por unos 5 km, y presenta numerosos y amplios sectores con vegetación muerta, principalmente en la zona más alta, al Este. En la quebrada también se evidencian antiguas zanjas de drenaje y tuberías de conducción de agua. La Figura 17 muestra la ubicación del humedal y sus comunidades vegetacionales características: el bofedal de *Oxychloë andina* (Figura 18) y el bofedal pajonal hídrico de *D. eminens* var *fulva*, *D. velutina* y *O. andina* (Figura 19), junto con una pequeña unidad, no cartografiable, de vega de *Festuca* cf. *nardifolia*.



Figura 17. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Pastos Largos.

Bofedal de Oxychloë andina

Bofedal dominado por la especie *O. andina*, y acompañada por las especies *D. eminens* var *fulva* y *Festuca* cf. *nardifolia*. Posee coberturas que varían del 10% al 75%, de muy abierta a semidensa. Sus alturas también son variables, encontrándose entre los 25 cm y 50 cm (Figura 18). Esta comunidad de

bofedal corresponde a pequeñas unidades de vegetación rodeadas de vegetación muerta, todo inserto en la misma matriz de vegetación, por lo que es probable que dicha vegetación muerta haya correspondido a la misma comunidad. En estos sectores muertos es posible distinguir antiguas zanjas de drenaje (Figura 18, C y D).

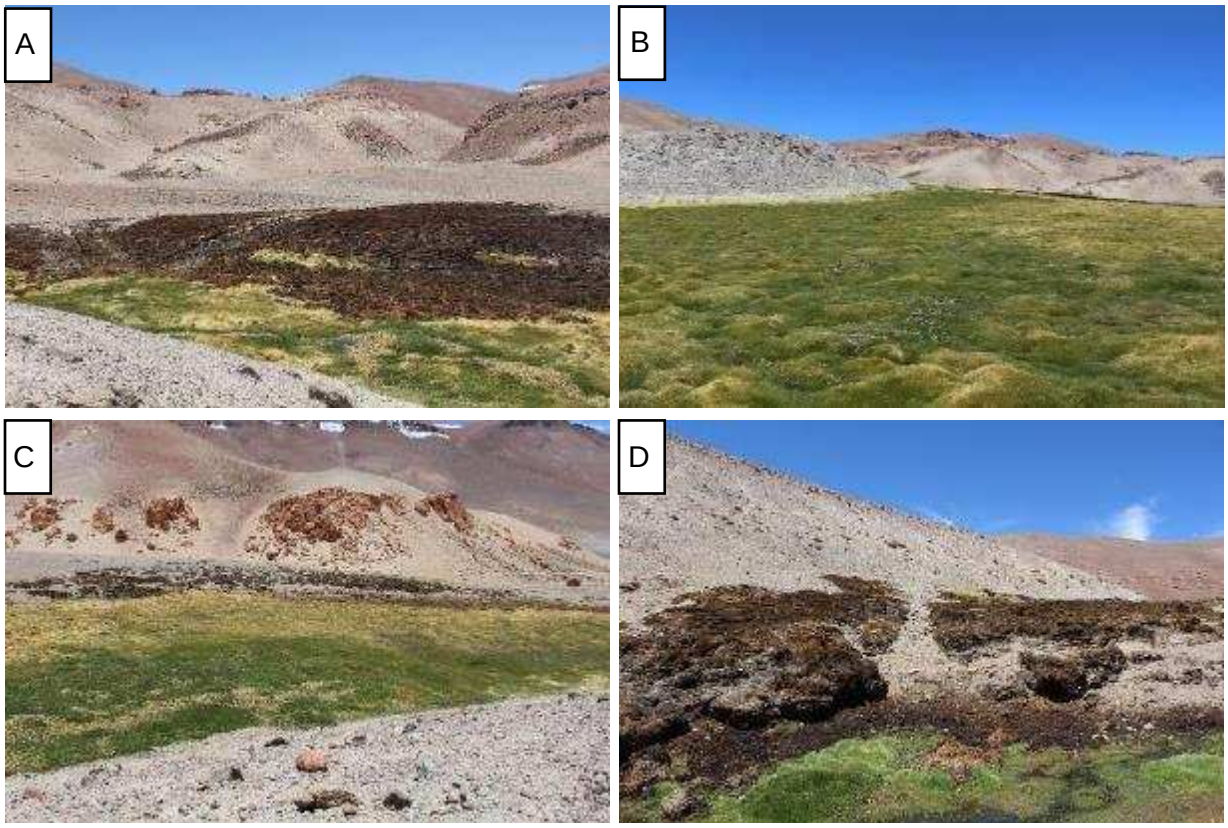


Figura 18. Vistas hacia Bofedal de Oxychloë andina (A y B). Vegetación muerta y zanjas de drenaje insertas en la comunidad (C y D).

Bofedal Pajonal hídrico de Deyeuxia eminens var fulva, Deyeuxia velutina, Oxychloë andina

Comunidad abundante en el humedal de Pastos Largos, con estructura de bofedal y pajonal hídrico, con afloramientos de agua ocasional, y con la dominancia variable de las especies *O. andina*, *D. eminens* var *fulva* y *D. velutina*. La cobertura de esta comunidad puede variar de muy abierta a muy densa, de 10% a sobre el 90%. Posee alturas que van de 25 cm a 50 cm (Figura 19, A, B y C). En algunos sectores se observan sobre la vegetación tuberías de conducción de agua (Figura 19, D).

Al igual que la comunidad anterior, también se registra vegetación muerta, donde se encuentran zanjas de drenaje (Figura 19, E y F).

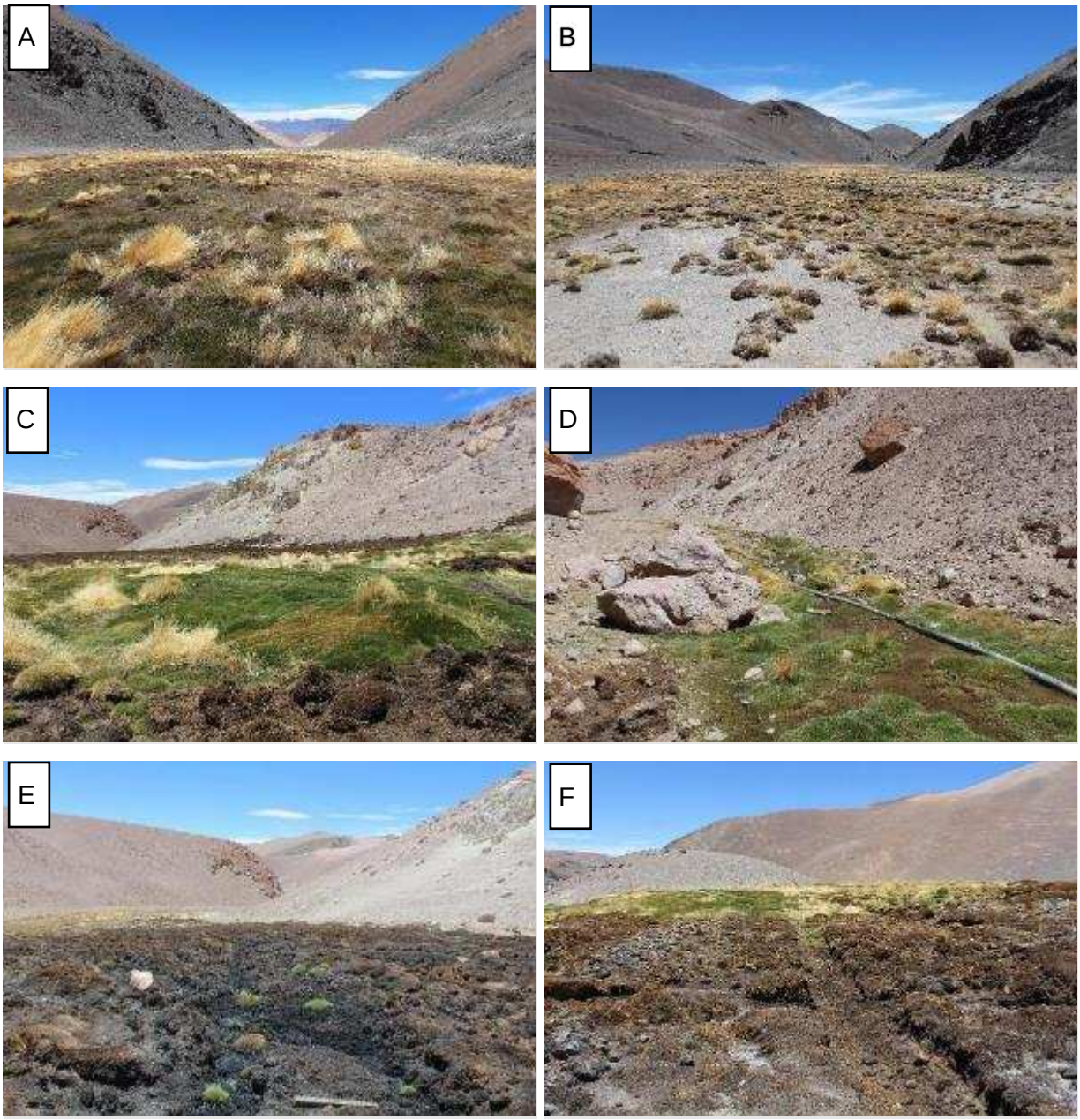


Figura 19. Bofedal Pajonal hídrico de Deyeuxia eminens var fulva, Deyeuxia velutina, Oxychloë andina (A, B y C); Tuberías de conducción de agua sobre la comunidad de vegetación (D). Vegetación muerta y zanjas de drenaje insertas en la comunidad (E y F).

Vega de Festuca cf. nardifolia

Vega pequeña, no cartografiable, dominada por la especie *Festuca* cf. *nardifolia*, con cobertura semidensa (50%-75%) y alturas de hasta 50 cm. Se ubica en la zona más al Este del Área de Estudio, aislada y rodeada por zonas desprovistas de vegetación.

Vegetación muerta

Unidades de vegetación muerta, donde no fue posible definir la antigua especie dominante debido a su deterioro. Estas unidades de vegetación se encuentran a lo largo de la quebrada de Pastos Largos, insertas en las comunidades descritas, o rodeándolas (Figura 20).

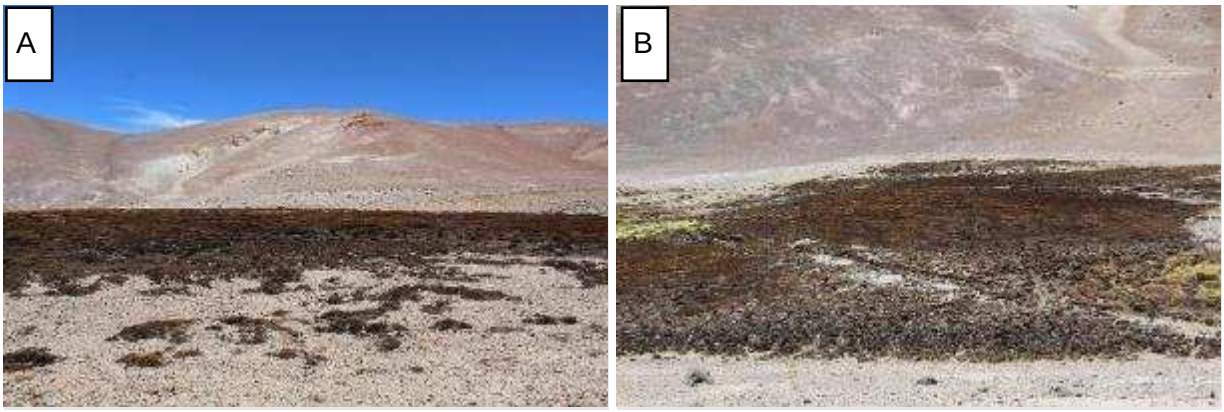


Figura 20. Vegetación muerta en el humedal de Pastos Largos (A y B).

3.4.2.7 Río Negro

Este humedal está ubicado en el lecho de una quebrada rodeada por cerros bajos, que forman parte de la Cordillera Claudio Gay, en la cual se observan algunas estructuras de medición, captación y drenes en el sistema.

El humedal presenta tres comunidades bien definidas: el bofedal de *Oxychloë andina*, el bofedal pajonal hídrico de *O. andina* y *Deyeuxia velutina,* y el matorral de *Adesmia echinus* (Figura 21).



Figura 21. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Río Negro.

Bofedal de Oxychloë andina

Comunidad dominada por *O. andina* y codominada por *D. velutina*, con las especies acompañantes *D. eminens* var *fulva*, y *D. velutina*. Presenta coberturas densas, entre 75% y 90%, y alturas de hasta 50 cm (Figura 22).

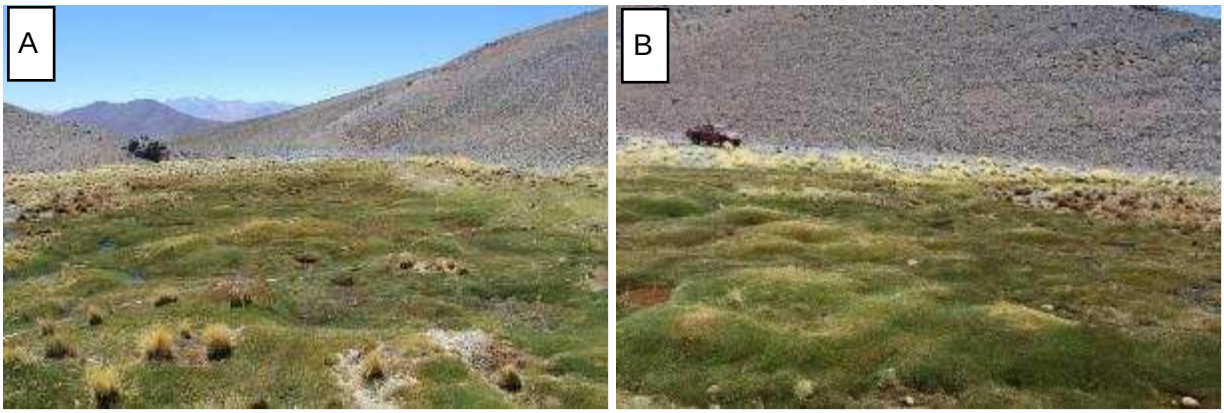


Figura 22. Bofedal de Oxychloë andina (A y B).

Bofedal Pajonal hídrico de Oxychloë andina y Deyeuxia velutina

Comunidad dominada por las especies *O. andina* y *D. velutina*. Posee coberturas muy abiertas, que van de 10% al 25%, y alturas de hasta 50 cm. Presenta afloramientos de agua en algunos sectores (Figura 23).

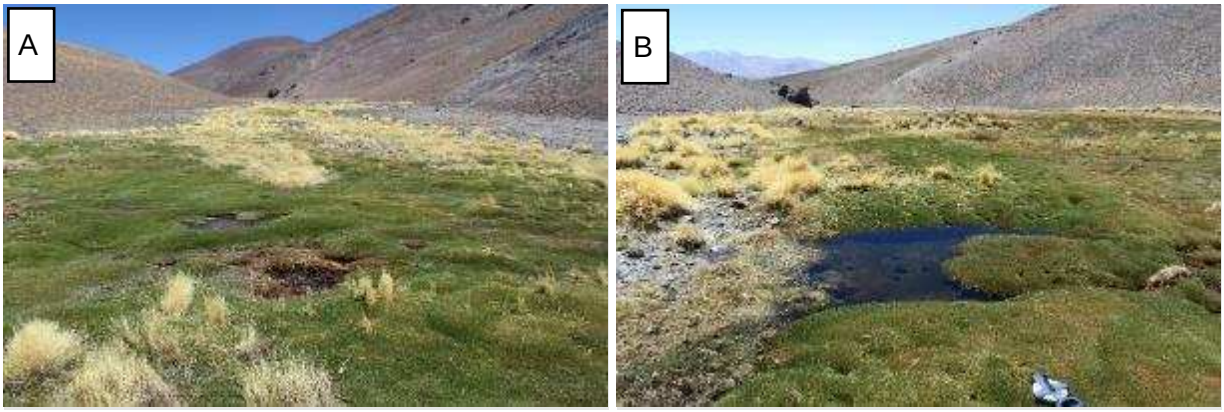


Figura 23. Bofedal pajonal hídrico de Oxychloë andina; Deyeuxia velutina (A y B).

Matorral de Adesmia echinus

Corresponde a una comunidad de vegetación zonal dominada exclusivamente por la especie arbustiva *Adesmia echinus*. Como especies acompañantes del estrato arbustivo se observó a *Fabiana bryoides* y *Calceolaria pinifolia.* La especie dominante de la estrata herbácea es *Festuca chrysophylla.* Este matorral tiene alturas de hasta 1 m, y cobertura abierta, de entre 25% y 50% (Figura 24).

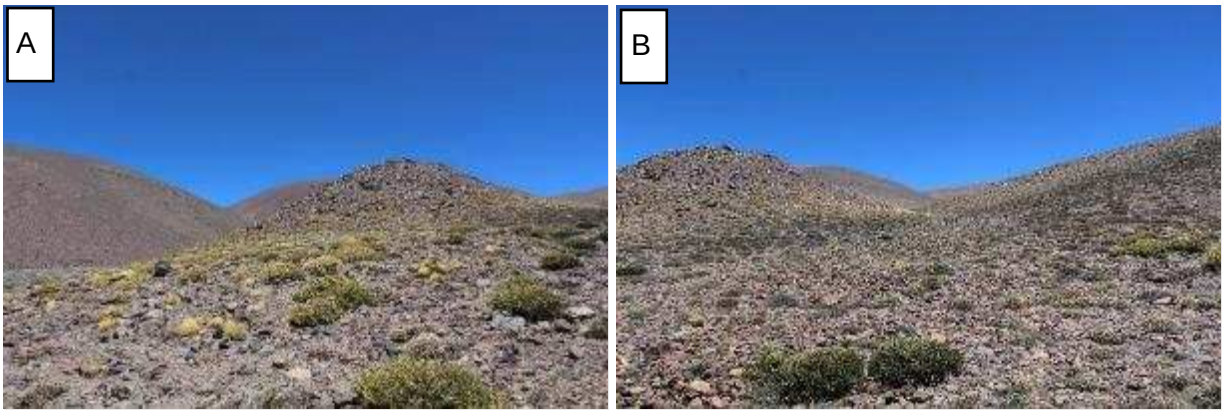


Figura 24. Matorral de Adesmia echinus (A y B).

3.4.2.8 Tinajas/Trojitas

Se ubica en una quebrada abierta, con pequeñas unidades aisladas de vegetación, correspondiente a una sola comunidad de pajonal de pequeño tamaño, con dominancia variable de las especies *Festuca* cf. *nardifolia* y *Scirpus* sp. (Figura 25).

Estas unidades presentan intervención antrópica por el tránsito de vehículos y algunas obras de captación de aguas (Figura 26).



Figura 25. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Tinajas/Trojitas.

Pajonal vega de Festuca cf. nardifolia y Scirpus sp.

Corresponde a una comunidad dominada por *Festuca* cf. *nardifolia* y *Scirpus* sp., con *O. andina* como posible acompañante. Presenta coberturas variables, muy abierta a densa, entre 10% y 90% y alturas que no superan los 50 cm.

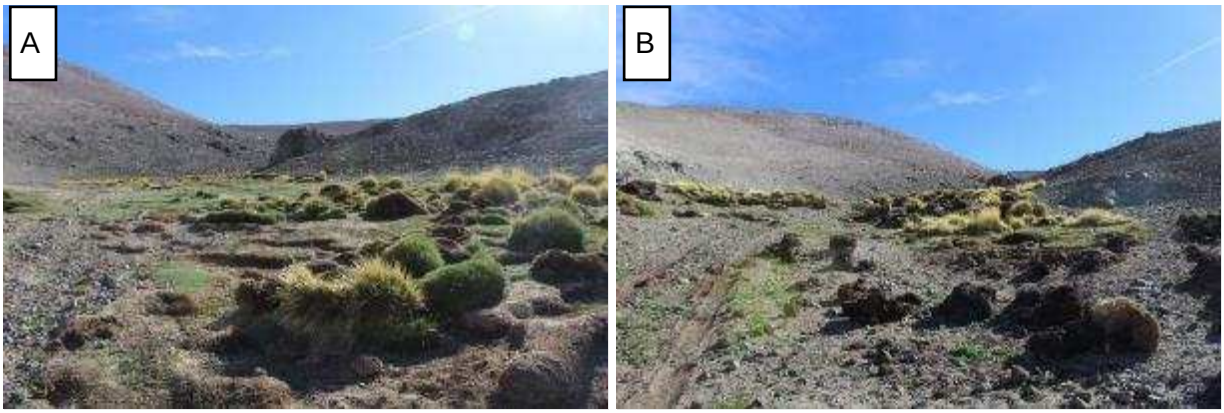


Figura 26. Pajonal vega de Festuca cf. nardifolia y Scirpus sp (A); Signos de huellas de vehículos (B).

3.4.2.9 Tordillo

Quebrada abierta, rodeada por cerros bajos. El humedal corresponde a una comunidad de pajonal vega, caracterizadas por la dominancia variable de las especies *Festuca* cf. *nardifolia* y *Scirpus* sp. (Figura 27).

La vegetación se presenta en parches de diferente tamaño, con la presencia de pozos de medición y tuberías de conducción de agua insertas en el humedal. En algunos sectores se observan restos de vegetación muerta (Figura 28, D, E y F).

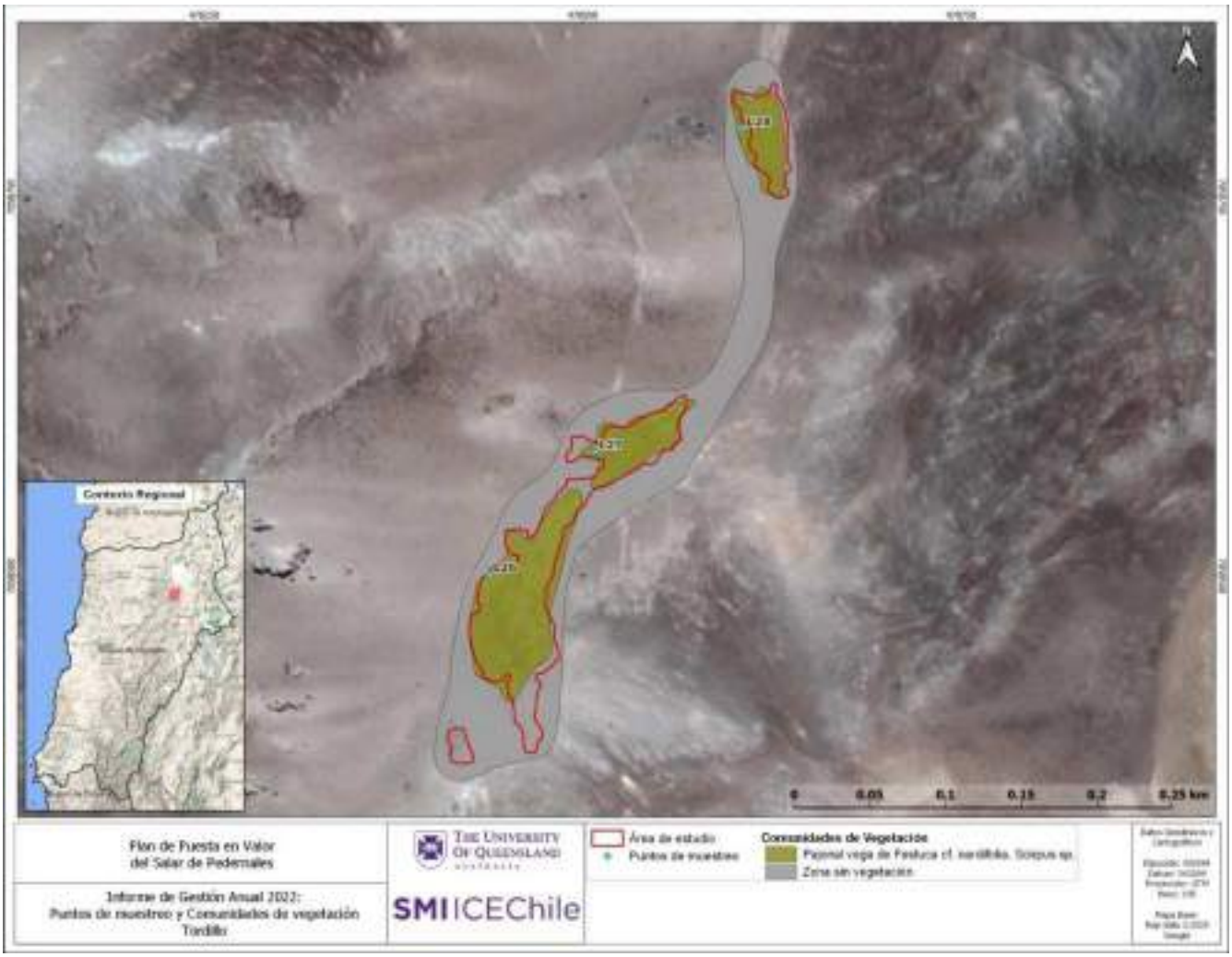


Figura 27. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Tordillo.

Pajonal vega de Festuca cf. nardifolia y Scirpus sp.

Corresponde a una comunidad dominada por *Festuca* cf. *nardifolia* y *Scirpus* sp., con coberturas muy abierta a abiertas, entre 10% y 50% y alturas que no mayores a 50 cm (Figura 28, A y B). En esta comunidad se observa un pozo de medición y tuberías que recorren el humedal (Figura 28, C y D). En el borde de una de las unidades de esta comunidad se aprecia un sector de vegetación muerta (Figura 28, D, E y F).

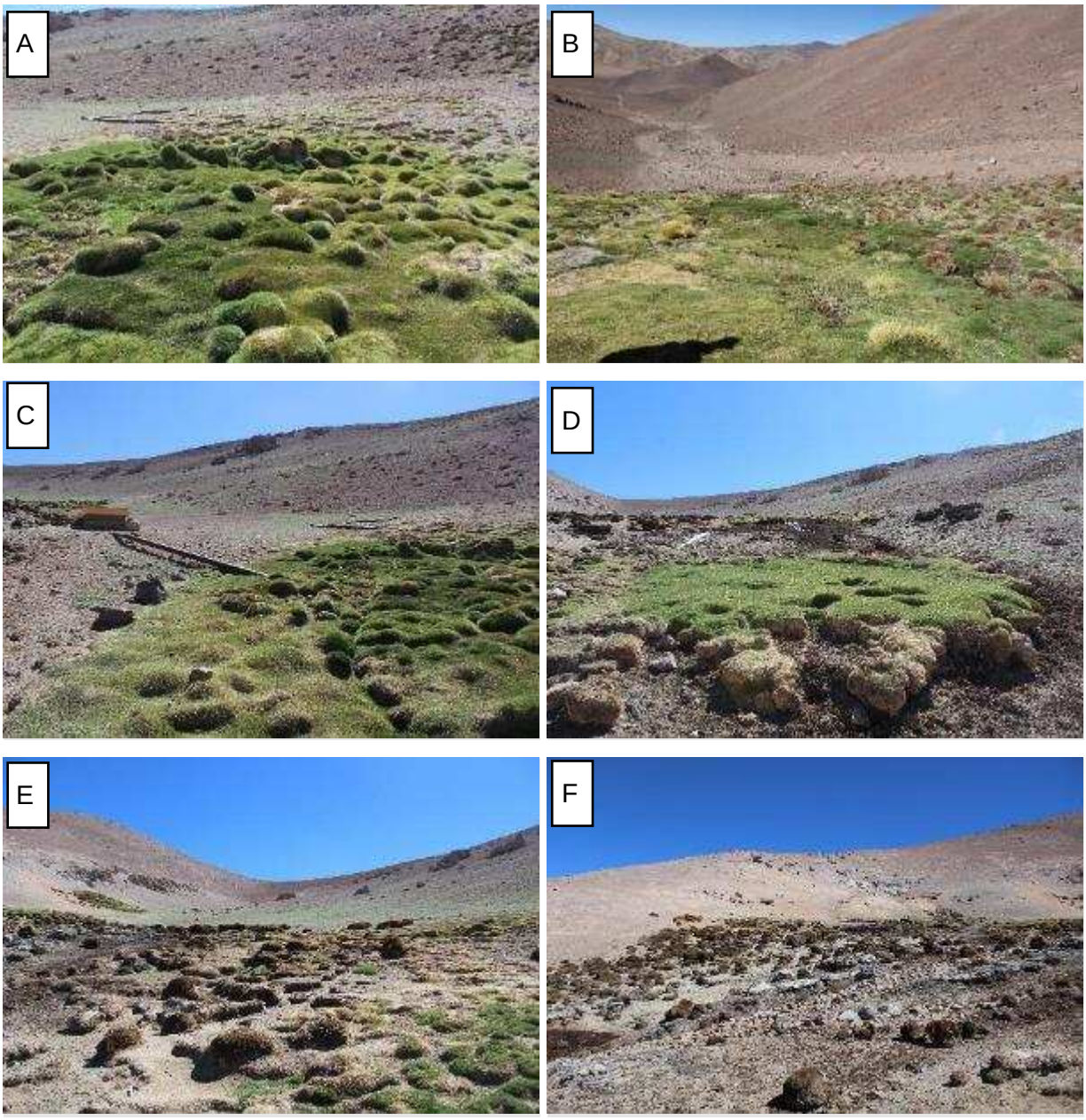


Figura 28. Pajonal vega de Festuca cf. nardifolia y Scirpus sp (A y B); Instalación y tubería en humedal (C y D); Sectores con vegetación muerta (D, E y F).

3.4.2.10 Vertiente 2 (Cerros nevados)

Humedal ubicado a unos 5 km al sur de Río Negro, inserto en el borde Oeste de la Cordillera Claudio Gay. Se registra solo una comunidad, de bofedal vega salina de *Carex vallis-pulchrae*, *Deyeuxia eminens* var *fulva* y *Oxychloë andina*, la que se puede observar en la Figura 29. Se registran restos de tubería en toda la extensión del humedal y un pequeño tranque de acumulación de agua (Figura 30).



Figura 29. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Vertiente 2 (Cerros nevados).

Bofedal Vega salina de Carex vallis-pulchrae, Deyeuxia eminens var fulva, Oxychloë andina

Esta única comunidad de vegetación registrada en el humedal presenta la dominancia variable de las especies *Carex vallis-pulchrae*, *D. eminens* var *fulva* y *O. andina*. Posee coberturas que varían de abierto a semidenso, de 25% a 75%, y alturas no mayores a 25 cm (Figura 30, A y B). En algunos sectores presenta agua en superficie y pequeños afloramientos salinos (Figura 30, C y D). Se registra un tranque de pequeñas dimensiones, y restos de tuberías esparcidas sobre el humedal (Figura 30, E y F).

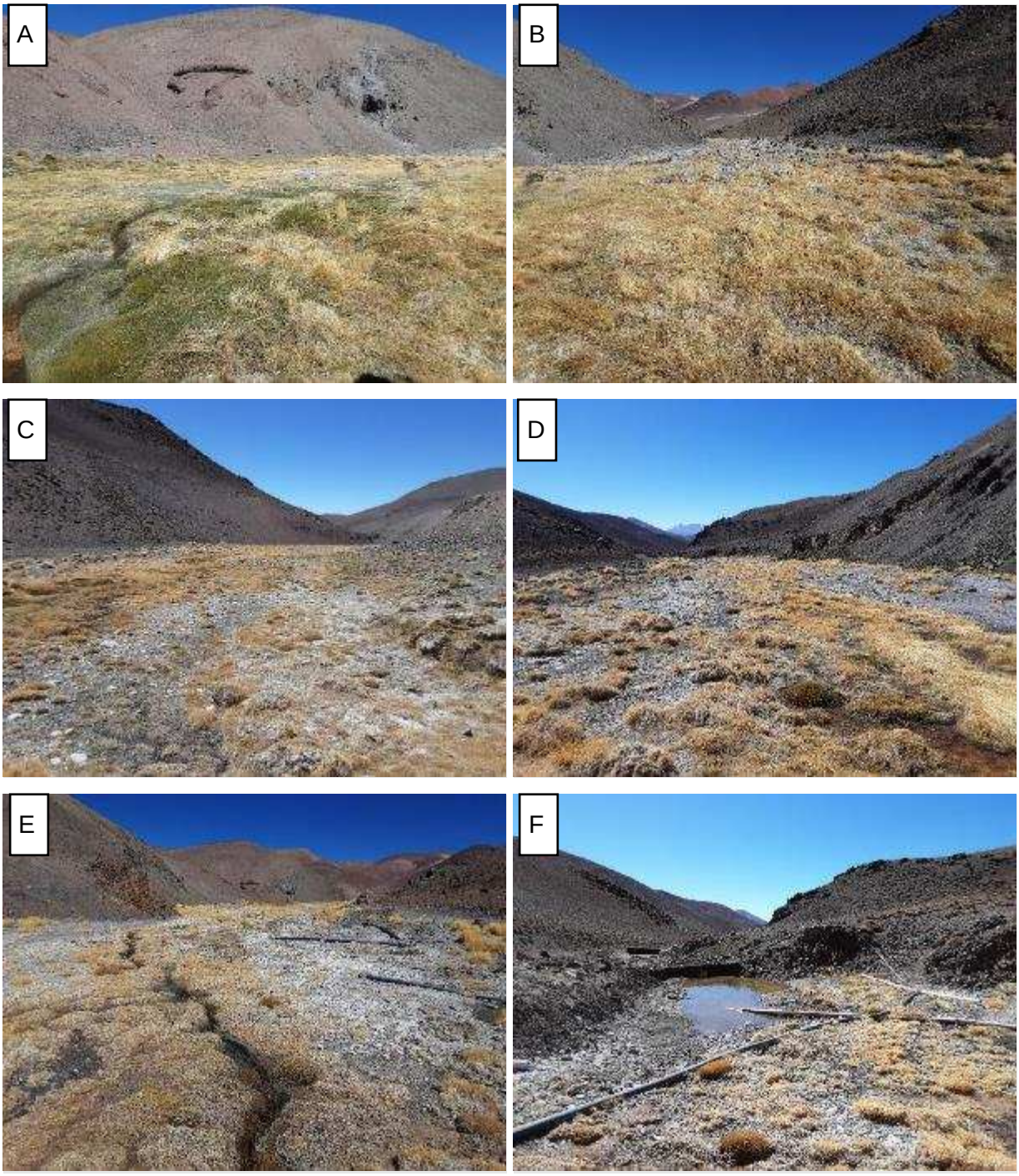


Figura 30. Bofedal vega salina de Carex vallis-pulchrae, Deyeuxia eminens var fulva, Oxychloë andina (A y B); Afloramientos salinos (C y D); Restos de tubería y tranque de acumulación (E y F).

3.4.2.11 El Colorado

El humedal de El Colorado se extiende por aproximadamente 1.5 km en el lecho de la quebrada. Esta presenta numerosas zanjas de drenaje del tipo “espina de pescado”, diseño constituido por numerosas zanjas laterales de menor tamaño, las que desembocan en una zanja central mayor (Figura 32, E y F). La vegetación que conforma al humedal se presenta casi en su totalidad muerta (Figura 31), registrando vegetación activa solo en pequeños parches y en la zanja de drenaje principal, todas unidades no cartografiables (Figura 32).



Figura 31. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en El Colorado.

Vegetación muerta

Se logró definir la especie dominante de estas formaciones de vegetación muerta mediante los rastrojos presentes, al compararlos con las especies vivas presentes en la zanja central (Figura 32, A y B). Estos restos muertos de vega están dominados por *P. frigida*, con una cobertura viva menor al 5%, ubicada

principalmente en el canal principal de drenaje, donde presenta alturas menores a 5 cm (Figura 32, C y D).

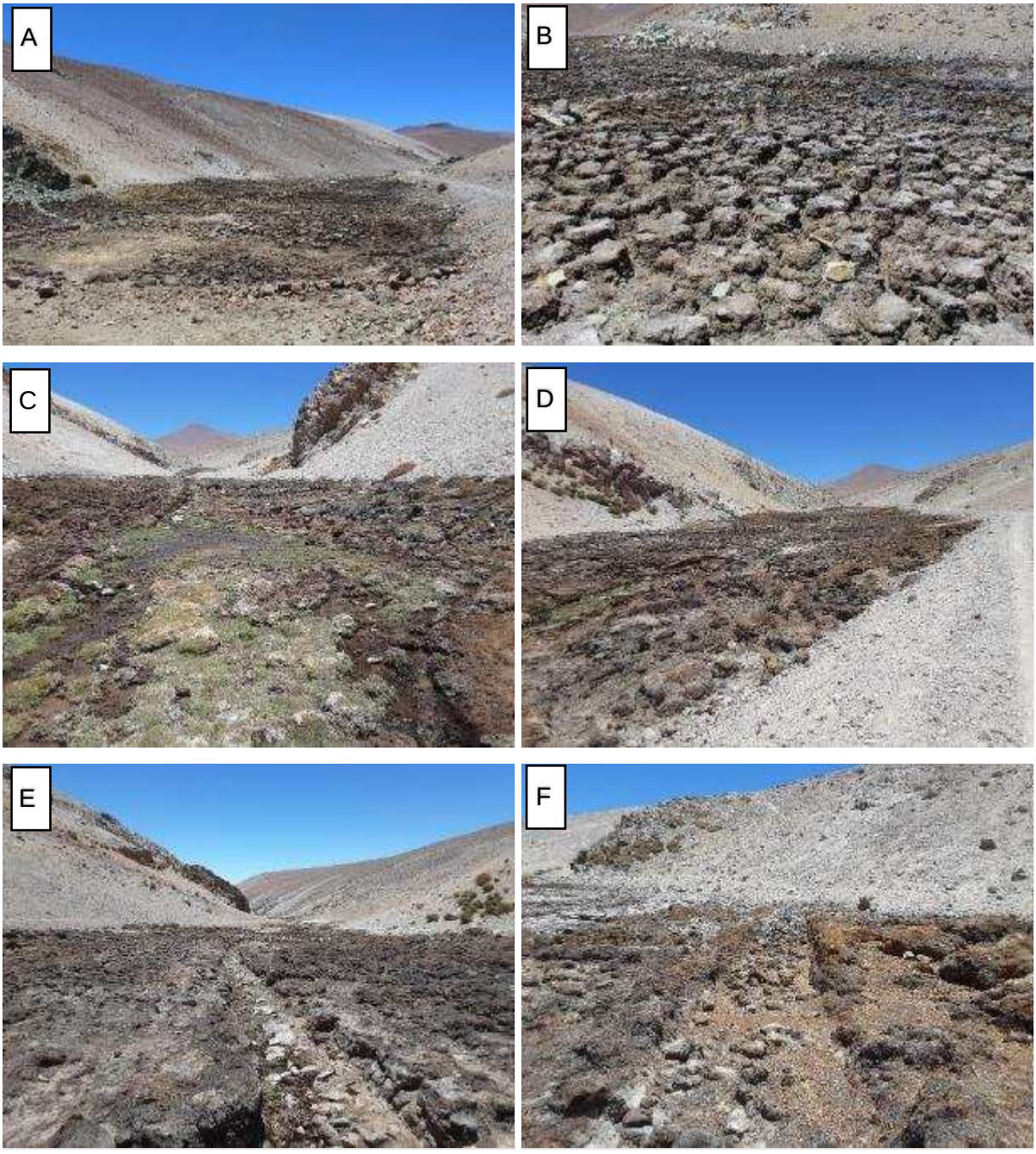


Figura 32. Vega muerta de Puccinellia frigida (A y B); Parches pequeños con vega activa de P. frigida en la zanja de drenaje central (C y D); Zanja de drenaje central (E); Zanja de drenaje lateral (F).

3.4.2.12 La Ola

Este sector se ubica en la cabecera sur del río La Ola, Este río recorre de sur a norte la cuenca del Salar de Pedernales, y alimenta al humedal que se encuentra en este sector, donde se registró una única comunidad, correspondiente a un pajonal hídrico de *Deyeuxia velutina* (Figura 33).

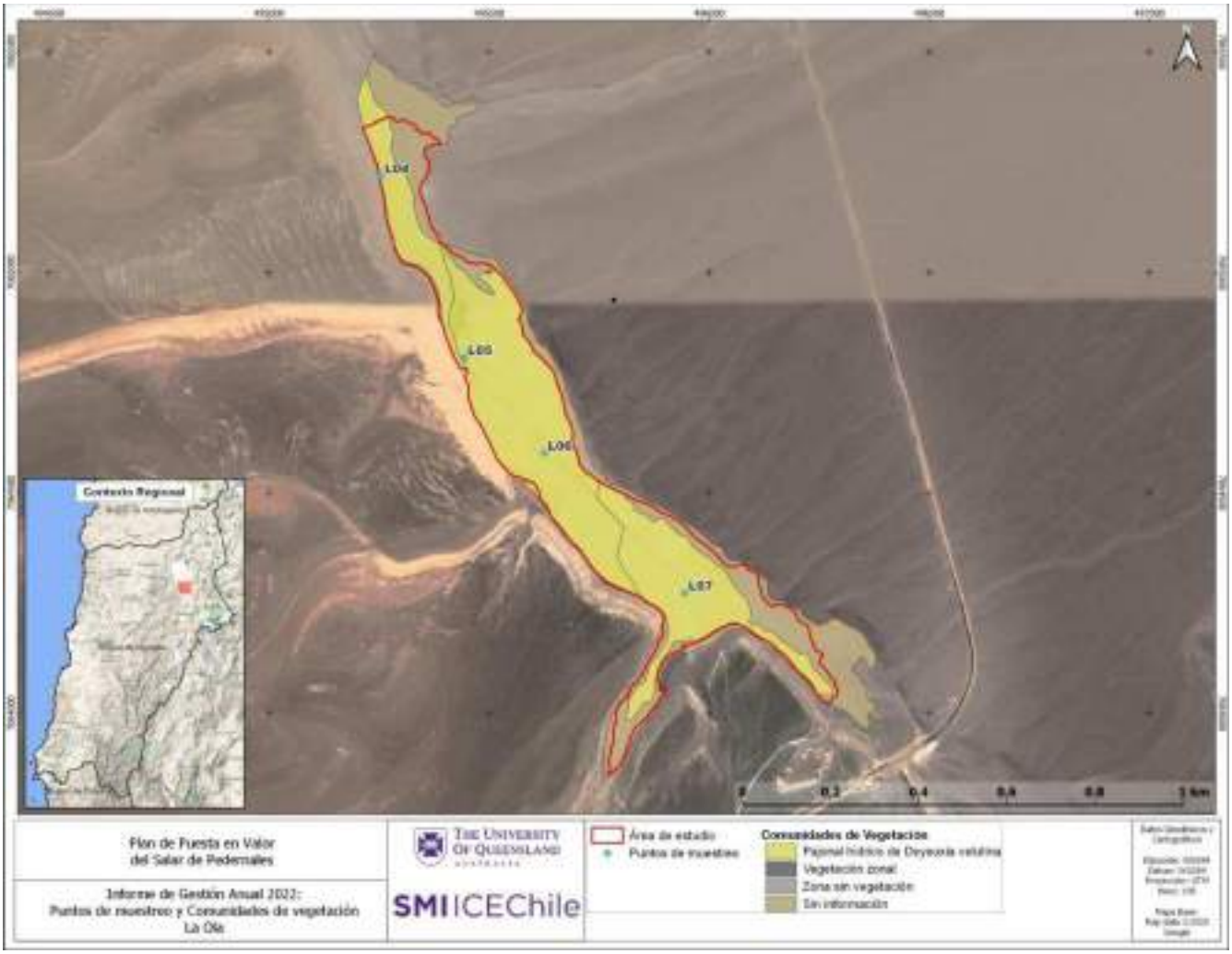


Figura 33. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en La Ola.

Pajonal hídrico de Deyeuxia velutina

Pajonal hídrico dominado por *D. velutina* y acompañado por las especies *Deyeuxia eminens* var *fulva*, *Phylloscirpus acaulis*, *Triglochin concinna* y *Zameioscirpus atacamensis*. Presenta coberturas que van del 50% al 90%, y alturas que alcanzan los 25 cm (Figura 34, A y B).

Se pueden observar aguas en superficie y afloramientos, las que hidratan al humedal por inundación e infiltración lateral producto de obras de acumulación y conducción de agua por zanjas (Figura 34, B).

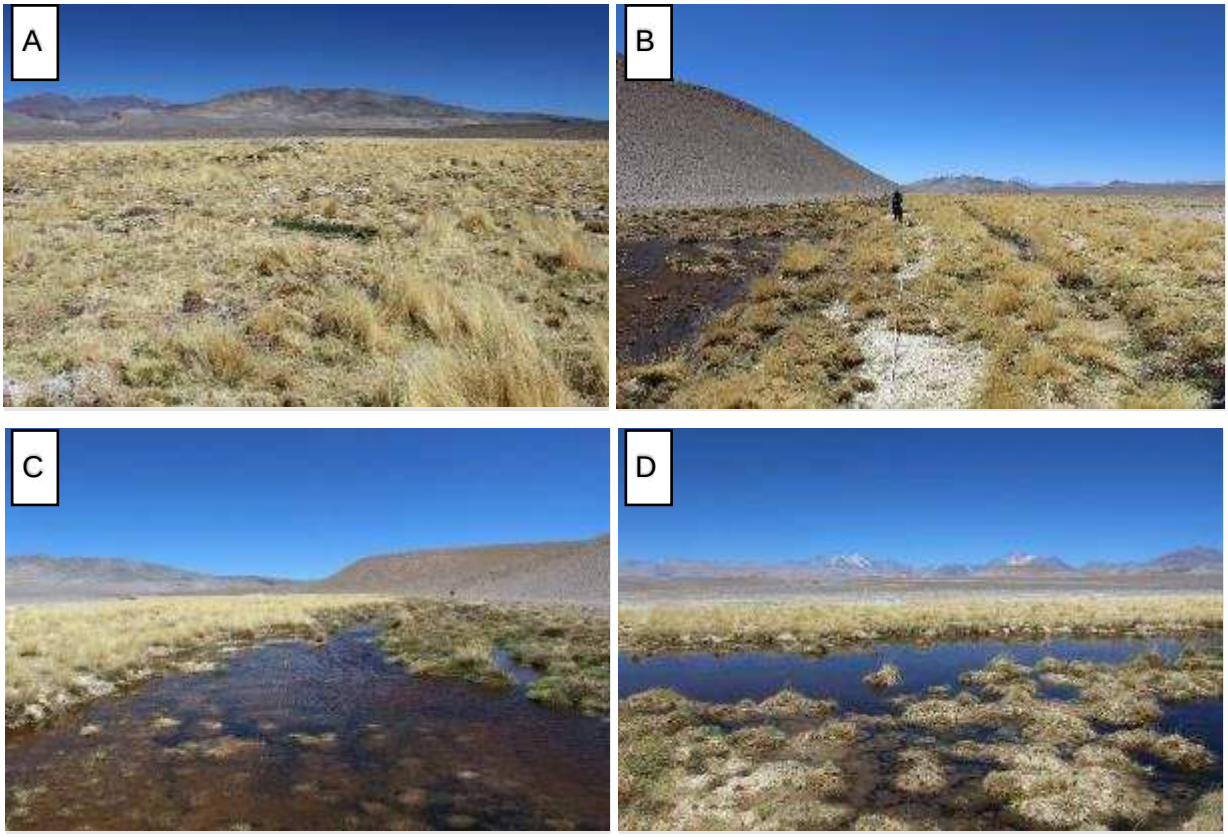


Figura 34. Pajonal hídrico de Deyeuxia velutina (A); Canalización de aguas (B); Aguas superficiales en el pajonal hídrico de D. velutina (C y D).

3.4.2.13 Leoncito

Humedal ubicado a unos 5 km al Oeste de La Ola. La Figura 35 grafica la extensión del humedal, el cual, en su sector Oeste presenta una gran extensión de pajonales hídricos junto con afloramientos de agua, con las especies dominantes *Deyeuxia eminens* var *fulva* con *Deyeuxia velutina*, respectivamente. Estas formaciones se estrechan en el sector central del humedal, donde afloran y desembocan las aguas en un curso que avanza hacia el Este, y junto al cual se encuentran pajonales hídricos de carácter ripariano, donde dominan las especies las mismas especies del pajonal anterior, *D. eminens* var *fulva* y *D. velutina*.

En el sector central del humedal, donde comienza el curso de agua, se registran intervenciones con obras hidráulicas, correspondientes a tuberías de conducción que inyectan agua a este curso (Figura 36, C y D).

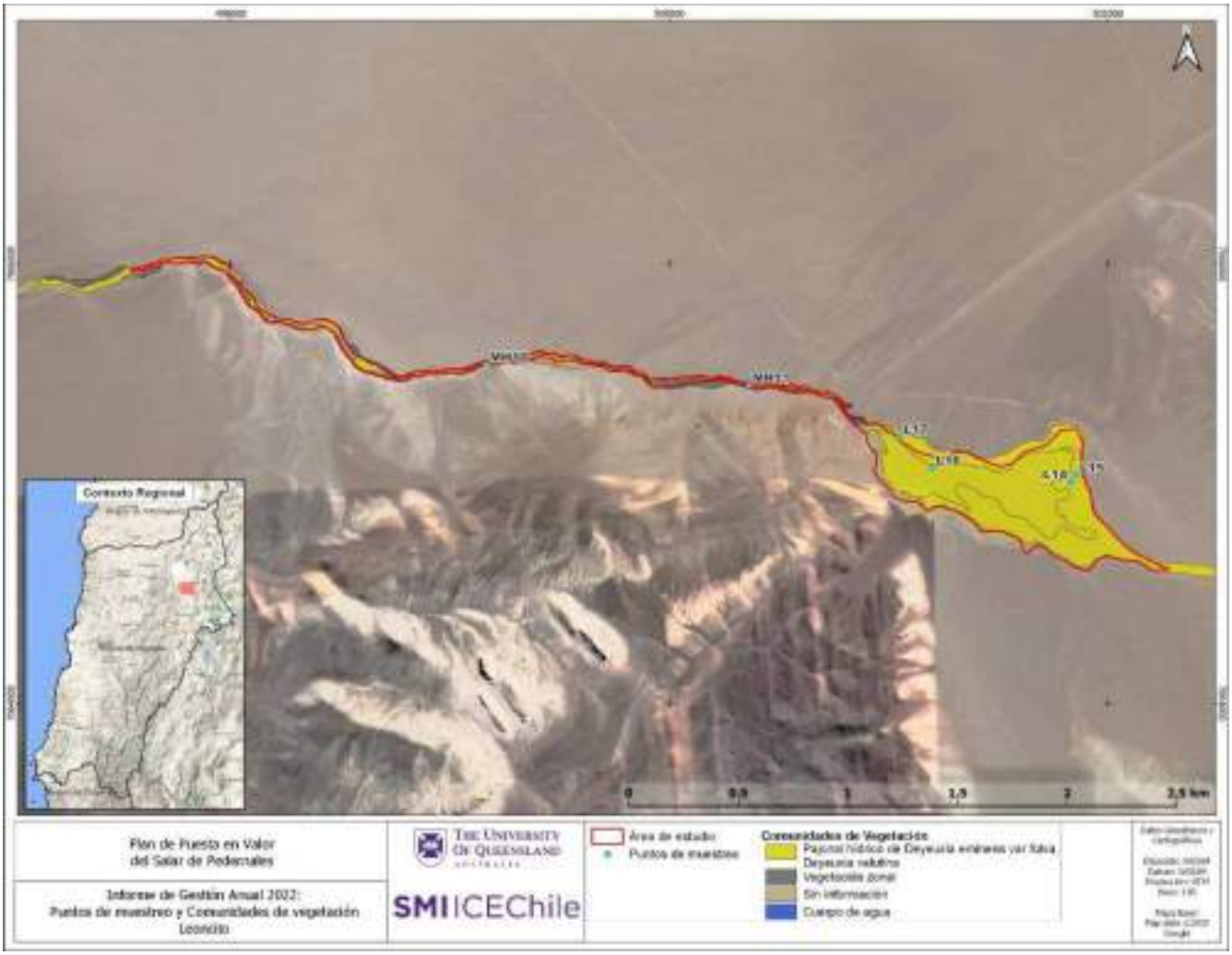


Figura 35. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Leoncito.

Pajonal hídrico de Deyeuxia eminens var fulva y Deyeuxia velutina

Pajonal característico del humedal de Leoncito, y que se registra tanto en la zona de la cabecera del humedal, una gran extensión de pajonal, como también asociado al curso de agua que desciende desde Leoncito a La Ola, ubicándose en los bordes de este.

Está dominado por las especies *D. eminens* var *fulva* y *D. velutina*, con proporciones variables en la dominancia de ambas, pudiendo estar acompañada por las especies *Juncus balticus*, *Oxychloë andina* o *Triglochin concinna*. La comunidad presenta coberturas que van de muy abierta a densa, entre 10% y 90%, con coberturas ligeramente menores en los sectores ripariano. Su altura no llega a supera los 50 cm (Figura 36, A y B).

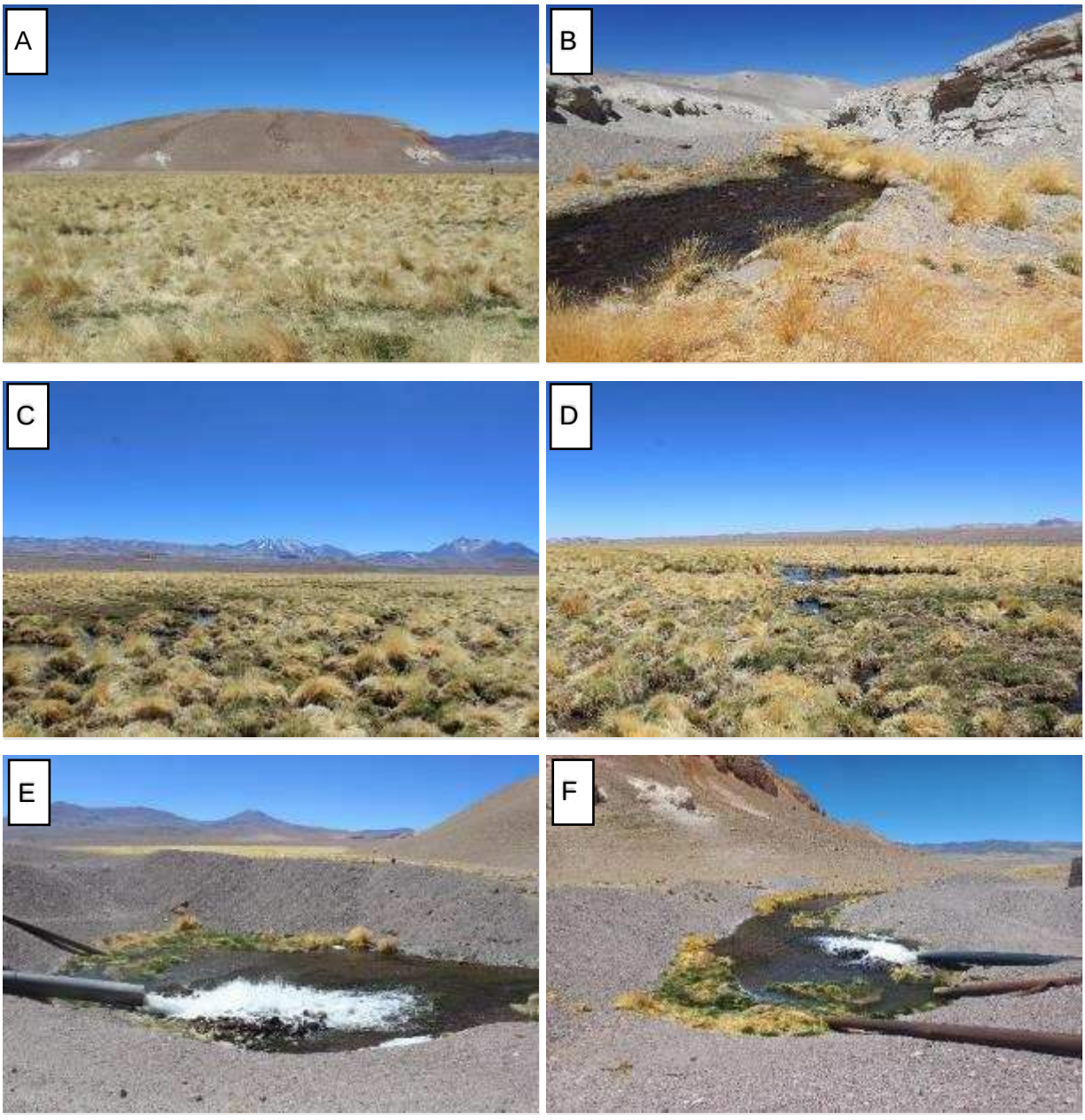


Figura 36. Pajonal hídrico de Deyeuxia eminens var fulva y Deyeuxia velutina (A, B, C y D); Obras hidráulicas (E y F).

3.4.2.14 Asiento

El sector del Asiento corresponde a una quebrada rodeada de laderas rocosas. El humedal ubicado en esta quebrada se encuentra ligeramente intervenido por la ruta C-177, ubicada a un costado. Este también presenta intervenciones antrópicas como son tuberías, acumulaciones de ripio y una estructura

hidráulica (Figura 38). Este humedal está caracterizado por solo una comunidad de vegetación, el herbazal de *Acaena magellanica* (Figura 37).

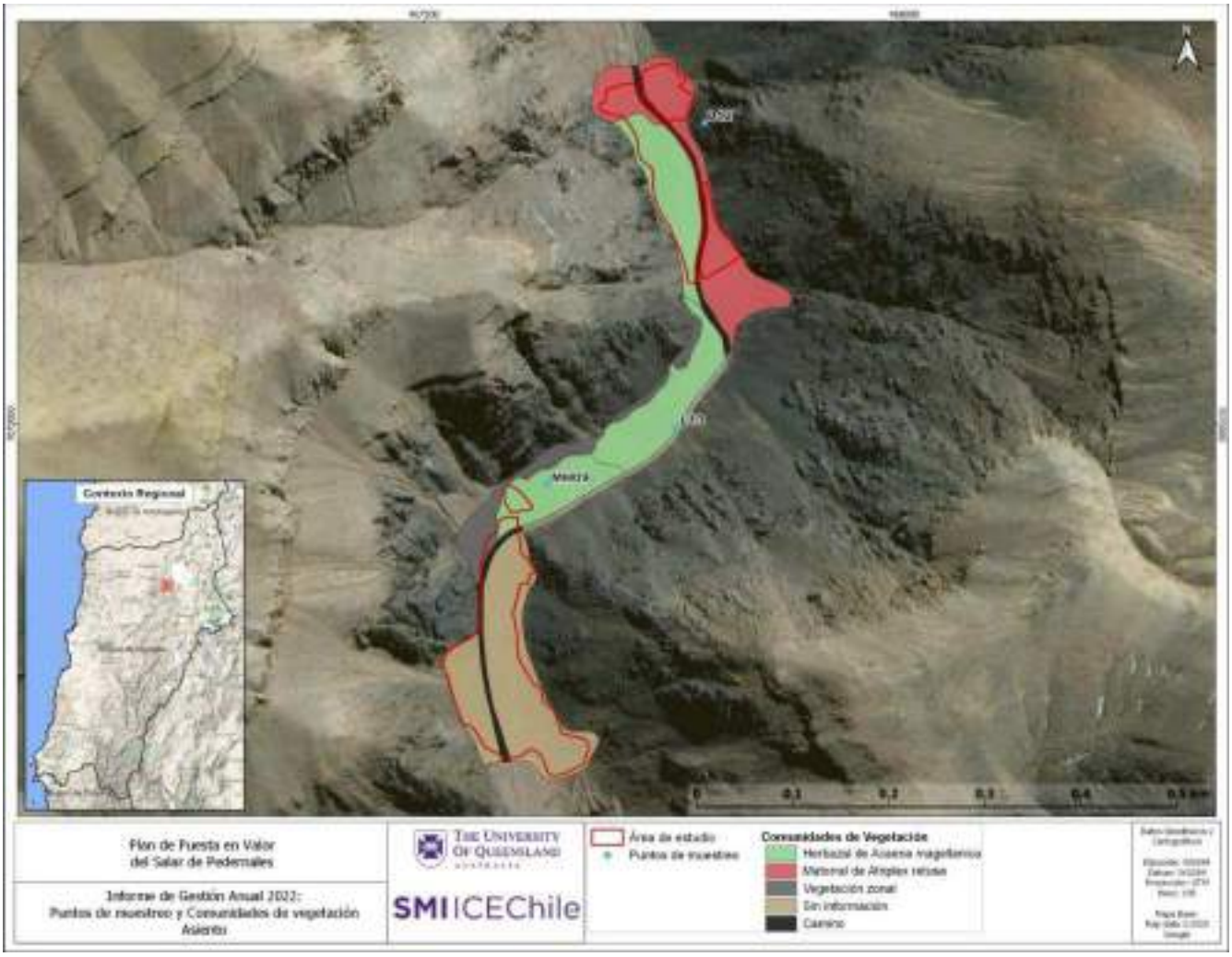


Figura 37. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Asiento.

Herbazal de Acaena magellanica

Este herbazal está dominado por la especie *A. magellanica* y presenta como especie acompañante a *Atriplex retusa*. Esta formación presenta coberturas abiertas, que van del 25% al 90%, con alturas de hasta 50 cm. Se pueden observar las intervenciones causadas por las tuberías y acumulaciones de ripio, las que, en ocasiones, sepultan sectores de la vegetación o pueden provocar manchones de suelo desnudo (Figura 38).

En los bordes del humedal se puede encontrar un matorral de *Atriplex retusa*, con cobertura variable.

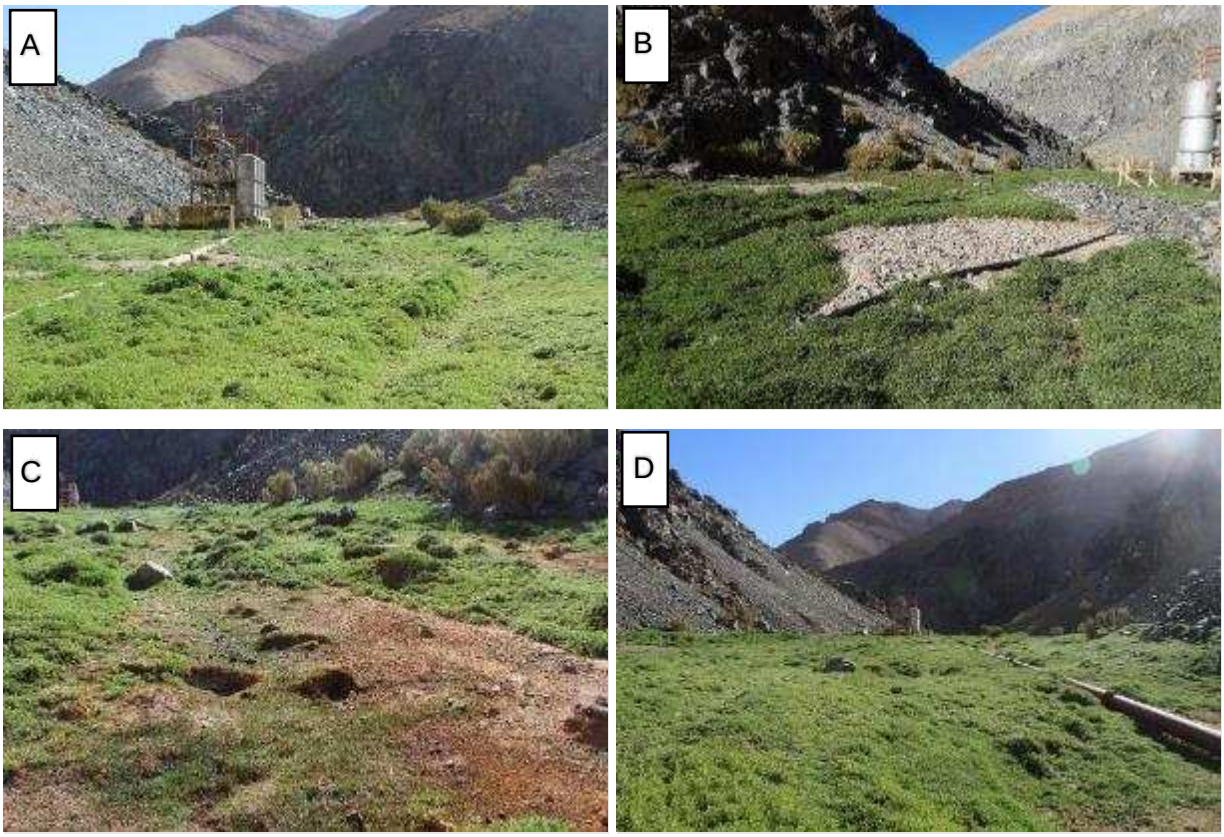


Figura 38. Intervenciones en el Herbazal de Acaena magellanica (A y B); Herbazal de Acaena magellanica (C y D).

La Tabla 6 también entrega otros usos, donde se incluyen los cuerpos de agua y caminos, presentes en algunos humedales. Esta tabla, al igual que las figuras de contexto de cada humedal, también presentan superficies sin información, que corresponden a formaciones de vegetación no levantadas en terreno, y que no fueron posible de homologar con la información ya registrada. Estos sectores serán complementados con las siguientes campañas de terreno.

3.4.3 Caracterización de la Flora

3.4.3.1 Flora Potencial

La flora que tiene la potencialidad de estar presente en el Área de Estudio, junto con la flora registrada en el presente estudio, de manera comparativa se indican en el Apéndice 3.2: Flora potencial. Este apéndice compila los listados florísticos de las referencias consultadas (Gajardo, 1994; Luebert y Pliscoff, 2019) y la flora registrada en la línea de base, lo cual es complementado con registros de herbarios (denominado Línea de Base + Herbarios). El listado del Apéndice 3.2: Flora potencial entrega un total de 98 especies, de las cuales 40 entidades son reportadas por "Línea de Base + Herbarios[1]",

[1] Corresponde a un compendio en desarrollo dentro del presente estudio, liderado por el Dr. León Bravo, experto en ecosistemas altoandinos.

51 declaradas por Luebert y Pliscoff (2019) y 13 mencionadas por Gajardo (1994), generando un total de 86 especies históricas o potenciales de ser halladas en el Área de Estudio. La flora registrada en el presente estudio contempla 34 *taxa* determinadas a nivel de especies en el Área de Estudio. Para realizar la comparativa histórica y a nivel de especies determinadas, se excluyó tres (3) entidades determinadas a nivel de género, y se agrupó bajo la entidad *Deyeuxia eminens* a las especies determinadas a nivel de variedad *Deyeuxia eminens* var. *eminens* y *Deyeuxia eminens* var. *fulva*. quedando un total de 30 entidades determinadas a nivel de especies.

El catálogo florístico levantado en el presente informe **agrega al listado potencial original 12 nuevas especies**: *Adesmia echinus*, *Calceolaria pinifolia*, *Carex gayana*, *Carex vallis-pulchrae*, *Descurainia pimpinellifolia*, *Eleocharis atacamensis*, *Festuca cf. nardifolia*, *Haplopappus rigidus*, *Lobelia oligophylla*, *Nastanthus caespitosus*, *Phylloscirpus acaulis* y *Werneria pygmaea*. Se debe tener presente que, debido al desarrollo del estado de la ciencia botánica en Chile, y a posibles actualizaciones nomenclaturales de algunas especies, es posible que algunos registros históricos pueden presentar una determinación no actualizada o sean difíciles de actualizar por la falta de trazabilidad del registro original, por lo que algunas de estas nuevas adiciones puedan corresponder a alguna de las especies históricas mencionadas.

3.4.3.2 Flora presente en el Área de Estudio

Resumen taxonómico de la flora

La Tabla 7 resume la información taxonómica del listado florístico levantado en el Área de Estudio, registrando 34 especies, de las cuales 20 pertenecen a la clase Liliopsida y 14 a Magnoliopsida. La revisión de esta tabla, en conjunto con la Tabla 8, permite detallar el análisis. Se registró un total de 17 familias, siendo Cyperaceae y Poaceae las que reportan más especies, con 8 y 7 respectivamente. En el caso de los géneros, se identificaron 27 en total, siendo los más abundantes Carex y Deyeuxia, con 3 especies cada uno, mientras que Eleocharis, Festuca y Ruppia con 2 especies cada uno.

Tabla 7. Resumen taxonómico de la flora registrada en el Área de Estudio.

Clase	Familia		Género		Especie	
	N°	%	N°	%	N°	%
Liliopsida	5	29.41%	13	48.15%	20	58.82%
Magnoliopsida	12	70.59%	14	51.85%	14	41.18%
Total general	17	100%	27	100%	34	100%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Listado florístico

Con respecto a la riqueza y composición de especies en el Área de Estudio, el análisis de los datos de flora vascular recopilados en terreno en diciembre de 2021, indican la existencia de 34 *taxa* registradas, como ya se mencionó, con 30 entidades determinadas a nivel de especie y solo 3 a nivel de género y una agrupación bajo la entidad *Deyeuxia eminens*. La Tabla 8 entrega el detalle de la información taxonómica, origen, hábito y categoría de conservación de cada entidad.

Resulta interesante el caso de la especie *Festuca* cf. *nardifolia*, entidad alguna vez considerada nativa, pero descartada recientemente para Chile por Rodríguez *et al*. (2018). Es necesario confirmar la identidad de esta especie o descartarla como tal en las siguientes campañas de terreno a realizar.

Tabla 8. Catálogo florístico registrado en el Área de Estudio.

Especie	Familia	Origen	Hábito	Categoría de conservación
Acaena magellanica	Rosaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Adesmia echinus	Fabaceae	Nativa	Subarbusto	No evaluada
Arenaria rivularis	Caryophyllaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Atriplex deserticola	Chenopodiaceae	Nativa	Subarbusto	No evaluada
Calandrinia compacta	Montiaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Calceolaria pinifolia	Calceolariaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Carex gayana	Cyperaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Carex maritima	Cyperaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Carex vallis-pulchrae	Cyperaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Descurainia pimpinellifolia	Brassicaceae	Nativa	Hierba Anual	No evaluada
Deyeuxia eminens var. eminens	Poaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Deyeuxia eminens var. fulva	Poaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Deyeuxia velutina	Poaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Eleocharis atacamensis	Cyperaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Eleocharis sp.	Cyperaceae	Nativa	Hierba perenne	-
Fabiana bryoides	Solanaceae	Nativa	Arbusto	No evaluada
Festuca cf. nardifolia	Poaceae	-	Hierba perenne	No evaluada
Festuca chrysophylla	Poaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Halerpestes exilis	Ranunculaceae	Nativa	Hierba Anual	No evaluada
Haplopappus rigidus	Asteraceae	Nativa	Arbusto	No evaluada
Hordeum pubiflorum ssp. Halophilum	Poaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Juncus balticus	Juncaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Lobelia oligophylla	Campanulaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Lycium minutifolium	Solanaceae	Endémica	Arbusto	No evaluada
Nastanthus caespitosus	Calyceraceae	Endémica	Hierba perenne	No evaluada

Especie	Familia	Origen	Hábito	Categoría de conservación
Oxychloë andina	Juncaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Phylloscirpus acaulis	Cyperaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Puccinellia frigida	Poaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Ruppia filifolia	Ruppiaceae	Nativa	Hierba acuática perenne	No evaluada
Ruppia sp.	Ruppiaceae	Nativa	Hierba acuática perenne	-
Scirpus sp.	Cyperaceae	-	Hierba perenne	-
Triglochin concinna	Juncaginaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Werneria pygmaea	Asteraceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada
Zameioscirpus atacamensis	Cyperaceae	Nativa	Hierba perenne	No evaluada

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.4.3.3 Categoría de conservación

No se registraron especies en categoría de conservación de carácter vinculante, establecida por la ley vigente y definida por los decretos que aprueban y oficializan los resultados de los procesos de clasificación de especies concluidos a la fecha, de acuerdo con el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestre Según Estado de Conservación o RCE (D.S. Nº 29/2011 de MMA). A su vez, las fuentes que establecen categorías no vinculantes tampoco definen alguna categoría de conservación para las especies registradas (Benoit, 1989; Squeo et al., 2008).

3.4.3.4 Origen y endemismo

Según la Figura 39, en el Área de Estudio se registraron 30 especies nativas, de las cuales solo dos especies son endémicas, *Lycium minutifolium* y *Nastanthus caespitosus*. Se registran dos entidades sin información de origen (s/i), donde una de ellas corresponde a *Scirpus* sp., identificada a nivel de género, y *Festuca* cf. *nardifolia*, especie que requiere ser confirmada con nuevas muestras de terreno. No se registraron especies alóctonas o introducidas, lo que da cuenta, en parte, de la baja intervención de estos humedales, y de la nula supervivencia de especies ajenas a estos sistemas.

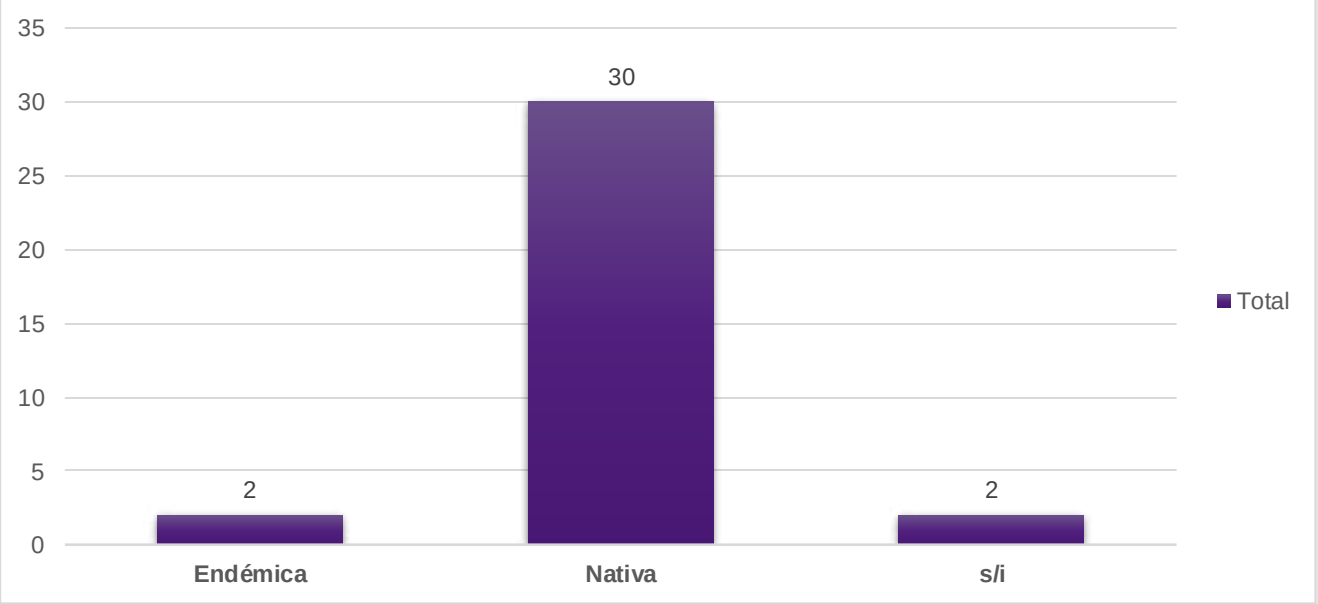


Figura 39. Número de especies según su origen.
s/i: Sin información.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.4.3.5 Frecuencia y abundancia de especies

La Tabla 9 presenta la flora registrada por Humedal. En ella se detalla las especies registradas, la frecuencia de cada especie en el Área de Estudio y la riqueza de especies por humedal.

Tabla 9. Flora registrada en el Área de Estudio, por humedal.

Especie	Salar de Pedernales	Salar de Piedra – Salar La Laguna	Ciénaga	Pastos largos Río negro	Tinajas / Trojitas	Tordillo	Vertiente 2	El Colorado	La Ola	Leoncito	Asiento	Frecuencia Especie
Acaena magellanica											1	**1**
Adesmia echinus			1	1						1		**3**
Arenaria rivularis										1	1	**2**
Atriplex deserticola											1	**1**
Calandrinia compacta				1			1			1		**3**

Especie	Salar de Pedernales	Salar de Piedra – Salar La Laguna	Ciénaga	Pastos largos	Río negro	Tinajas / Trojitas	Tordillo	Vertiente 2	El Colorado	La Ola	Leoncito	Asiento	Frecuencia Especie
Calceolaria pinifolia					1								**1**
Carex gayana				1									**1**
Carex maritima				1					1				**2**
Carex vallis-pulchrae								1					**1**
Descurainia pimpinellifolia												1	**1**
Deyeuxia eminens var. eminens											1		**1**
Deyeuxia eminens var. fulva		1	1	1	1			1		1	1		**7**
Deyeuxia velutina			1	1	1			1		1	1		**6**
Eleocharis atacamensis			1										**1**
Eleocharis sp.						1							**1**
Fabiana bryoides					1								**1**
Festuca cf. nardifolia			1	1		1	1						**4**
Festuca chrysophylla					1								**1**
Halerpestes exilis			1						1		1		**3**
Haplopappus rigidus												1	**1**
Hordeum pubiflorum ssp. halophilum											1		**1**

Especie	Salar de Pedernales	Salar de Piedra – Salar La Laguna	Ciénaga	Pastos largos	Río negro	Tinajas / Trojitas	Tordillo	Vertiente 2	El Colorado	La Ola	Leoncito	Asiento	Frecuencia Especie
Juncus balticus											1		**1**
Lobelia oligophylla						1	1				1		**3**
Lycium minutifolium												1	**1**
Nastanthus caespitosus			1	1		1							**3**
Oxychloë andina				1	1	1	1	1			1		**6**
Phylloscirpus acaulis	1	1		1	1	1	1		1	1			**8**
Puccinellia frigida	1	1	1		1				1		1		**7**
Ruppia filifolia	1		1								1		**3**
Ruppia sp.		1				1				1	1		**4**
Scirpus sp.						1	1						**2**
Triglochin concinna	1	1								1	1		**4**
Werneria pygmaea											1		**1**
Zameioscirpus atacamensis	1	1	1							1	1		**5**
Riqueza de Especies por Humedal	**5**	**6**	**3**	**8**	**9**	**10**	**8**	**5**	**5**	**4**	**6**	**17**	**6**	**35**

1: Registro de la especie en la referencia consultada.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

En la Tabla 9 se puede observar que la especie con mayor frecuencia es *Phylloscirpus acaulis*, con una frecuencia de 8, lo que quiere decir que esta se registró en 8 de los 13 humedales visitados. Le siguen, con frecuencia descendente, las especies *Deyeuxia eminens var. fulva* y *Puccinellia frigida* con presencia en 7 humedales, *Deyeuxia velutina* y *Oxychloë andina* con presencia en 6, y *Zameioscirpus atacamensis*, con presencia en 5 del total de humedales del Área de Estudio.

En el caso contrario, son 16 las especies que se registran en solo un humedal, denominadas raras por su baja frecuencia: *Acaena magellanica*, *Atriplex deserticola, Calceolaria pinifolia*, *Carex gayana*, *C. vallis-pulchrae*, *Descurainia pimpinellifolia*, *Deyeuxia eminens var. eminens*, *Eleocharis atacamensis*, *Eleocharis sp.*, *Fabiana bryoides*, *Festuca chrysophylla*, *Haplopappus rigidus*, *Hordeum pubiflorum ssp. halophilum*, *Juncus balticus*, *Lycium minutifolium* y *Werneria pygmaea*. En este listado se puede distinguir la presencia de especies comunes de vegetación zonal, como son *A. deserticola*, *F. bryoides* y *L. minutifolium*, por lo que su registro en vegetación azonal como son los sistemas SVATH estudiados, puede deberse a su ubicación en los ecotonos de estos sistemas y la vegetación zonal circundante.

En este punto, es particular el caso del humedal ubicado en la quebrada Asiento. En este humedal se registró 6 especies, 5 de las cuales solo se encuentran en esta quebrada, lo que lo convierte en un sector completamente diferente al resto de los SVATH estudiados.

En lo que refiere a riqueza de especies por humedal, la Tabla 9 también provee de esa información. El humedal con mayor riqueza es el de Leoncito, con 17 especies registradas, seguido por Río negro con 10 especies, Pastos largos con 9, y Ciénaga y Tinajas/Trojitas, con 8 cada uno. El humedal con menor riqueza es el ubicado en el salar La Laguna, con solo 3 especies registradas.

3.4.4 Análisis de sensibilidades ambientales

En esta sección se presentan y detallan las sensibilidades ambientales identificadas para los SVAHT visitados, relativas a las comunidades de vegetación y flora registradas. La definición de sensibilidades se basó principalmente en los criterios establecidos por la "Guía para la Descripción del Área de Influencia – Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestre" (SEA, 2015) y en la "Guía de Evaluación Ambiental: Criterios para la Evaluación de Proyectos sometidos al SEIA" (CONAF, 2020), donde se establecen singularidades ambientales a considerar en la evaluación de impacto ambiental de proyectos.

3.4.4.1 Singularidades de vegetación

Intervenciones en o colindante con o aguas arriba de Humedales / Intervenciones que se localizan en o colindante a vegas y/o bofedales que pudieran verse afectados por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas

Con excepción de los salares, en todos los SVAHT visitados se registran intervenciones antrópicas, asociadas en su mayoría a la instalación de obras hidráulicas para la extracción y conducción de agua: zanjas de drenaje, tuberías y tranques.

Considerando lo anterior, se deduce que, tanto las intervenciones del flujo de agua como su reconducción y extracción podrían afectar la condición de los SVAHT visitados. A juicio de lo observado, y particularmente en El Colorado, La Ciénaga y Pastos largos, donde se registró formaciones de vegetación muerta, y donde todas estas unidades presentaban obras hidráulicas, es muy posible que dichas obras tengan injerencia en la condición actual de estos SVAHT.

Intervenciones que se localizan en territorios con valor ambiental

Según CONAF (2020), se entiende que un territorio cuenta con valor ambiental cuando corresponda a un territorio con nula o baja intervención antrópica y provea de servicios ecosistémicos locales

relevantes para la población, o cuyos ecosistemas o formaciones naturales presentan características de unicidad, escasez o representatividad.

Si bien los SVAHT visitados evidencian intervención antrópica, estos poseen y siguen entregando servicios ecosistémicos, donde se identifican servicios de provisión de forraje y materia seca para el ganado y fauna silvestre, servicios de regulación del flujo, provisión y mantención de calidad del agua y del ciclo de nutrientes, y culturales, con turismo, paisaje y asociados a tradiciones sociales y económicas (Figueroa *et al.*, 2016; WCS Chile, 2019; MMA – ONU Medio Ambiente, 2021). Mayores intervenciones de estos sistemas comprometen en mayor medida la mantención de estos servicios ecosistémicos.

Presencia de formaciones vegetales únicas, escasas o de baja representatividad nacional / Presencia de formaciones vegetales frágiles.

Las formaciones azonales, o SVATH, corresponden a formaciones escasas, que se originan por situaciones particulares del terreno, correspondiente a condiciones locales normalmente acotadas a características de suelo o sustrato, humedad, salinidad o cualquier característica particular que determine su presencia (Ahumada y Faundez, 2009). Son considerados sistemas ecológicos azonales hídricos, altamente correlacionados y dependientes de aportes hídricos permanentes y constantes, influenciados principalmente por las precipitaciones estivales. La intervención indirecta, de las condiciones particulares que permiten el establecimiento de estas formaciones vegetacionales, o directas, de las mismas formaciones, comprometen en efecto su continuidad.

Luebert y Pliscoff (2019) evaluaron la superficie remanente de cada uno de los pisos vegetacionales, o el porcentaje de afectación o reemplazo por otras actividades según la superficie total definida, y su representatividad porcentual dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNASPE), o la superficie del piso de vegetación que se encuentra dentro de alguna figura legal de protección, con lo cual, y mediante la aplicación de los criterios de la lista roja de ecosistemas de la IUCN, se establecieron estados de conservación para cada piso vegetacional, basados en el criterio principal de la reducción de la distribución.

Basado en lo anterior, y considerando los pisos vegetacionales donde se encuentran los SVAHT del Área de Estudio, el matorral bajo desértico tropical andino de *Atriplex imbricata* y el herbazal tropical-mediterráneo andino de *Chaetanthera sphaeroidalis*, Luebert y Pliscoff (2019) establecen que para ambos existe una superficie remanente del 99,7%, es decir, cada piso revela una tasa muy baja de remplazo, del 0,3%.

En el caso de la representación de estos pisos dentro de áreas con protección oficial, para el matorral de *Atriplex imbricata* no se registran superficies incluidas dentro del SNASPE (0%), mientras que para el herbazal de *Chaetanthera sphaeroidalis* solo presenta un 5,5% dentro de áreas protegidas. Se debe considerar que el mínimo aceptable de superficie protegida es el 17% de acuerdo con el plan estratégico para la diversidad biológica 2011-2020 (CBD, 2011; como se citó en Luebert y Pliscoff, 2019,).

Finalmente, el estado de conservación definido por Luebert y Pliscoff (2019) para ambos tipos es LC, o Preocupación menor, correspondientes a ecosistemas que no cumplen con ninguno de los criterios utilizados para el análisis de riesgo, y que por tanto no presentan grandes presiones del medio que puedan afectar su conservación.

Considerando la escala a la que se realizó el análisis de los pisos vegetacionales, y que los SVAHT evaluados corresponde a sistemas o unidades intrazonales definidos por Luebert y Pliscoff (2019), pero no evaluados por ellos, puede resultar complejo escalar dicho análisis a estas unidades más pequeñas. Sin embargo, considerando que estos SVAHT se encuentran insertos dentro de los pisos vegetacionales evaluados, es posible estimar de manera general, su representatividad o fragilidad, basado en los criterios utilizados por los autores y utilizando información complementaria.

Considerando su dependencia con el recurso hídrico, y definiendo con esto su fragilidad, las obras hidráulicas que intervengan dichos aportes podrían poner en riesgo a estos sistemas. Según lo observado en terreno, las obras de extracción y reconducción de aguas ya afectaron algunas zonas de los SVAHT de El Colorado, La Ciénaga y Pastos largos. Si bien los valores de superficies remanentes para cada piso son sumamente altos, del 99,7%, dan cuenta de una buena representatividad de los sistemas, sí se evidencia afectación a nivel local, con sectores con vegetación muerta en los humedales mencionados. La Tabla 10 presenta la superficie en ha de vegetación muerta registrada en cada humedal visitado, junto con la superficie del resto de usos. Como se mencionó, destacan El Colorado, con 4 ha, un 63,1% de la superficie total evaluada, La Ciénaga, con 0,27 ha, un 43,9% del total, y Pastos largos, donde se registraron 11,31 ha, un 26,9% del total.

Tabla 10. Superficie, en ha, según tipo o condición de vegetación y otros usos.

Humedal	Superficie con Vegetación (ha)	Superficie desprovista de vegetación (ha)	Superficie con otros usos (ha)	Superficie Sin información (ha)	Superficie con Vegetación muerta (ha)	Superficie Total (ha)
Salar de Pedernales	19,98		2,77	14,73		37,48
Salar La Laguna	0,35			0,15		0,49
Salar de Piedra Parada	4,36	0,67		3,40		8,42
Ciénaga	0,34				0,27	0,61
Pastos Largos	22,54			8,25	11,31	42,10
Río Negro	2,97					2,97
Tinajas/Trojitas	0,28	0,32				0,59
Tordillo	0,77	0,19				0,96
Vertiente 2 (Cerros Nevados)	3,03			0,68		3,71
El Colorado	2,33				4,00	6,34
La Ola	20,41	0,11		4,94		25,47
Leoncito	42,49		0,14	3,59		46,22
Asiento	1,20		0,15	1,44		2,80
Total (ha)	**121,05**	**1,29**	**3,06**	**37,19**	**15,57**	**178,16**

Fuente: Elaboración propia, 2022.

En cuanto a su representación en el SNASPE que incluyan a los SVAHT analizados, ninguno de estos se encuentra dentro de estas áreas protegidas por ley. Sí se encuentran dentro del sitio prioritario Salar de Pedernales y sus alrededores los SVAHT del Salar de Pedernales, de la Laguna y de Piedra Parada, lo que se comentará más adelante.

Finalmente, si bien la categoría otorgada a ambos pisos vegetacionales es Preocupación menor, esto no es aplicable para los SVAHT evaluados. Es necesario aplicar los criterios definidos Rodríguez *et al.* (2010) para establecer sus categorías, y donde no solo se consideren los criterios de reducción en la distribución, sino también su distribución restringida, la degradación ambiental que puedan presentar, la alteración de procesos e interacciones bióticas y estimaciones cuantitativas del riesgo de colapso de los ecosistemas.

Permanencia de ecosistemas bajo escenarios de cambio climático

Luebert y Pliscoff (2019) también entregan un análisis de proyecciones futuras, referidas a reducción o expansión en superficie de cada piso vegetacional, bajo escenarios de cambio climático. Según estos autores, para los pisos donde se inserta el Área de Estudio, se estimó una reducción en superficie para el matorral de *Atriplex imbricata*, y una ampliación para el herbazal de *Chaetanthera sphaeroidalis*.

Resulta difícil asociar dichas predicciones a los SVAHT evaluados, debido en parte a las diferencias de escala de análisis y al criterio de reducción/expansión utilizada, y considerando a la vez que estas unidades se insertan dentro de estos sistemas y poseen cierta independencia de sus dinámicas, debido a su condición de intrazonalidad.

Debido a esto es que se consultó a Muñoz-Sáez *et al.* (2021), estudio que propone un mapa del riesgo climático para diversos tipos de vegetación nativa del territorio nacional. Según estos autores, tanto la estepa altiplánica como los salares enfrenta altos niveles de riesgo frente al cambio climático, con un compromiso que varía entre el 81 y el 100% de su extensión. Es justamente en estos ecosistemas donde se desenvuelven los SVAHT evaluados, por lo que se debe considerar que este riesgo también les compete a estos. Muñoz-Sáez *et al.* (2021) agregan que esta afectación es relevante considerando que, por ejemplo, los salares conforman un hábitat clave para algunas especies de aves migratorias (Lobos *et al*., 2018).

Estos antecedentes, basados en modelos predictivos, complementan y reafirman la condición de fragilidad de los ecosistemas que constituyen los SVAHT evaluados.

Área de Estudio que se localiza en o colindante a un sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad (Ley 19.300, Art. 11. Letra d)

El Área de Estudio se encuentra mayormente dentro del Sitio Prioritario de Conservación de la Biodiversidad denominado Salar de Pedernales y sus alrededores. Este sitio se extiende entre las cordilleras Claudio Gay y Domeiko, incluyendo al sur una porción del río Juncalito y sus afluentes, y al oeste al río Salado. Los salares de Pedernales, La Laguna y Piedra Parada se encuentran dentro del sitio prioritario, y por tanto los SVAHT visitados (Figura 1). El resto de los humedales considerados en el Área de Estudio se encuentran fuera de este sitio, pudiendo diferenciar los que se encuentran dentro de la cuenca del Salar de Pedernales, como La Ola, Leoncito, Tordillo, Pastos largos y Río Negro, de

los que se encuentran fuera de esta cuenca, en la cordillera Domeiko: Asiento, el Colorado, Ciénaga y Tinajas/Trojitas, todos a una distancia variable entre 2 a 30 km, del sitio prioritario. La quebrada del SVAHT de Vertiente 2 (Cerros Nevados) pertenece a la cuenca ubicada al sur de Pedernales, asociada a la del Parque Nacional Nevado Tres Cruces (Figura 1).

Área de Estudio en o colindante con áreas bajo protección oficial

Cómo se mencionó, el Área de Estudio se encuentra cerca del Parque Nacional Nevado Tres Cruces. El humedal de Vertiente 2 (Cerros Nevados), el SVAHT más al sur del Área de Estudio, es el más cercano a este parque, ubicado a unos 20 km al norte (Figura 1).

3.4.4.2 Singularidades de flora

Presencia de especies endémicas

Las especies endémicas corresponden a entidades biológicas que solo se ubican dentro de ciertos límites territoriales definidos, como los límites administrativos de una región o país, por lo que la afectación de individuos o poblaciones puede comprometer la supervivencia de dicha especie.

Se registró dos especies endémicas, *Nastanthus caespitosus* en los humedales de Ciénaga, Pastos Largos y Tinajas/Trojitas, y *Lycium minutifolium* en el Asiento.

Nastanthus caespitosus corresponde a una especie perenne, herbácea arrosetada, endémica de las regiones de Antofagasta, Atacama y El Maule (Rodríguez *et al.*, 2018; Zavala-Gallo *et al.*, 2010) y comúnmente asociada a cursos de agua o terrenos húmedos (Figura 40).



Figura 40. Registo de la especie endémica Nastanthus caespitosus.

La especie *Lycium minutifolium* corresponde a un arbusto espinoso, endémico de las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo (Rodríguez *et al.*, 2018), registrado en el Área de Estudio solo en el humedal de la quebrada del Asiento. Esta especie normalmente se asocia a formaciones de vegetación zonales, comúnmente formaciones arbustivas de laderas de quebrada. Luebert y Pliscoff (2019) la asocian a dos pisos vegetacionales de matorral bajo desértico, uno de ellos cercano al Área de Estudio: Matorral bajo desértico tropical interior de *Nolana leptophylla – Cistanthe salsoloides*, donde la especie es considerada integrante de la comunidad de *Atriplex deserticola - Lycium minutifolium*.

A pesar de lo anterior, estas especies no presentan una distribución restringida a nivel nacional, encontrándose cada una en al menos tres (3) regiones (Rodríguez *et al.*, 2018), por lo que la intervención directa de dichas especies, o de los sistemas donde se desenvuelven podría afectar la presencia de estas a nivel local, pero no comprometerlas a nivel nacional.

Presencia de especies de distribución restringida

Basado en Rodríguez *et al.* (2018) y Squeo *et al.* (2008), no se registran especies con distribución restringida, estando todas representadas en al menos tres regiones del país.

A pesar de lo anterior, se debe considerar que, si bien las especies asociadas a los SVAHT identificados también se encuentran en sistemas azonales similares en otras regiones, estas entidades son altamente dependientes de estos sistemas hídricos, por lo que una afectación de estos puede comprometer la supervivencia de estas especies a nivel local.

3.5 Conclusión

La revisión bibliográfica permitió definir el marco biogeográfico del Área de Estudio como la Región de la Estepa Altoandina, específicamente en la Subregión del Altiplano y la Puna. En ella se insertan dos Formaciones Vegetacionales, denominadas como la “Estepa desértica de los salares andinos” y la del “Desierto altoandino del Ojos del Salado” (Gajardo, 1994). Conjuntamente, los humedales se encuentran en tres pisos vegetacionales denominados como Matorral bajo desértico tropical andino de *Atriplex imbricata*, el Herbazal tropical-mediterráneo andino de *Chaetanthera sphaeroidalis* y en un sector denominado como Sin Vegetación. Las unidades intrazonales de estos pisos vegetacionales son las denominadas Matorral desértico ripario, Tuberas alcalinas (Bofedales), Pastizal alto ripario y las Comunidades herbáceas riparias (Luebert y Pliscoff, 2019).

La comparación entre el marco biogeográfico establecido por Gajardo (1994) y Luebert y Pliscoff (2019), y las comunidades identificadas en los humedales visitados concuerdan entre sí, arrojando dos semejanzas en relación con las unidades intrazonal de turberas alcalinas:

- En la primera, considerando la diferencia de escalas de los estudios y la poca información respecto a estos sistemas de acuerdo con Gajardo (1994), a nivel de flora se destacan las especies *Acaena magellanica, Atriplex deserticola* y *Juncus balticus* como entidades en común descritas en la flora identificada dentro del Área de Estudio. Estas se encuentran registradas en los humedales Asiento (*A. magellanica y A. deserticola*) y Leoncito (*J. balticus*).
- La segunda se asocia a las comunidades de bofedales, pajonales hídricos y vegas ubicados en quebradas: Ciénaga, Pastos Largos, Río Negro, Tinajas/Trojitas, Tordillo, Vertiente 2 (Cerros nevados), El Colorado. Estos humedales pueden presentar afloramientos salinos y presencia de agua en superficie.

La comparativa histórica a nivel de especies, permite concluir que en términos de riqueza y composición, este estudio registró 30 especies, aportando 12 nuevas especies al catálogo florístico original de la Flora Potencial del Área de Estudio (*Adesmia echinus*, *Calceolaria pinifolia*, *Carex gayana*, *Carex vallis-pulchrae*, *Descurainia pimpinellifolia*, *Eleocharis atacamensis*, *Festuca cf. nardifolia*, *Haplopappus rigidus*, *Lobelia oligophylla*, *Nastanthus caespitosus*, *Phylloscirpus acaulis* y *Werneria pygmaea*).

A partir de la flora registrada por humedal, se identifica que la mayoría de las especies presentan un origen nativo y en menor magnitud de origen endémico. Del conjunto de especies, no se registró ninguna en categoría de conservación. Además, cabe destacar que no se registraron especies alóctonas, lo que refleja por una parte el efecto de las condiciones particulares de estos sistemas para la supervivencia de especies introducidas, y por otra parte la plasticidad adaptativa que presentan estas especies al adaptarse a condiciones ambientales extremas.

Respecto a las sensibilidades ambientales identificadas para los SVATH evaluados, categorizados como territorios con valor ambiental, en relación con las comunidades de vegetación y flora se evidencia la intervención de estos sistemas por la presencia de obras hidráulicas para la extracción y conducción de agua, lo cual podría estar relacionado con las formaciones de vegetación muerta presentes en El Colorado, La Ciénaga y Pastos largos. Entre otros elementos sensibles, cabe destacar la presencia de

las especies endémicas *Nastanthus caespitosus* en los humedales de Ciénaga, Pastos Largos y Tinajas/Trojitas, y *Lycium minutifolium* en el Asiento.

3.6 Referencias

Ahumada, M. y Faúndez, L. (2009). Guía descriptiva de los sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres de la ecorregión altiplánica (SVAHT). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero, División de protección de los recursos naturales renovables. Santiago. 118 pp.

Anton, A., y Zuloaga, F. (s.f.). *Flora Argentina*. Recuperado el 21 de diciembre de 2021. http://www.floraargentina.edu.ar.

Benoit, I. (1989). Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF), Santiago. 157 pp.

Braun-Blanquet, J. (1979). Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones, Madrid. 820 pp.

Convention on Biological Diversity (CBD). (2011). COP decision X/2: Strategic plan for biodiversity 2011-2020. Recuperado el 14 de abril de 2022. https://www.cbd.int/decision/cop/?id=12268.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2020). Guía de Evaluación Ambiental Criterios para la participación de CONAF en el SEIA. Santiago, Chile. 159 pp.

Corporación Nacional del Cobre (CODELCO). (2019). Ficha del proyecto: Rajo Inca. Estudio de impacto ambiental. Capítulo 3: línea de base (sección b) medio biótico. Recuperado el 23 de diciembre de 2021. https://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyectoAction.php?nombre=rajo%20inca.

Decreto Supremo Nº68 de 2009 [Ministerio de Agricultura; Subsecretaría de Agricultura]. Establece, aprueba y oficializa nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país. 02 de diciembre de 2009. http://bcn.cl/2qkai

Decreto Supremo N°44 de 2021 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, decimoséptimo proceso. 30 de diciembre de 2020. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1170656

Decreto Supremo Nº16 de 2020 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, decimosexto proceso. 03 de agosto de 2020. http://bcn.cl/2sce5

Decreto Supremo Nº23 de 2019 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, decimoquinto proceso. 30 de julio de 2019. http://bcn.cl/31395

Decreto Supremo Nº79 de 2018 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, decimocuarto proceso. 02 de agosto de 2018. http://bcn.cl/31396

Decreto Supremo Nº6 de 2017 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, décimo tercer proceso. 16 de marzo de 2017. http://bcn.cl/2rsea

Decreto Supremo Nº16 de 2016 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, duodécimo proceso. 03 de junio de 2016. http://bcn.cl/3139c

Decreto Supremo Nº38 de 2015 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, undécimo proceso. 07 de septiembre de 2015. http://bcn.cl/2svh6

Decreto Supremo Nº52 de 2014 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo proceso. 26 de marzo de 2014. http://bcn.cl/31450

Decreto Supremo Nº13 de 2013 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso. 17 de abril de 2013. http://bcn.cl/2p9z8

Decreto Supremo Nº19 de 2012 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, octavo proceso. 26 de junio de 2012. http://bcn.cl/3145e

Decreto Supremo Nº42 de 2011 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, séptimo proceso. 30 de noviembre de 2011. http://bcn.cl/2lrlp

Decreto Supremo Nº41 de 2011 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies, según su estado de conservación, sexto proceso. 30 noviembre de 2011. http://bcn.cl/3145l

Decreto Supremo Nº33 de 2011 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, quinto proceso. 07 de septiembre de 2011. http://bcn.cl/2og2d

Decreto Supremo Nº29 de 2011 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación. 26 de julio de 2011. http://bcn.cl/2k6w2

Decreto Supremo Nº23 de 2009 [Ministerio Secretaría General de la Presidencia]. Aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. 03 de marzo de 2009. http://bcn.cl/2str1

Decreto Supremo Nº51 de 2008 [Ministerio Secretaría General de la Presidencia]. Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. 24 de abril de 2008. http://bcn.cl/2rsel

Decreto Supremo Nº50 de 2008 [Ministerio Secretaría General de la Presidencia]. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. 24 de abril de 2008. http://bcn.cl/2srti

Decreto Supremo Nº151 de 2006 [Ministerio Secretaría General de la Presidencia]. Oficializa primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. 06 de diciembre de 2006. http://bcn.cl/31487

Etienne, M. y Prado, C. (1982). Descripción de la vegetación mediante la Carta de Ocupación de Tierras. Publicaciones Misceláneas Ciencias Agrícolas Nº10. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 120 pp.

Faúndez, L., Faúndez, A., Flores, R. y Bobadilla, P. (2017). Guía de Reconocimiento Especies Dominantes de la Vegetación Región de Coquimbo. CONAF-BIOTA- GEF/SIMEF. Santiago, Chile. 252 pp.

Faúndez, L., Faúndez, A. y Flores, R. (s. f.). Manual para el reconocimiento de especies del D.S. N°68/2009 MINAGRI, presentes en la región de Antofagasta. CONAF proyecto FIBN 028/2015. 42 pp. https://investigacion.conaf.cl/archivos/repositorio_documento/2021/08/Antofagasta.pdf.

Figueroa, E., Reyes, P., Calfucura E., Torres M., Bachmann P y Aguilar M. 2016. Mapa de Valor Económico de los Servicios Ecosistémicos de la Región de Tarapacá. Proyecto del Centro de Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente (CENRE) - Universidad de Chile realizado para el Gobierno Regional de Tarapacá. 112 pp.

Gajardo, R. (1994). La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria, Santiago. 165 pp.

Giménez, G. (1996). Territorio y Cultura. *Revista de Estudios sobre Culturas Contemporáneas*. Universidad de Colima, México. 2(4), 9-30 pp. https://www.redalyc.org/pdf/316/31600402.pdf.

Hernández, J., Serra, M. T. y Faúndez, L. (2000). Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación. 37 pp.

The International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Recuperado 21 de diciembre 2021: https://www.iucnredlist.org/.

Luebert, F. y Pliscoff, P. (2019). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial universitaria. Santiago, Chile. 381 pp.

Luebert, F. (1999). *Caracterización Florística y Vegetacional del Parque Nacional Llullaillaco (II Región, Chile)*. [Tesis de título profesional de Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencia Forestales, Universidad de Chile]. Santiago, Chile.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2021). *Inventario nacional de especies de Chile*. Recuperado el 22 de diciembre 2021. http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx

Ministerio del Medio Ambiente (MMA) - ONU Medio Ambiente. (2021). Guía para facilitar la gestión de las denuncias sobre actividades que afectan a humedales. Huella Naturaleza SPA. Proyecto GEF/SEC ID:9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centro sur de Chile”. Santiago, Chile. 37 pp. https://gefhumedales.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/04/Guia-de-denuncia.pdf

Muëller-Dombois, D. y Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley. New York, USA. 547 pp.

Muñoz-Sáez, A., Choe, H., Boynton, R. M., Elsen, P. y Thorne, J. 2021. Climate exposure shows high risk and few climate refugia for Chilean native vegetation. *Science of The Total Environmen*t. Vol. 785. 12 pp.

Peñaloza, A., Pardo, V., Marticorena, A., Cavieres L., y Frugone, F. (2013). Flora y Vegetación del Parque Nacional Llullaillaco. 356 pp.

Rodríguez, J. P., Rodríguez-Clark, K., Baillie, J., Ash, N., Benson, J., Boucher, M., Brown, C., Burgess, N., Collen, B., Jennings, M., Keith, D., Nicholson, E., Revenga, C. Reyers, B., Rouget, M., Smith, T. Spalding, M., Taber, A., Walpole, *et al.* (2010). Establishing IUCN Red List Criteria for Threatened Ecosystems. *Conservation Biology*, 25(1), 21-29. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01598.x

Rodríguez, R. *et al*. (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana Bot. Vol.75, n.1, pp.1-430. ISSN 0016-5301. http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432018000100001.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2015). Guía para la descripción del área de influencia: Descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. División de evaluación ambiental y participación ciudadana, Gobierno de Chile. 96 pp. https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/02/08/guia_ecosistemas_terrestres.pdf

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2017). Guía sobre el Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. 46 pp. https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2017/05/03/guia_area_de_influencia_ajuste_10.pdf.

Squeo, F., Osorio, R. y Arancio, G. (1994). Flora de Los Andes de Coquimbo: Cordillera de doña Ana. Ediciones Universidad de La Serena. 168 pp.

Squeo, F., Arancio, G. y Gutiérrez, J. R. (2008). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. 466 pp.

Tellier, S. (1998). *Catálogo de las plantas vasculares del área altoandina de salar de Coposa - Cordón Collaguasi. Chile, Región de Tarapacá (I).* Chloris Chilensis. Recuperado el 23 de diciembre 2021.https://www.chlorischile.cl/COLLAHUA/collahua.htm.

Zavala-Gallo, L., Denham, S. y Pozner, R. (2010). Revision of the genus Nastanthus (Calyceraceae). *Gayana Botánica*. 67(2), 158-175. http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432010000200002.

Wildlife Conservation Society (WCS) Chile. (2019). Humedales de Chile: 40 mil reservas de vida. https://chile.wcs.org/Portals/134/Libro%20Humedales%20WCS.pdf?ver=2019-02-08-203952-653

3.7 Apéndices

3.7.1 Apéndice 3.1: Parcelas florísticas y levantamiento en terreno

Humedal	ID Punto	Levantamiento	UTM Este	UTM Norte
Asiento	L12	F/COT	467792	7070313
	L13	F/COT	467763	7069997
	MH09	F/COT	467629	7069937
Ciénaga	L10	F/COT	464616	7054776
	L11	F/COT	464600	7054726
	MH08	F/COT	464584	7054660
El Colorado	L08	F/COT	468850	7060067
	L09	F/COT	468548	7060381
	MH04	F/COT	468276	7060844
	MH05	F/COT	468311	7060796
	MH06	COT	468365	7060695
	MH07	F/COT	468491	7060454
La Ola	L04	F/COT	495255	7065220
	L05	F/COT	495444	7064807
	L06	F/COT	495626	7064591
	L07	F/COT	495945	7064273
Leoncito	L14	F/COT	501831	7065009
	L15	COT	501856	7065040
	L16	F/COT	501201	7065073
	L17	F/COT	501052	7065215
	MH10	F/COT	499166	7065543
	MH11	F/COT	500364	7065450
Pastos largos	L21	F/COT	477926	7045018
	L22	F/COT	478160	7044968
	L23	F/COT	478441	7044899
	L24	F/COT	479369	7044540
	L25	F/COT	479404	7044714

Humedal	ID Punto	Levantamiento	UTM Este	UTM Norte
	MH14	F/COT	480464	7044840
	MH15	COT	480857	7044906
	MH16	F/COT	481677	7044649
Río negro	L18	F/COT	507608	7036132
	L19	F/COT	506953	7036621
	L20	F/COT	506656	7037082
Salar de Pedernales	L01	F/COT	476881	7089001
	L02	F/COT	477109	7088290
	L03	F/COT	477513	7088029
	MH01	F/COT	476556	7089436
	MH01B	COT	476557	7089408
Salar de Piedra Parada	L33	F/COT	528660	7086154
	L34	F/COT	526539	7088252
	L35	COT	526539	7088252
	MH17	F/COT	520851	7088859
Salar La Laguna	MH02	F/COT	501635	7101497
	MH03	F/COT	501708	7100717
Tinajas/Trojitas	L29	F/COT	472868	7060081
	L30	F/COT	473055	7060100
	L31	F/COT	473048	7060388
	L32	F/COT	472980	7060445
Tordillo	L26	F/COT	478438	7058501
	L27	F/COT	478508	7058582
	L28	F/COT	478606	7058795
Vertiente 2	MH12	F/COT	506972	7031757
	MH13	F/COT	506725	7032080

Coordenadas en Datum WGS84, F: Parcela florística; COT: Levantamiento de cartografía de ocupación de tierras.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.7.2 Apéndice 3.2: Flora potencial

Especie	Recopilación LB + Herbarios (2021)	Luebert y Pliscoff, (2019)	Gajardo (1994)	Flora registrada
Acaena magellanica			1	1
Adesmia aegiceras	1			
Adesmia atacamensis		1		
Adesmia capitellata		1		
Adesmia echinus				1
Adesmia erinacea		1		
Adesmia hystrix		1	1	
Adesmia melanthes		1		
Adesmia minor		1		
Adesmia spuma		1		
Anatherostipa venusta		1		
Arenaria rivularis	1			1
Argylia tomentosa		1		
Astragalus bustillosii			1	
Atriplex deserticola			1	1
Atriplex imbricata		1		
Azorella atacamensis		1		
Azorella cryptantha	1			
Baccharis tola		1		
Calandrinia acaulis	1			
Calandrinia compacta	1			1
Calceolaria pinifolia				1
Carex gayana				1
Carex maritima	1			1
Carex vallis-pulchrae				1
Chaetanthera chilensis			1	
Chenopodium frigidum	1			
Cristaria andicola	1	1		
Cruckshanksia macrantha	1			

Especie	Recopilación LB + Herbarios (2021)	Luebert y Pliscoff, (2019)	Gajardo (1994)	Flora registrada
Cumulopuntia ignescens		1		
Descurainia pimpinellifolia				1
Deyeuxia crispa		1		
Deyeuxia deserticola	1			
Deyeuxia eminens	1			1
Deyeuxia velutina	1			1
Eleocharis atacamensis				1
Ephedra americana		1	1	
Fabiana bryoides		1		1
Fabiana imbricata			1	
Festuca chrysophylla		1		1
Festuca hypsophyla	1			
Festuca cf. nardifolia				1
Gentiana prostrata	1			
Gilia crassifolia	1			
Halerpestes cymbalaria	1			
Halerpestes exilis	1			1
Haplopappus rigidus				1
Hordeum comosum	1		1	
Hordeum pubiflorum	1			1
Jaborosa caulescens			1	
Juncus balticus	1		1	1
Junellia pappigera		1		
Junellia uniflora		1		
Lenzia chamaepitys	1	1		
Lobelia oligophylla				1
Lycium humile	1			
Lycium minutifolium	1			1
Maihueniopsis ovata			1	
Malesherbia lactea	1	1		

Especie	Recopilación LB + Herbarios (2021)	Luebert y Pliscoff, (2019)	Gajardo (1994)	Flora registrada
Malesherbia lirana	1			
Moschopsis monocephala		1		
Nastanthus caespitosus				1
Nastanthus compactus	1			
Nicotiana corymbosa			1	
Nicotiana longibracteata	1			
Nototriche auricoma		1		
Nototriche compacta		1		
Nototriche hillii		1		
Oriastrum pulvinatum		1		
Oriastrum revolutum		1		
Oriastrum sphaeroidale		1		
Oxalis hypsophila		1		
Oxychloë andina	1			1
Pappostipa frigida		1		
Parastrephia quadrangularis		1		
Patosia clandestina	1			
Perezia pungens		1		
Phylloscirpus acaulis				1
Puccinellia frigida	1			1
Puccinellia preslii	1			
Pycnophyllum bryoides		1		
Pycnophyllum macropetalum		1		
Pycnophyllum molle		1		
Ruppia filifolia	1			1
Senecio chrysolepis		1		
Senecio pissisi		1		
Senecio santelicis			1	
Senecio socompae		1		
Senecio sundtii		1		

Especie	Recopilación LB + Herbarios (2021)	Luebert y Pliscoff, (2019)	Gajardo (1994)	Flora registrada
Senecio volckmannii		1		
Senecio xerophilus		1		
Stuckenia filiformis	1			
Triglochin concinna	1			1
Triglochin palustris	1			
Viola frigida	1			
Werneria glaberrima		1		
Werneria pygmaea				1
Zameioscirpus atacamensis	1			1
Total general	40	51	13	28

1: Registro de la especie en la referencia consultada. *: Según Rodríguez et al., esta especie no se encuentra en la Región de Atacama.

**: El autor menciona a Festuca deserticola Phi., sinónimo de F. rigescens (J. Presl) Kunth, pero esta especie no está registrada para la Región de Atacama. Se define como F. hypsophyla Phil., la que sí se encuentra en la región.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.7.3 Apéndice 3.3: Resultados de análisis Braun Blanquet.

Se adjunta en formato digital xls.

3.7.4 Apéndice 3.4: Cartografía digital

Se adjunta en formato SHP.

4 ANIMALES SILVESTRES

4.1 Introducción

La cordillera del norte de Chile presenta numerosas lagunas que fueron mayoritariamente esculpidas por el paso de los glaciares, la intensa actividad volcánica y tectónica, característico de los Andes (Flores y Ríos, 1998). Muchos de estos cuerpos de agua, al someterse a procesos de desecación, ya sea por evaporación, disminución del deshielo de glaciares o actividades antrópicas, dejan en la superficie una cubierta o depósito de sal característico, que conlleva a denominarlos como "salares" (Ramírez, 2007). Los salares se ubican en cuencas planas emplazadas en su mayoría sobre los 3.500 msnm, casi sin gradientes topográfica. Presentan tres secciones: una líquida, correspondiente a salmueras; una salina, representada por la precipitación de diferentes sales transportadas en solución hasta la cuenca; y una sólida, constituida por distintos niveles de arenas, limo y arcilla. La mayoría de estos salares son recargados por los deshielos, las lluvias y aguas subterráneas, que forman pequeñas lagunas, con un nivel freático inestable. La salinidad varía desde niveles muy bajos en los sitios de afloramiento, hasta máximos en el interior de las lagunas, lo que se corresponde con cambios en la fauna y flora asociada al salar (Aguirre y Torres, 2005; Ramírez, 2007).

En la zona altoandina de la región de Atacama existen al menos 13 salares, seis lagunas y tres ríos que, en conjunto, comparten una fauna característica, con la inclusión de especies endémicas, que procuran un incalculable valor a esta zona del norte de Chile (Marambio-Alfaro *et al.*, 2016). Es en este contexto de riqueza paisajística (faunística y florística), que el Estado-Fisco de Chile demandó a la Codelco DS, ubicada en la comuna de Diego de Almagro, Provincia de Chañaral, Región de Atacama; por daño ambiental sobre la cuenca del Salar de Pedernales ubicada en el sector cordillerano de la región de Atacama, a 40 km. al este de la ciudad El Salvador, siendo la cuenca de mayor superficie de la región, con 3.592 kilómetros cuadrados de extensión.

En este contexto, dada la demanda interpuesta por Daño Ambiental por parte del Consejo de Defensa del Estado (CDE), y en el marco del Avenimiento y Transacción entre las partes, Codelco División Salvador y el CDE acordaron una serie de medidas, entre las cuales se incluyen las asociadas al SVAHT (Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres). Dentro de estas medidas se encuentra un Plan de Puesta en Valor de características y magnitud suficientes (Medida RC-02), de forma tal de hacerse cargo de los efectos negativos producidos en el Salar de Pedernales. Dentro de los alcances de la Medida RC-02, se establecieron siete acciones para dar cumplimiento a la medida, las mismas que apuntan al establecimiento general de dar a conocer los ecosistemas de SVAHT del área y de esta forma reducir las amenazas de deterioro de los sistemas por falta de valorización. Las actividades a considerar para dar cumplimiento a la medida están relacionadas con la elaboración del Plan de Manejo para la biodiversidad de los SVAHT del área, difusión, infraestructura para la conservación, educación y protección legal mediante diferentes mecanismos.

Dentro de las actividades a ejecutar se destaca la elaboración e implementación de un Plan de Manejo para la puesta en valor utilizando metodología de Estándares Abiertos. Es en este contexto de Plan de Manejo, que es necesario conocer en primera instancia, el componente faunístico de los SVAHT considerados en el avenimiento.

4.2 Objetivos

Con el objetivo de obtener una primera aproximación sobre la fauna de vertebrados terrestres y hábitats asociados a los sitios de SVAHT del Área de Estudio como insumo preliminar para la propuesta de Plan de Manejo, se abordaron los siguientes objetivos específicos:

- Describir de manera general el biotopo (hábitat) de cada uno de los humedales alto andinos denominados: Pedernales, La Ola, La Laguna, El Colorado, Ciénaga, Quebrada Asiento, Vertientes 2, Río Leoncito, Río Negro, Pastos Largos, Tordillos, Tinajas y Piedra Parada.
- Estimar la riqueza y sensibilidad de la fauna en los sitios mencionados.
- Elaborar mapas de distribución de la riqueza de especies registradas y proporción de ellas en alguna categoría de conservación, en los humedales alto andinos mencionados.

4.3 Materiales y métodos

4.3.1 Áreas de estudio

La cuenca del Salar de Pedernales (SP) en la cual se emplazan los 13 sitios considerados por el Consejo de Defensa del Estado, se encuentra ubicada en el sector cordillerano de la región de Atacama, a 40 km. al este de la ciudad El Salvador, siendo la cuenca de mayor superficie de la región, con 3.592 kilómetros cuadrados de extensión. El SP propiamente tal, se encuentra emplazado a una altura de 3.370 msnm y tiene una superficie de 466 kilómetros cuadrados. La precipitación en la cuenca tiene lugar en forma de nieve en invierno, entre los meses de junio y septiembre, y durante el verano, entre los meses de febrero y marzo, estimada a 100 mm (DGA, 2015). La cuenca del SP presenta dos ríos principales, el río Juncalito que nace en el área suroriente de la cuenca, recibiendo aportes del río Negro y el río La Ola. Este último, nace en la zona de descarga subterránea denominada Ojos de La Ola, el cual se ubica a 9 kilómetros al sur del tranque La Ola. El SP, como otros salares de su tipo, registra la presencia de un Sistema Vegetacional Azonal Hídrico Terrestre (de ahora en adelante “SVAHT”), formación vegetacional que constituyen la base de un ecosistema singular y único, altamente dependiente de la disponibilidad hídrica del acuífero que existe en el lugar (Figura 41).

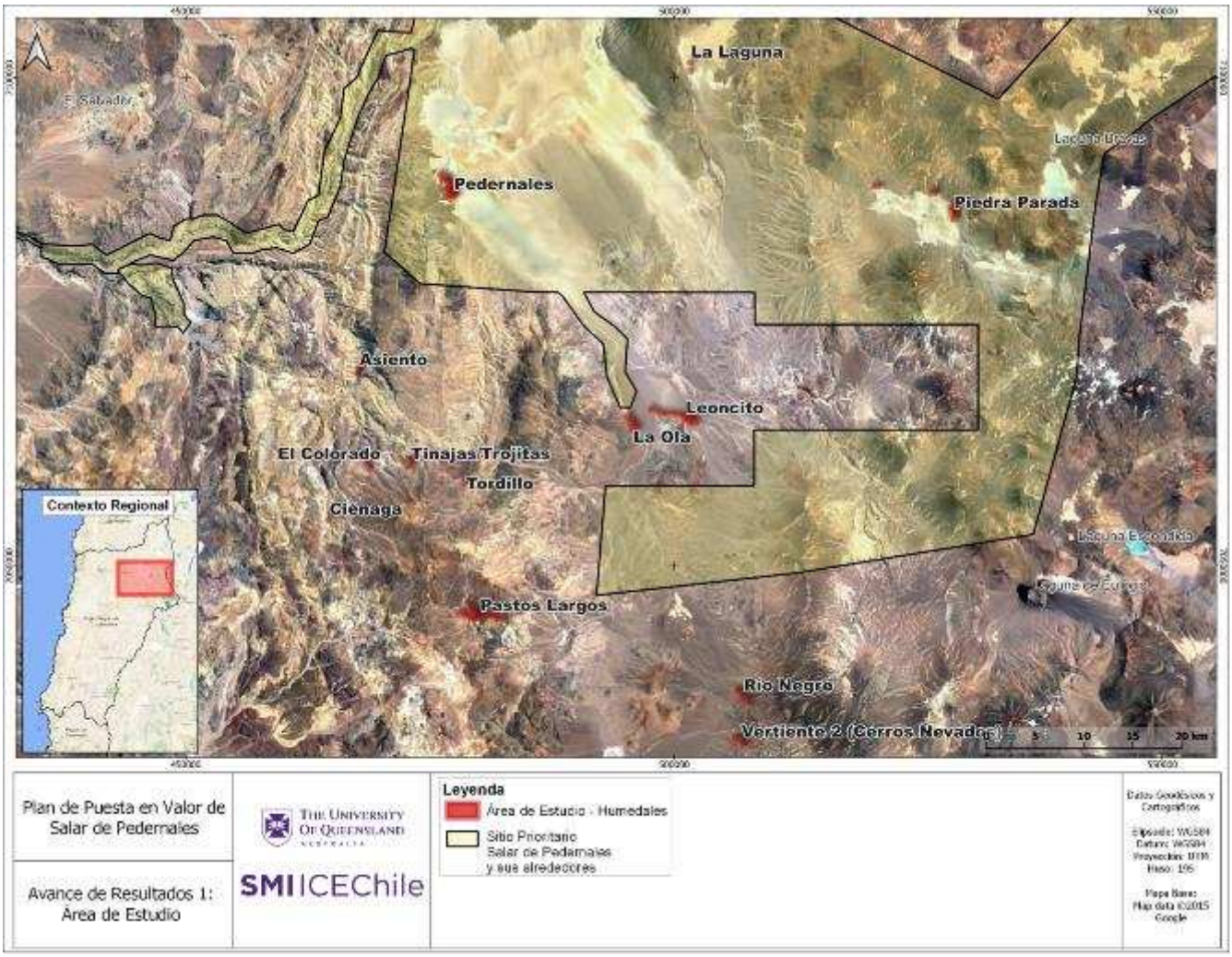


Figura 41. Ubicación de los SVAHT involucrados en relación a la Cuenca del Salar de Pedernales y las localidades del área.

4.3.2 Registro de datos

Los métodos específicos empleados para el registro de fauna, considerando su riqueza y abundancia, se ajustaron según la clase taxonómica trabajada: anfibios, reptiles, aves y mamíferos, y atendiendo los alcances técnicos descritos en SAG (2010) y SEA (2015).

Se establecieron estaciones de muestreo en las que se realizó la prospección de micrositios en donde existiese una mayor probabilidad de encontrar evidencias indirectas o registros directos de fauna silvestre.

Adicionalmente en cada sector se levantaron transectos de observación: en el sector de Piedra Parada se realizaron tres transectos, en el Salar de Pedernales y en Quebrada Ciénega se levantaron dos transectos, mientras que en el resto de los sectores se recorrió el Área de Estudio mediante un solo transecto. Estos transectos fueron definidos en base a la extensión de cada SVAHT y a los distintos

estratos (ambientes como potenciales hábitats) reconocidos in-situ; dichos estratos fueron discriminados en base a características fisionómicas y atributos constituyentes dominantes tales como presencia de agua, tipo de vegetación, suelo, entre otros, y se describen en la sección de resultados. Dado que en cada SVAHT se pudo abarcar la totalidad de su extensión, se considera que el esfuerzo muestral fue completo.

Los trabajos en terreno de esta campaña se iniciaron el 29 de noviembre de 2021 a las 10.55 AM y concluyeron el 3 de diciembre de 2021 a las 16.50 PM (Tabla 11).

Tabla 11. Detalle de la ubicación fechas y horas de evaluación de cada sitio visitado en la cuenca Salar de Pedernales.

SITIOS	UTM Este (m)	UTM Sur (m)	ALTITUD (msnm)	FECHA	HORAS
Salar de Pedernales	477064	7088963	3360	29 noviembre 2021	10.55 - 13.40
La Ola	495633	7064641	3630	29 noviembre 2021	15.20 - 17.00
La Laguna	501698	7100773	3500	29 noviembre 2021	16.00 - 17.30
El Colorado	468545	7060375	3900	30 noviembre 2021	12.30 - 14.30
Ciénaga	464609	7054734	3700	30 noviembre 2021	15.40 - 16.30
Quebrada Asiento	467744	7070011	3100	30 noviembre 2021	17.15 - 18.00
Vertientes 2	506735	7032074	4300	1 diciembre 2021	S/I
Leoncito	501324	7064974	3700	1 diciembre 2021	10.25 - 12.30
Río Negro	507035	7036562	4300	1 diciembre 2021	13.30 - 15.30
Pastos Largos	480514	7044841	4000	2 diciembre 2021	11.40 - 14.00
Tordillos	478522	7058576	4000	2 diciembre 2021	15.40 - 16.50
Tinajas	473045	7060386	3900	2 diciembre 2021	17.35 - 18.00
Piedra Parada	526543	7088241	4100	3 diciembre 2021	12.00 - 16.50

Coordenadas proyección UTM. Datum WGS84 Huso 19S.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Para reforzar el esfuerzo de muestro, esperando complementar este inventario y aumentar la probabilidad de detectar taxa difíciles de observar, se instalaron 5 cámaras trampas (3 de marca Moultrie Modelo MCG13037 white flash, y 2 de marca CamPark Modelo T45) en 5 sitios contrastantes, elegidos en función de registros indirectos en ambientes favorables de micro y meso mamíferos, enfocando principalmente en *Chinchilla chinchilla* y Felidae. Las cámaras se instalaron en aquellos lugares más convenientes para la detección de dicha fauna, es decir en sitios de hábitat potencial con alta frecuencia de indicios indirectos de presencia (Kays & Slauson, 2008; De la Maza y Bonacic, 2013), en particular fecas, defecaderos, huellas, entre otros rastros. Inicialmente programado por un esfuerzo de un mes (150 días cámaras), finalmente y debido a varias contingencias, las cámaras estuvieron instaladas durante 4 meses y medio (137 días).

Para efectos de una evaluación a escala fina, cada sitio se estratificó de acuerdo a las unidades paisajísticas visibles (Biotopo – Hábitat) in-situ. Cada unidad paisajística se evaluó por separado y varió de acuerdo a los sitios visitados.

4.3.2.1 Anfibios

Se recorrieron y revisaron aquellos sitios que presentaron cuerpos de agua o humedad. Se removió suavemente el fondo de los cuerpos de agua visitados en diferentes puntos cuando se pudo acceder (Angulo *et al*., 2006; De la Maza y Bonacic 2013). Cuerpos de agua fuera del alcance visual, se revisaron usando binoculares. Para la identificación se siguió a Lobos *et al.* (2013).

4.3.2.2 Reptiles

Se registraron mediante observación directa, recorriendo a pie los transectos hasta donde el acceso y visibilidad permitió la identificación de las especies (aproximadamente 20 m). La recolección de datos de especies e individuos se realizó poniendo especial atención en sectores de formación arbustiva baja, entre rocas, bajo piedras, laderas, quebradas (De la Maza y Bonacic 2013). La identificación de especies se realizó siguiendo bibliografía especializada como Mella (2017).

4.3.2.3 Aves

Se registraron siguiendo los transectos establecidos y parando en puntos fijos cuando fue necesario. El alcance de visión, usando binoculares fue de 20 m aproximadamente. La identificación de las especies se realizó siguiendo a Jaramillo (2003) y Martínez y González (2004); mientras que las vocalizaciones se compararon con la base de datos de Xeno-Canto (http://www.xeno-canto.org/).

4.3.2.4 Mamíferos

Tanto para los mamíferos medianos y grandes como para micromamíferos, se recorrieron los transectos establecidos revisando el área hasta una distancia donde fue factible identificar los ejemplares con binoculares. Además, se buscó indicios de presencia como heces, letrinas, revolcaderos, guaridas, aromas y huellas principalmente. Se prestó especial atención a aquellos sitios de mayor probabilidad como sustratos rocosos y vegetación, que favorecen la presencia de refugios. La identificación de las especies se realizó siguiendo a Iriarte (2008) y Muñoz y Yáñez (2000).

4.3.3 Análisis de datos

El alcance del inventario se estimó con la curva de acumulación de especies basada en muestras, correspondiendo la asíntota al índice de Chao2 (Magurran 1988; Moreno 2001). Este estimado se hizo para cada grupo taxonómico, haciendo uso del paquete BiodiversityR (R Core Team, 2021). Todos los datos que involucraron el uso de sistemas de información geográfica, elaboración de mapas, ubicación de ejemplares, georreferenciación, etc., fueron procesados y analizados haciendo uso de Arc Gis accesible desde la siguiente dirección electrónica:

http://www.esri.com

De manera complementaria, se elaboró un listado de especies potenciales, considerándolas como tal a aquellas que presentaron su rango de distribución en relación al Área de Estudio (superficie y altitud).

Se revisó literatura según grupo taxonómico, Lobos *et al.* (2013) para anfibios, Mella (2017) para reptiles, Martínez y González (2004) para aves e Iriarte (2008) y, Muñoz y Yáñez (2000) para mamíferos. Además, se revisó la base de datos de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (https://www.iucnredlist.org/) y el Global Biodiversity Information Facility (https://www.gbif.org/es/).

El estado de conservación de las especies de fauna se determinó con la Nómina de especies según estado de conservación de especies de Chile, que resultó como producto de la aprobación de los procesos de Clasificación RCE 1° a 17° llevado a cabo por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia y por Ministerio del Ambiente de Chile (en adelante RCE vigente). Esta lista de Clasificación es accesible desde la siguiente dirección electrónica:

https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/

Según lo señalado en el D.S. N°29 del 2011 (Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación), se emplearon las siguientes categorías de conservación:

- ***Extinta (EX)***: cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente de dicha especie ha muerto. Se presume que una especie está Extinta cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida de la especie.
- ***Extinta en Estado Silvestre (EW)***: cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Se presume que una especie está Extinta en Estado Silvestre cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo.
- ***En Peligro Crítico (CR)***: cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.
- ***En Peligro (EN)***: cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.
- ***Vulnerable (VU)***: cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre.
- ***Casi Amenazada (NT)***: cuando ha sido evaluada y no satisface, actualmente, los criterios para las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios de estos últimos, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.
- ***Preocupación Menor (LC)***: cuando, habiendo sido evaluada, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazada. Se

incluyen en esta categoría especies abundantes y de amplia distribución, y que por lo tanto pueden ser identificadas como de preocupación menor.

- ***Datos Insuficientes (DD)***: cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población.

De manera complementaria, se adicionó la correspondencia a los apéndices de la clasificación de acuerdo a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES: https://cites.org/esp/app/appendices.php), el cual es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos y tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para la supervivencia de las especies.

4.4 Resultados

4.4.1 Hábitats considerados

Se identificaron seis estratos o ambientes dominantes, discriminados en base a criterios fisionómicos y de composición / proporciones de elementos, los cuales se describen a continuación:

4.4.1.1 Cuerpo de agua (CdeA)

Correspondió al espejo de agua de baja profundidad y carente de vegetación visible en la superficie (Figura 42).



Figura 42. Estrato tipificado como cuerpo de agua

4.4.1.2 Vegetación con agua (VegAg)

Correspondió a Vegetación típica de humedal alto andino, comprendiendo en el interior parches de agua que le dieron una característica de vega/bofedal. En algunos casos la vegetación se observó siempre verde, en otros con un color café e impregnaciones de sal (Figura 43).



Figura 43. Estrato tipificado como Vegetación con agua.

4.4.1.3 Costra Salina (CoSal)

Correspondió a depósitos superficiales de sales, que constituyen una mezcla de partículas clásticas y especies minerales evaporíticas integradas principalmente por cloruros y sulfatos (Figura 44).



Figura 44. Estrato tipificado como Costra salina.

4.4.1.4 Pedregoso sin vegetación (PedsVeg)

Correspondió a sitios aledaños a los CdaA, VegAg o CoSal formado por piedras de pequeñas (diámetros no mayores a 20 cm), totalmente carentes de vegetación. En algunas ocasiones, laderas de cerros que daban forma al cauce del humedal (Figura 45).



Figura 45. Estrato tipificado como Pedregoso sin vegetación.

4.4.1.5 Pedregoso con vegetación (PedcVeg)

Correspondió a la continuidad del estrato anterior, pero con presencia de vegetación herbácea-arbustiva no mayor a 25-50 cm y en algunas ocasiones, bastante dispersa (Figura 46).



Figura 46. Estrato tipificado como Pedregoso con vegetación.

4.4.1.6 Vegetación seca/muerta (VegSeca)

Correspondió a la vegetación ubicada en el cauce del humedal pero que se encontraba en estado de desecación visible con una coloración amarillenta y en otros casos con apariencia de haber muerto con una coloración café. Fue manifiesto la ausencia de agua (Figura 47).



Figura 47. Estrato tipificado como Vegetación seca.

4.4.1.7 Río

Correspondió a cuerpos de agua corrientes con caudal perceptible y sin vegetación visible excepto en las orillas (Figura 48).



Figura 48. Estrato tipificado como río.

4.4.1.8 Cauce pedregoso (CaucePed)

Correspondió a cauces de agua que se encontraron completamente secos y con considerable cantidad de piedras en su curso, además de vegetación de escasa a moderada (Figura 49).



Figura 49. Estrato tipificado como cauce pedregoso.

4.4.2 Transectos

Para cada sitio se realizó al menos un transecto abarcando la diversidad de estratos presentes. A continuación, se describen los transectos realizados para cada sitio de estudio:

4.4.2.1 Salar de Pedernales

Ubicación coordenada central: 477064 m E / 7088963 m N. Proyección UTM. Datum WGS84. Se recorrieron dos transectos que cubrieron los estratos identificados para el sitio (CdeA, CoSal, PedsVeg y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto 1 midió 4830 m y el transecto 2 midió 3485 m (Figura 50).



Figura 50. Ubicación de los transectos de evaluación.

4.4.2.2 La Ola

Ubicación coordenada central: 495633 m E / 7064641 m N. Proyección UTM. Datum WGS84: Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (CVegAg, CoSal y PedcVeg),

realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 2500 m (Figura 51).



Figura 51. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado La Ola.

4.4.2.3 La Laguna

Ubicación coordenada central: 501698 m E / 7100773 m N. Proyección UTM. Datum WGS84: Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (CdeA, VegAg, CoSal y PedsVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 1500 m (Figura 52).



Figura 52. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado La Laguna.

4.4.2.4 El Colorado

Ubicación coordenada central: 468545 m E / 7060375 m N. Proyección UTM. Datum WGS84: Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg, VegSeca y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 1380 m (Figura 53).



Figura 53. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado El Colorado.

4.4.2.5 Ciénaga

Ubicación coordenada central: 464609 m E / 7054734 N. Proyección UTM. Datum WGS84). Se recorrieron dos transectos que cubrieron los estratos identificados para el sitio (VegAg y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto 1 midió 260 m y el transecto 2 midió 250 m. Adicionalmente, se colocó una cámara trampa para determinar la presencia de fauna de difícil observación (Figura 54).

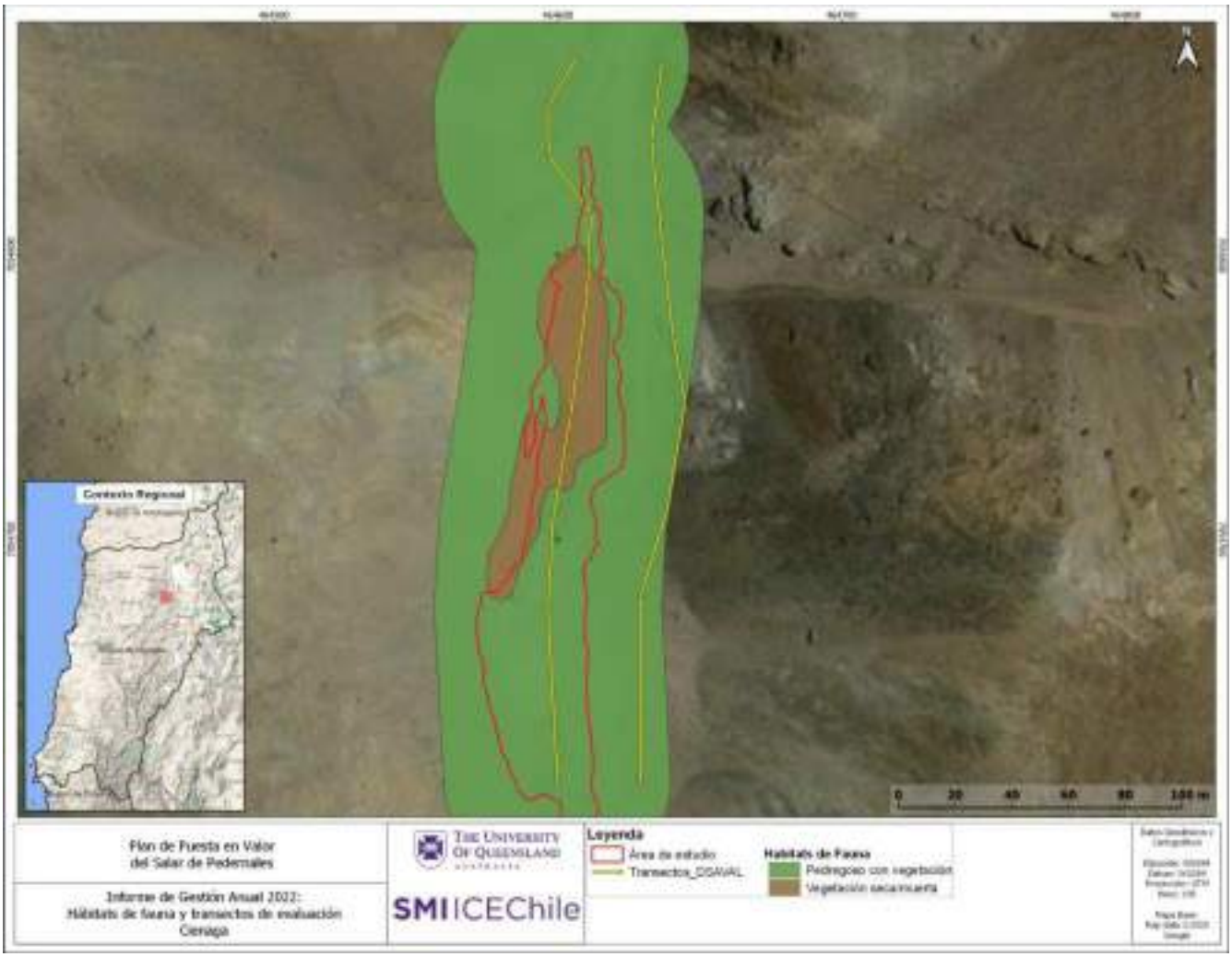


Figura 54. Ubicación de los transectos de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Ciénaga.

4.4.2.6 Quebrada Asiento

Ubicación coordenada central: 467744 m E / 7070011 m N. Proyección UTM. Datum WGS84: Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 800 m. Adicionalmente, se colocó una cámara trampa para determinar la presencia de fauna de difícil observación (Figura 55).



Figura 55. Ubicación del transecto de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Quebrada Asiento.

4.4.2.7 Vertientes 2

Ubicación coordenada central: 506735 m E / 7032074 m N. Proyección UTM. Datum WGS84: Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 1400 m (Figura 56).



Figura 56. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Vertientes 2.

4.4.2.8 Quebrada Leoncito

Ubicación coordenada central: 501324 m E / 7064974 m N. Proyección UTM. Datum WGS84. Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg, Río y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 5200 m. Adicionalmente, se colocó una cámara trampa para determinar la presencia de fauna de difícil observación (Figura 57).



Figura 57. Ubicación del transecto de evaluación, cámara trampa en relación a los estratos en el sitio denominado Quebrada Leoncito.

4.4.2.9 Río Negro

Ubicación coordenada central: 507035 m E / 7036562 m N. Proyección UTM. Datum WGS84): Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg, CaucePed y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 1800 m (Figura 58).



Figura 58. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Río Negro.

4.4.2.10 Pastos Largos

Ubicación coordenada central: 480514 m E / 7044841 m N. Proyección UTM. Datum WGS84. Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 5000 m. Adicionalmente, se colocó una cámara trampa para determinar la presencia de fauna de difícil observación (Figura 59).



Figura 59. Ubicación del transecto de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Pastos Largos.

4.4.2.11 Tordillo

Ubicación coordenada central: 478522 m E / 7058576 m N. Proyección UTM. Datum WGS84: Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 600 m (Figura 60).

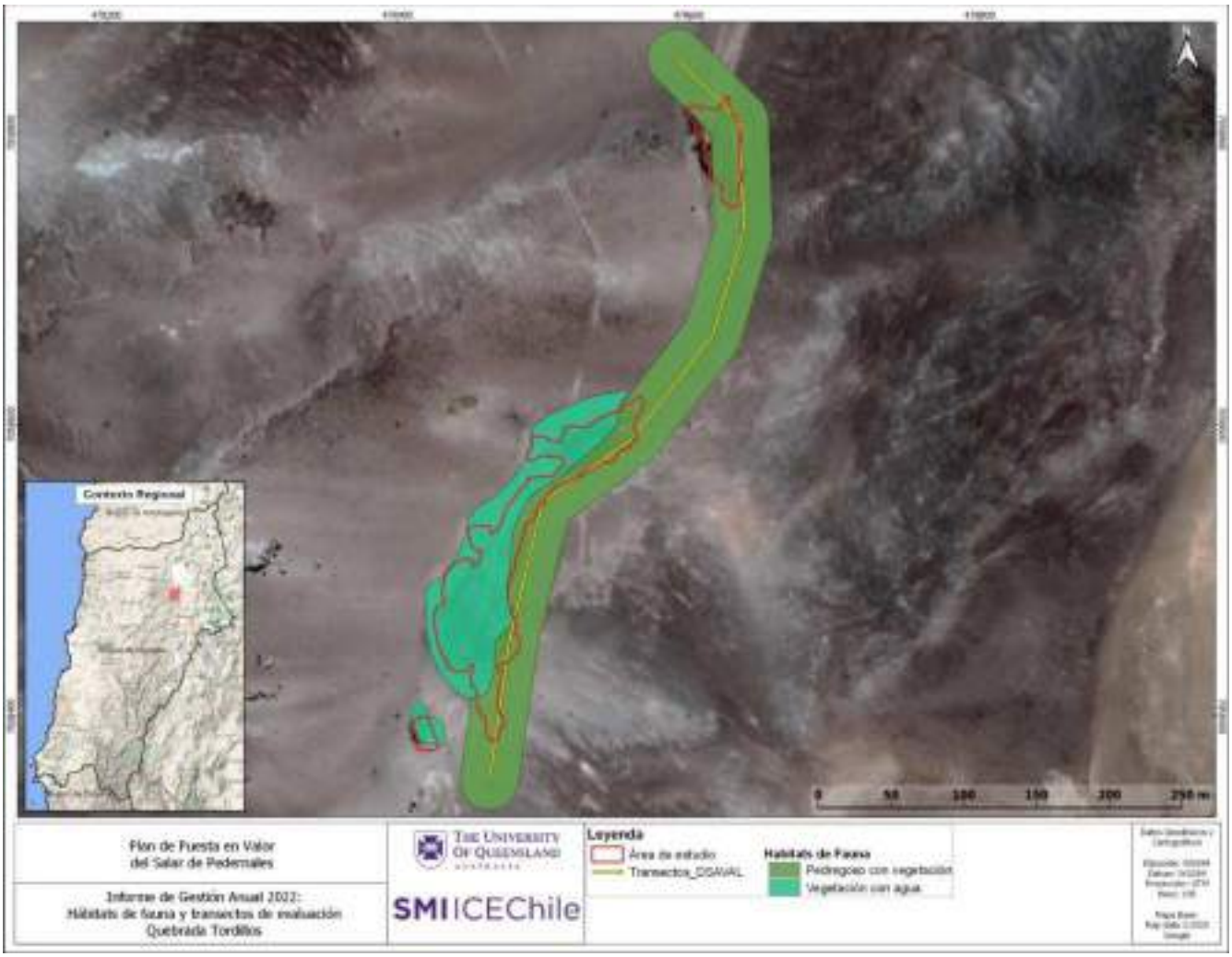


Figura 60. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Tordillo.

4.4.2.12 Tinajas/Trojitas

Ubicación coordenada central: 473045 m E / 7060386 m N. Proyección UTM. Datum WGS84: Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 1300 m (Figura 61).

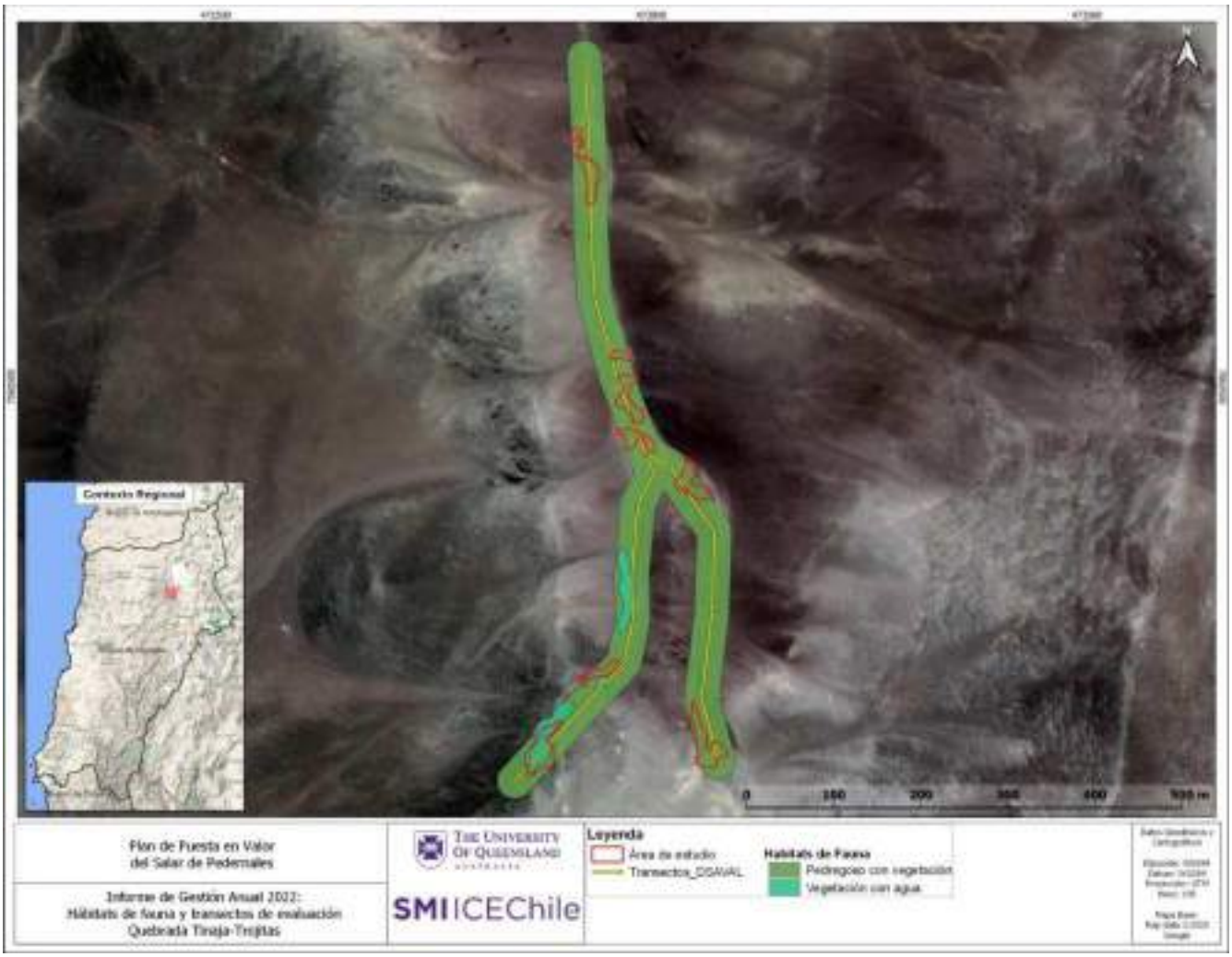


Figura 61. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Tinajas/Trojitas.

4.4.2.13 Piedra Parada

Ubicación coordenada central: 526543 m E / 7088241 m N. Proyección UTM. Datum WGS84. Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (CdA, VegAg, CoSal y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto 1 midió 865 m, el transecto 2 midió 870 m y el transecto 3 midió 1500 m. Adicionalmente, se colocó una cámara trampa para determinar la presencia de fauna de difícil observación (Figura 62).



Figura 62. Ubicación del transecto de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Piedra Parada.

4.4.3 Resultados de la campaña de muestreo directo

En los 13 sitios del Área de Estudio visitados se registraron 41 especies de vertebrados constituidos en dos especies de reptiles, 30 especies de aves y nueve especies de mamíferos, los cuales se distribuyeron de manera indistinta (Tabla 12). No se registraron anfibios. Los reptiles alcanzaron el 7% del total de especies registradas, las aves alcanzaron el 73% del total de especies registradas, siendo el grupo taxonómico más numeroso mientras que los mamíferos alcanzaron el 23% del total de especies registradas, lo que los convierte en el segundo grupo taxonómico más numeroso. Respecto del origen geográfico, dos especies fueron endémicas de Chile, una especie fue migratoria boreal y una especie fue introducida (Apéndice 6). Sobre el estado de conservación, una especie se encontró en Peligro Crítico (2%), siete especies son Vulnerables (17%), dos se reconocen Casi Amenazadas (5%) y seis se consideran Preocupación Menor (15%), sumando un 37% de taxa de vertebrados terrestres detectados durante esta campaña que son clasificados en alguna categoría de conservación.

Los detalles de estos resultados se pueden apreciar en la Tabla 12, en complemento de la distribución de Proporciones de especies de vertebrados terrestres según categorías de conservación en relación a los sitios evaluados (Figura 63).

Tabla 12. Detalle de los resultados numéricos y porcentajes de la riqueza de especies por cada sitio visitado y para la Cuenca Salar de Pedernales.

SITIOS	Reptiles	Aves	Mamíferos	Riqueza	% Reptiles	% Aves	% Mamíferos	CR	VU	NT	LC	Total RCE	% CR	% VU	% NT	% LC	% RCE
Pedernales	1	12	2	15	7	80	13	0	5	0	2	6	0	33	0	13	47
La Ola	1	12	2	15	7	80	13	0	4	1	1	5	0	27	7	7	40
La Laguna	0	8	2	10	0	80	20	0	4	2	0	5	0	40	20	0	60
El Colorado	1	7	2	10	10	70	20	0	2	0	1	3	0	20	0	10	30
Ciénega	1	1	2	4	25	25	50	0	2	0	1	3	0	50	0	25	75
Q° Asiento	0	3	1	4	0	75	25	0	0	0	1	1	0	0	0	25	25
Vertientes 2	0	3	1	4	0	75	25	0	1	0	0	1	0	25	0	0	25
Leoncito	1	11	4	16	6	71	24	0	3	1	3	7	0	18	6	18	41
Rio Negro	1	6	2	9	11	67	22	0	2	0	0	2	0	22	0	0	22
Pastos Largos	1	9	3	13	8	69	23	0	2	0	3	5	0	15	0	23	38
Tordillos	1	4	3	8	13	50	38	0	2	0	1	3	0	25	0	13	38
Las Tinajas	0	3	3	6	0	50	50	0	1	1	2	4	0	17	17	33	67
Piedra Parada	0	8	2	10	0	80	20	1	2	1	1	4	10	20	10	10	50
Total	2	30	9	41	5	73	23	1	7	2	6	16	2	17	5	15	39

Q°=Quebrada/CR=Peligro Crítico/VU=Vulnerable/NT=Casi Amenazado/LC=Preocupación Menor/RCE=Reglamento de Clasificación de Especies

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 63. A: Distribución geográfica de la riqueza de vertebrados en los sitios evaluados de la Cuenca del Salar de Pedernales.

En cuanto al alcance del inventario de los reptiles en la Cuenca Salar de Pedernales, este habría alcanzado el 100% (Chao = 2. IC95% 2 – 2. Figura 64). La probabilidad de registrar nuevas especies en la cuenca puede ser baja.

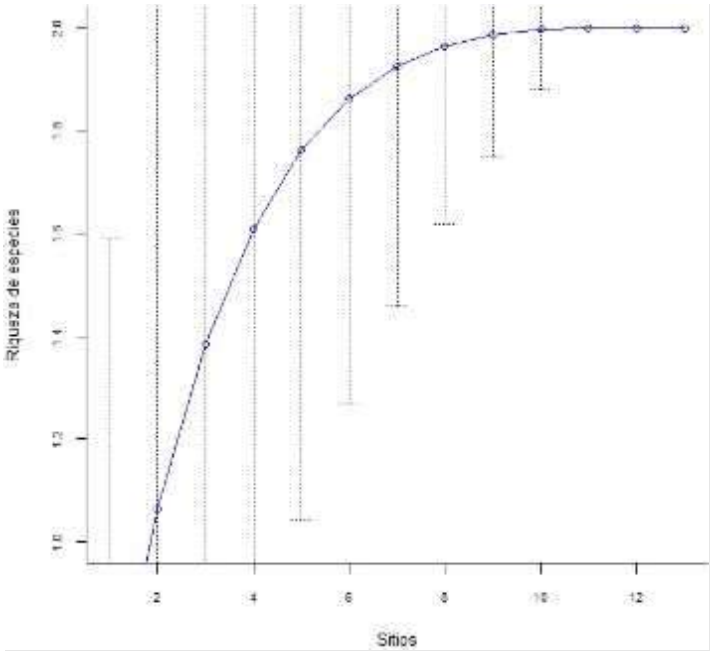


Figura 64. Curva de acumulación de especies de reptiles alcanzando su asíntota en la Cuenca Salar de Pedernales.

El alcance del inventario de las aves en la Cuenca Salar de Pedernales fue del 83% (Chao = 35. IC95% 30 – 54. Figura 65). Existe un 17% o más de aves que todavía podrían ser registradas si se incrementa el muestreo en la cuenca.

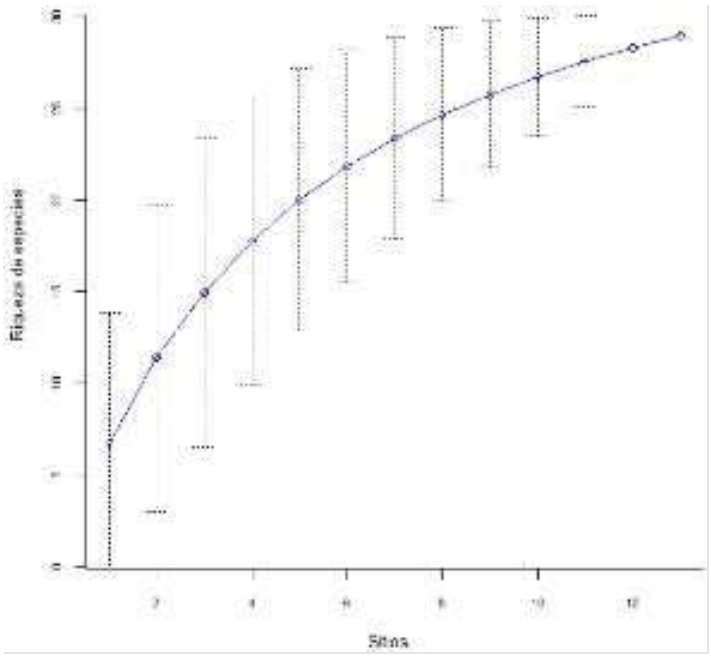


Figura 65. Curva de acumulación de especies de aves con tendencia a alcanzar su asíntota en la Cuenca Salar de Pedernales.

Sobre los mamíferos, el alcance del inventario en la Cuenca Salar de Pedernales fue del 90% (Chao = 10. IC95% 9 – 23) (Figura 66). Existe un 10% o más de mamíferos (roedores principalmente) que todavía podrían ser registrados si se incrementa el muestreo en la cuenca.

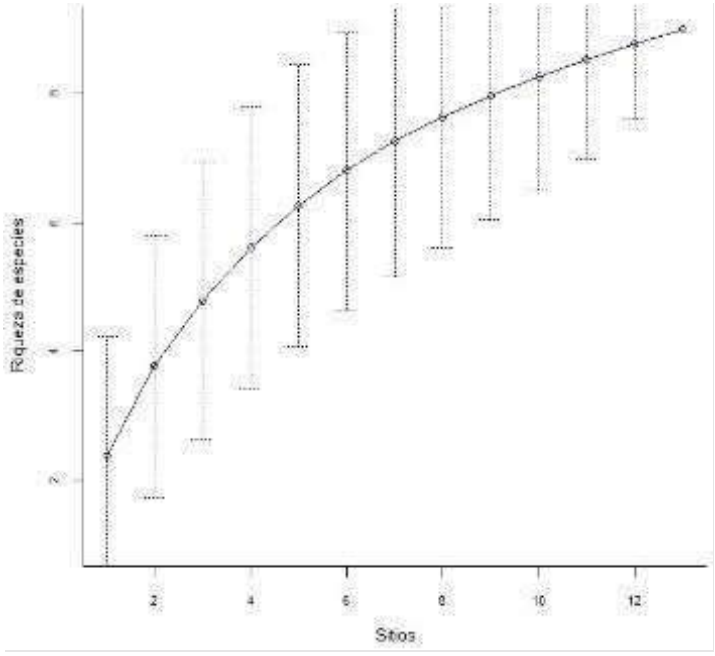


Figura 66. Curva de acumulación de especies de mamíferos con tendencia a alcanzar su asíntota en la Cuenca Salar de Pedernales.

4.4.4 Resultados preliminares del fototrampeo

Con las 5 cámaras instaladas y los 137 días de funcionamiento (entre el 30 noviembre 2021 hasta el 19 de abril de 2022), el esfuerzo inicial de foto trampeo esperado era de 685 días. Sin embargo, 2 de las cámaras instaladas no registraron datos o dichos datos se perdieron por mal función del material. Por consecuencia, los registros pudieron efectuarse solo en 3 sitios durante el periodo considerado, sumando finalmente 411 días cámaras.



Figura 67. Ubicación de las cámaras trampas instaladas

A continuación, se describen brevemente los resultados preliminares para cada sitio:

- Cauce pedregoso con roqueríos en SVAHT de Qda. Ciénaga (CAM005) con 928 eventos de captura, un total de 7 especies registradas, principalmente aves, destacando el canastero chico (*Asthenes modesta*), especie que no había sido registrada durante la campaña de muestreo directo en ninguno de los sitios visitados, y por otra parte la presencia de la especie introducida *Lepus europeus*
- Pajonal hídrico de las riberas del Río de la quebrada Leoncito (camtrack01) con 1932 eventos de captura, registra 15 especies destacando un registro de puma con presa, y una alta frecuencia de eventos de Chirihue verdoso (*Sicalis olivascens*), Bandurrilla de pico recto (*Ochetorhynchus ruficaudus*), tropillas de vicuña (*Vicugna vicugna*) con crías y juveniles, ratón andino (*Abrothrix andinus*), y liebre europea (*lepus europeus*) ocupando este hábitat.
- Roquerios colindantes a SVAHT de Pastos largos (camtrack02), con 320 eventos de captura, registra 15 especies, destacando la captura de tropillas de guanacos (*Lama guanicoe*), la

viscacha de montaña (*Lagidium viscacia*) y el ratón andino entre los mamíferos, y el chirihue dorado (*Sicalis auriventris*) y carancho cordillerano (*Phalcoboenus megalopterus*) entre las aves.



Figura 68. Registro de Asthenes modesta (canastero chico) con cámara trampa.



Figura 69. Registro de Lama guanicoe.



Figura 70. Registro de Abrothrix andinus (ratón andino) con cámara trampa.



Figura 71. Registro de Lagidium viscacia (viscacha) con cámara trampa.



Figura 72. Registro de Lepus europeus (liebre) con cámara trampa.



Figura 73. Registro de Lycalopex culpaeus (zorro culpeo) con cámara trampa.



Figura 74. Registro de Puma concolor (puma) con cámara trampa.



Figura 75. Registro de Vicugna vicugna y Lama guanicoe (vicuña y guanaco) con cámara trampa



Figura 76. Registro de tropilla de Vicugna vicugna (vicuña) con cámara trampa



Figura 77. Registro de tropilla de Vicugna vicugna (vicuña) con cámara trampa

4.4.5 Comparación entre especies potenciales y registros del presente estudio

La revisión de las bases de datos y literatura permitió determinar que, en el área, potencialmente, podrían presentarse 54 especies de vertebrados distribuidos en cinco especies de reptiles, 40 de aves y 9 de mamíferos, enfrentando diferentes categorías de conservación y apéndices CITES. En la Tabla 13 se contrasta el elenco de especies potenciales con las especies registradas en el Área de Estudio durante la campaña de muestreo y los registros de cámaras trampas.

Tabla 13. Especies potenciales en relación a las especies observadas en el Área de Estudio, origen geográfico, estado de conservación y apéndice CITES.

Grupo taxonómico	Familia	Especie	Nombre común	OG	EC	CITES	REGISTROS	POTENCIAL
ANFIBIOS	Bufonidae	Rhinella spinulosa	Sapo de rulo	N	LC			X
REPTILES	Liolaemidae	*Liolaemus andinus*	Lagartija andina	N				X
		Liolaemus atacamensis	Lagartija de Atacama	E	LC			X
		Liolaemus isabelae	Lagartija de Isabel	E	VU			X
		Liolaemus patriciaiturrae	Lagarto de Patricia Iturra	E	VU		OD / CT?	
		Liolaemus rosenmanni	Lagarto de Rosenmann	E	VU		OD / CT	
	Tropiduridae	*Phrynosaura audituvelata*	Dragón de oído cubierto	E				X
			Riqueza	7			2	5
AVES	Rheidae	*Rhea pennata*	Ñandú	N	VU			X
	Tinamidae	*Tinamotis pentlandii*	Perdiz de la puna	N	LC			X
	Anatidae	*Oressochen melanopterus*	Piuquén	N	LC		OD	
		Lophonetta specularioides	Pato juarjual	N			OD	
		Anas flavirostris	Pato jergón chico	N			OD / CT	
		Anas georgica	Pato jergón grande	N				X
		Anas puna	Pato puna	N				X
		Oxyura jamaicensis	Pato rana de pico ancho	N				X
	Phoenicopteridae	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco chileno	N	NT	II	OD	
		Phoenicoparrus andinus	Parina grande	N	VU	II	OD	
		Phoenicoparrus jamesi	Parina chica	N	VU	II	OD	
	Columbidae	*Metriopelia melanoptera*	Tórtola cordillerana	N			CT	X
		Metriopelia aymara	Tórtola de la puna	N			CT	X
	Rallidae	*Gallinula galeata*	Tagüita del norte	N				X
		Fulica cornuta	Tagua cornuda	N	NT			X
		Fulica gigantea	Tagua gigante	N	LC		OD	
		Fulica ardesiaca	Tagua andina	N				X
	Charadriidae	*Charadrius alticola*	Chorlo de la puna	N			OD	
		Phegornis mitchellii	Chorlo cordillerano	N	NT			X

Grupo taxonómico	Familia	Especie	Nombre común	OG	EC	CITES	REGISTROS	POTENCIAL
	Recurvirostridae	*Recurvirostra andina*	Caití	N			OD	
	Scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	M			OD	
		Gallinago andina	Becasina de la puna	N				X
		Phalaropus tricolor	Pollito de mar tricolor	M				X
		Tringa melanoleuca	Pitotoy grande	M				X
		Tringa flavipes	Pitotoy chico	M				X
	Thinocoridae	*Attagis gayi*	Perdicita cordillerana	N	LC			X
		Thinocorus orbignyianus	Perdicita cojón	N			XOD	
		Thinocorus rumicivorus	Perdicita común	N				X
	Laridae	*Chroicocephalus serranus*	Gaviota andina	N			OD	
	Cathartidae	*Vultur gryphus*	Cóndor	N	NT	I		X
	Accipitridae	*Geranoaetus polyosoma*	Aguilucho	N			OD	
	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza	N				X
	Strigidae	*Asio flammeus*	Nuco	N	LC		OD	
		Athene cunicularia	Pequén	N				X
	Falconidae	*Phalcoboenus megalopterus*	Carancho cordillerano	N			XOD / CT	
		Falco sparverius	Cernícalo	N				X
		Falco femoralis	Halcón perdiguero	N				X
	Rhinocryptidae	Cicnclodes albiventer	Churrete acanelado del norte	N				X
		Cinclodes atacamensis	Churrete de alas blancas	N				X
		Geositta cunicularia	Minero común	N				X
	Furnariidae	*Geositta punensis*	Minero de la puna	N			OD	
		Geositta rufipennis	Minero cordillerano	N			OD	
		Geositta isabellina	Minero grande	N			OD	
		Ochetorhynchus ruficaudus	Bandurrilla de pico recto	N			CT	X
		Upucerthia dumetaria	Bandurrilla	N				X
		Leptasthenura aegithaloides	Tijeral	N			ODX	
		Asthenes modesta	Canastero chico	N			CT	X
	Tyrannidae	*Lessonia oreas*	Colegial del norte	N			OD	
		Muscisaxicola maculirsotris	Dormilona chica	N			CT	X
		Muscisaxicola rufivertex	Dormilona nuca rojiza	N			OD	
		Muscisaxicola cinereus	Dormilona cenicienta	N			OD / CTX	
		Muscisaxicola flavinucha	Dormilona fraile	N			ODX	
		Muscisaxicola albilora	Dormilona de ceja blanca	N			OD	

Grupo taxonómico	Familia	Especie	Nombre común	OG	EC	CITES	REGISTROS	POTENCIAL
		Muscisaxicola capistratus	Dormilona rufa	N				X
		Muscisaxicola frontalis	Dormilona de frente negra	N			OD	
		Agriornis montanus	Mero gaucho	N				X
	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina de dorso negro	N			OD	
		Riparia riparia	Golondrina barranquera	N				X
		Hirundo rustica	Golondrina bermeja	M				X
		Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina grande	N				X
	Mimidae	*Mimus triurus*	Tenca de Alas blancas	N				X
	Motacillidae	*Anthus correndera*	Bailarín chico	N			OD	
	Fringillidae	*Spinus atratus*	Jilguero negro	N				X
		Spinus uropygialis	Jilguero cordillerano	N				X
	Passerellidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol	N			OD / CT	
	Thraupidae	*Sicalis auriventris*	Chirihue dorado	N			OD / CT	
		Sicalis olivascens	Chirihue verdoso	N			CT	X
		Phrygilus atriceps	Cometocino del norte	N			CT	X
		Geospizopsis unicolor	Pájaro plomo	N			OD / CT	
		Geospizopsis plebejus	Plebeyo	N				X
			Riqueza	70			30	40
MAMÍFEROS	Didelphidae	*Thylamys pallidior*	Marmosa de la puna	N				X
	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Vampiro	N				X
	Molossidae	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago ocmún	N	LC			X
	Vespertilionidae	*Histiotus montanus*	Murciélago orejudo menor	N	LC			X
	Cricetidae	*Abrothrix andinus*	Ratón andino	N	LC		CT	X
	Ctenomyidae	*Ctenomys fulvus*	Tuco tuco de Atacama	N	LC		OD /CT	
	Chinchillidae	*Chinchilla chinchilla*	Chinchilla de cola corta	N	CR	I	OI	
		Lagidium viscacia	Vizcacha de montaña	N	LC	I	OD / CT	
	Camelidae	*Lama guanicoe*	Guanaco	N	VU	II	OD / CT	
		Vicugna vicugna	Vicuña	N	VU	I	OD / CT	
	Felidae	*Leopardus* sp.	Gato	N			OI	
		Leopardus garleppi	Gato de Garleppi	N				X
		Leopardus colocola	Gato colocolo	N				X
		Leopardus jacobita	Gato andino	N		I		X
		Puma concolor	Puma	N	NT	I	OI / CT	
	Canidae	*Lycalopex culpaeus*	Zorro culpeo	N	LC	II	OD /CT	
	Mutelidae	*Galictis cuja*	Quique	N	LC			X
	Leporidae	*Lepus europaeus*	Liebre Europea	I			OD / CT	

Grupo taxonómico	Familia	Especie	Nombre común	OG	EC	CITES	REGISTROS	POTENCIAL
		Riqueza		15			9	9

OG = Origen Geográfico: E=Endémico/N=Nativo/m=Migratorio Boreal/I=Introducido
EC = Estado de Consrvación 16° Proceso RCE: LC=Preocupación Menor/NT=Casi Amenazado/VU=Vulnerable/CR=Peligro Crítico
REGISTROS: OD = Observación Directa / OI = Observación indirecta (rastros, heces, etc.) / CT = Registro de Cámara Trampa

Fuente: Elaboración propia, 2022.

4.4.6 Descripción de especies amenazadas registradas en los sitios de estudio

Se presenta a continuación un cuadro descriptivo de las especies registradas en la zona de estudio que se encuentran clasificadas en alguna categoría de amenaza, junto con consideraciones sobre sus sensibilidades ambientales y desafíos de conservación. Salvo las expresamente citadas en texto, las principales fuentes utilizadas para estas descripciones fueron:

Ministerio del Medio Ambiente:

http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx

IUCN Red List 2021-3 (https://www.iucnredlist.org/

4.4.6.1 *Liolaemus patriciaiturrae* (Lagartija de Patricia Iturra)

- Distribución y hábitat: Especie nativa endémica de la Región de Atacama, con las poblaciones conocidas distribuidas entre el Salar de Pedernales y el Nevado Jotabeche, en el rango altitudinal 3000 – 4200 msnm. El hábitat descrito corresponde a ambientes desérticos circundantes a los salares altoandinos en sectores con escasa vegetación de pajonales arenosos y con rocas criofracturadas. Es descrita como una especie vivípara con dieta compuesta de invertebrados y materiales vegetales. En el Área de Estudio, se registró su ocurrencia en 3 sitios: El Colorado, Qda. Ciénaga y Tordillos, ocupando pedregales con vegetación en sectores ecotonales de los SVAHT.
- Descripción taxonómica: Saurio de tamaño grande y aspecto robusto. Regiones laterales del tronco muy rechonchas. Cabeza robusta, triangular más larga que ancha. Extremo del hocico poco agudo. Cuello lateralmente más ancho que la cabeza, debido a los pliegues laterales del cuello. Extremidades cortas y robustas. Cola cilindro cónica, corta, de longitud igual o algo mayor que la distancia hocico-cloaca.
- Desafíos de conservación y sensibilidad ambiental: Su distribución actual conocida restringida junto con las varias perturbaciones humanas que pesan sobre su hábitat (pérdida y degradación por causas antrópicas y contaminación) e indicios de disminución poblacional la llevan a ser clasificada en categoría de Vulnerable (VU) según RCE vigente, y en categoría de Casi amenazada (NT) según IUCN. Esta última evaluación sugiere implementar medidas de conservación enfocadas a la investigación y monitoreo de las poblaciones para vigilar su tendencia ante el crecimiento de las actividades mineras en su área de distribución conocida. Por su ocurrencia en ecotonos de SVAHT, condición de endémica con distribución restringida,

en categoría de vulnerable y poca movilidad, esta especie es probablemente muy sensible a degradación y/o destrucción de los SVAHT.

4.4.6.2 *Liolaemus rosenmanni* (Lagartija de Rosenmann)

- Distribución y hábitat: Especie nativa endémica del altiplano de la Región de Atacama, con tan sólo 4 localidades conocidas. El hábitat descrito corresponde a estepa de altura y pajonales - pastizales de Stipa spp. Festuca spp. de las riberas de cuerpos y cursos de agua de los ambientes altiplánicos que circunden los salares, en un rango altitudinal entre 2000 a 4200 msnm. Es considerada una especie vivípara, con dieta principalmente conformada por artrópodos.
- Descripción taxonómica: De tamaño mediano. La hembra es más pequeña que el macho. Aspecto muy robusto en los machos, más grácil en las hembras. Cabeza triangular más larga que ancha, de rostro algo agudo. El cuello lateralmente es más ancho que la cabeza tanto en machos como en hembras. Prominente pliegue a los lados del cuello, muy abultado.
- Desafíos de conservación y sensibilidad ambiental: Debido a su distribución conocida restringida y bajo tamaño poblacional estimado, también a que se describen amenazas importantes ligadas a disminución, degradación o destrucción del hábitat (creación de caminos, tránsito de camiones, desecación de los cursos de agua, fuentes y riesgos de contaminación por cianuro de potasio, faenas mineras en general), la especie está clasificada en categoría de vulnerable (VU) según RCE vigente. Clasificada como Casi amenazada (NT) en la lista roja de IUCN, por considerar un declive en calidad y extensión de su hábitat, pero con tendencias poblacionales estables (abundante en su rango conocido, sin indicios de cambios). Entre sus necesidades de conservación se señala principalmente la protección de los sitios / áreas de ocurrencia. Por ocupar los SVAHT y otros micro hábitats ecotonales relacionados, su condición de endémica con distribución muy restringida, su categoría de vulnerable y poca movilidad, esta especie es probablemente muy sensible a degradación y/o destrucción de los SVAHT.

4.4.6.3 *Phoenicoparrus andinus* (Parina grande, Flamenco andino)

- Distribución y hábitat: Ave migratoria, nativa de las cuencas andinas altiplánicas endorreicas de la Puna desde el sur de Perú, Bolivia, norte de Chile y noroeste argentino. En chile se registra desde el altiplano de la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Atacama (Laguna del Negro Francisco). Sus preferencias de hábitat son los salares y cuerpos de agua salobres y someros entre los 2000 a 5000 msnm. Aunque principalmente filtrador de zoo y fitoplancton, se alimenta sin embargo de amplio espectro de organismos acuáticos presentes en las lagunas que frecuenta (peces, invertebrados, plantas vasculares). Durante la campaña de muestreo, la parina grande se registró en los sitios Salar de Pedernales (130 individuos), Salar de La Laguna (110 individuos), Salar de Piedra Parada (306 individuos), y cabecera Río La Ola (8 individuos).
- Descripción taxonómica: Altura máxima de 136 cm. Plumaje de color blanco a rosa pálido. Parte anterior del cuello y pecho de color vinoso. Alas de color rojo bermellón con remeras de intenso color negro. El pico es negro en la punta, con base amarilla con una mancha roja en su parte anterior y otra en su parte posterior. Patas de color amarillo con tonalidades rosadas tenues. Articulaciones de color rojo pardo. Ojos con iris de color café oscuro.

- Desafíos de conservación y sensibilidad ambiental: La Parina grande es considerado uno de los flamencos más escasos a nivel mundial. Se encuentra en categoría de Vulnerable según RCE vigente y UICN debido a la fuerte disminución de sus poblaciones en los últimos años junto con las distintas amenazas que pesan tanto sobre su hábitat (extracción de agua, artificialización, modificación de los flujos y regímenes de agua, contaminación por efluentes industriales y actividades mineras, cambio climático) como sobre las poblaciones mismas (perturbaciones antrópicas como el turismo no regulado, la caza y la recolección de huevos). Esta también incluida en el apéndice III de la convención internacional CITES. Aunque existen varias iniciativas y acciones de conservación en su área de distribución total, Las principales necesidades señaladas apuntan a reforzar la vigilancia y protección sobre su hábitat, junto con estudios de los impactos de las actividades mineras y monitoreo de las poblaciones conocidas.

4.4.6.4 *Phoenicoparrus jamesi* (Parina chica)

- Distribución y hábitat: Aunque ocurren migraciones parciales, es en general un ave considerado residente de las cuencas endorreicas de los ambientes altiplánicos y puneños, desde el sur de Perú, oeste de Bolivia, noroeste argentino y norte de Chile. En Chile está presente desde el extremo norte en la Región de Arica y Parinacota hasta la laguna del Negro Francisco en la Región de Atacama. Su hábitat principal, son los salares y cuerpos de aguas salinos y salobres con poca profundidad de estas zonas, entre 3500 a 4700 (5000) msnm.; Consume principalmente el fito y zooplancton presente en estos peculiares ambientes lacustres. En el Área de Estudio, los principales registros de ocurrencia son los sitos de Salar de la Laguna (53 individuos) y Salar de Pedernales (10 individuos).
- Descripción taxonómica: Altura máxima de 90 cm. La más pequeña de las tres especies que habitan Chile. Patas rojas y coloración escarlata en la base del cuello y en el dorso. El tercio posterior del cuerpo negro, menos notable que en la Parina grande. Cuello, patas y pico más cortos y de menor curvatura que en las otras dos especies, y de color amarillo anaranjado, con un agudo ápice negro. Iris de color negro.
- Desafíos de conservación y sensibilidad ambiental: Debido a densidades poblacionales consideradas reducidas, La Parina chica es clasificada como Vulnerable (VU) en Chile según RCE vigente. Sus poblaciones y hábitat sufren las mismas presiones y amenazas que la Parina grande. Aunque las presiones de caza y recolección de huevos se registran en fuerte disminución, son la calidad y extensión de sus hábitats quienes se ven más afectados debido a desecación de humedales por actividades extractivas tanto del recurso agua como de minerales; también las poblaciones se ven afectadas por la presión de actividades recreativas y turismo no controlado, perturbando la conducta en periodos reproductivos. Como en su área de distribución total existen poblaciones mayores y la existencia de áreas protegidas claves para la especie, es clasificada como casi amenazada (NT) según IUCN. Está presente en el apéndice II de CITES. Al igual que la Parina grande, la especie cuenta con programas de escalas nacionales e internacionales para su conservación. Como estrategias para mejorar el estado de conservación, los esfuerzos sugeridos apuntan a sistematizar, coordinar y fortalecer los monitoreos poblacionales, así como incrementar la red de áreas de conservación, sobre todo para las colonias de nidificación. El principal sitio de importancia para la especie en el Área de Estudio es el salar de Piedra Parada, con registros constantes de presencia según datos de

los censos nacionales de flamencos altoandinos (CONAF Atacama, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020). También según el informe técnico justificatorio Reserva Nacional Volcán Doña Inés (Departamento de Áreas Silvestres Protegidas de CONAF Atacama, 2016) se destaca el mismo Salar de Piedra Parada por haber sido el único sitio de nidificación de la especie en el pasado para la Región de Atacama (registros en 1988, y periodos 2006 a 2009), y aun cuando los censos de los años posteriores de la misma institución no reportan nidificación, señalan que presenta "condiciones ecológicas propicias para el establecimiento de nidos" (BirdLife International, 2016).

4.4.6.5 *Chinchilla chinchilla* (Chinchilla de cola corta)

- Distribución y hábitat: La distribución histórica de esta peculiar especie de roedor colonial abarca las regiones altiplánicas desde el sur de Perú, noroeste argentino, Bolivia y norte de Chile. Después de haber sido considerada extinta en la naturaleza, se han registrado los últimos decenios varias colonias, principalmente en las regiones de Antofagasta y Atacama, y territorios colindantes en Bolivia, mientras no hay registros documentados en los otros países en los últimos 50 años (Valladares et al., 2014). Evaluaciones más recientes de la IUCN la consideran extinta en Perú y con presencia incierta en Argentina y Bolivia. Su rango altitudinal registrado va desde los 3000 hasta los 6000 msnm. Habita en áreas de roqueros y acantilados en ambientes de estepas áridas y pajonales altiplánicos. En áreas de estudios cercanos, oeste de Salar Grande (cita) y al sur (sectores Pantanillo, Ciénaga Redonda, Laguna Santa Rosa y Quebradas Piedras Lindas – ver Lagos et al., 2012 y Valladares et al., 2014) se registran la ocurrencia de la especie en rango altitudinal 3900 a 4300 msnm. En cuanto a la campaña de muestreo realizado en los sitios del Área de Estudio de los SVAHT permitió detectar la presencia indirecta de la especie en 6 de los 13 sitios visitados, en ambientes de roqueríos colindantes a dichos humedales.
- Descripción taxonómica: Roedor histricomorfo, mediano (300 a 380 mm de longitud). Pelaje con tonos brunos, muy denso y largo. Cola corta aproximadamente el 25% de su longitud total. Orejas pequeñas, cabeza redondeada. Actividad crepuscular y nocturna. Colonial.
- Desafíos de conservación y sensibilidad ambiental: Sus poblaciones son consideradas muy reducidas por la fuerte presión de caza y comercio ilegal de individuos en el pasado, lo cual habría llevado la especie al borde de la extinción, y que actualmente presentaría aún una alta vulnerabilidad a la extinción. La especie está actualmente clasificada como En Peligro (EN) según IUCN y se encuentra en el apéndice I de CITES. En Chile, la especie está clasificada en categoría de Peligro Critico (CR). Actualmente, la mayor amenaza reconocida para las poblaciones chilenas es la proximidad de las colonias conocidas con áreas de explotación minera, las construcciones lineales, ambas provocando la degradación del hábitat, entre otras amenazas señaladas en el Decreto N°19 de 2021 del MMA que aprueba el "Plan de recuperación, conservación y gestión de Chinchilla de cola corta". Las tendencias poblacionales son descritas como decrecientes con las populaciones severamente fragmentadas con severas implicancias sobre su diversidad genética y por ende alto riesgo de extinción. Esta condición, junto con la baja movilidad de individuos reportados (SGA, 2018), hace muy relevante la conservación de los ambientes ecológicamente favorables para la especie y mantener su conectividad a escala de paisaje. En relación a los vacíos para su conservación efectiva,

Valladares et al. 2014 señalan la necesidad de desarrollar programas de conservación para ambas de las especies C. chinchilla y C. laniger presentes en Chile, considerando elementos claves de distribución, abundancia, dinámica poblacional, su ecología en general, así como también genética y biología reproductiva. Dichos vacíos y necesidades pretenden ser abordados por el recientemente aprobado plan RECOGE de la especie (Decreto N°19 MMA 2020).

4.4.6.6 *Lama guanicoe* (Guanaco)

- Distribución y hábitat: Este camélido nativo sudamericano tiene una amplia distribución desde el norte de Perú hasta la Isla de Tierra del Fuego e Isla Navarino, con las mayores poblaciones en Argentina. Su distribución actual en Chile, muestra un patrón discontinuo; en efecto, esta distribución es fragmentada, entre las Regiones de Arica y Parinacota hasta la Región del Libertador Bernardo O´Higgins donde ocurre principalmente en la franja andina y altiplánica, con excepción de algunas poblaciones costeras entre la Región de Antofagasta y Atacama. Aparte de presencia ocasional en sectores andinos marginales de la Región del Maule, la especies no se vuelve a encontrar hasta en las Regiones de Aysén y Magallanes donde se considera que está presente el 80% de la población estimada para Chile. El guanaco es un herbívoro generalista y poco selectivo que utiliza una gran diversidad de ambientes desde bosques abiertos hasta ambientes desérticos, y ocupa matorrales xerofíticos semi-áridos, praderas y estepas de altura en un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 5000 msnm. En el Área de Estudio se ha registrado su presencia en 11 de los 13 sitios (84,6%) tanto en los parches de vegetación con agua (pajonales hídricos, vegas y bofedales) como en las zonas ecotonales de pedregales con vegetación.
- Descripción taxonómica: El mayor de los mamíferos terrestres de Chile y el ungulado más grande de Sudamérica. Alcanza entre 1,2 y 2 metros de longitud (cabeza a cola). 0,9 a 1 m de altura a la cruz y un peso de hasta 120 kg. (machos). Destaca por sus piernas y cuello largo, pezuñas provistas de cojinetes córneos. Pelaje largo y suave color general café rojizo, con las partes inferiores blanquecinas y la cara gris oscura.
- Desafíos de conservación y sensibilidad ambiental: El guanaco se encuentra en el apéndice III de CITES. Aunque clasificado como de Preocupación Menor (LC) a nivel global por UICN, mientras que en su distribución norte y centro-norte de chile está clasificado como Vulnerable (VU) según RCE vigente. La especie en general está sometida a diversas presiones y amenazas, desde la caza ilegal, enfermedades, interacciones negativas con especies introducidas, conflictos fauna-humanos, cambio climático y desastres naturales. Sus hábitats también están afectados por destrucción y pérdida de calidad debido a los impactos antrópicos de cambios de usos de suelos, actividades extractivas, modificación de los ecosistemas, etc. que actúan en sinergia con otros factores ambientales. En consecuencia, aunque la población total es aún grande y ampliamente distribuida (aunque se estima que ocupa actualmente solo 26% de su rango original), está cada vez más fragmentada y la especie sigue en declive desde el siglo XIX. En Chile, las principales amenazas son la caza ilegal, la depredación por perros asilvestrados, hibridación con llamas en áreas de pocas densidades de guanacos, reducción y fragmentación del hábitat debido al desarrollo de infraestructuras viales y energéticas, actividades mineras y extractivas. También en sectores donde la población se ve aumento, se

está generando situaciones de conflictos con las actividades de ganadería extensiva. De tan diversas amenazas, se desprende que las necesidades de acciones para mejorar su estado de conservación efectiva son varias, desde una mejor gestión territorial parar resguardar los hábitats hasta medidas legislativas, de manejo de extracción y educación / sensibilización; también las iniciativas de investigación de su ecología, la estimación y monitoreo de las tendencias poblacionales se deben reforzar y sistematizar. En este último aspecto, los censos estivales de camélidos silvestres realizados por CONAF ATACAMA (2021) desde hace una década en el Área de Estudio, destacan la importancia de los humedales de Leoncito para la especie, junto a la vertiente oriental de la cordillera de Domeyko, y de la cuenca del Salar de Pedernales en general por concentrar una importante proporción de juveniles (32% según el censo de 2021). Estos mismos censos señalan una tendencia al aumento de individuos en la cuenca del Salar de Pedernales durante la década considerada.

4.4.6.7 *Vicugna vicugna* (vicuña)

- Distribución y hábitat: Ecorregiones puneñas y altiplánicas de Perú, Bolivia noroeste argentino y norte chileno, en rango altitudinal desde los 3000 hasta los 5000 msnm. 2 subespecies reconocidas, la vicuña de norte (*V. vicugna mensalis*) y vicuña autral (*V. v. vicugna*), ambas presentes en Chile. Las poblaciones presentes en la Región de Atacama, y por ende en la zona de estudio, corresponden a la vicuña austral. La vicuña habita y se alimenta preferentemente en los humedales altiplánicos como vegas y bofedales, riberas con vegetación azonal de los cursos de agua y lagunas altiplánicas (SVAHT). Aunque su área de ocupación y desplazamiento abarca los ambientes xerofíticos y desérticos de altura de las ecorregiones mencionadas, es un animal muy dependiente de los humedales y recurso agua (bebedoras obligadas); pero por la fragmentación natural de estos sistemas en el altiplano (oasis), transita por varios ambientes de pastizales, pajonales y matorrales desérticos de altura (tolares) que ofician como corredores.
- Descripción taxonómica: Camélido pequeño, pesa entre 40 y 50 kg y mide 80 cm de longitud. Color beige o marrón claro rojizo en el lomo, blanco en la zona central y las patas. Mechón en la parte del pecho de pelos largos y blancos. Patas largas y delgadas, terminadas en almohadillas para caminar sobre varios tipos de suelos, incluso pedregosos. La fibra de su lana está entre las más finas del mundo, midiendo 15 µm de diámetro.
- Desafíos de conservación y sensibilidad ambiental: La vicuña austral se encuentra en el apéndice I de CITES y clasificada como Preocupación Menor (LC) según UICN. Sin embargo, en Chile está clasificada como Vulnerable (VU) por las evidencias de la disminución de sus poblaciones en los últimos 20 años en este país y la reducción de la calidad de su hábitat principal por sobrepastoreo y sequias prolongadas, junto a la creciente presión de extracción de agua y destrucción de hábitat por las actividades extractivas de la minería metálica y no metálica (litio). En cuanto a la importancia de su conservación, tanto a escala global como a escala local, se destaca la vicuña como un ingeniero ecosistémico que contribuye a la dispersión de semillas, al ciclo de nutrientes y la fertilización del suelo (Wheeler, 2020); debido a su alta co-adaptación con la vegetación de los hábitats de humedales tipo SVAHT, es considerada como un herbívoro de bajo impacto que es clave en la mantención de estos mismos humedales. Según los censos estivales realizados por CONAF ATACAMA (2021), efectuados en el área comprendida entre el Salar de Pedernales y el Parque Nacional Nevado Tres Cruces, la abundancia histórica

registrada de vicuñas ha mostrado un descenso general en el periodo 2007 – 2020. Este mismo estudio señala la importancia de la cuenca del Salar de Pedernales, y en particular las vegas de Leoncito, por concentrar la mayor cantidad de juveniles observados durante los últimos censos.

4.4.7 Lista preliminar de especies de vertebrados terrestres sensibles entorno a los SVAHT del Área de Estudio

Se lista a continuación en la

Tabla 14 las especies registradas asociadas a SVAHT, cuya degradación o destrucción del hábitat SVAHT tendría un impacto sobre los individuos, debido a su dependencia a los SVAHT como hábitat y/o de su baja movilidad.

Tabla 14. Listado de especies en el Área de Estudio

Nombre cientifico	**Nombre común**
Liolaemus patriciaiturrae	Lagarto de Patricia Iturra
Liolaemus rosenmanni	Lagarto de Rosenmann
Oressochen melanopterus	Piuquén
Charadrius alticola	Chorlo de la puna
Recurvirostra andina	Caití
Calidris bairdii	Playero de Baird
Thinocorus orbignyianus	Perdicita cojón
Geositta punensis	Minero de la puna
Geositta isabellina	Minero grande
Lessonia oreas	Colegial del norte
Muscisaxicola cinereus	Dormilona cenicienta
Muscisaxicola flavinucha	Dormilona fraile
Muscisaxicola albilora	Dormilona de ceja blanca
Muscisaxicola rufivertx	Dorminola de nuca rojiza
Muscisaxicola frontalis	Dormilona de frente negra
Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina de dorso negro
Sicalis auriventris	Chirihue dorado
Sicalis olivascens	Chirihue verdoso
Vicugna vicugna	Vicuña
Abrothrix andinus	Ratón andino

Fuente: Elaboración propia, 2022.

4.4.8 Análisis de sensibilidades ambientales

Este trabajo es una primera aproximación al conocimiento de la fauna de vertebrados terrestres de los 13 sitios considerados por el Consejo de Defensa del Estado para la Cuenca del Salar de Pedernales. Existen estudios de diferentes autores que detallan la presencia de especies de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, sin embargo, muchas de esas especies solo están descritas como potenciales y muchas de ellas presentan sus distribuciones altitudinales, por debajo del nivel altitudinal de este estudio (Olivares *et al*., 2009). Por ejemplo, para el caso de los reptiles, Olivares *et al.,* (2009) reportan 12 especies de los cuales 11 son potenciales y solo una fue observada (*Liolaemus rosenmanni*). Este estudio, dentro de los 13 sitios, reportó la presencia de *L. rosenmanni* y *L. patriciaiturrae*, por observación directa, con una baja posibilidad de encontrar nuevas especies para los 13 sitios evaluados y en el rango altitudinal comprendido. Situación similar se presenta en el caso de aves y mamíferos. Se destaca el hecho que los registros de este estudio fueron obtenidos tanto por observación directa de individuos durante la campaña de muestreo o mediante registro de cámara trampa, como registros indirectos por detección de huellas, heces u otros rastros atribuibles a un taxón determinado.

Considerando el índice de Chao2 y las curvas de acumulación de especies, es posible todavía que se incremente el número de aves y mamíferos. Este estudio fue limitado en el tiempo y solo abarca parcialmente 2 temporadas en 3 de los 13 sitios. Por lo tanto, no se evaluó la estacionalidad a la que pueden responder algunas especies. Tampoco se emplearon redes de niebla para aves de difícil observación y especies del grupo de los quirópteros o trampas para micromamíferos, que difícilmente se pueden registrar por observación directa. Las cámaras trampa colocadas en algunos humedales, permitieron conocer algunas especies de las que se observaron rastros o huellas, incluso, especies que no fueron vistas o de las cuales, sus indicios de presencia indirecta no fueron detectados durante el trabajo.

La probabilidad de convertir a las especies potenciales en especies observadas dependerá únicamente del muestreo continuo en el Área de Estudio, es decir de un programa de monitoreo. La estacionalidad es un factor determinante en los resultados, cuando se realizan inventarios de especies. Debe considerarse que las curvas de acumulación se calcularon para toda la cuenca y en un tiempo acotado.

Dado el alto porcentaje (37%) de especies detectadas que se encuentran catalogadas en algún estado de conservación o bajo los apéndices CITES, sobre todo, la presencia de una especie en Peligro Crítico, la alta frecuencia (92% de los sitios evaluados) y número de especies en categoría de Vulnerable (siete taxa, 17%), así como también el grado de endemismo de otras y/o su estrecha relación con los SVAHT como hábitat, se recomienda que estas especies se consideren como objetos de conservación prioritarios en el Plan de Manejo que se encuentra en elaboración.

4.5 Conclusión

Se concluye de manera preliminar que el grupo de las aves fue el componente taxonómico más numeroso en los 13 sitios de la Cuenca del Salar de Pedernales, seguido por los mamíferos y los reptiles. No se registró anfibios ni peces a pesar del esfuerzo de muestreo realizado.

Considerando el alcance y objetivo del presente inventario, efectuado durante una sola campaña a fines de noviembre 2021, evidentemente permite tener solo una visión parcial de la fauna de vertebrados asociados a los sitios del Área de Estudio y aun considerando los registros por cámara trampa. Para tener una mejor aproximación a las variaciones de ocupación de la fauna es necesario reforzar campañas de muestreo y sistematizar mediante monitoreo, con el objetivo de generar una base de conocimiento sobre la abundancia y dinámica de las especies sensibles y de interés para el futuro Plan de Manejo. Lo anterior debería considerarse como parte de las actividades a priorizar para dicho Plan, y en articulación directa con otras medidas del avenimiento, tales como EST-01 y EST-02. Así mismo, se sugiere incrementar el tiempo de permanencia en cada sitio, para tener un mejor alcance de la fauna que depende de estos humedales altoandinos.

4.6 Referencias

Acebes, P., Wheeler, J., Baldo, J., Tuppia, P., Lichtenstein, G., Hoces, D. & Franklin, W. L. (2018). *Vicugna vicugna* (errata version published in 2019). The IUCN Red List of Threatened Species 2018. Recuperado 23 de diciembre de 2021. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22956A145360542.en

Acebes, P. & Gonzalez, B. (2021). *Vicugna vicugna (Green Status assessment)*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021. Recuperado 23 de diciembre de 2021. https://www.iucnredlist.org/species/22956/145360542

Angulo, A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V. y La Marca E. (Eds.). (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional, Serie Manuales de Campo Nº 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá, Colombia. 298 pp.

Aguirre, J. y Torres, H. (2005). Aves de los humedales altoandinos del norte de Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF), Gobierno de Chile. 180 pp.

Baldi, R. B., Acebes, P., Cuéllar, E., Funes, M., Hoces, D., Puig, S. & Franklin, W. L. (2016). *Lama guanicoe.* The IUCN Red List of Threatened Species 2016. Recuperado el 23 de diciembre de 2021. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T11186A18540211.en.

BirdLife International. (2016). P*hoenicoparrus jamesi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. Recuperado el 22 de diciembre de 2021. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22697398A93612106.en.

BirdLife International. (2020). *Phoenicoparrus andinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020. Recuperado el 22 de diciembre de 2021. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T22697387A182422217.en.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). (2021). *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres: Apéndice I, II y III*. Recuperado el 22 diciembre de 2021. https://cites.org/esp/app/appendices.php

Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Atacama. (2015). Censo de Flamencos altoandinos, en el marco del Censo Internacional de Flamencos Altoandinos 2015.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Atacama. (2017). Censo estival de aves altoandinas, en el marco del Censo Nacional de Flamencos Altoandinos 2017.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Atacama. (2018). Censo de Flamencos y otras aves altoandinas 2018.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Atacama. (2019). Informe monitoreo de aves altoandinas, en el marco del Censo Nacional de Flamencos Altoandinos 2019.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Atacama. (2020). Monitoreo estival de flamencos altoandinos, en el marco del VI Censo Internacional de Flamencos y Aves Altoandinos 2020.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Atacama. (2021). Informe Censo estival de Camélidos altoandinos Parque Nacional Nevado de Tres Cruces y Sitio Ramsar "Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco-Laguna Santa Rosa". Equipo de Guardaparques, Sección Conservación Diversidad Biológica. Convención Ramsar y Ministerio de Agricultura. 15 pp.

De la Maza M. y Bonacic C. (Eds.). (2013). Manual para el Monitoreo de Fauna Silvestre en Chile. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. 202 pp.

Decreto N°19 de 2020 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba Plan de recuperación, conservación y gestión de Chinchilla de cola corta (*Chinchilla chinchilla*). 01 de septiembre de 2020. http://bcn.cl/2yg34

Decreto Supremo Nº29 de 2011 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación. 26 de julio de 2011. http://bcn.cl/2k6w2

Departamento de Áreas Silvestres Protegidas de CONAF región de Atacama. (2016). Informe Técnico Justificatorio "Reserva Nacional Volcán Doña Inés". 56 pp.

Dirección General de Aguas (DGA). (2015). Diagnóstico de disponibilidad hídrica en cuencas Alto - Andinas de la Región de Atacama, Fase 2. Resumen ejecutivo. S.I.T. N°380. 37 pp.

Espejo, P., Lobos, G., Marambio, Y., Mella, J., Nunez, H., Ruiz de Gamboa, M. & Valladares, P. (2017). *Liolaemus rosenmanni*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017. Recuperado el 22 de diciembre de 2021. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T56148986A56148988.en.

Florez, A. y Rios, K. (1998). Las lagunas de las altas montañas. *Cuadernos de Geografía*, 7(1-2), 25-49.

Global Biodiversity Information Facility (GBIF). (s.f.). *Página de Inicio de GBIF.* Recuperado el 23 de diciembre de 2021. https://www.gbif.org/es

Iriarte, A. (2008). Mamíferos de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona, España. 420 pp.

Jaramillo, A. (2003). Birds of Chile. Helm Field Guides, Christopher Helm, London. 240 pp.

Kays, R. W. & Slauson, K. M. (2008). Remote Cameras. En R. Long, P. MacKay, W. J. Zielinski, & J. C. Ray (Eds.), *Noninvasive survey methods for carnivores (pp. 110-140)*. Island Press. Washington D.C., USA.

Lobos, G., Vidal, M., Correa, C., Labra, A., Díaz-Páez, H., Charrier, A., Rabanal, F., Díaz, S. y Tala, C. (2013). Anfibios de Chile, un desafío para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología. Santiago, Chile. 104 pp.

Lagos, N., Villalobos, R. & Iriarte, A. (2012). Nuevos registros de poblaciones de Chinchilla de cola corta, *Chinchilla chinchilla* (Rodentia: Chinchillidae) en la Cordillera de la Región de Atacama, Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile), 61, 191-196. https://publicaciones.mnhn.gob.cl/668/articles-70596_archivo_01.pdf

Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. 170 pp.

Mella, J., Marambio, Y., Nunez, H. & Ruiz de Gamboa, M. (2017). *Liolaemus patriciaiturrae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017. Recuperado el 22 de diciembre de 2021. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T56085562A56085564.en

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2021). *Inventario nacional de especies de Chile*. Recuperado el 22 de diciembre 2021. http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (s.f.). Clasificación de especies según estado de conservación. Recuperado el 23 de diciembre de 2021. https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf

Muñoz, A. y Yáñez, J (Eds.). (2000). Mamíferos de Chile. Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA) Ediciones. Valdivia, Chile. 464 pp.

Marambio-Alfaro, Y., Hiriart-Lamas, D. y Valdés-Saavedra, J. (2016). Sistemas altoandinos de la región de atacama: el comienzo de la vida. Editorial Académica Española. 144 pp.

Martínez D. y González G. (2005). Las aves de Chile. Nueva Guía de campo. Ediciones del Naturalista, Santiago. 620 pp.

Mella, J. (2017). Guía de campo de reptiles de Chile. Tomo 2: Zona Norte. Peñaloza A.P.G. (Ed.), Alvimpress, Santiago de Chile.

Olivares, F., Cepeda, A., Troncoso, I., Troncoso, T. y Fernández, F. (2009). Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para su seguimiento en el sitio prioritario de la biodiversidad Salar de Pedernales y sus alrededores, región de Atacama. Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores. Vallenar, Chile. 99 pp.

R Development Core Team. (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. http://www.R-project.org

Ramírez, E. (2007). *Distribución de arsénico total en hábitats de alimentación de flamencos: aguas, sedimentos, fitoplancton y zooplancton. Salar del Huasco. Altiplano norte de Chile* [Tesis de título profesional de Biólogo, Departamento de Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat] Iquique, Chile.

Roach, N. & Kennerley, R. (2016). *Chinchilla chinchilla*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. Recuperado el 23 de diciembre de 2021. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T4651A22191157.en.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2010). Guía de evaluación ambiental: Componente fauna silvestre. 22 pp. http://www.sag.cl/sites/default/files/guia_de_evaluacion_ambiental_componente_fauna_silvestre.pdf.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2015). Guía para la descripción del área de influencia: Descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. División de evaluación ambiental y participación ciudadana, Gobierno de Chile. 96 pp. https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/02/08/guia_ecosistemas_terrestres.pdf

The International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Recuperado 23 de diciembre 2021.https://www.iucnredlist.org/

Valladares, P., Zuleta, C. & Spotorno, A. (2014). *Chinchilla lanigera* (Molina 1782) and *C. chinchilla* (Lichtenstein 1830): review of their distribution and new findings. *Animal Biodiversity and Conservation*, 37(1), 89–93. http://dx.doi.org/10.32800/abc.2014.37.0089

Wheeler, J. C. (2020). Capítulo I: Clasificación, taxonomía y características morfológicas de *Vicugna vicugna*, en B. A. González (Ed.), *La Vicuña Austral* (pp. 21-28). Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos. Santiago, Chile.

Xeno-canto Foundation. (s.f.). Recuperado el 22 de diciembre de 2021. https://xeno-canto.org/.

4.7 Apéndices

4.7.1 Apéndice 3.5: Registro fotográfico fauna.

Se adjunta en formato Word.

4.7.2 Apéndice 3.6: Inventario y conteo directos de las especies de fauna de vertebrados registrados durante la campaña de muestreo en los sitios de SVAHT del Área de Estudio, región de Atacama.

Se adjunta en formato digital xls


UN NUEVO
SALVADOR
THE UNIVERSITY
OF QUEENSLAND
AUSTRALIA
SMI ICEChile

1. ANTECEDENTES

A fines de Enero y principios de Febrero del 2008, se realizo el censo estival simultaneo de aves altoandinas entre Chile, Argentina, Perú y Bolivia. En Chile esta actividad se realiza en las regiones I, II y III por presentar en la alta cordillera humedales de importancia para la biodiversidad aviar.
En la región de Atacama el censo se realizó los días 28,29,30,31 de Enero y 1º de Febrero.
Dentro de los hechos de mayor relevancia que se observo durante el censo fue la nidificación de flamencos andinos ocurrida en el Salar de Piedra Parada, donde se pudo apreciar una cantidad de polluelos alrededor de 100 individuos aproximadamente. Este evento es ya el tercero a partir del año 2006 que viene ocurriendo consecutivamente en este salar, situación que se hace imprescindible monitorear y seguir con objeto de recopilar datos acerca de tamaño poblacional, éxito reproductivo, sanidad de los individuos, etc.

2. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La nidificación tuvo lugar en el Salar de Piedra Parada, humedal altoandino localizado en las coordenadas UTM 525690 y 7.086.149. Administrativamente este salar pertenece a la Provincia de Chañaral y a la comuna de Diego de Almagro.
El salar de Piedra Parada se encuentra en un lugar de difícil acceso, situado hacia el oriente de los límites de la región y del país.
Es un salar sin aportes en sectores altos de la cuenca de drenaje. Todos los aportes están pegados a la orilla del salar donde alimentan un complejo sistema de lagunas someras y extensión muy variable. Es un salar de tipo “playa” con riberas bajas y extensas y como tal, favorable para la presencia de chorlos y playeros, pero es probable que los sedimentos superficiales ricos en yeso, constituyan una limitante para los inicios de las cadenas tróficas.

Las principales características morfométricas y climatológicas de las lagunas son:

Altura: 4150m
Superficie de la cuenca: 119 km2
Superficie de los salares: 2,3 km2 (Este) y 1,1 km2 (Oeste)
Superficie de las lagunas: 1 km2 (Este) y 0,5 km2 (Oeste)
Precipitaciones: 140 mm/año

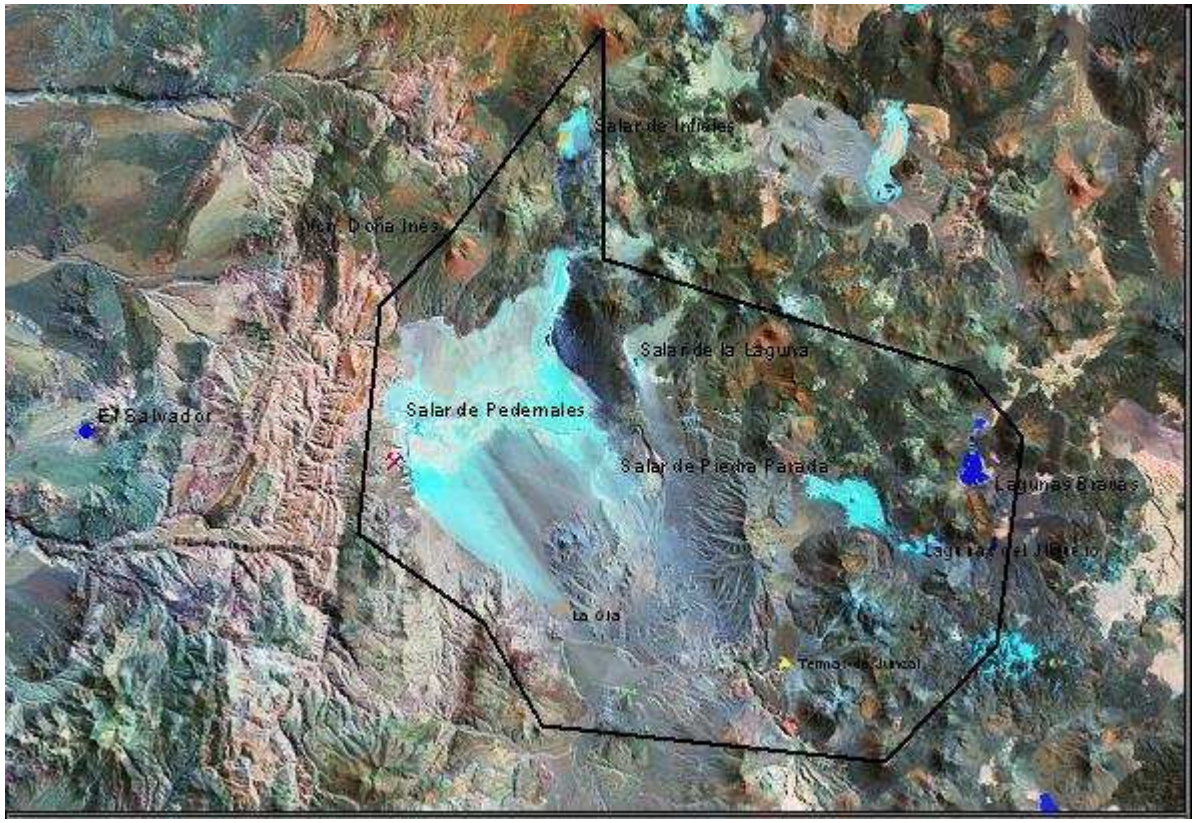


Figura 1. Vista parcial Área Altoandina (Salar de Piedra Parada

3. DESCRIPCION

El sitio de nidificación está ubicado en la orilla sur del salar, en las coordenadas UTM 525005 y 7084879, a una altura de 4.133 msnm, observándose una cantidad de nidos de por lo menos 300 a 400 unidades nidales. La cantidad de polluelos vivos se estima alrededor de 100 individuos con una edad estimada de un mes de vida.



Figura 2. Localización de sitio de nidificación según coordenadas en Salar de Piedra Parada

4. OBJETIVO GENERAL

Monitorear sistemáticamente el evento de reproducción de flamencos ocurrido en el Salar de Piedra Parada en Enero del 2008.

5. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Monitorear el sitio de nidificación existente
Monitorear el número de individuos vivos observados en el grupo según fecha
Monitorear el proceso de crecimiento y desarrollo de los individuos
Monitorear el comportamiento conductual de los individuos y su relación con el medio

6. ACTIVIDADES ASOCIADAS

Dentro de las actividades asociadas al monitoreo del grupo se tienen las siguientes:

Sitio de Nidificación

- Determinación exacta de nidos presentes en el sitio de nidificación
- Determinación del tamaño del sitio de nidificación y georeferenciación
- Determinación de numero de huevos sin eclosionar

Grupo de polluelos

- Determinación exacta del numero de polluelos según fecha
- Observación de los polluelos según las distintas etapas de crecimiento
- Observación del comportamiento conductual del grupo e individuos

7. METODOLOGIA Y PARTICIPANTES

La metodología del monitoreo se hará de acuerdo a observación directa, aplicándose como instrumento de medición de variables, planilla de observación en donde se registren los datos observados, según objeto a monitorear.
Los participantes y encargados de ejecutar el monitoreo serán los guardaparques del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces, Eric Díaz (Jefe de guaradaparques y chofer experimentado) y Cristian Rivera (Biólogo).

8. REQUERIMIENTOS

Insumo	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Combustible	litros	400	550	220000
Viáticos	½ día	12	11000	132000
Total				**352000**

Equipo	Unidad	Cantidad
GPS Garmin Etrex	Unitario	01
Binoculares	Unitario	02
Telescopio	Unitario	01
Cámara de video	Unitario	01
Trípode	Unitario	01
Cámara fotográfica digital	Unitario	01

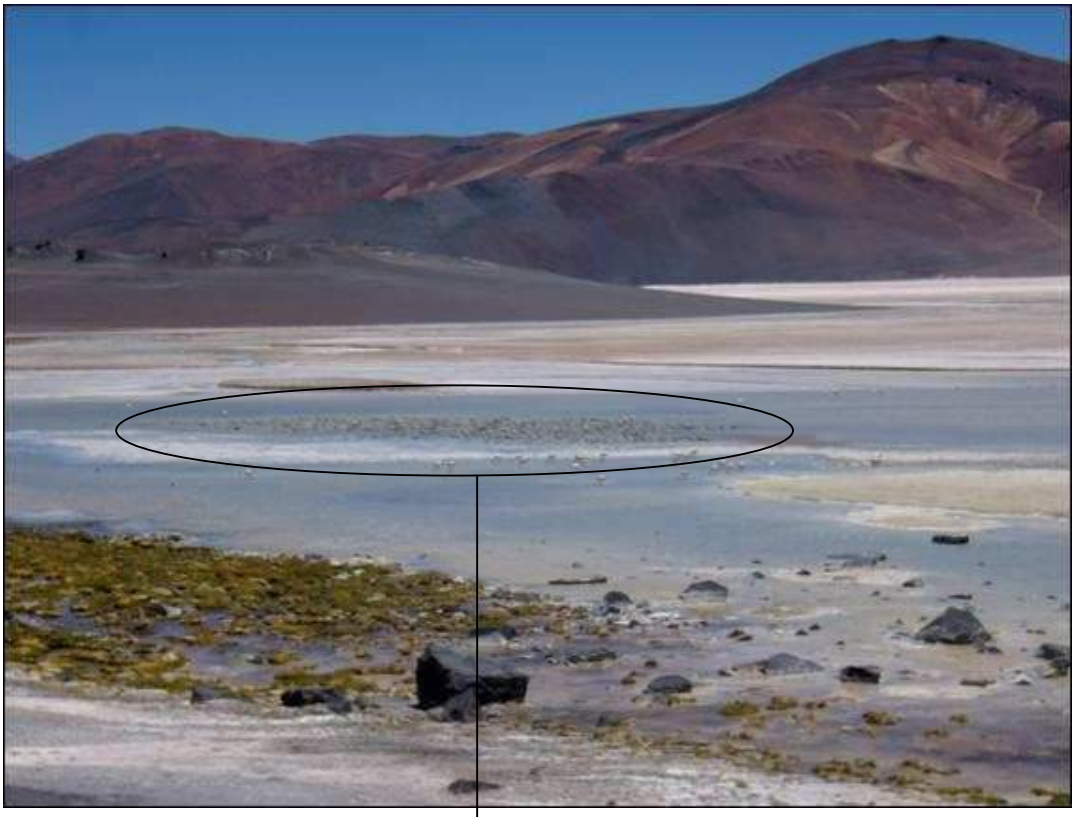
9. GANTT

Actividad	Fecha						
	15 de Febrero	29 de Febrero	14 de Marzo	28 de Marzo	11 de Abril	25 de Abril	2 de Mayo
Diagnostico sitio de nidificación							
Monitoreo de polluelos							
Informe Final							

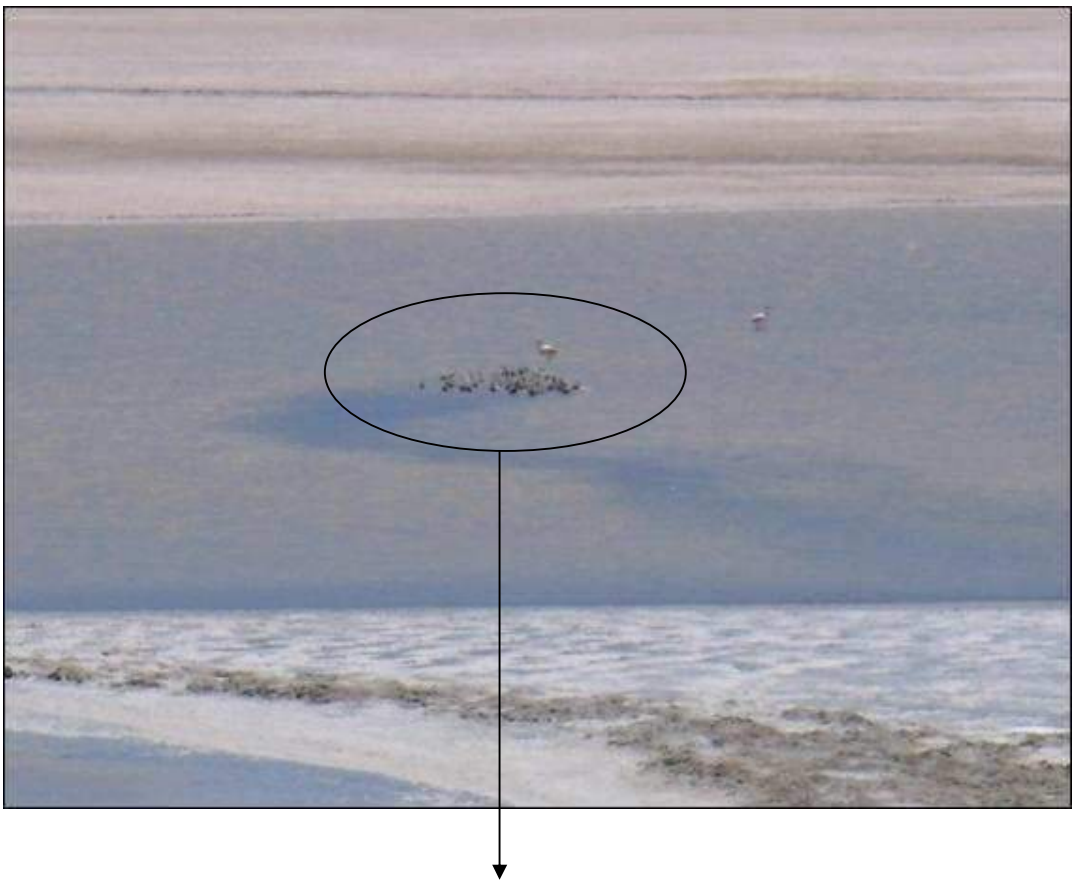
10. REFLEXION FINAL

A partir del año 2006 y en forma consecutiva se ha venido sucediendo en el Salar de Piedra Parada eventos de nidificación de flamencos altoandinos, única situación observada para la región de Atacama y que reviste una alta importancia desde el punto de vista para su monitoreo, investigación y protección.
Se hace entonces pertinente desarrollar durante los próximos meses un sistema de monitoreo y seguimiento de este evento con objeto de generar información valiosa de la biología de conservación de la especie y aplicada para el desarrollo de programas de protección, educación ambiental y conservación de la misma.
Por último, el Salar de Piedra Parada está comprendido en la propuesta de solicitud al Ministerio de Bienes Nacionales de concesión de uso gratuito con el objeto de levantar información base del territorio y posteriormente realizar las gestiones y tramites necesarios para la afectación del área como Área Silvestre Protegida.

11. ANEXO FOTOGRAFICO



Sitio de nidificación



Grupo de polluelos

Folio020714

CONAF Corporación Nacional Forestal



Informe de Monitoreo de Nidificación del Flamenco de James en el Salar de Piedra Parada, 2009

Preparado por:
Eric Díaz V., Jefe Guardaparques
Jorge de la Riva W., Encdo. Programa Gestión de Recursos Naturales y Culturales
Cristian Rivera S., Biólogo Conaf
Jorge Carabantes A., Encdo. Operaciones

GOBIERNO DE CHILE
CONAF

Parque Nacional Nevado de Tres Cruces
Depto. Áreas Protegidas y Medio Ambiente Región de Atacama



Folio020716

1. Introducción

Cada año las aves altoandinas acuden a los salares y lagunas de la Región de Atacama para cumplir con sus ciclos biológicos. En el caso particular la Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa son desde 1996 reconocidos como Sitios RAMSAR y alberga mas de 40 especies de aves destacándose tres especies de Flamenco (Phoenicoparrus andinus, Phoenicoparrus jamesi y Phoenicopterus chilensis).

Desde el año 1997 CONAF Región de Atacama, dentro del plan de acción de conservación y uso sustentable de humedales altoandinos viene realizando censos invernales y estivales, sobre las especies de avifauna altoandina (especialmente flamencos y Taguas), enmarcados en la actualidad dentro de los censos internacionales que se realizan simultánea y conjuntamente con Perú, Bolivia y Argentina. La finalidad de esta simultaneidad, es registrar los probables movimientos migratorios que realizan las poblaciones, a fin de aportar antecedentes sobre la dinámica distribucional de las especies y las variaciones poblacionales y estacionales que se suceden.

Dentro de las observaciones efectuadas durante el censo realizado en el mes de Febrero de 2009 en el Salar de Piedra Parada, fue identificado un lugar de nidificación del Flamenco de James, una de las tres especies de flamenco junto al Flamenco Andino y Flamenco Chileno que habitan en las lagunas y salares altoandinas de la región, donde se pudo apreciar alrededor de 180 polluelos siendo este evento ya el cuarto a partir del año 2006 el cual viene ocurriendo consecutivamente en esta zona la cual presentaría condiciones específicas para la nidificación.

Este hecho resulta importante de ser monitoreado, debido a que a la fecha es el único sitio conocido de nidificación permanente en la Región de Atacama y el lugar de reproducción de esta especie más austral de Chile.

Folio020717

2. Antecedentes Generales

En la Región de Atacama es posible encontrar tres de las cinco especies de flamencos que existen en el planeta. El Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), la Parina grande o flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*) y la Parina chica o flamenco de James (*Phoenicoparrus jamesi*).

Los salares y lagunas presentes en la Región de Atacama, constituyen el hábitat necesario para que estas aves desarrollen sus actividades biológicas, siendo los más destacados el Salar de Pedernales, Salar de Piedra Parada, Salar de Maricunga, Laguna Santa Rosa y Laguna del Negro Francisco.

El sector sureño de este sistema de cuencas, salar de Maricunga, laguna Santa Rosa y laguna del Negro Francisco, se muestra como el sitio de máxima concentración para las tres especies de flamencos sudamericanos que habitan en el área.

Sin embargo, históricamente, solo *Phenicoparrus andinus* y *Phoenicoparrus jamesi* han nidificado en el área, el primero en el sector del salar de Maricunga (1989) y el segundo en el salar de Piedra Parada (1986).(OYARZO Y CARABANTES, 2005)

Son escasos los registros sobre nidadas de flamencos en la Región de Atacama. Parada (1988), menciona como sitios identificados de nidificación del Flamenco andino al Salar de Maricunga y la Laguna del Negro Francisco. Sin embargo, en la actualidad no es posible observar esta conducta reproductiva, aunque si se ha observado el comportamiento de galanteo y cópula de esta especie en Laguna del Negro Francisco. Mientras que para la Parina chica, el mismo autor, menciona como sitio de nidificación el Salar de Piedra Parada, hecho que se corroboró el año 2008, al encontrarse aproximadamente 70 pollos (CONAF, 2008).

3. Ciclo Biológico de los Flamencos

La tendencia a la agregación es una clave para el éxito reproductivo en estas aves, todas las actividades reproductivas son realizadas por un gran número de ejemplares a la vez, partiendo desde el galanteo, que incluye marchas nupciales grupales, hasta la nidificación en colonias reproductivas, para luego terminar con la agrupación de los pollos.

Los nidos que poseen forma de cono truncado, está hecho de barro aplanado por las patas de los progenitores ayudados por el pico del ave. Mide aproximadamente 24 cm de altura y un

diámetro de 37 cm. Tales nidos aíslan a los pollos de posibles subidas del nivel de agua, causadas por alguna lluvia. El tamaño de los nidos varía según la disponibilidad de material para confeccionarlo.

La postura corresponde a un único huevo de forma elíptica de color blanco opaco, los padres se turnan para incubarlo. Pasados 28 – 30 días nacen los pollos. Los primeros días no poseen una adecuada regulación térmica por lo que necesitan la protección de los adultos.

Antes de cumplir una semana los pollos abandonan los nidos.
En la tabla N 1 presentada a continuación se observa un resumen para las tres especies de flamencos asociados a su etapa de reproducción.

Tabla N 1: Ciclo Biológico para tres especies de flamencos.

Meses	Apareamiento y Copula	Formación de Nidos	Postura	Incubacion	Eclosion	Agregacion Infantil
Enero	Pch	Pch	Pa Pj	Pa Pj	Pa Pj	
Febrero	Pch	Pch	Pch	Pch		Pa Pj
Marzo				Pch	Pch	
Abril					Pch	Pch
Mayo						Pch
Junio						
Julio						
Agosto						
Septiembre						
Octubre						
Noviembre	Pa Pj	Pa Pj				
Diciembre	Pa Pj	Pa Pj	Pa Pj	Pa Pj	Pa Pj	Pa Pj

(Fuente: Palma, 1993)
Pch: *Phoenicopterus chilensis* Pa: *Phoenicoparrus andinus* Pj: *Phoenicoparrus jamesi*

Folio020719

4. Objetivos del Monitoreo

Objetivo General

Monitorear sistemáticamente el evento de reproducción de flamencos ocurrido en el Salar de Piedra Parada.

Objetivos Específicos:

- Monitorear el sitio de nidificación existente (Superficie y número total de nidos).
- Conteo de los Huevos sin eclosionar y polluelos muertos.
- Monitorear el número de individuos vivos observados en el grupo según fecha.
- Monitorear el proceso de crecimiento y desarrollo de los individuos
- Monitorear el comportamiento conductual de los individuos y su relación con el medio

5. Metodología

Durante los meses de marzo, abril y mayo se realizó un monitoreo con frecuencia quincenal al sector de piedra parada con el fin de levantar información referente al número de nidos en el sector, cantidad de polluelos vivos, cantidad de polluelos muertos, huevos sin eclosionar y datos referentes a la nidificación como tamaño de los nidos, altura y distancia entre ellos.

Monitoreo de Polluelos vivos: El conteo de polluelos vivos en el sector de Piedra Parada se realizó por medio de observación directa con apoyo óptico de binoculares Buschnell 10 x 50 y mira telescópica. Durante los monitoreos, también fueron registrados cambios fenotípicos asociados a las diferentes etapas de crecimiento y conductas de las aves.
Superficie del sitio de nidificación: La medición del área de nidificación, se realizó por medio de GPS Garmin Map 60 georeferenciando los puntos alrededor del sector de nidificación para el posterior cálculo del área.

Monitoreo de los sitios de Nidificación: Para llevar a cabo el conteo de nidos, mortalidad y huevos sin eclosionar, fue necesario realizar transectos de 10 x 10 debido a la gran cantidad de nidos existentes en espacios reducidos, lo que aumentaba el porcentaje de error asociado a dobles conteos.

Folio020720

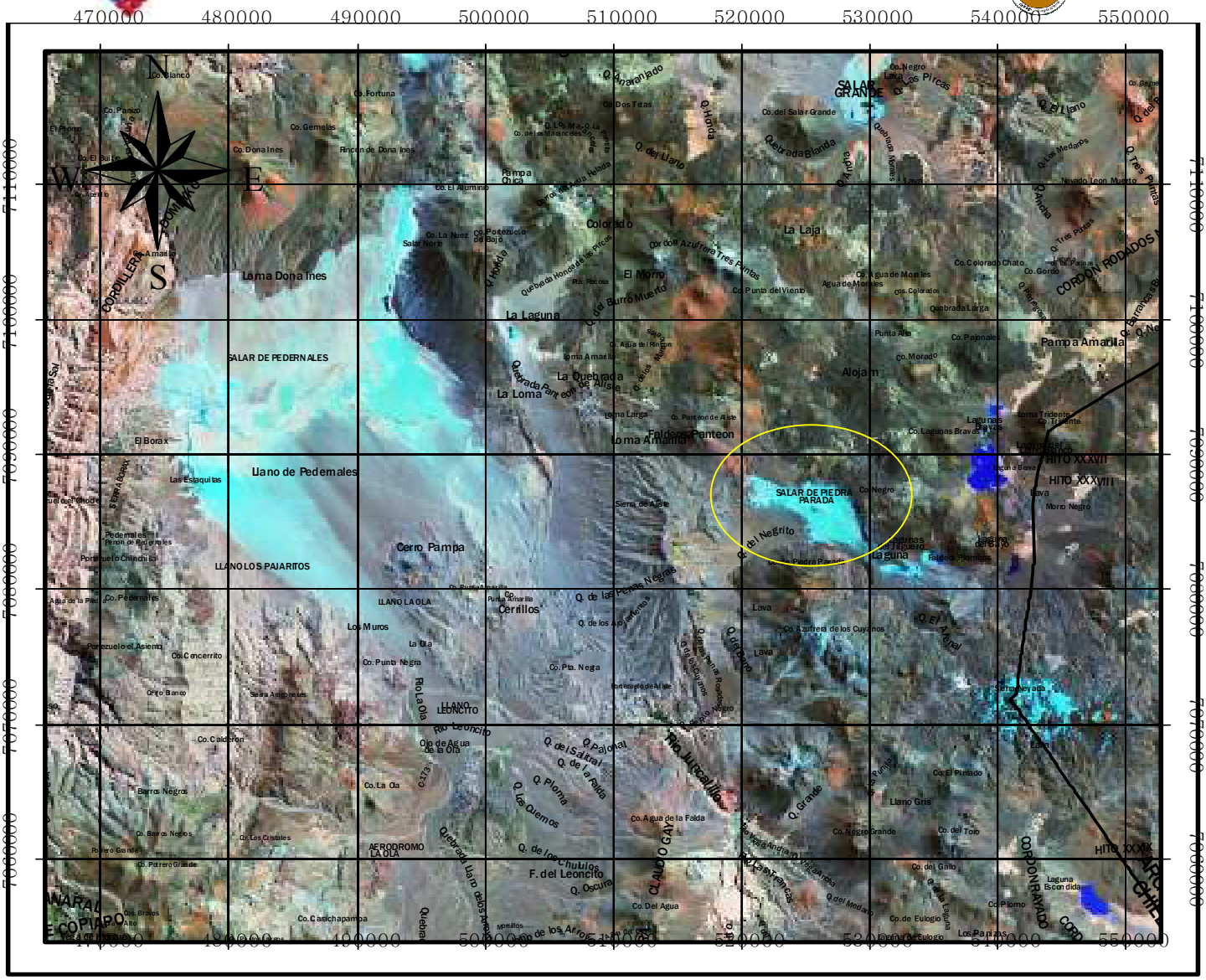
6. Localización Geográfica.

La nidificación tuvo lugar en el sector de Piedra Parada aproximadamente a unos 200 m del salar del mismo nombre en una pequeña laguna de aproximadamente 40000 m^2. El Salar de Piedra Parada, humedal altoandino localizado en las coordenadas UTM 525690 y 7086149 Administrativamente pertenece a la Provincia de Chañaral y a la comuna de Diego de Almagro.

El salar de Piedra Parada se encuentra en un lugar de difícil acceso, situado hacia el oriente de los límites de la región y del país. Es un salar sin aportes en sectores altos de la cuenca de drenaje. Todos los aportes están pegados a la orilla del salar donde alimentan un complejo sistema de lagunas someras y extensión muy variable. Es un salar de tipo “playa” con riberas bajas y extensas y como tal, favorable para la presencia de chorlos y playeros, pero es probable que los sedimentos superficiales ricos en yeso, constituyan una limitante para los inicios de las cadenas tróficas.

En la figura N 1, se puede apreciar la ubicación general del Salar de Piedra Parada, ubicado dentro del polígono de color amarillo el cual corresponde a la propuesta de la creación de la Reserva Volcán Doña Inés, mientras que en la figura N 2, se puede observar la Nidificación en el salar de Piedra Parada durante el periodo 2008 y 2009 respectivamente.

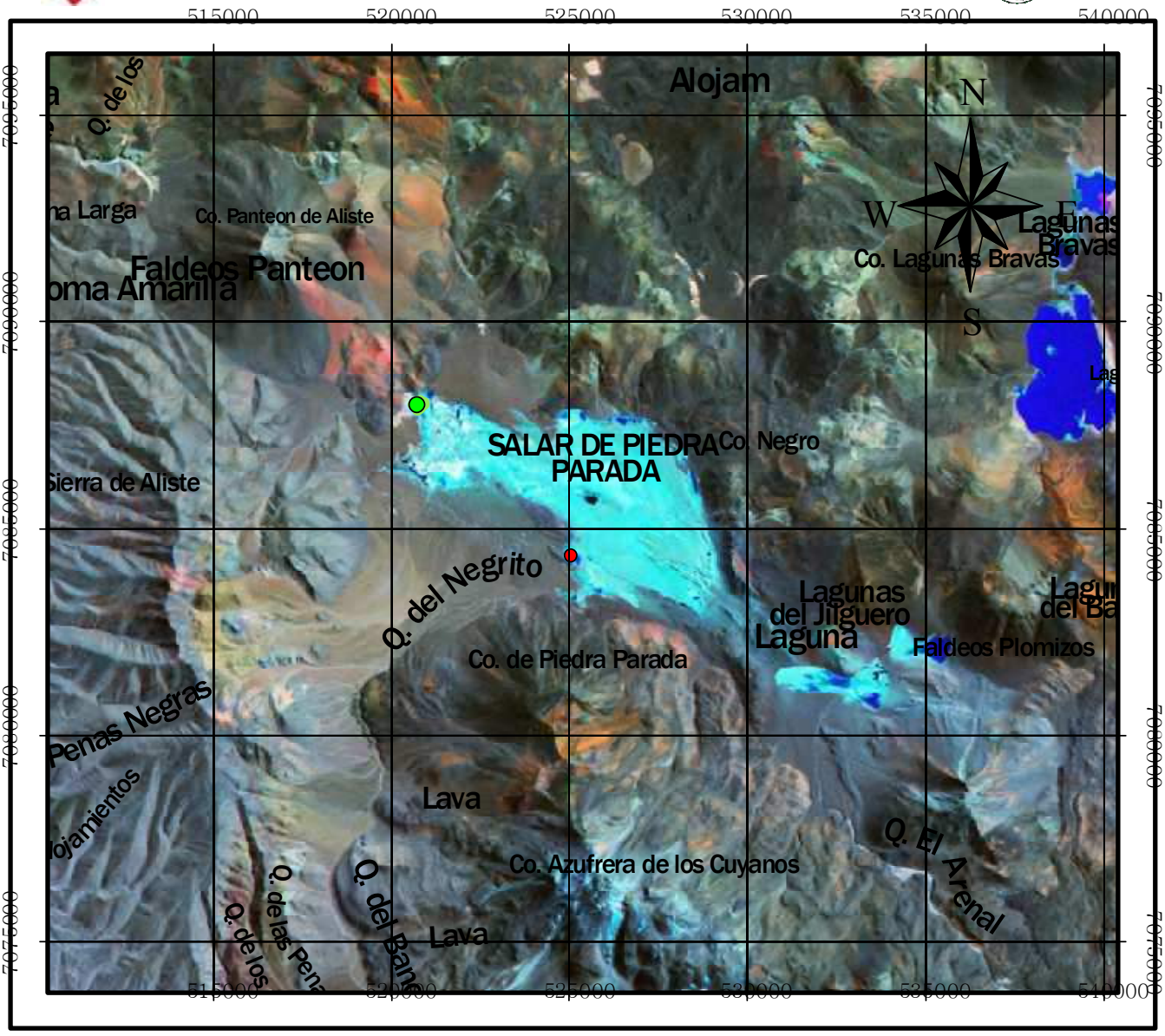
Folio020721



LEYENDA	DATOS CARTOGRAFICOS	UBICACION
Limite Internacional Región de Atacama	Datum Provisional WGS 1984 Escala: 1:450000 Mapa de Localización Salar de Piedra Parada Provincia de Chañaral Región de Atacama Mapa elaborado por: JORGE CARABANTES AHUMADA	

Figura 2 Ubicación de la Nidificación correspondiente al periodo 2009 y 2008.

Folio020722



LEYENDA	DATOS CARTOGRAFICOS	UBICACION
Sitio de Nidificación 2008 Sitio de Nidificación 2009	Datum Provisional WGS 1984 Escala: 1:160000 Ubicación de eventos de nidificación Flamenco de James, Salar de Piedra Parada Provincia de Chañaral Región de Atacama Mapa elaborado por: JORGE CARABANTES AHUMADA	

Descripción del Sitio de Nidificación .

El sitio de nidificación está ubicado al oeste del salar, en las coordenadas 520856 y 7088481, a una altura de 4.133 m.s.n.m., el sector corresponde a una pequeña laguna de escasa profundidad, cuyos vértices en coordenadas UTM se presentan en la Tabla 2.

Tabla N 2: Vértices de la laguna

V1: 520845 7088282
V2: 520591 7088420
V3: 520779 7088552
V4: 520788 7088342
V5: 520719 7088285

Fuente: Elaboración Propia.

El sector de nidificación se encuentra al Norte de la laguna aproximadamente a 5 metros de la orilla y abarcando una superficie estimada de 2000 m2. Las condiciones ecológicas del lugar son buenas, no se observan intervenciones antrópicas como desechos o intromisiones en el lugar. En la figura 3, que se presenta a continuación se puede observar la laguna y el sector de nidificación.



Figura 3: Ubicación de la laguna aledaña al salar de Piedra Parada y sector de nidificación.
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 4 se pueden observar las lagunas que se encuentran aledañas al Salar de Piedra Parada y la laguna en la cual se encuentran los polluelos, la cual tiene una superficie aproximada de 40000 m^2, mientras que el sector de nidificación aledaño presenta 2000 m^2

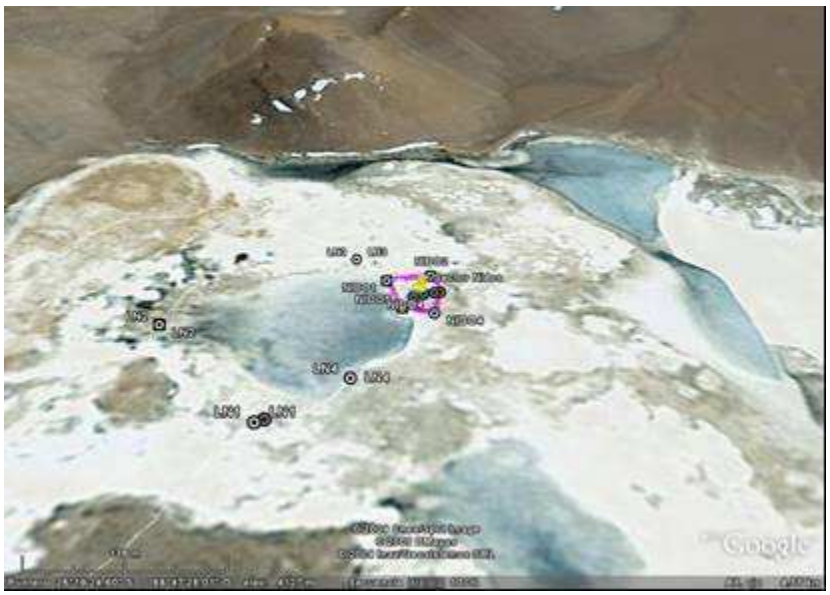


Figura 4: Vista de la Laguna y sus vértices y sector de nidificación marcado con un polígono.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 5, se puede observar el sitio de nidificación a orillas de la laguna, el cual se encuentra delimitado con un polígono de color rojo, para efectos del cálculo de su superficie.

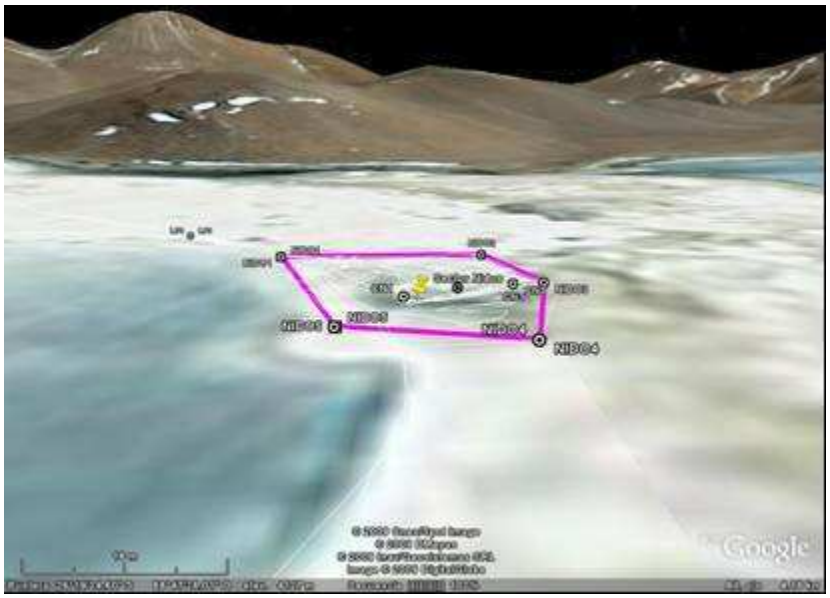
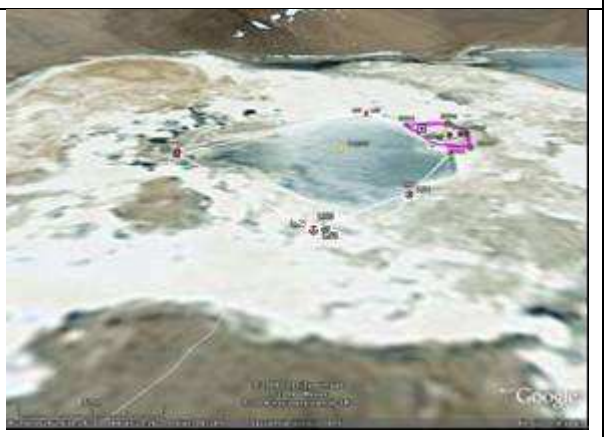


Figura 5: Vista del sector de nidificación.

Fuente: Elaboración Propia.

7. Situación Nidificación Flamenco de James año 2009

Ficha Técnica del Sector de Nidificación

NOMBRE SITIO DE NIDIFICACION: Salar de Piedra Parada	**UBICACIÓN GEOGRAFICA**: Laguna aledaña al Salar de Piedra Parada. UTM 520856 y 7088481
NUMERO DE NIDOS: más de 1136	**TAMAÑO DEL SITIO** (MT_2): 2000 mt_2 aprox.
DESCRIPCION: En este sitio se encontraron pollos (n= 152) de *Phoenicoparrus jamesi* (Parina chica),además fueron registrados tres polluelos de flamencos muertos a orillas de la laguna.	**ESPECIE**: *Phoenicoparrus jamesi* 
	

8. Resultados de los Monitoreos

El 14 de Marzo se realizó el primer monitoreo a la Nidificación de Flamenco de James en el Sector de Piedra Parada con el fin de verificar la cantidad de polluelos observados durante el censo estival de Aves realizado durante febrero 2009.

Los polluelos al momento del monitoreo se encuentran distribuidos en grupos dispersos sobre la laguna y comienzan a agruparse al centro al momento de sentir peligro. Fenotípicamente, los polluelos presentan un color gris oscuro en el dorso el cual se va acentuado en la cola, mientras

Folio020726

que en la parte ventral presenta un tono gris más claro. Se realizó en esta etapa un conteo total de los polluelos, arrojando un total de 162 individuos, con aproximadamente 40 cm de altura.

El segundo monitoreo fue realizado el 28 de marzo, los polluelos al igual que el monitoreo anterior se encuentran dispersos en la laguna y al momento de sentir peligro se agrupan en el centro, no se observan diferencias fenotípicas durante la inspección. Se realizó en esta etapa un conteo total de los nidos, de los huevos sin eclosionar y polluelos muertos en el sector de nidificación. Debido a la gran cantidad de nidos y la poca distancia entre ellos, se realizaron cuadrantes que permitieron disminuir el margen de error, los datos obtenidos fueron los siguientes:

El sector de nidificación presentó un total de 1136 nidos, de los cuales 616 se encuentran ubicados en el agua y 520 en tierra.

El número de huevos sin eclosionar es de 135 de los cuales 75 se encuentran en nidos ubicados sobre el agua y 60 en nidos ubicados en tierra.

Los polluelos muertos presentes en el sector fueron 76 de los cuales 26 se encuentran en nidos ubicados sobre el cuerpo de agua y 50 en tierra.

Con fecha 10 de abril se realizó el tercer monitoreo, los polluelos presentan un mayor tamaño prácticamente como un adulto, conservan su color de plumaje color grisáceo y se observan vuelos cortos dentro de la laguna lo que permite observar tonalidades rosadas en su parte ventral a nivel de plumas secundarias. La cantidad de individuos censadas es de 159, observándose 3 individuos muertos en la orilla de la laguna. Durante este monitoreo fueron levantados datos asociados al diámetro de los nidos, altura de los nidos y distancia entre nidos, los resultados se presentan por cuadrante en las tablas a continuación.

Levantamiento de información en el sector de nidificación:

Con el fin de poder levantar información asociada a diámetros Alturas y distancia entre nidos en el sector de nidificación, se realizaron tres cuadrantes de 10 x 10 m^2, los datos fueron registrados en una planilla de terreno y los cuadrantes fueron referenciados por medio de GPS.

En las tablas siguientes se presenta el resumen de los datos obtenidos en terreno.

Folio020727

Tabla N 3: Datos Obtenidos en el Cuadrante N 1.

Cuadrante N 1			
Nidos	**Diámetro del Nido (cm)**	**Altura del Nido (cm)**	**Distancia entre Nidos (cm)**
1	**38**	**10**	**48**
2	**39**	**8**	**74**
3	**32**	**8**	**78**
4	**33**	**12**	**34**
5	**37**	**17**	**39**
6	**33**	**10**	**33**
7	**30**	**11**	**44**
8	**35**	**17**	**30**
9	**38**	**12**	**28**
10	**33**	**12**	**25**
Promedio	**34.8**	**11.7**	**43.3**

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N 4: Datos Obtenidos en el Cuadrante N 2

Cuadrante 2			
Nidos Muestreados	**Diámetro del Nido (cm)**	**Altura del Nido (cm)**	**Distancia entre Nidos (cm)**
1	**40**	**15**	**33**
2	**42**	**13**	**55**
3	**40**	**11**	**30**
4	**46**	**18**	**36**
5	**48**	**13**	**26**
6	**40**	**11**	**28**
7	**40**	**16**	**10**
8	**36**	**15**	**28**
9	**35**	**10**	**17**
10	**47**	**12**	**29**
Promedio	**41.4**	**13.4**	**26.8**

Fuente: Elaboración Propia.

Folio020728

Tabla N 5: Datos Obtenidos en el Cuadrante N 3.

Cuadrante 3			
Nidos Muestreados	**Diámetro del Nido (cm)**	**Altura del Nido (cm)**	**Distancia entre Nidos (cm)**
1	**43**	**18**	**18**
2	**42**	**15**	**22**
3	**37**	**16**	**25**
4	**43**	**19**	**25**
5	**34**	**9**	**22**
6	**40**	**14**	**12**
7	**35**	**13**	**21**
8	**44**	**14**	**23**
9	**36**	**12**	**10**
10	**40**	**14**	**21**
Promedio	**39.4**	**14.4**	**19.9**

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N 6: Tabla Resumen.

Tabla Resumen			
	Diámetro del Nido (cm)	**Altura del Nido (cm)**	**Distancia entre Nidos (cm)**
Promedio Cuadrante 1	**34.8**	**11.7**	**43.3**
Promedio Cuadrante 2	**41.4**	**13.4**	**26.8**
Promedio Cuadrante 3	**39.4**	**14.4**	**19.9**
Promedio Final	**38.5**	**13.1**	**30**

Fuente: Elaboración Propia.

Con fecha 28 de abril se realizó el cuarto monitoreo, lo polluelos presentan un mayor tamaño prácticamente están maduros , se puede observar con mayor facilidad el color rosado en las plumas secundarias y en general existe un mayor dominio de vuelo. El censo en la laguna es de 114 individuos, y el resto de la población se encuentra disperso en distintas áreas y lagunas aledañas, con un censo total de polluelos de flamenco de james de 152 individuos.

Folio020729

9. Conclusión

Al igual que el monitoreo de Nidificación efectuado el año 2008, el Salar de Piedra Parada y sus lagunas aledañas, se perfilan como sitios permanentes e idóneos para la nidificación de Flamenco de James (*Phoenicoparrus jamesi),* manteniéndose como la colonia reproductiva mas austral conocida hasta el momento, en Chile.

Con respecto al último monitoreo realizado la cantidad de polluelos fue de 152 individuos, lo que equivale a un 217 % más que el año 2008, donde los monitoreos realizados arrojaron un resultado de 70 individuos, lo que resulta un buen indicador de que las condiciones ambientales se han mantenido o mejorado, presentando una baja a nula intervención de carácter antrópico.

Con respecto a los hábitos conductuales, se observa que corresponden con lo descrito en la tabla 1 del ciclo biológico de los flamencos del Salar de Surire (Palma, 1993), puntualmente lo descrito para *Phoenicoparrus jamesi* (Pj).

En cuanto a los datos obtenidos, la superficie de nidificación fue aproximadamente de 2000 m^2, con un total de 1136 nidos.

Con respecto a la mortalidad y huevos sin eclosionar, el monitoreo arrojo un total de 76 polluelos muertos y 135 huevos sin eclosionar.

Algunos factores climáticos que pueden influir en la mortalidad son la precipitación, temperatura e insolación que actúa sobre las colonias de nidificación a veces en forma favorable y muchas veces desfavorable, por ejemplo cuando la temperatura es muy extrema y los huevos son expuestos demasiado tiempo provoca su muerte. Por otro lado las sequías catastróficas podrían causar un completo abandono de los huevos, o el retroceso de las aguas de las lagunas lo que permitiría la intrusión de los depredadores.

Dentro de los factores biológicos las pérdidas comienzan con los pollos que nacen primero que otros que atropellan e invaden los nidos botando huevos y pollos más pequeños. También está la acción de los depredadores, generalmente en forma nocturna atacan las colonias de flamencos, quedando solo los restos no digeribles esparcidos por las orillas de las lagunas. Entre el más conocido está el zorro culpeo (*Pseudoalopex culpaeus*). Entre las aves el depredador más

Folio020730

conocido es la gaviota andina (*Larus serranus*), la cual ataca los nidos alimentándose de huevos e incluso de pollos pequeños, esta acción actúa como control natural de la especie.

Los datos obtenidos asociados a la formación de los nidos en los tres cuadrantes realizados, entregan en promedio 38,5 cm para el diámetro de nido, 13,1 cm para altura de nido y 30 cm asociado a la distancia entre un nido y otro.

Debido a la escasa ocurrencia de este tipo de eventos en la Región de Atacama es que se requiere una pronta gestión en la protección de este sitio, debido a la importancia ecológica que presenta. En ese sentido se precisa la pronta creación de una ASP o alguna otra figura de protección.

Este estudio debe presentar continuidad y si las condiciones climáticas lo permiten se debe iniciar durante Noviembre hasta finales de mayo con el fin de poder realizar un levantamiento de todo el ciclo biológico el cual se encuentra asociado al Apareamiento y cópula, formación de nidos, postura, incubación, eclosión, agregación infantil entre otras.

4. Anexo Fotografico



Fotografía 1: Vista Panorámica del Salar Piedra Parada



Fotografía 2: Vista de la laguna aledaña al salar



Fotografía 3: Grupo de polluelos agrupados en el centro de la laguna



Fotografía 4: Dos polluelos de Phoenicoparrus jamesi



Fotografía 5: Grupo de polluelos alimentándose



Fotografía 6: polluelo practicando el vuelo

Folio020732



Fotografía 7: Huevos de flamenco en sus nidos.



Fotografía 8: Cuadrante para conteo de nidos



Fotografía 9: Guardaparque efectuando medición de diámetro de nidos.



Fotografía 10: Instalación del Cuadrante para conteo de nidos.

Folio020733



DEPARTAMENTO DE AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS
CONAF Atacama

CENSO DE FLAMENCOS ALTOANDINOS 2013
Indicador de desempeño CEI - GASP 4

Elaborado por:

JORGE DE LA RIVA W.

Febrero 2013

ÍNDICE

pág.

1. INTRODUCCIÓN 3

2. MATERIALES Y MÉTODOS 5

2.1 PARTICIPANTES 6

2.2 RUTAS RECORRIDAS 7

3. RESULTADOS CENSO 2013 8

3.1 COMPARACIÓN CON CENSOS ANTERIORES 12

4. CONCLUSIONES. 14

5. BIBLIOGRAFÍA. 15

1. INTRODUCCIÓN



Dentro del programa de Recursos Naturales y Culturales del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces, se llevan a cabo actividades destinadas al seguimiento de las poblaciones silvestres que habitan en el parque. La determinación de las poblaciones de aves junto con una caracterización biológica, constituye una herramienta valiosa para el manejo para la conservación de la fauna silvestre.

Cada año las aves altoandinas acuden a los salares y lagunas de la Región de Atacama para cumplir con sus ciclos biológicos. En estos sitios donde encuentran tranquilidad desarrollan sus actividades naturales. Este es el gran motivo por el cual los humedales altoandinos tienen gran importancia en el desarrollo de este grupo de especies (basta recordar el hecho de que Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa son desde 1996 reconocidos como Sitios RAMSAR), y al mismo tiempo reúnen en espacios relativamente reducidos una gran cantidad de ellas, lo que finalmente permite realizar el Censo Estival de Aves Altoandinas

(CEAA), en forma simultánea con las regiones de Arica–Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, y los países vecinos Perú, Bolivia y Argentina.

El CEAA se enmarca dentro de las actividades que corresponde realizar de acuerdo a lo definido en el Plan Operativo Anual del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces. Esta actividad es coherente con los Planes de Conservación que se han desarrollado para algunas especies de aves, como por ejemplo los flamencos altoandinos (CONAF, 2006) y la tagua cornuda (CONAF, 2008). Dichos planes consideran en sus líneas de acción, entre otras actividades, la realización de censos de las poblaciones.

El objetivo principal del censo es determinar la distribución espacial y abundancia de las especies de la avifauna presentes en el Parque Nacional Nevado de Tres Cruces y zonas aledañas.

El presente informe entrega los resultados obtenidos del censo oficial de aves altoandinas 2013 en relación a los flamencos altoandinos de la Región de Atacama.

2. MATERIALES Y MÉTODOS



El censo de flamencos altoandinos se enmarca dentro del censo estival de aves altoandinas por lo cual la metodología que se describe a continuación corresponde al CEAA

El recorrido censal comprendió 7 sitios, con una extensión de 900 km (Figura 1). Los días del censo fueron el 5, 6, 7 y 20 de febrero, el último día correspondió al sector de Piedra Parada, el cual se realizó fuera de la fecha planificada debido a que no se pudo acceder a la zona por condiciones climáticas.

La actividad contempló la recopilación de datos de riqueza de especies (número de especies avistadas) y de abundancia de especies (número de individuos por especie) de las especies de flamencos que habitan en los sectores húmedos del altiplano de la Región de Atacama.

Las observaciones fueron realizadas desde las riberas de las lagunas o salares, en los puntos donde se registraban concentraciones de aves, los cuales fueron georefernciados con GPS Garmin Map 60. En aquellos lugares con una gran abundancia de aves se realizaran sitios de muestreo con una distancia de a lo menos 300 metros con el fin de evitar doble conteos

Con respecto al horario de avistamiento, este fue entre las 07:00 y 14:00 hrs, identificando el horario para cada sector, con el fin de mantenerlo en censos posteriores, además de efectuar el respectivo registro fotográfico de cada sitio y de las condiciones meteorológicas al momento del censo (temperatura, nubosidad y vientos).

El apoyo óptico para el avistamiento y reconocimiento de los flamencos fue por medio de binoculares Buschnell 10 x 50 y mira telescópica. En aquellos lugares con mayor abundancia el conteo se realizó con ayuda de contadores manuales. Las especies de aves identificadas y su abundancia fueron registradas en planillas de terreno, para luego ser resumidos en una planilla PACUSHA, diseñada para estos fines por CONAF Región de Antofagasta y adaptada para las especies de flamencos.

Uno de los datos de importancia asociados a flamencos altoandinos es la coordinación efectuada por el Grupo de Conservación de Flamencos Altoandinos efectuando los censos tanto en Argentina, Perú, Bolivia y Chile simultáneamente para poder realizar posteriormente en forma conjunta un análisis que permita establecer variaciones poblacionales.

2.1 PARTICIPANTES

La actividad del censo se realizó en dos grupos de trabajo conformados por 3 y 4 personas cada uno (Tabla 1). Cada grupo tuvo a cargo diferentes sectores de las lagunas o de los recorridos.

Tabla 1. Participantes del Censo. Fuente: Elaboración propia

Participante	Cargo
Amancay Cepeda	Analista Conservación de la diversidad Regional
Eric Díaz	Jefe Guardaparques P.N. Nevado de Tres Cruces
Jorge de la Riva	Guardaparque P.N. Nevado de Tres Cruces.
Javiera Zuñiga	Profesional Ministerio de Medio Ambiente
Magdalena Besa	Veterinaria
Verónica Peña Ilillo	Alumna en práctica
Albert Espinoza	Alumno en práctica

2.2 RUTAS RECORRIDAS

La ruta recorrida para la realización del censo se inicio por el sector sur de la laguna del Negro Francisco, continuando hacia el norte por el sector del corredor biológico Pantanillo y la ciénaga Redonda, posteriormente el sector de la laguna Santa Rosa, el salar de Maricunga, y finalmente el sector del salar de Pedernales y el salar de Piedra Parada.



Figura 1. Sectores recorridos durante el censo. Fuente: Elaboración propia.

3. RESULTADOS CENSO 2013



Abundancia y distribución de flamencos

El total de ejemplares censados de flamencos altoandinos fue de 3.190, correspondiente al 30,36 % del total de aves altoandinas registradas (10.504). Del total de flamencos, 1.634 corresponden a la especie de Flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*) con un 51,22 %, 1.338 corresponden a Flamenco de James (*Phoenicoparrus jamesi*) con un 41,94 % y finalmente, 218 corresponden a Flamenco chilenos (*Phoenicopterus chilensis*) con un 6,83 % del total de flamencos observados. En la Tabla 2 se presenta el resumen de los datos obtenidos en el censo de flamencos altoandinos y en los gráficos 1 y 2 se presenta una comparación de las abundancias de los flamencos altoandinos y sus porcentajes correspondientes.

Los sectores de mayor concentración de flamencos corresponden al sector de la laguna del Negro Francisco con 1.641 individuos correspondientes a un 51,44 %, seguido por el sector de Santa Rosa con 949 individuos equivalentes a un 29,75 % y finalmente el sector de Piedra Parada con 556 individuos con un 17,43%. Las lagunas del Negro Francisco y Santa Rosa albergan aproximadamente el 81 % de

la población de flamencos censados. En los gráficos 3 al 5 se presenta la abundancia de las tres especies de flamenco por sector censado.

Durante el periodo fue observada nidificación de Flamenco de James en el sector de Piedra Parada observándose 17 polluelos.

Tabla 2: Resumen del censo de flamencos altoandinos temporada estival 2013 por sector. Fuente: Elaboración propia

Sitios	*P. chilensis*	*P. andinus*	*P. jamesi*	Total
Laguna del Negro Francisco	165	638	838	1641
Pantanillo - Ciénaga Redonda	0	0	0	0
Laguna Santa. Rosa-Salar de Maricunga	35	873	41	949
Salar de Piedra Parada	16	81	459	556
Lagunas Bravas	2	2	0	4
Tranque La Ola	0	2	0	2
Salar de Pedernales	0	38	0	38
Total	**218**	**1.634**	**1.338**	**3.190**

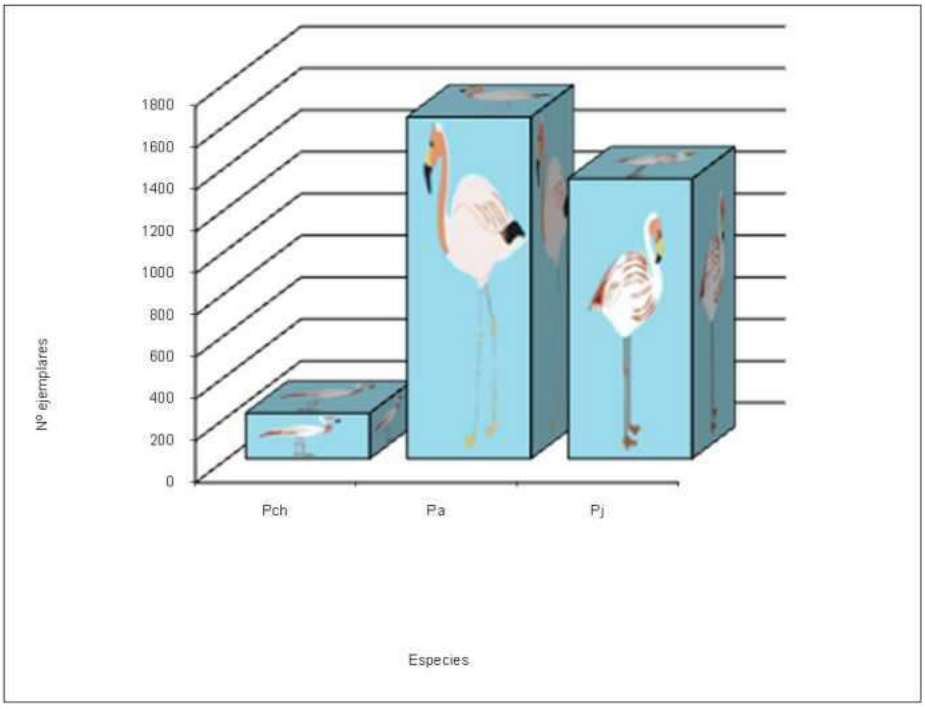


Gráfico 1. Comparación de abundancia de flamencos altoandinos. Fuente: Elaboración propia

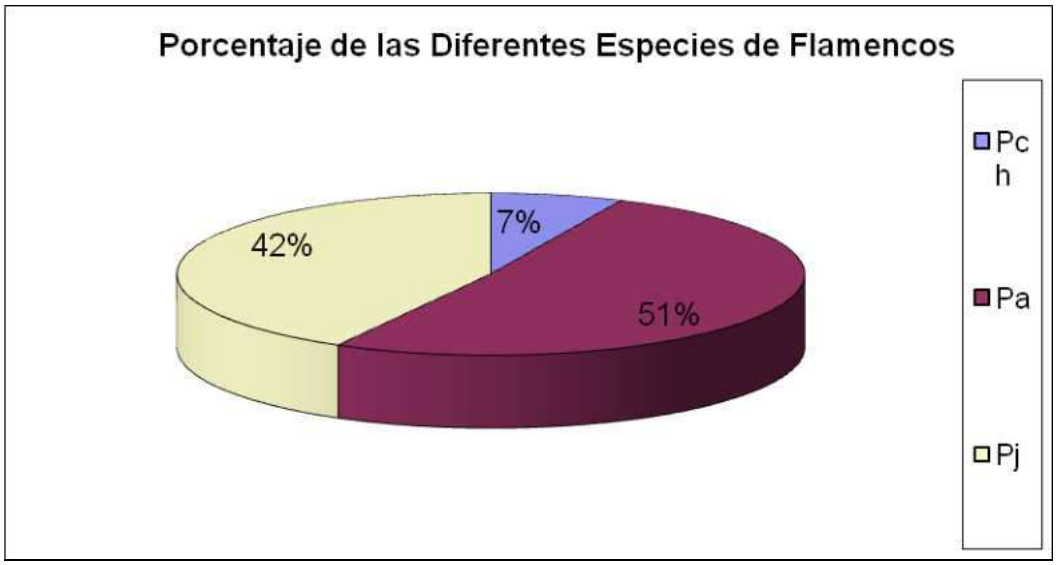


Gráfico 2. Porcentaje de flamencos altoandinos. Fuente: Elaboración propia.

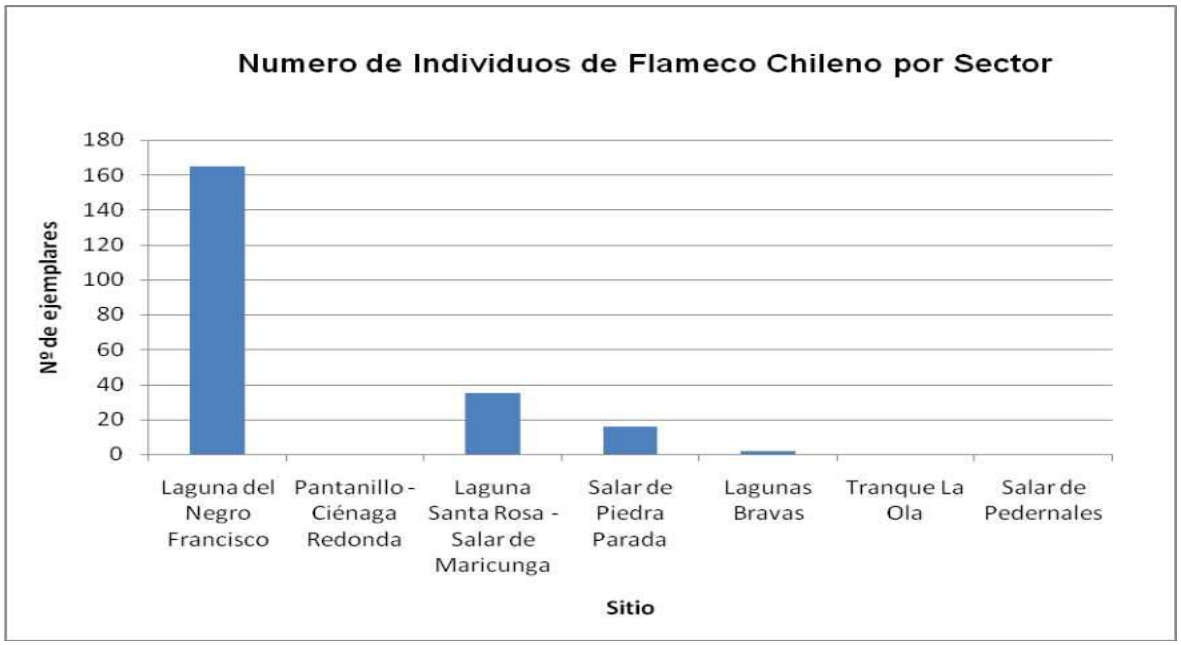


Gráfico 3. Distribución de la abundancia de Flamenco chileno en los sectores censados. Fuente: Elaboración propia

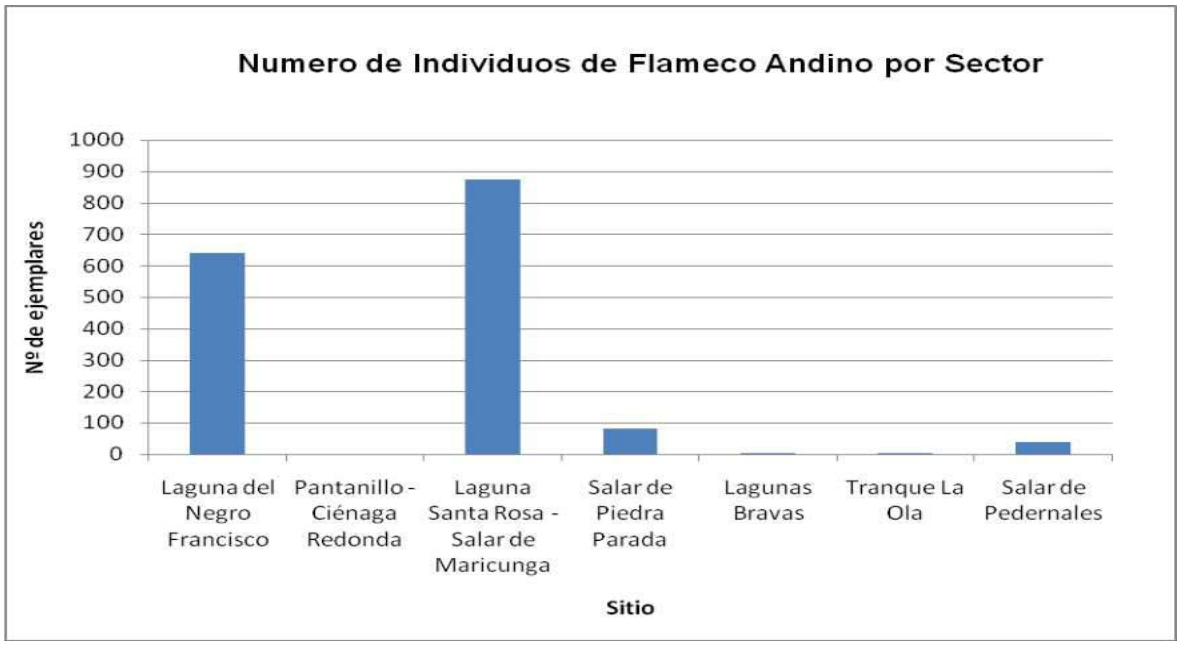


Gráfico 4. Distribución de la abundancia de Flamenco andino en los sectores censados. Fuente: Elaboración propia

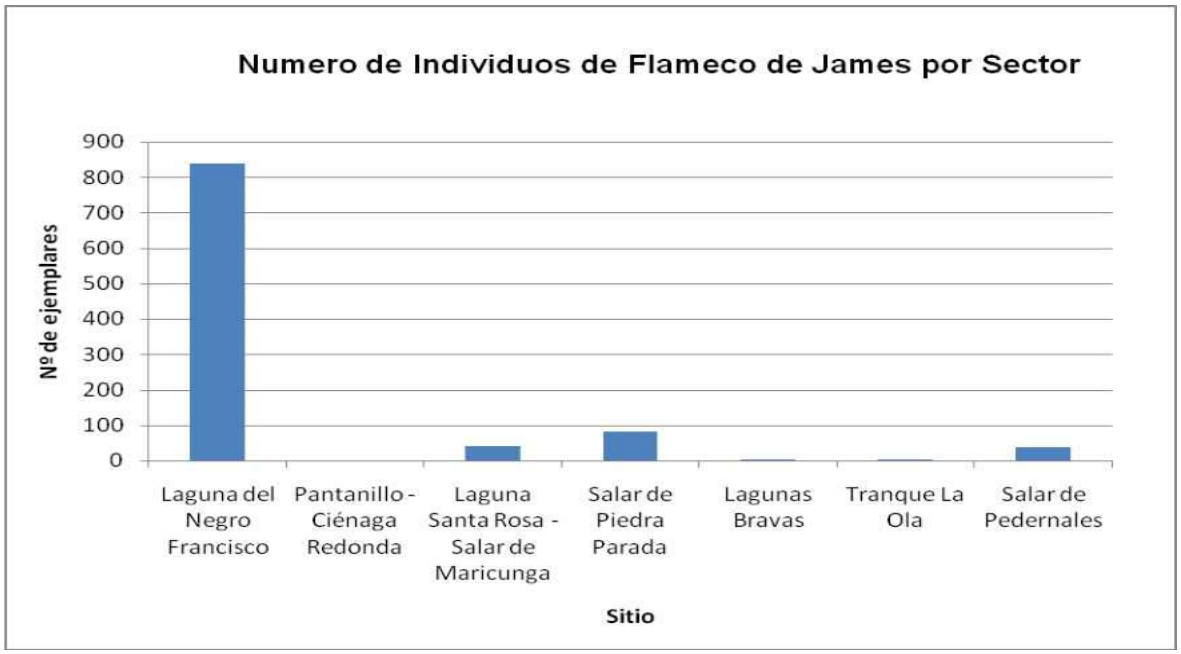


Gráfico 5. Distribución de la abundancia de Flamenco de James en los sectores censados. Fuente: Elaboración propia

3.1 COMPARACIÓN CON CENSOS ANTERIORES

En la Tabla 2 se presenta un resumen de los censos del año 2006 al 2012. Para el 2013 se evidencia una reducción en el número de individuos totales de flamencos, representando el valor más bajo histórico, lo cual se ve reflejado en las abundancias del Flamenco andino y el Flamenco chileno; por su parte, el Flamenco de James en este año muestra un valor dentro de la normalidad histórica. En los gráficos 6 al 8 se presenta el resumen de datos de censos de flamencos desde el año 1997 al 2013, donde se evidencia que el presente año se encuentra dentro de las fluctuaciones de las abundancias de las especies.

Tabla 2. Abundancias de las especies de flamencos en los años 2006 al 2012

Año	Flamenco andino	Flamenco chileno	Flamenco de James	Total
2006	1.783	2.320	1.228	5.331
2007	6.170	1.770	770	8.710
2008	3.178	1.881	567	5.626
2009	2.322	1.690	1.500	5.512
2010	2.389	651	1.556	4.596
2011	2.462	1.254	1.883	5.599
2012	2.615	616	1.028	4.259
2013	1634	218	1.338	3.190

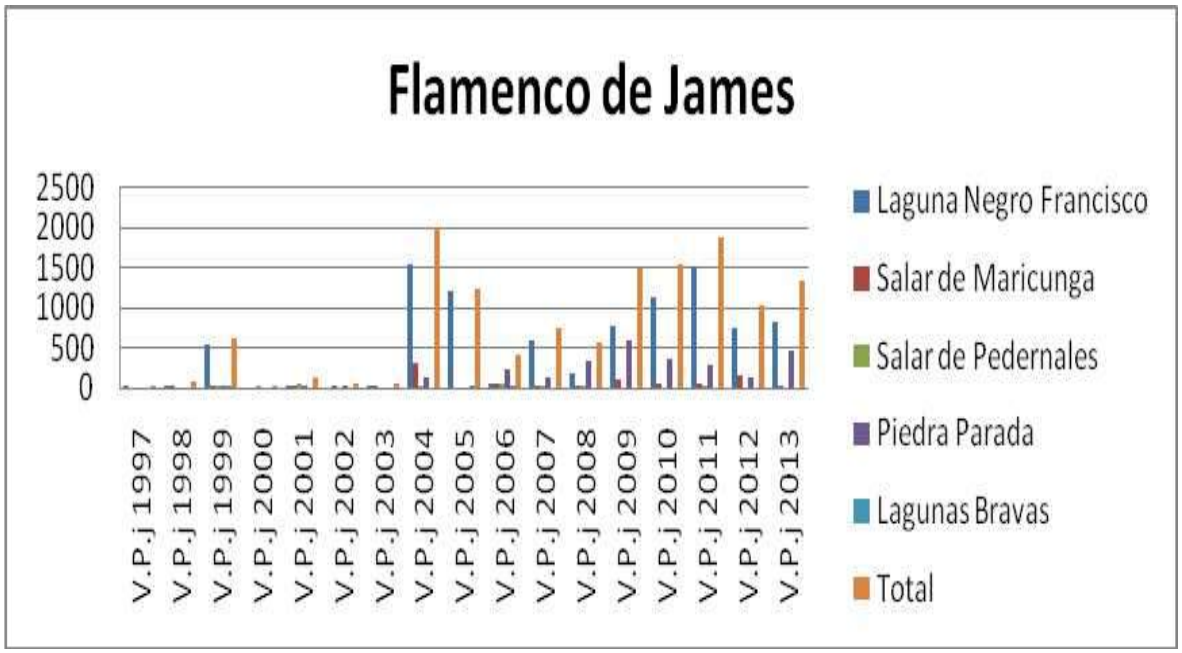


Gráfico 6. Abundancias históricas de Flamenco de James. Fuente: Elaboración propia

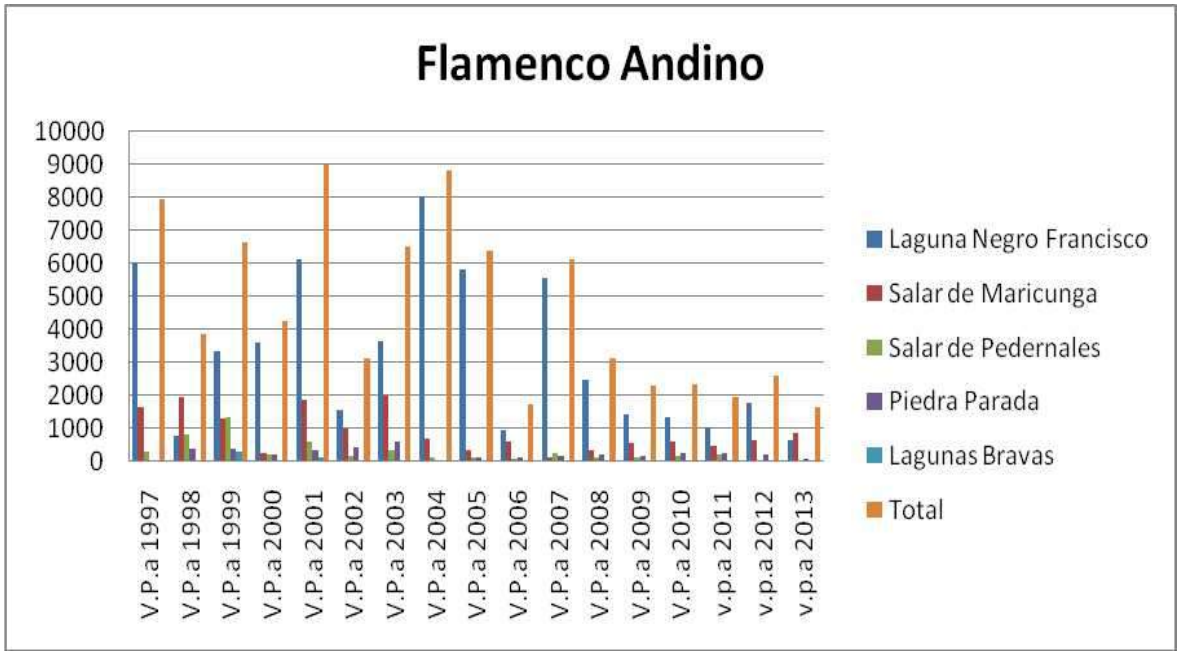


Gráfico 7. Abundancias históricas de Flamenco andino. Fuente: Elaboración propia

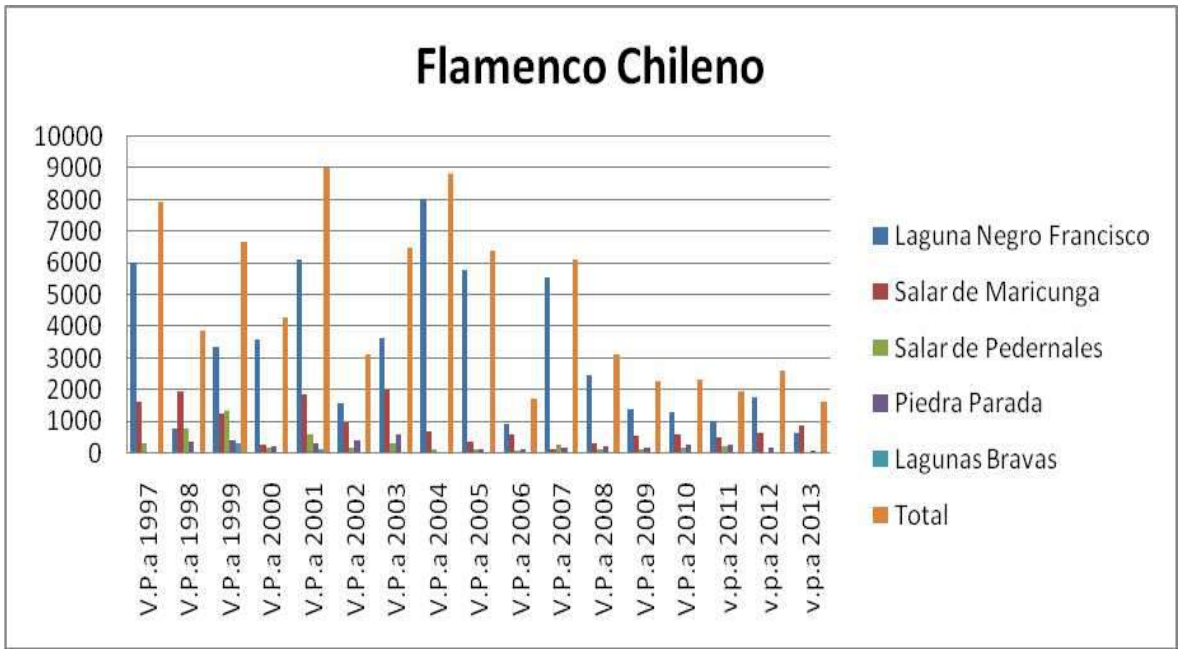


Gráfico 8. Abundancias históricas de Flamenco chileno. Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES



En el marco de los censos estivales de aves altoandinas los flamencos representan una especie emblemática y de interés la cual presenta un plan nacional de conservación debido a su estado vulnerable.

Con respecto al censo 2013 y en comparación con años anteriores existe una disminución tanto para el Flamenco andino como para el Flamenco chileno, manteniéndose la población de Flamenco de James dentro de las fluctuaciones normales.

El Flamenco andino, llegó a totalizar 1.636 individuos con un 37 % menos que el año anterior en cual fue contabilizado 2.615. El Flamenco de James presentó un total de1.338 individuos, 23 % más que el año 2012 en el cual se contabilizaron 1.028 individuos y finalmente, el Flamenco chileno presentó una disminución en comparación con los censos anteriores.

Entre los sitios que concentran las mayores concentraciones de ejemplares, el más destacable es el complejo lacustre y sitio RAMSAR Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa – Salar de Maricunga, el cual concentra sobre el 80% del total de individuos.

Otro de los datos de interés es la presencia de una pequeña nidificación de Flamenco de James en el sector del salar de Piedra Parada, en el cual fueron

observados 17 polluelos.

Existen variables que determinan la presencia o ausencia de flamencos y sus fluctuaciones de abundancia, las cuales están asociada a condiciones ecológicas que se presentan en las áreas, como por ejemplo las características fisiográficas y la productividad primaria (Obando, 1988). Además, las precipitaciones estivales, conocidas como “Invierno Boliviano”, que pueden transformar una laguna que alberga miles de flamencos en una laguna desierta; aunque estos fenómenos no ocurre todos los veranos ni en todos los lugares y es muy variable de un año a otro (Ormazábal, 1988), se debe tener en cuenta una visión global a nivel Regional (Chile, Perú, Bolivia y Argentina) que permita el análisis y el entendimiento de las fluctuaciones y movimientos de las poblaciones de flamencos.

5. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, J & Torres, H. 2005. Aves de los Humedales Altoandinos del Norte de Chile. CONAF. Antofagasta. 180 p.

Araya, B; Millie, C & Bernal, M. 1986. Guía de Campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago. 389 p.

CONAF. 2008. Censo Avifauna Altoandina 2008. Documento de Trabajo. Convenio CONAF Atacama – Cía. Minera Maricunga. 70 p.

Palma, R. 1993. Biología y Comportamiento de los flamencos del Salar de Surire. CONAF – QUIBORAX. Antofagasta. 72 p.

Parada, M. 1988. Flamencos en el Norte de Chile: Distribución, Abundancia y Fluctuaciones Estacionales del Número. pp 52 – 66. En: I Taller Internacional de Especialistas en Flamencos Sudamericanos, 1990. CONAF – Sociedad Zoológica de Nueva York. Chile. 217 p.

Parada, M. 1988. Flamencos en el Norte de Chile y su Reproducción. pp 132 – 139.En: I Taller Internacional de Especialistas en Flamencos Sudamericanos, 1990. CONAF – Sociedad Zoológica de Nueva York. Chile. 217 p

Anexo 1. Planilla de registro de especies

Planilla PACUSHA

CENSO SIMULTÁNEO DE AVES ACUÁTICAS EN EL NORTE DE CHILE

Plan de Acción para Conservación y Uso Sustentable de los Humedales Altoandinos

SITIO	**FECHA**
HORA INICIO	**SUPERFICIE CENSADA**
HORA TERMINO	**CONDICIÓN ATMOSFÉRICA**

CONDICIONES GENERALES DEL CENSO Y DEL SITIO

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	Sitios de censos						TOTAL
		1	2	3	4	5	6	
Pimpollo	*Rollandia rolland*							
Blanquillo	*Podiceps occipitalis*							
Cuervo de pantano de la puna	*Plagadis ridgwayi*							
Flamenco chileno	*Phoenicopterus chilensis*							
Parina grande	*Phoenicoparrus andinus*							
Parina chica	*Phoenicoparrus jamesi*							
Huairavo	*Nycticorax nycticorax*							
Garza boyera	*Bubulcus ibis*							
Garza azul	*Egretta caerulea*							
Guallata	*Chloephaga melanoptera*							
Pato juarjual	*Lophonetta specularioides*							
Pato jergón chico	*Anas flavirostris*							
Pato jergón grande	*Anas georgica*							
Pato puna	*Anas puna*							
Pato gargantillo	*Anas bahamensis*							
Pato cuchara	*Anas platalea*							
Tagüita purpúrea	*Porphyrio martinicus*							
Tagüita del norte	*Gallinula chloropus*							
Tagua andina	*Fulica ardesiaca*							
Tagua chica	*Fulica leucoptera*							
Tagua gigante	*Fulica gigantea*							
Tagua cornuda	*Fulica cornuta*							
Queltehue de la puna	*Vanellus resplendens*							
Chorlo dorado	*Pluvialis dominica*							
Chorlo de la puna	*Charadrius alticola*							
Chorlo de campo	*Oreopholus ruficollis*							
Chorlito cordillerano	*Phegornis mitchellii*							
Caití	*Recurvirostra andina*							
Pitotoy grande	*Tringa melanoptera*							
Pitotoy chico	*Tringa flavipes*							
Playero grande	*Catoptrophorus semipalmatus*							
Playero de Baird	*Calidris bairdii*							
Playero pectoral	*Calidris melanotos*							
Playero de patas largas	*Calidris himantopus*							
Becacina de la puna	*Gallinago andina*							
Pollito de mar tricolor	*Steganopus tricolor*							
Perdicita cordillerana	*Attagis gayi*							
Perdicita cojón	*Thinocorus orbignyianus*							
Perdicita	*Thinocorus rumicivorus*							
Gaviota andina	*Larus serranus*							

Participantes del censo	**Responsable de la información**

Documento de Trabajo



Censo de Aves Altoandinas 2006

Convenio Conaf Atacama – CIA. Minera Maricunga

Resumen

Se entregan los resultados del X Censo Simultáneo de Avifauna Altoandina en la región de Atacama.

El total de ejemplares contabilizados este año es de 10679, un 28.77% menos que el año pasado, distribuidos en 19 especies. Entre las especies de aves destacan las tres especies de flamencos sudamericanos, aunque dos de las especies bajaron sus números poblacionales con respecto al año pasado, Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*), de 6391 a 1783 (72.10% menos), Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) de 3030 a 2320 (23.43% menos), solo Parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) aumentó su población de 682 a 1228 (155.53% de aumento). Las tres especies presentan una dinámica poblacional mas bien variable, y es *Phoenicopterus chilensis* quien tiene la mayor cantidad de ejemplares, alcanzando un número de 2320 individuos.

A pesar de la similitud entre los humedales, es la importancia ecológica lo que distingue a algunos de ellos. Así por ejemplo, tenemos el complejo de Lagunas Bravas que alberga una población importante de Taguas cornudas (*Fulica cornuta*), en Salar de Piedra Parada se registró una agrupación de pollos de flamenco, aparentemente pertenecientes a Parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*).

Otro hecho relevante es la primera observación realizada de un Yeco (*Phalacrocorax olivaceus*), en el sector altoandino de la región de Atacama, ampliándose su rango de distribución actual. Otras especies que destacan por su número son Pato Juarjual (*Lophoneta specularioides*) y Pato Jergón chico (*Anas flavirostris*), con 1639 y 1979 ejemplares respectivamente.

1. INTRODUCCION

En el sector altiplánico de la región de Atacama se distribuyen una serie de salares y lagunas que se concentran en el sector norte y centro de la región (mapa N°1), cada uno con sus características químicas, físicas y biológicas propias, pero en general similares entre sí. Los humedales más importantes en este sentido lo conforman el complejo lacustre de Laguna Santa Rosa y Laguna del Negro Francisco, que albergan la mayoría de las especies de aves acuáticas andinas y también el mayor número de ejemplares por especie (Oyarzo & Carabantes, 2005). Este hecho les ha merecido ser decretados sitios RAMSAR como sitios de importancia internacional como hábitat de aves acuáticas en 1996.

Todos estos salares y lagunas no solo sirven a aves acuáticas, sus cuencas sostienen todo un ecosistema conformado por otras aves, mamíferos y reptiles, que se encuentran en estrecha relación con ellos y la vegetación circundante.

Los censos simultáneos de aves acuáticas, que se vienen realizando desde 1997 en un esfuerzo conjunto de todas las regiones de Chile y países sudamericanos que poseen humedales que albergan poblaciones de aves, como Perú, Bolivia y Argentina, consisten básicamente en un recuento numérico de la cantidad de ejemplares de especies de aves presentes en cada uno de los humedales altoandinos. Este tipo de actividades se presenta como una herramienta primordial en la toma de decisiones para implementar planes de manejo o de recuperación en caso de especies que presentan problemas de conservación, además nos permiten obtener información biológica de las especies. Esta actividad se encuentra dentro de la implementación del Plan de Acción de Conservación y Uso Sustentable de Humedales Altoandinos, que lleva a cabo la Corporación Nacional Forestal, apoyada por el Convenio de Cooperación suscrito con Compañía Minera Maricunga, el cual ha sido un gran aporte en la realización de ésta y otras actividades.



Mapa N°1: Localización de humedales en el altiplano de la región de Atacama.

2. MATERIALES Y METODOS

El recorrido censal comprendió 8 sitios, los cuales están detallados más adelante, además de otros sitios de menor importancia, en los cuales fue posible observar presencia de aves que interesaban censar. El recorrido total tuvo una extensión de 1816 km (mapa N°2). Los días del censo fueron el 6, 7, 8, 9 y 10 de febrero del 2006 (tabla N°1).

Los censos fueron realizados identificando puntos adecuados de observación en cada sitio, los cuales fueron registrados con GPS. Los conteos fueron realizados por los participantes del censo con la ayuda de binoculares 10X50, mira telescópica y contadores manuales, los resultados parciales fueron anotados en planillas de terreno, para luego ser vertidos en planillas PACUSHA diseñada para estos fines por CONAF región de Antofagasta. La distribución de las especies en cada sitio fue obtenida mediante observación directa, la densidad de las especies fue obtenida mediante la relación entre la cantidad de ejemplares de todas las especies por la superficie de la (s) laguna (s) presente (s) en cada sitio (ind/km^2).

La información sobre las características de los sitios censales fueron obtenidas de la DGA y observaciones propias.

3.1 Sitios censados

- **Laguna del Negro Francisco.**

Es la mas austral de todas estas cuencas cerradas. En la región de Atacama se presenta como el sitio de mayor concentración de las tres especies de flamencos sudamericanos, y el área mas austral de distribución de la parina grande o flamenco andino, *Phoenicoparrus andinus*. El principal aporte de la laguna es el río Astaburuaga, el cual conforma una desembocadura con aflojamientos subterráneos, donde se concentra la mayor cantidad de especies de aves limnícolas.

Se trata de una laguna separada en dos cuerpos por una antigua barrera de aluviones, de naturaleza fluctuante y los valores de su superficie medidos entre 1909 y 1987, fluctúan

entre 14 y 31 km^2. Las lagunas están comunicadas por un canal de desagüe, y de acuerdo con su salinidad pueden separarse en una laguna salada y una laguna salobre.

En el mapa topográfico IGM 1/100000, aparece una sola laguna de 28 km^2 de superficie con una isla alargada en dirección este-oeste. Actualmente se observan dos lagunas separadas por un cordón de material aluvial y un desagüe de comunicación pegado a la orilla sur. El nivel de las aguas ha bajado y la isla se ha transformado en un cordón casi continuo entre las orillas norte y sur. Se ha observado que la laguna salobre no ha cambiado en relación a lo figurado en el mapa IGM, pero la laguna salada ha disminuido notablemente de tamaño. La superficie de la laguna salobre está controlada exclusivamente por la altura del punto de rebalse y no por parámetros climáticos, siendo una laguna abierta.

En cambio la laguna salada, totalmente cerrada, depende de la evaporación, de la pluviosidad y del volumen de aportes. El principal aporte de la laguna es el río Astaburuaga que drena el sur-este de la cuenca. Sin embargo el río se infiltra en sedimentos superficiales antes de llegar a la laguna. En períodos de crecida el río Astaburuaga rebalsa hacia la cuenca del salar de Maricunga.

Sus principales características morfométricas y climatológicas son las siguientes:

Altura	4110 m.
Superficie de la cuenca	933 km^2
Superficie de las lagunas	24,8 km^2 (Mayo 1995)
Precipitaciones	200 mm/año
Evaporación potencial	1000 mm/año
Temperatura media	-1° C

Metodología. Debido a la gran cantidad de aves que se encuentran en este sitio se necesitó de 5 observadores distribuidos alrededor de la laguna ubicados en puntos fijos, para luego movilizarse caminando en un cierto sentido con el fin de abarcar el contorno de la laguna definiendo otros puntos de observación separados unos 100 metros aproximadamente para obtener una mejor visión de las aves. Cada punto inicial de observación fue registrado con GPS.

Pantanillo.

La quebrada de Pantanillo está conformada por el aporte de los ríos Villalobos, Lajitas y Astaburuaga y por la presencia de afloramientos hídricos provenientes de napas subterráneas y derretimientos nivales, un humedal intermitente de a lo menos 110 km., de extensión, encerrado abruptamente entre cordones montañosos. La fisonomía corresponde a la de un bofedal, alternada con vegetación de vegas, y numerosos afloramientos dispuestos a la forma de pequeñas lagunas. La altura se ubica entre 3.900 metros y los 4.700 metros, lo cual determina un clima seco y extremadamente frío durante las noches en verano, y con grandes nevazones a la entrada del otoño, por lo cual la vegetación y flora entran en receso y la fauna emigra a lugares más bajos.

Metodología. El conteo de aves se realizó mediante el recorrido del sector en vehículo. Un observador registró el número de individuos por especie observada.

Laguna Santa Rosa - Salar de Maricunga.

La cuenca del salar de Maricunga es la segunda cuenca cerrada más grande de la región de Atacama, después de la de Pedernales. Su límite, de la cuenca, pasa por el nevado Tres Cruces, el Portezuelo Tres Cruces y la cordillera Claudio Gay.

Dada la cercanía y dependencias, e influencias mutuas de estos dos cuerpos húmedos, salar de Maricunga y laguna Santa Rosa, es más convenientes tratarlos como un complejo ecológico, que a ambos por separado.

Como ocurre con las grandes cuencas, esta se caracteriza por importantes variaciones morfológicas, climatológicas y geológicas. El salar es una costra de hialita y yeso, con pequeñas lagunas generalmente adyacentes a la orilla. Contiene un yacimiento de boratos, para el cual se han iniciado trámites de explotación.

Al extremo sur del salar, se encuentra la laguna Santa Rosa, la cual está conectada al salar por una canal de buen caudal (200-300 l/s)que alimentan a este complejo sistema lagunar. No se puede deducir del mapa topográfico si esta subcuenca es cerrada o abierta. Posee una superficie tan grande como el salar de la Isla (858 km^2.) y un poco inferior a la de la laguna del Negro Francisco (933 km^2). Si la cuenca fuera hidrológicamente cerrada, con tal superficie habría una laguna o un salar en su depresión central. No se conoce el caso de una

cuenca cerrada en la cordillera andina del norte chileno tal extensión que no contenga un salar. Por esto se cree que la subcuenca oriental está hidrológicamente abierta hacia el salar de Maricunga.

Las principales características morfométricas y climatológicas de este complejo son:

Altura del salar	3760 m
Superficie de la cuenca	3045 Km^2
Superficie del salar	145 km^2
Superficie de las lagunas	6 km^2, 0,15 km^2 para la laguna Santa Rosa
Precipitaciones	120 mm. por año
Evaporación potencial	1200 mm/año
Temperatura media	4°

Metodología. Tres observadores realizaron los conteos desde el mirador del sector y desde el borde de la laguna Santa Rosa, mientras que en el Salar de Maricunga el recorrido fue realizado en vehículo por el lado poniente, registrando los individuos avistados.

Salar de Piedra Parada.

El salar de Piedra Parada se encuentra en un lugar de difícil acceso, situado hacia el oriente de los límites de la región y del país. Posee importancia ecológica puesto que ha sido el único sitio en la región de Atacama, donde se ha registrado nidificación del flamenco de James (*Phoenicoparrus jamesi*), durante el año 1988, lo cual supone que las condiciones ambientales para la nidificación fueron en esa época, probablemente, mucho mas favorables que en la actualidad.

Es un salar sin aportes en sectores altos de la cuenca de drenaje. Todos los aportes están pegados a la orilla del salar donde alimentan un complejo sistema de lagunas someras y extensión muy variable. Es un salar de tipo “playa” con riberas bajas y extensas y como tal, favorable para la presencia de chorlos y playeros, pero es probable que los sedimentos superficiales ricos en yeso, constituyan una limitante para los inicios de las cadenas tróficas.

Sus principales características morfométricas y climatológicas son:

Altura	4150 m
Superficie de la cuenca	388 km^2
Superficie del salar	28 km^2
Superficie de las lagunas	0,2- 2 km^2
Precipitaciones	140 mm/año
Evaporación potencial	1000 mm/año
Temperatura media	- 4° C

Metodología. Tres observadores recorrieron en vehículo la orilla de este salar visitando las pequeñas lagunas situadas en los sectores norte, oeste y sur registrando los ejemplares presentes.

Lagunas del Jilguero.

Se encuentran en la Cordillera Andina de la Región de Atacama al este del Salar de Pedernales. Son dos salares de tipo “playa” con sedimentos salinos cubiertos parcialmente por lagunas someras de extensión variable. El cordón que separa las dos lagunas es de muy bajo relieve. Es posible que en años de abundantes precipitaciones las dos lagunas queden unidas en una sola. No se encuentran vertientes cuenca arriba. La vertiente que alimenta la laguna occidental es intermedia entre una vertiente difusa y una fluyente ya que se puede observar el lento movimiento del agua.

Las principales características morfométricas y climatológicas de las lagunas son:

Altura	4150m
Superficie de la cuenca	119 km^2
Superficie de los salares	2,3 km^2 (Este) y 1,1 km^2 (Oeste)
Superficie de las lagunas	1 km^2 (Este) y 0,5 km^2 (Oeste)
Precipitaciones	140 mm/año
Evaporación potencial	1000 mm/año
Temperatura media	-2°C

Metodología. Un observador ubicado en un punto fijo en altura en el sector sur registró las especies presentes.

- **Lagunas Bravas.**

Se encuentran muy adyacentes a la frontera argentina, aproximadamente a un km. de distancia, en un sector de difícil acceso y de ambiente fuertemente estepario de altura. Su biodiversidad avial es poco notable, pero se presenta como el sitio de máxima concentración de la Tagua cornuda, *Fulica cornuta*, en la Región de Atacama.

Una pequeña parte de la cuenca se encuentra en territorio argentino. Las lagunas, son tres y se encuentran alineadas de norte a sur, una grande al norte y dos pequeñas al sur. No existen vertientes cuenca arriba. Solo se observan dos vertientes difusas, una en la laguna mayor al sur, y la otra en la pequeña laguna central.

Sus principales características morfométricas y climatológicas son:

Altura	4250 m
Superficie de la cuenca	545 km^2
Superficie de las lagunas	8,4 km^2 (sur); 0,7 km^2 (centro); 0,9 km^2 (norte)
Precipitaciones	140 mm/año
Evaporación potencial	1000 mmm/año
Temperatura media	- 3° C

Metodología. Dos observadores en altura para las tres lagunas identificaron y contaron las especies presentes, recorriéndolas de norte a sur por el lado oriente.

- **Salar de Pedernales.**

La cuenca cerrada de este salar, es la mas extensa de la Región de Atacama. El salar mismo, que se encuentra pegado al límite occidental de la cuenca, es también el mas grande de toda la región. Este salar se encuentra intervenido antrópicamente, en su porción sur, pero

aún conserva algunos elementos de su fauna antigua y es el único sitio donde se encuentran pequeñas agrupaciones de flamencos andinos (*Phoenicopterus andinus*) durante el invierno.

Como ocurre con las grandes cuencas, esta se caracteriza por importantes variaciones morfológicas, geológicas y climatológicas. El salar es una costra de hialita y yeso con pocas y pequeñas lagunas, generalmente pegadas a los bordes de las orillas. Las lagunas del noreste son profundos ojos en la costra de sal, y las demás son solo superficiales. En el extremo noroeste, unos 200 ms. lo separan de la cuenca del río Salado, el que escurre hacia el Pacífico que es su nivel de base. En los años 30 se perforó un túnel por el cual se vierte salmuera desde el salar al río, por lo cual en estricto rigor no puede decirse que este salar sea una cuenca cerrada, desde hace 72 años. El caudal de esa salida medida en 1996 fue de 511 l/s.

Sus características climatológicas y morfométricas son las siguientes:

Altura	3370 m
Superficie de la cuenca	3620 km^2
Superficie del salar	335 km^2
Superficie de las lagunas	0,6 km^2
Precipitaciones	100 mm/año
Evaporación potencial	1200 mm/año
Temperatura media	4ª C

Metodología. El recorrido se realizó en vehículo por las escasas lagunas presentes en este gran salar, un observador realizó el registro de las especies, como también su identificación.

Salar de La Laguna.

El salar de la Laguna es un pequeño salar ubicado al este del salar de Pedernales. La superficie de la cuenca es muy grande en relación al salar mismo. Es un salar tipo “playa” con sedimentos salinos recubiertos por una laguna salada de extensión variable con la época del año. Se ha encontrado una vertiente muy cuenca arriba (700 m por encima del salar) y dos

vertientes difusas a la orilla de la laguna. La vertiente corriente forma un riachuelo que se infiltra mas abajo alimentando napas subterráneas.

Sus principales características morfométricas y climatológicas son:

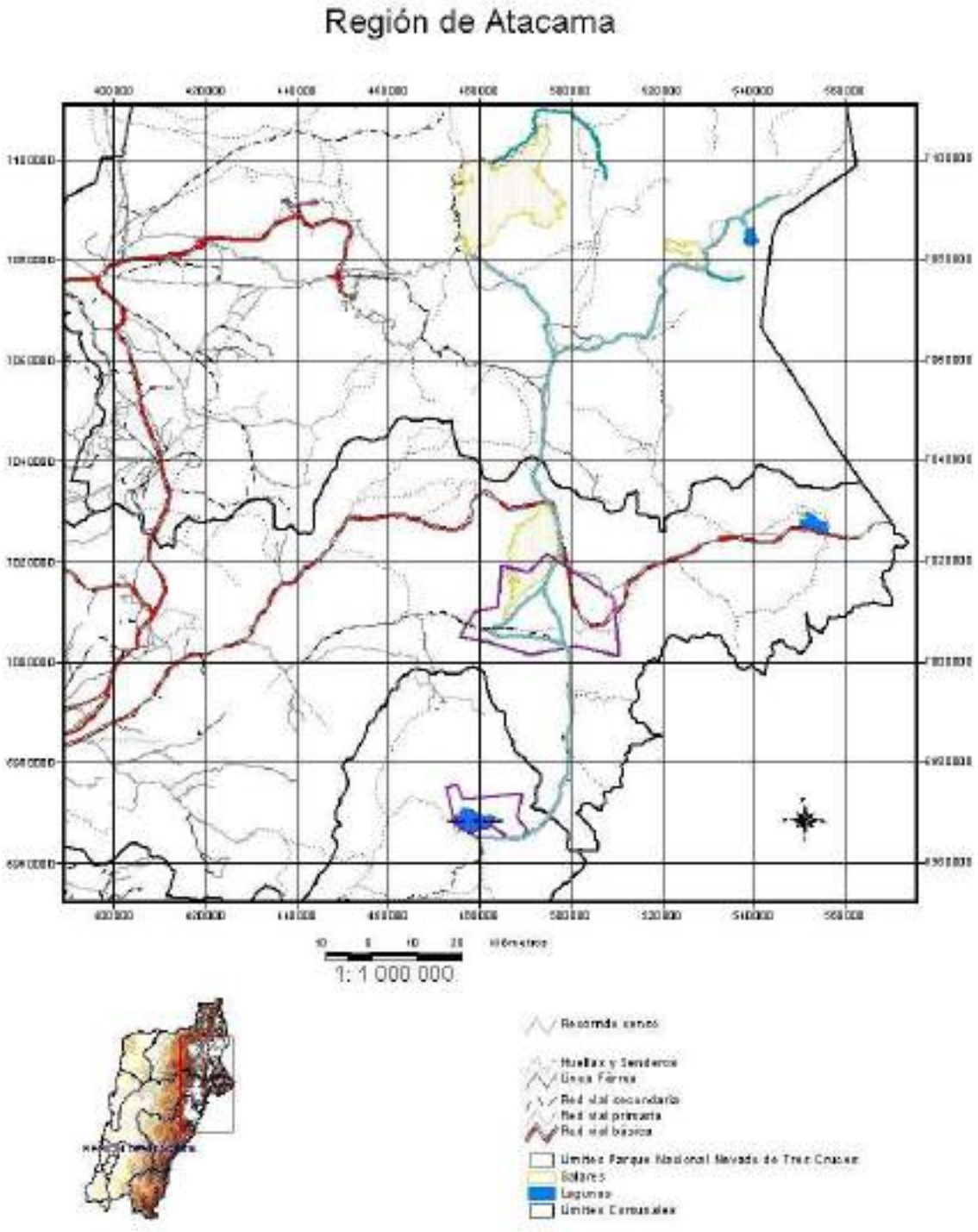
Altura	3494 m
Superficie de la cuenca	400 km^2
Superficie del salar	0,55 km^2
Superficie de las lagunas	0,3 - 0,55 km^2
Precipitaciones	120 mm/año
Evaporación potencial	1100 mm/año
Temperatura media	3°C

Metodología. Un observador realizó el conteo en este pequeño salar desde un punto fijo en el sector norte del salar.

- **Pequeñas lagunas y vegas.**

Se trata de pequeños ojos de agua naturales o artificiales que conforman un hábitat para especies de aves acuáticas de importancia para el presente censo, también se consideraron las vegas formadas principalmente por el río La Ola, donde fue posible registrar grupos de aves.

Metodología. Un observador provisto de binoculares realizó la identificación y conteo de cada una de las especies presentes.



Mapa N°2: Recorrido efectuado en el censo de aves altoandinas 2006.

Fecha	Lugar	Descripción
06-02-2006	Censo Laguna del Negro Francisco y Pantanillo	Ejecutado por guardaparques
06-02-2006	Laguna Santa Rosa	Alojamiento en refugio.
07-02-2006	Censo Laguna Santa Rosa-Salar de Maricunga y Tranque La Ola	Ejecutado por guardaparques
07-02-2006	Termas de Juncal	Campamento
08-02-2006	Censo Salar Piedra Parada, Lagunas del Jilguero y Lagunas Bravas	Ejecutado por guardaparques
08-02-2006	Termas de Juncal	Campamento
09-02-2006	Censo Salar de Pedernales	Ejecutado por guardaparques
09-02-2006	Salar de Pedernales	Campamento
10-02-2006	Censo salar de La Laguna	Ejecutado por guardaparques
10-02-2006	Término de censo	Regreso a Copiapó

Tabla N°1: Días del censo con el itinerario realizado.

Participantes:

Participante	Cargo
Jorge Carabantes Ahumada	Encargado Operaciones U.G.P.S
Eric Díaz	Administrador P.N. Nevado Tres Cruces
Cristian Rivera	Guardaparque P.N. Nevado Tres Cruces
Juan Soto	Ingeniero Forestal
Diego Camus	Guardaparque P.N. Nevado Tres Cruces

Folio020763

3. Resultados

El resultado de los registros realizados en los distintos sitios censados se entregan en la planilla PACUSHA (Ver anexo N°1). El total de aves contabilizados llegó a 10679 ejemplares, la mayoría de ellos concentrados en lagunas de los distintos sitios censales. El recorrido y track marcado con GPS se entregan en el anexo N°2. A continuación se detalla el conteo para cada sitio.

Laguna del Negro Francisco: Esta laguna fue el lugar de mayor concentración de aves de todos los sitios visitados, la mayor cantidad de ejemplares se ubicó en la laguna salobre u oriental. En la tabla N°2 se muestran los conteos para cada especie, se aprecia que predominan las especies de los órdenes Phoenicopteriformes y Anseriformes, siendo el Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) la especie con mayor densidad poblacional, seguido por el Pato Jergón chico (*Anas flavirostris*).

Especie			N° ejemplares
Blanquillo	Podiceps occipitalis	Po	35
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	2140
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	942
Parina chica	Phoenicoparrus jamesi	Pj	45
Piuquén	Chloephaga melanoptera	Cm	533
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	1239
Pato Jergón chico	Anas flavirostris	Af	1854
Pato Jergón grande	Anas georgica	Ag	407
Tagua cornuda	Fulica cornuta	Fc	64
Caití	Recurvirostra andina	Ra	82
Playero de Baird	Calidris bairdii	Cb	288
Playero de patas largas	Calidris himantopus	Ch	6
Pollito de mar tricolor	Steganopus tricolor	St	5
Gaviota andina	Larus serranus	Ls	40
Total ejemplares			**7680**
Total especies			**14**

Tabla N°2: Especies registradas en Laguna Negro Francisco.

En el gráfico N°4 se aprecia la tendencia expuesta arriba. Mientras que el gráfico N°5 muestra la relación porcentual entre las especies registradas en este sitio. Destaca la reducida cantidad de Taguas cornudas (*Fulica cornuta*) encontradas.

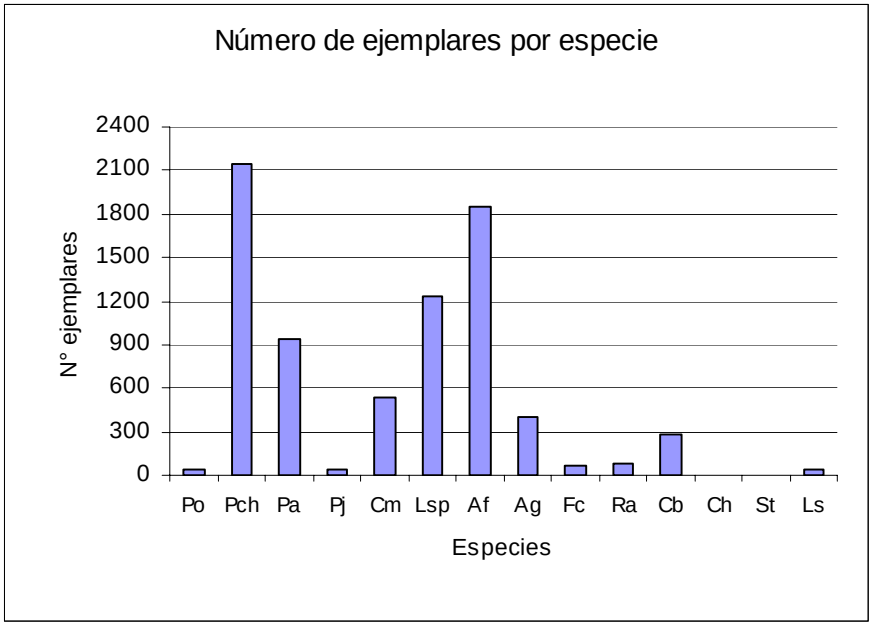


Gráfico N°4: Relación numérica de la especies en Laguna del Negro Francisco.

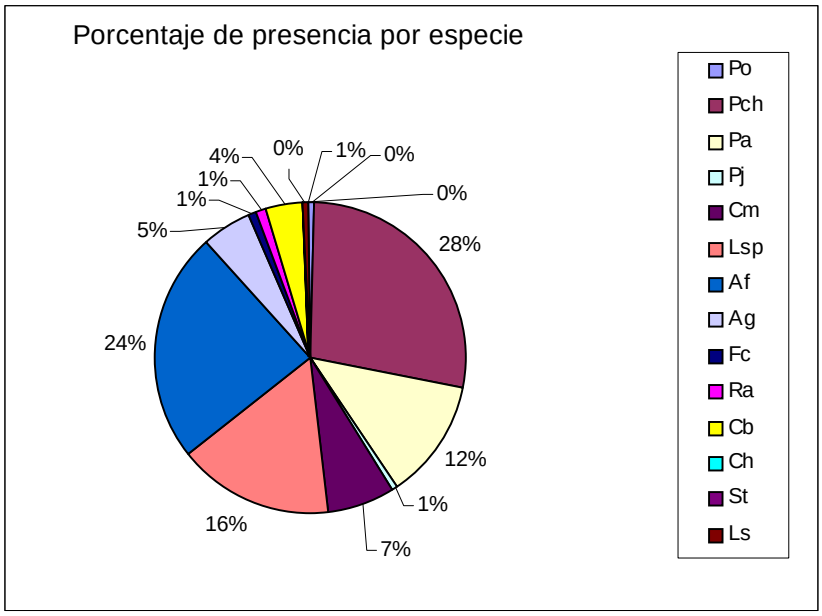


Gráfico N°5: Porcentaje de presencia por especie en Laguna Negro Francisco.

La figura N°1 muestra la distribución de las especies en esta laguna. El clima se presentó despejado con una sensación térmica de 9°C.

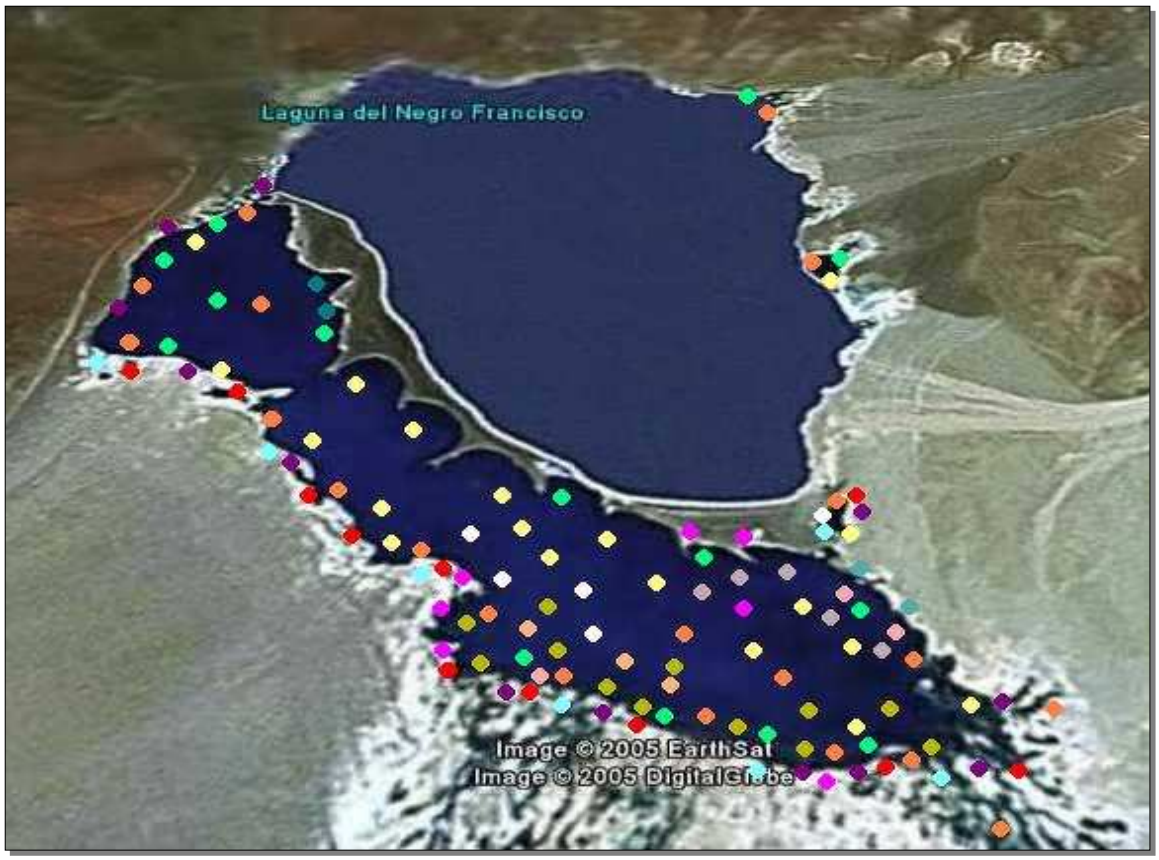


Figura N°1: Distribución de especies en Laguna Negro Francisco.

Podiceps occipitalis
Phoenicopterus chilensis
Phoenicoparrus andinus
Phoenicoparrus jamesi
Chloephaga melanoptera
Lophonetta specularioides
Anas flavirostris
Anas georgica
Fulica cornuta
Recurvirostra andina
Calidris bairdii
Calidris himantopus
Steganopus tricolor
Larus serranus

Pantanillo: Este sector está conformado por vegas y pequeñas lagunas que son abastecidos por ríos y vertientes que propician hábitats para aves. Los ejemplares son encontrados solos, en parejas o pequeños grupos. La tabla N°3 muestra los resultados para este sector. El gráfico N°6 entrega la relación numérica, en la cual sobresale la Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*). Y finalmente el gráfico N°7 muestra la relación porcentual.

Especie			N° ejemplares
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	12
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	23
Piuquén	Chloephaga melanoptera	Cm	17
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	10
Total ejemplares			**62**
Total especies			**4**

Tabla N°3: Especies registradas en sector Pantanillo.

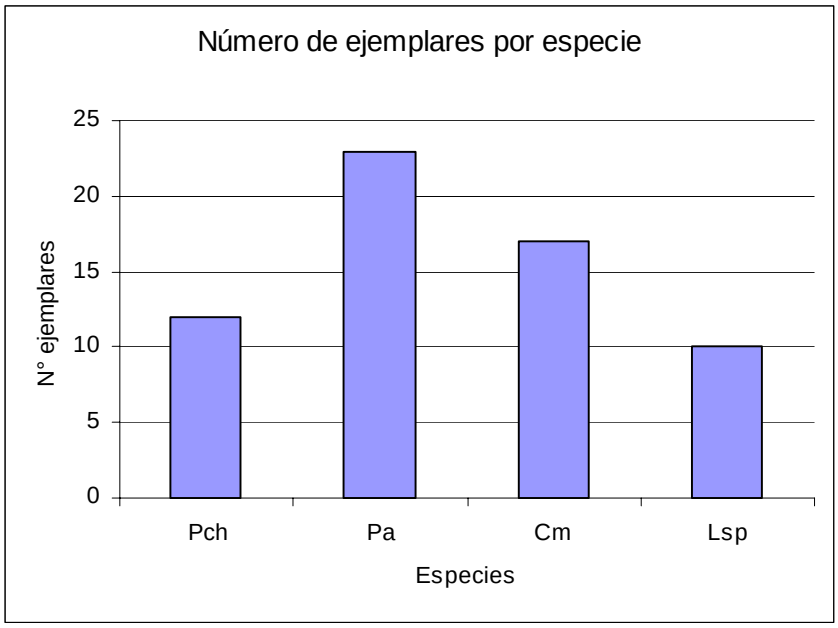


Gráfico N°6: Relación numérica entre las especies presentes en sector Pantanillo.

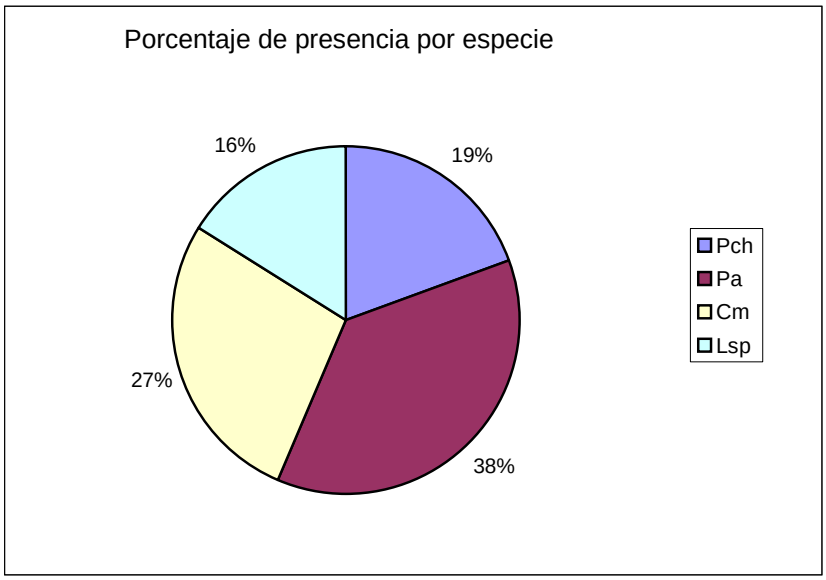


Gráfico N°7: Porcentaje de presencia por especie en Pantanillo.

Laguna Santa Rosa – Salar de Maricunga: A pesar de ser un salar de gran extensión son pocos los lugares aptos para que las aves se desarrollen. Aun así, este complejo ecológico posee la segunda mayor concentración de avifauna de los sitios visitados. Aquí la Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*), es la especie con mayor densidad poblacional. Un perro fue avistado entre los flamencos. La tabla N°4 presenta las especies registradas.

Especie			N° ejemplares
Blanquillo	Podiceps occipitalis	Po	148
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	122
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	587
Parina chica	Phoenicoparrus jamesi	Pj	59
Piuquén	Chloephaga melanoptera	Cm	21
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	276
Pato Jergón chico	Anas flavirostris	Af	125
Tagua cornuda	Fulica cornuta	Fc	97
Caití	Recurvirostra andina	Ra	39
Playero de Baird	Calidris bairdii	Cb	129
Gaviota andina	Larus serranus	Ls	44
Total ejemplares			**1647**
Total especies			**11**

Tabla N°4: Especies registradas en Laguna Santa Rosa – Salar de Maricunga

El gráfico N°8 muestra la relación entre las especies registradas en este sector. El gráfico N°9 muestra la relación porcentual.

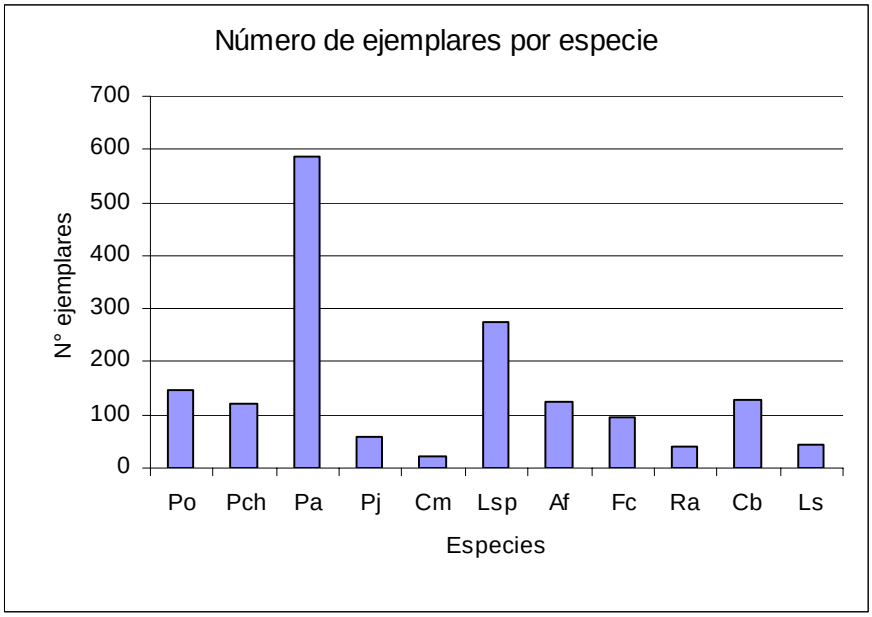


Gráfico N°8: Relación numérica entre las especies registradas en Laguna Santa Rosa – Salar de Maricunga.

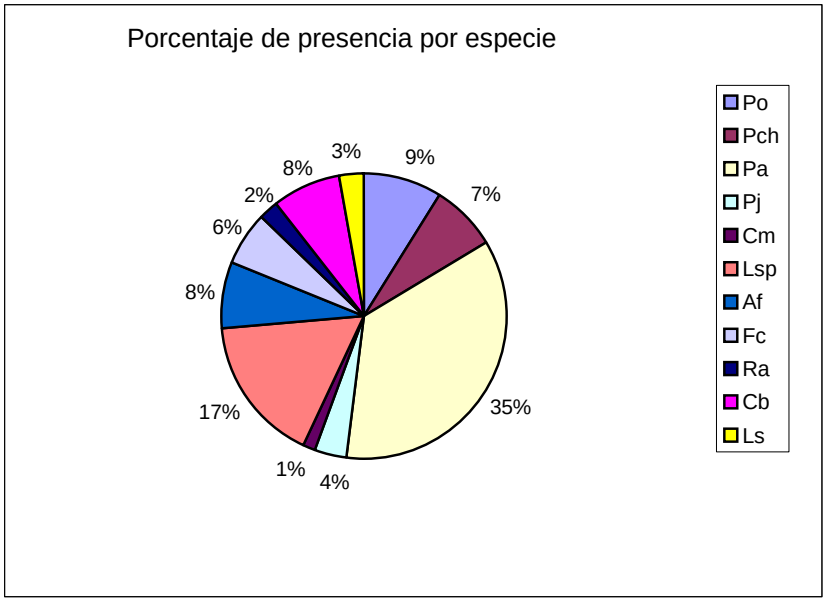


Gráfico N°9: Porcentaje de presencia por especie en Laguna Santa Rosa – Salar de Maricunga.

La figura N°2 muestra la distribución encontrada de las especies en este sitio. Las condiciones metereológicas fueron normales, clima despejado y una sensación térmica de 11°C.

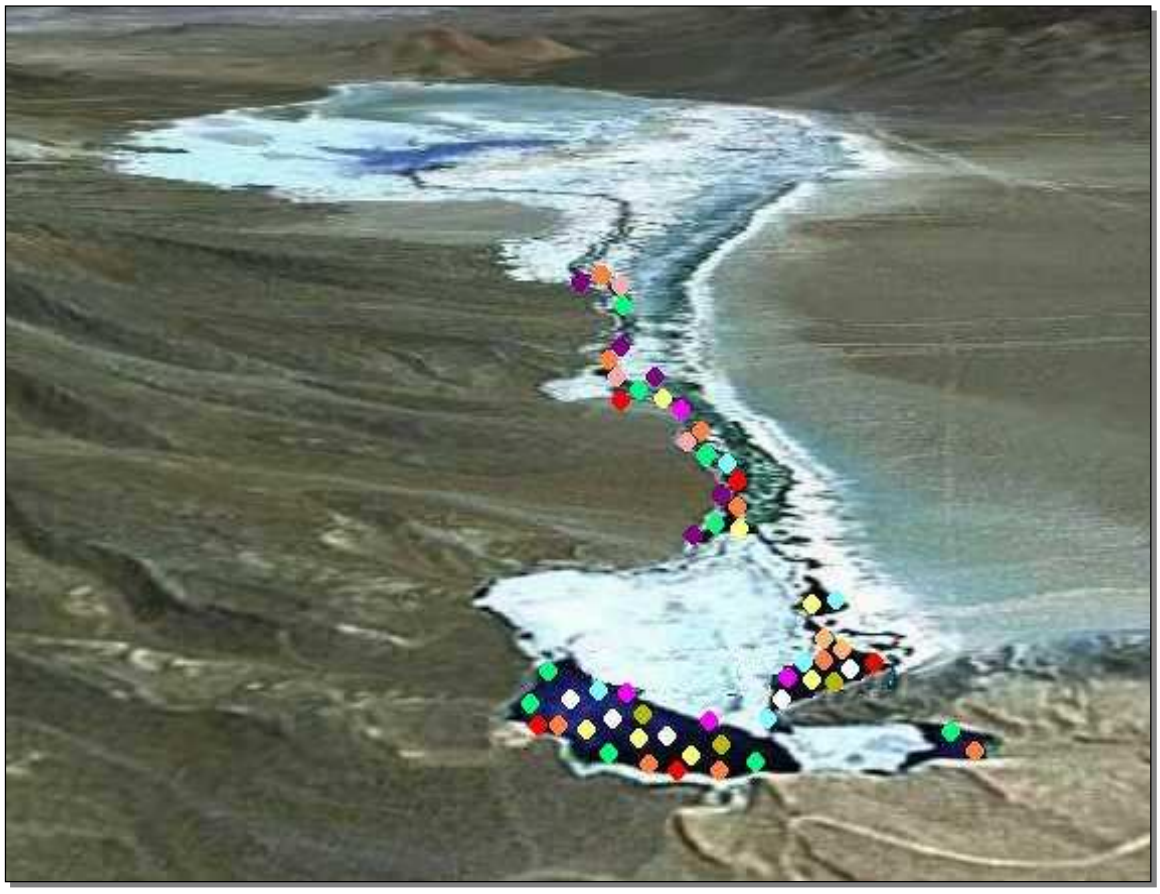


Figura N°2: Distribución de especies en Laguna Santa Rosa y Salar de Maricunga.



Salar de Piedra Parada: Este salar se constituye como sitio de interés al registrarse en él un grupo de pollos de flamenco, aparentemente pertenecientes a la especie *Phoenicoparrus jamesi*, en el año 1988 se había registrado nidificación de esta especie en este salar, y debido a la superioridad numérica que presenta la Parina chica en este sitio, es muy probable que este año haya ocurrido nuevamente. La tabla N°5 muestra las especies registradas, incluyendo los pollos de flamenco.

Especie			N° ejemplares
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	8
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	154
Parina chica	Phoenicoparrus jamesi	Pj	222
Pollos flamenco	Phoenicoparrus sp	Poll	280
Piuquén	Chloephaga melanoptera	Cm	2
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	1
Chorlo de la puna	Charadrius alticola	Ca	1
Caití	Recurvirostra andina	Ra	14
Playero de Baird	Calidris bairdii	Cb	10
Pollito de mar tricolor	Steganopus tricolor	St	3
Perdicita cordillerana	Attagis gayi	Aga	2
Gaviota andina	Larus serranus	Ls	2
Total ejemplares			**699**
Total especies			**11**

Tabla N°5: Especies presentes en Salar Piedra Parada.

Folio020771

Los gráficos N°10 y N°11 muestran las relaciones numérica y porcentual de las especies registradas en este sitio. Destaca la poca cantidad de Chorlos de la puna (*Charadrius alticola*). La especie que predomina es la Parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*).

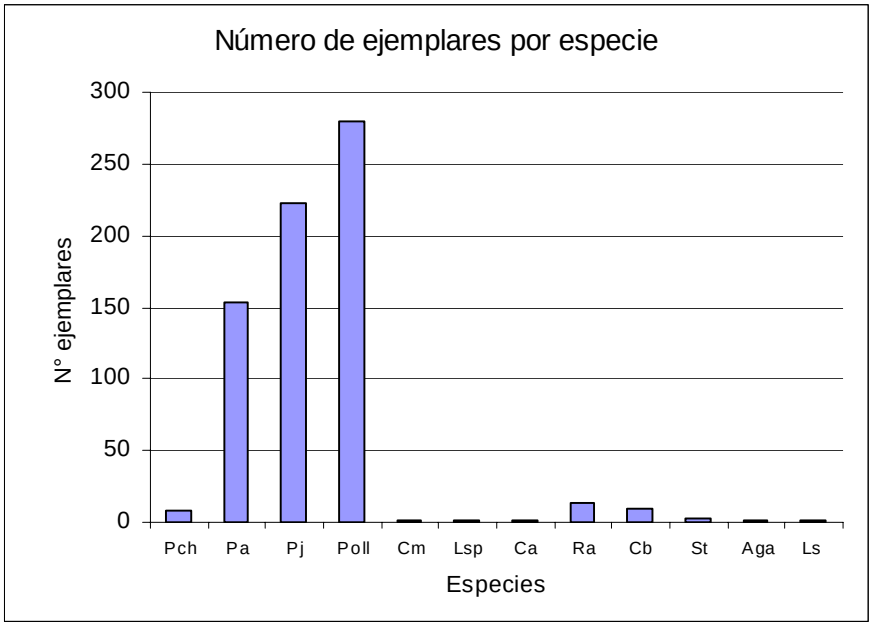


Gráfico N°10: Relación numérica entre especies del sector de Piedra Parada. Destaca un grupo de pollos de flamenco no identificados (n= 280).

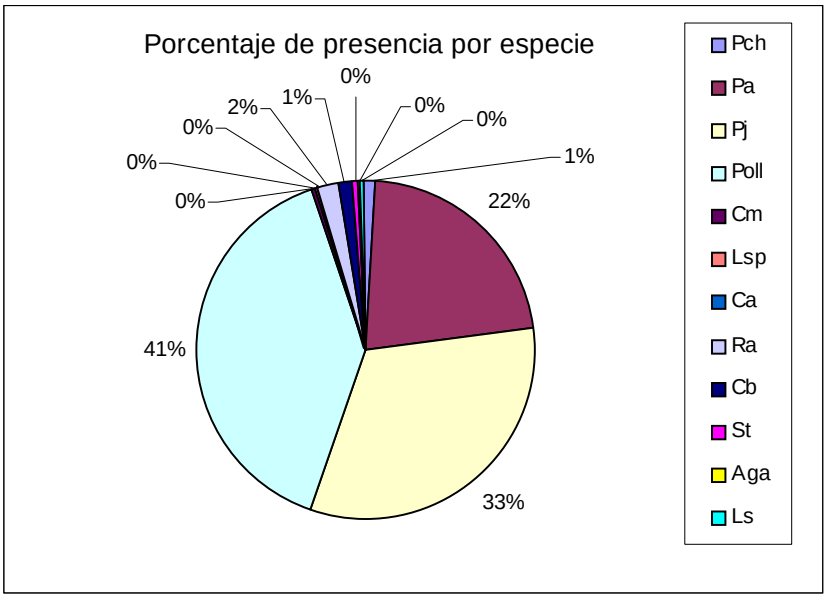


Gráfico N°11: Porcentaje de presencia por especie Salar de Piedra Parada.

En la figura N°3 se aprecia la distribución que presentan las especies en las lagunas. Clima despejado, sensación térmica de 10°C.

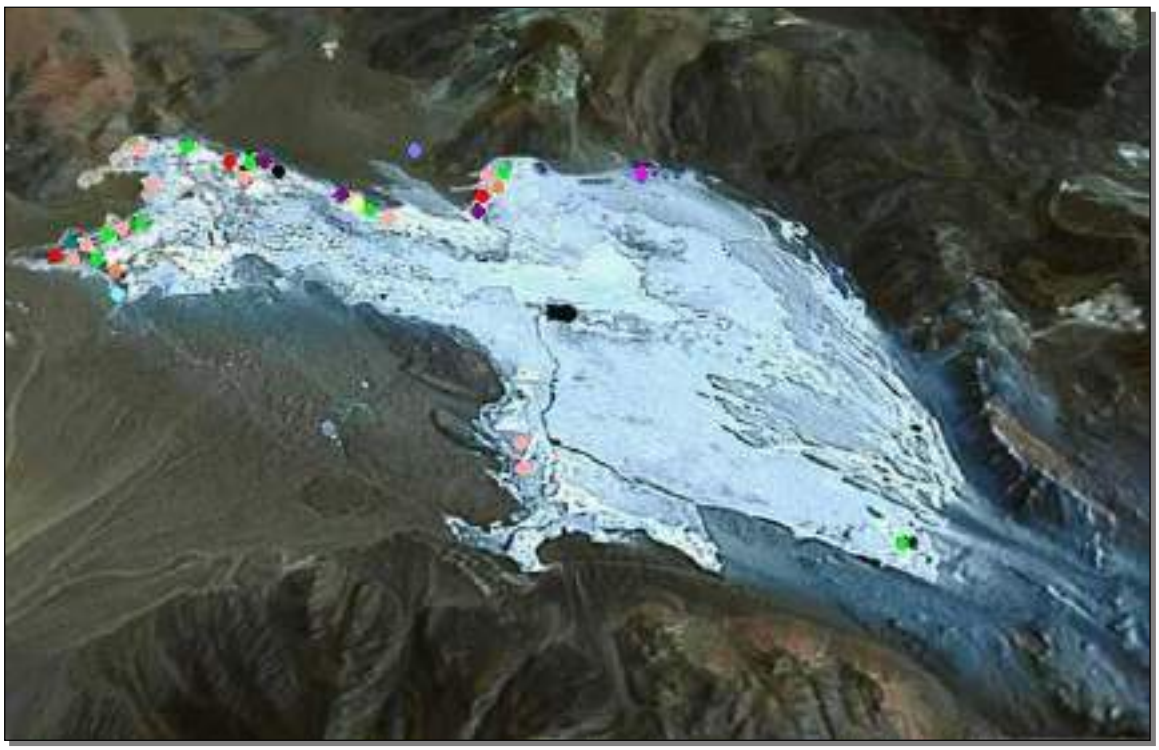


Figura N°3: Distribución de especies en Salar de Piedra Parada



Lagunas del Jilguero: Sólo en una de las dos lagunas que conforman este complejo se registró presencia de avifauna. La tabla N°6 muestra los ejemplares avistados.

Especie			N° ejemplares
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	7
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	3
Parina chica	Phoenicoparrus jamesi	Pj	2
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	13
Total ejemplares			**25**
Total especies			**4**

Tabla N°6: Especies registradas en Lagunas del Jilguero.

El gráfico N°12 muestra la relación numérica, en este sitio es *Lophoneta specularioides* quien se presenta en mayor número. El gráfico N°13 muestra la relación porcentual para este sitio.

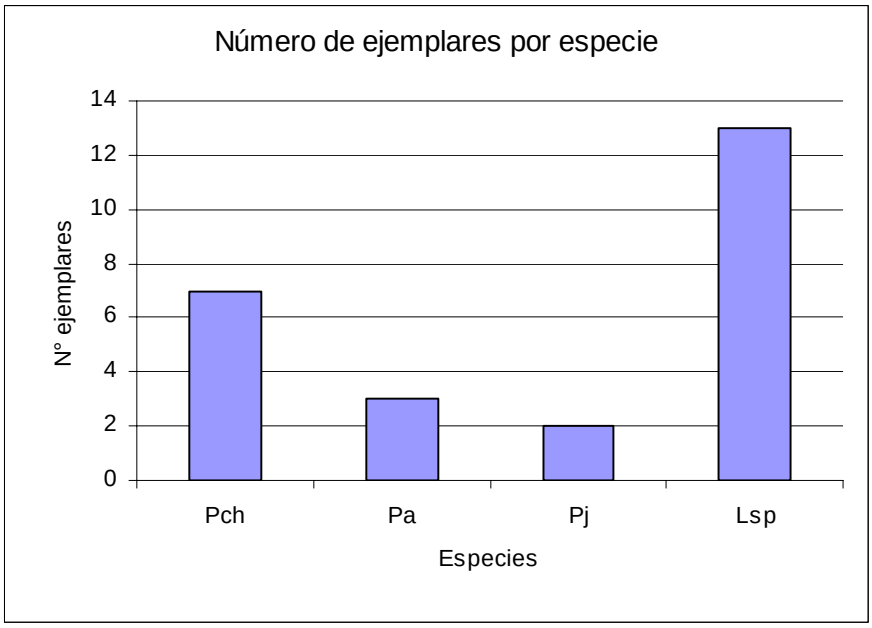


Gráfico N°12: Relación numérica entre especies de Lagunas del Jilguero.

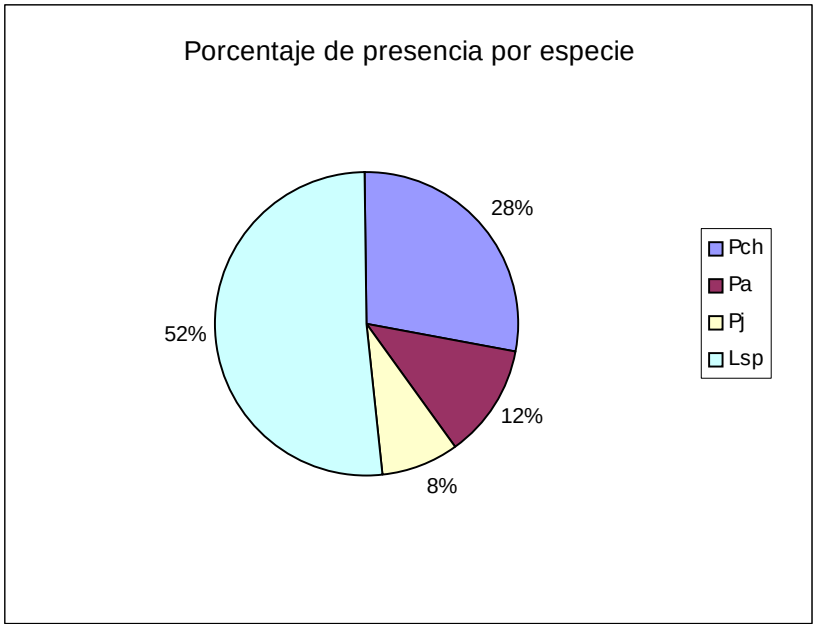


Gráfico N°13: Porcentaje de presencia por especie en Lagunas del Jilguero.

La figura N°4 muestra la distribución de los ejemplares registrados. Sensación térmica de 10°C, clima despejado.

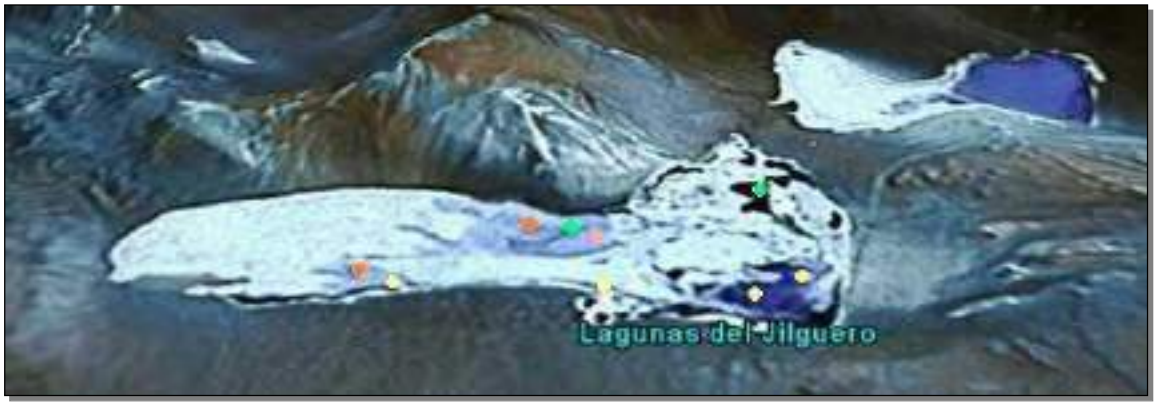


Figura N°4: Distribución de especies en Lagunas del Jilguero.



Lagunas Bravas: Este complejo de humedales adquiere importancia por el hecho de albergar en una de sus lagunas, concretamente la laguna norte, una población significativa de tagua cornuda (*Fulica cornuta*), y es la especie de mayor densidad dentro del complejo. La laguna central es la que presenta la mayor diversidad avial a pesar de su reducido tamaño. La laguna sur, la más grande, presentó la menor cantidad de ejemplares avistados. La tabla N°7 muestra la situación registrada en este sector.

Especie			N° ejemplares
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	16
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	6
Parina chica	Phoenicoparrus jamesi	Pj	19
Piuquén	Chloephaga melanoptera	Cm	53
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	82
Tagua cornuda	Fulica cornuta	Fc	180
Gaviota andina	Larus serranus	Ls	6
Total ejemplares			**362**
Total especies			**7**

Tabla N°7: Especies registradas en Lagunas Bravas.

El gráfico N°14 entrega la relación numérica entre las especies, mientras que el gráfico N°15 muestra la relación porcentual.

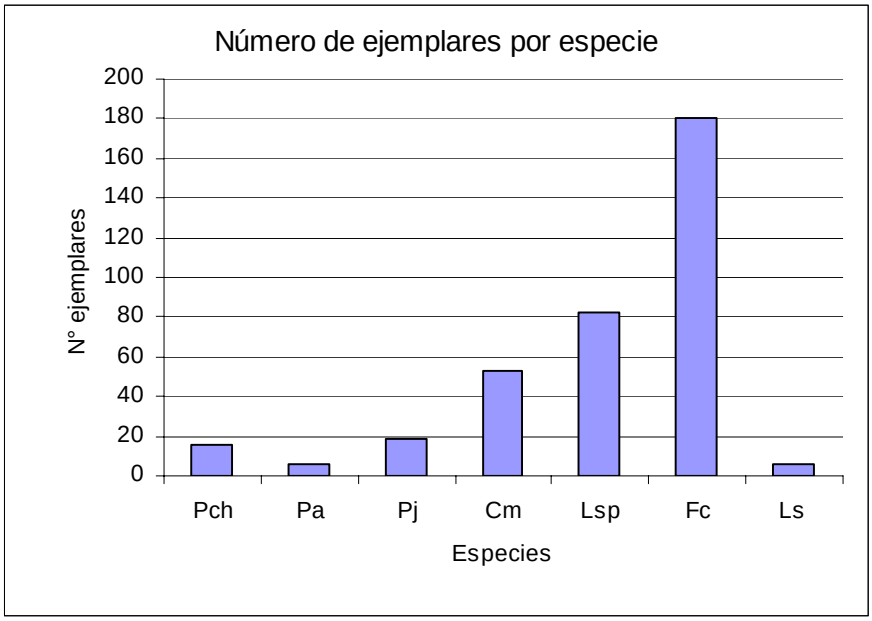


Gráfico N°14: Relación numérica entre especies en Lagunas Bravas.

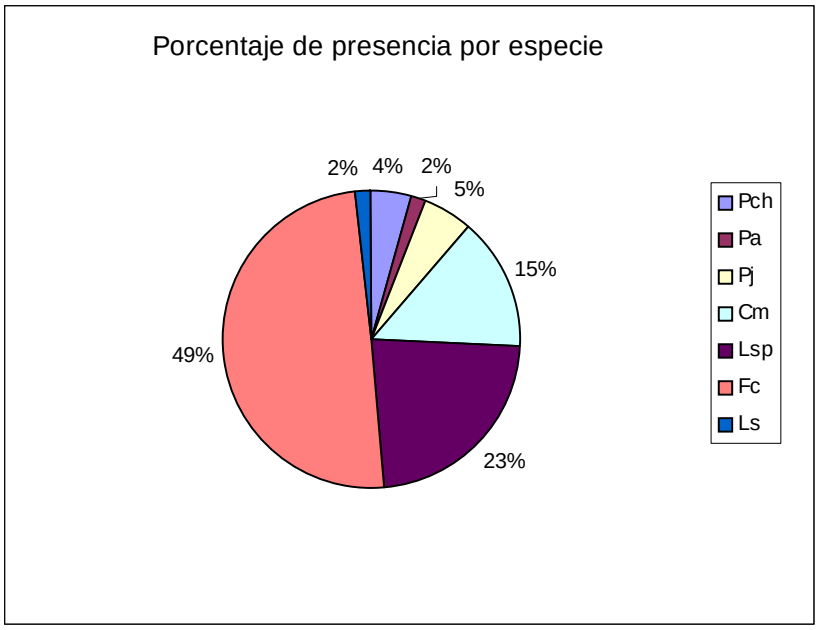


Gráfico N°15: Porcentaje de presencia por especie en Lagunas Bravas.

La distribución espacial de las especies se muestran en la figura N°5 y N°6. El clima se presentó despejado, sensación térmica de 10°C.

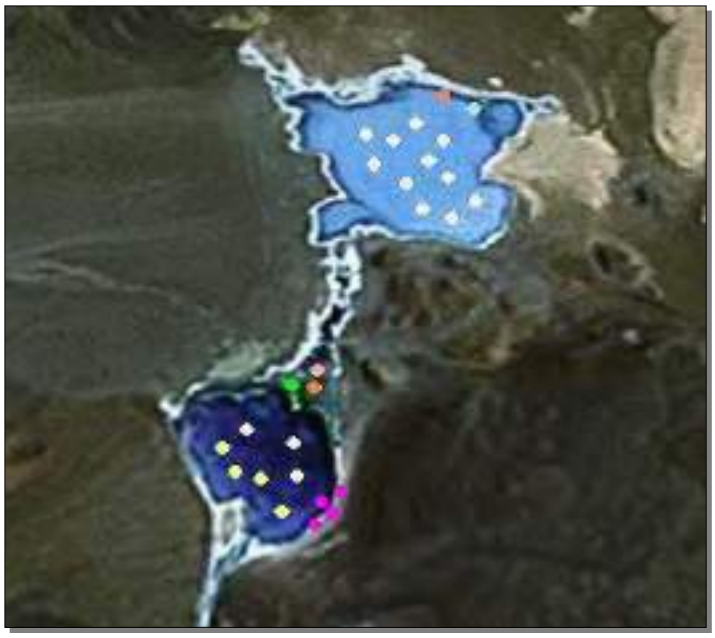


Figura N°5: Distribución de especies en lagunas norte y centro del complejo Lagunas Bravas.



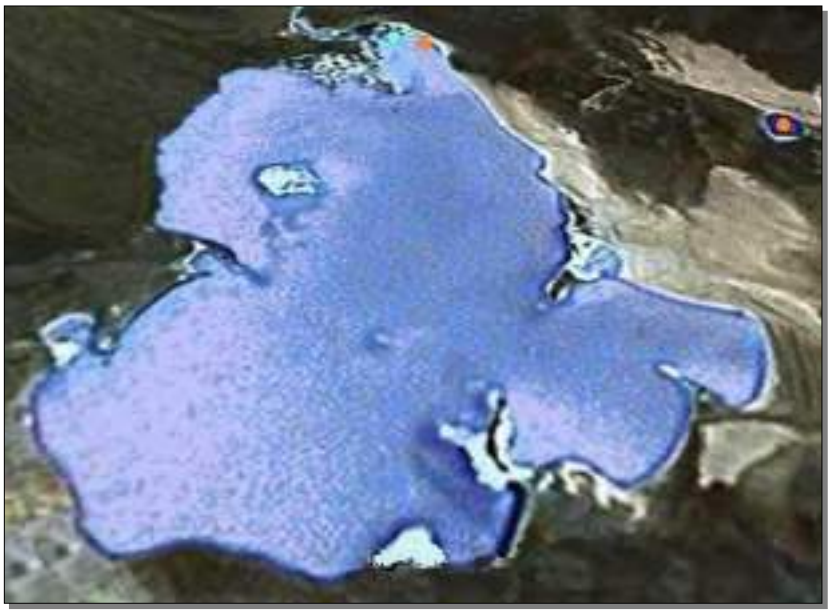
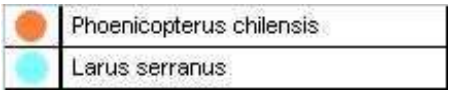


Figura N°6: Distribución de especies en laguna sur del complejo Lagunas Bravas y poza adyacente.



Salar de Pedernales: Este gran salar es el único de los sitios visitados donde se observó intervención antrópica directa sobre las lagunas que sirven de hábitat a las aves. En horas de la mañana (9:40 am), un camión aljibe extraía agua de las lagunas. En él se observó una baja diversidad, dominando el orden Phoenicopteriforme. Destaca la observación de *Oreopholus ruficollis* (Chorlo de campo). La tabla N°8 entrega el listado de especies.

Especie			N° ejemplares
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	61
Parina chica	Phoenicoparrus jamesi	Pj	55
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	1
Chorlo de campo	Oreopholus ruficollis	Or	2
Caití	Recurvirostra andina	Ra	11
Total ejemplares			**130**
total especies			**5**

Tabla N°8: Especies registradas en Salar de Pedernales.

El gráfico N°16 muestra la proporción numérica, y el gráfico N°17 la proporción porcentual entre las especies en este sitio.

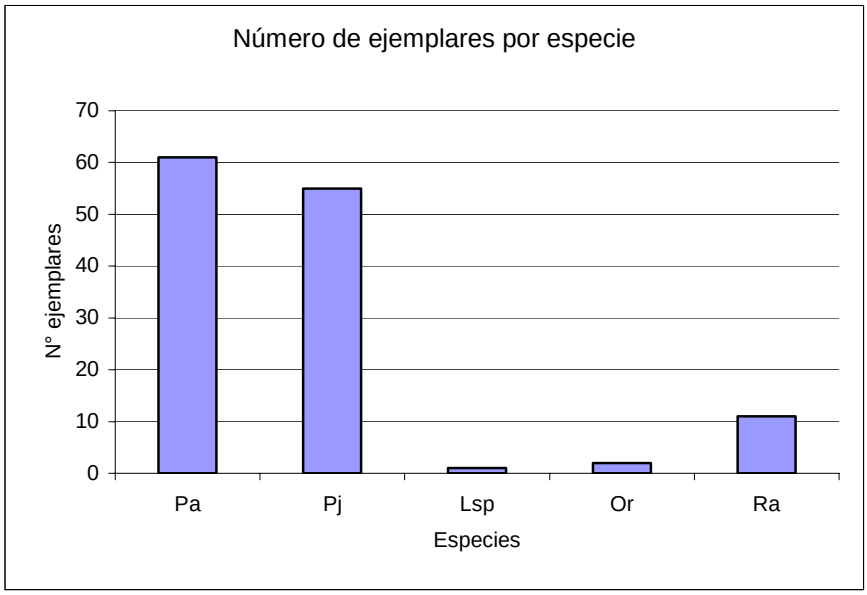


Gráfico N°16: Relación numérica entre las especies de Salar de Pedernales.

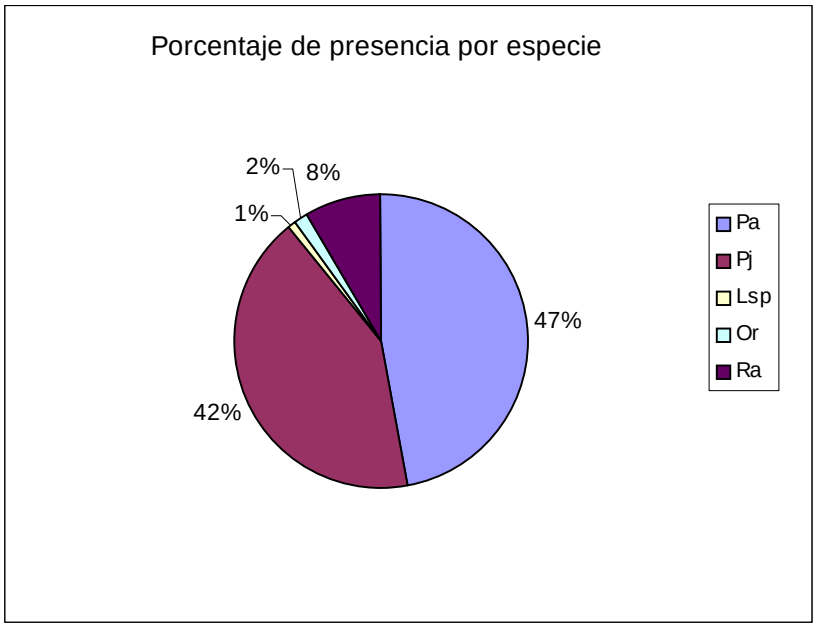


Gráfico N°17: Porcentaje de presencia por especie en Salar de Pedernales.

La figura N°7 muestra la distribución de las especies en las lagunas. Clima despejado, sensación térmica de 12°C.

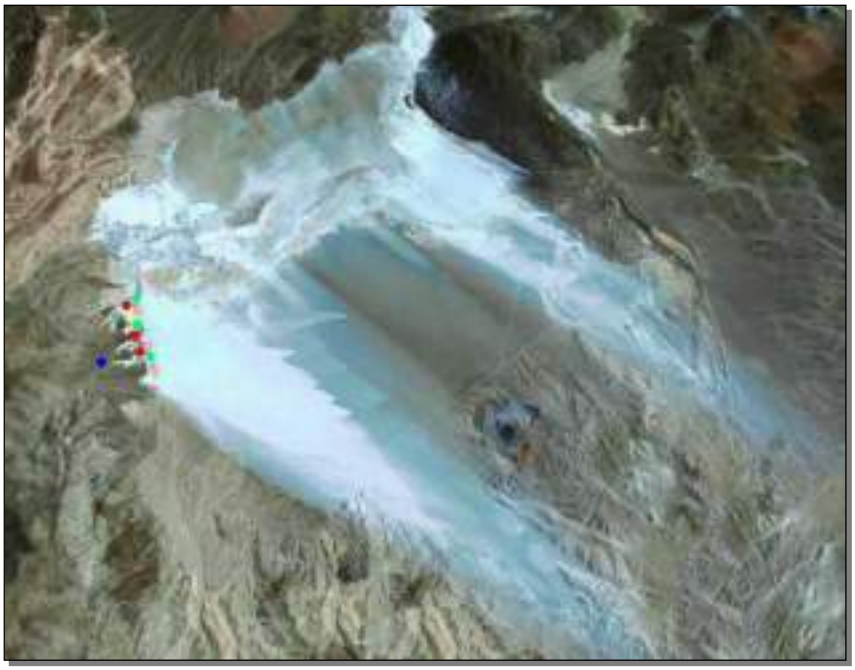


Figura N°7: Distribución de especies en Salar de Pedernales.



Salar de la Laguna: Corresponde al sitio censal de menor tamaño visitado, su diversidad es baja, como también su dotación de avifauna. La tabla N°9 muestra los ejemplares registrados.

Especie			N° ejemplares
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	14
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	6
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	4
Total ejemplares			**24**
Total especies			**3**

Tabla N°9: Especies registradas en el Salar de la Laguna.

Los gráficos N°18 y N°19 muestran las relaciones entre las especies en este salar.

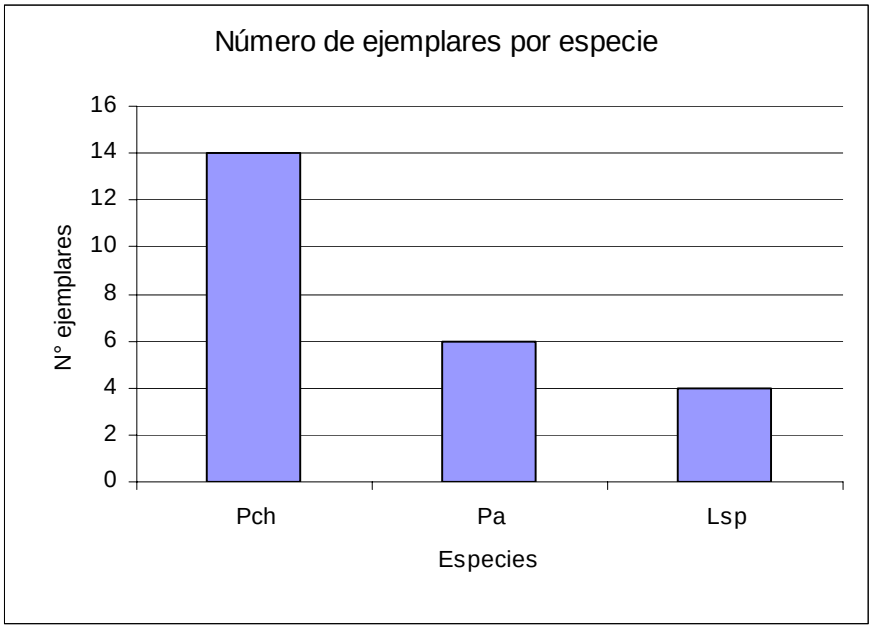


Gráfico N°18: Relación numérica entre las especies registradas en el Salar de la Laguna.

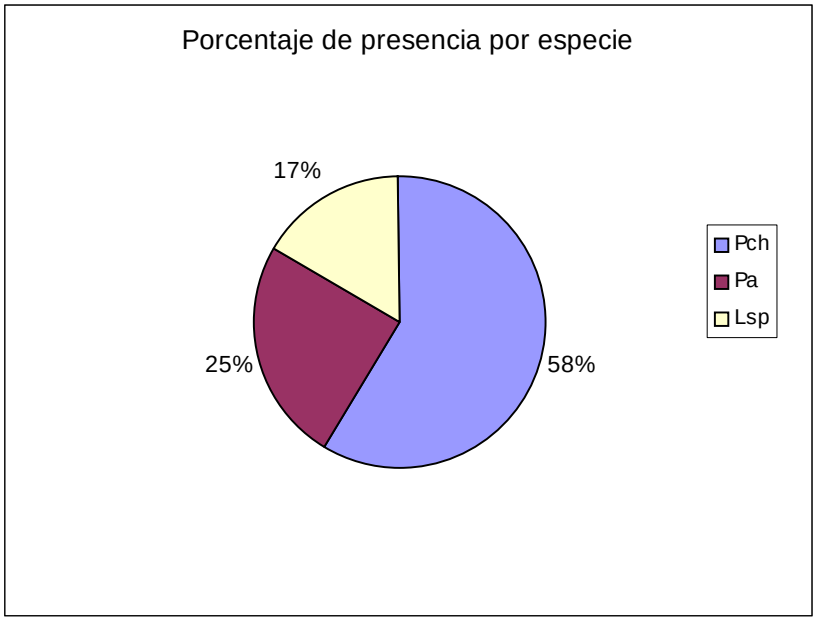


Gráfico N°19: Porcentaje de presencia por especie en Salar de la Laguna.

Otros lugares: Corresponden a pequeñas lagunas y vegas, que se ubican en el recorrido y en ríos colindantes. Destaca entre las lagunas la formada en el Tranque La Ola, donde se observó un Yeco (*Phalacrocorax olivaceus*), siendo el primer registro para la zona cordillerana en la Región de Atacama. La tabla N°10 muestra la totalidad de los ejemplares registrados en estos sitios, donde *Chloephaga melanoptera* (Piuquén), fue la especie de mayor presencia.

Especie			N° ejemplares
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	1
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	1
Piuquén	Chloephaga melanoptera	Cm	28
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	13
Gaviota andina	Larus serranus	Ls	1
Colegial del norte	Lessonia oreas	Lo	5
Yeco	Phalacrocorax olivaceus	Pol	1
Total ejemplares			**50**
Total especies			**7**

Tabla N°10: Especies registradas en pequeñas lagunas y vegas.

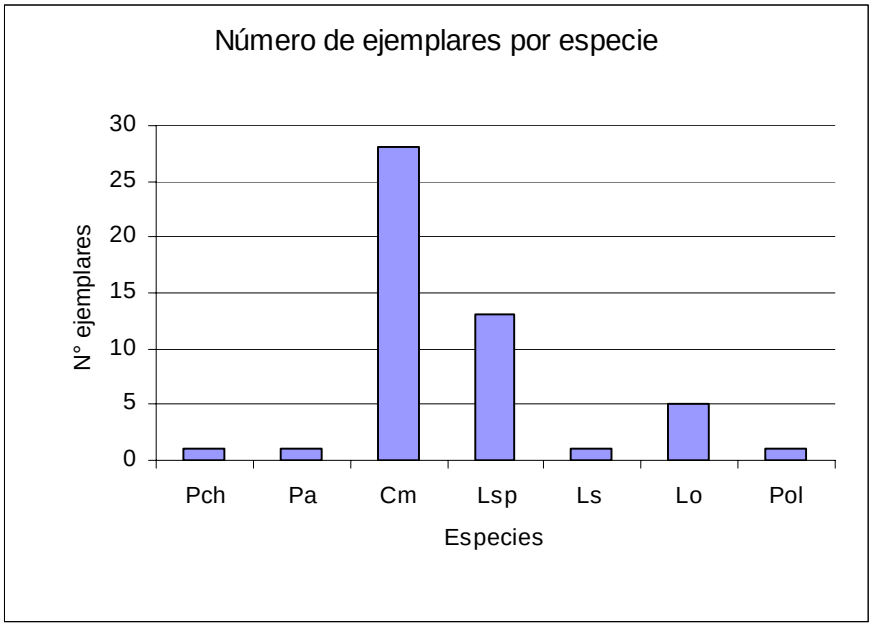


Gráfico N°20: Número de ejemplares registrados en distintas lagunas y vegas.

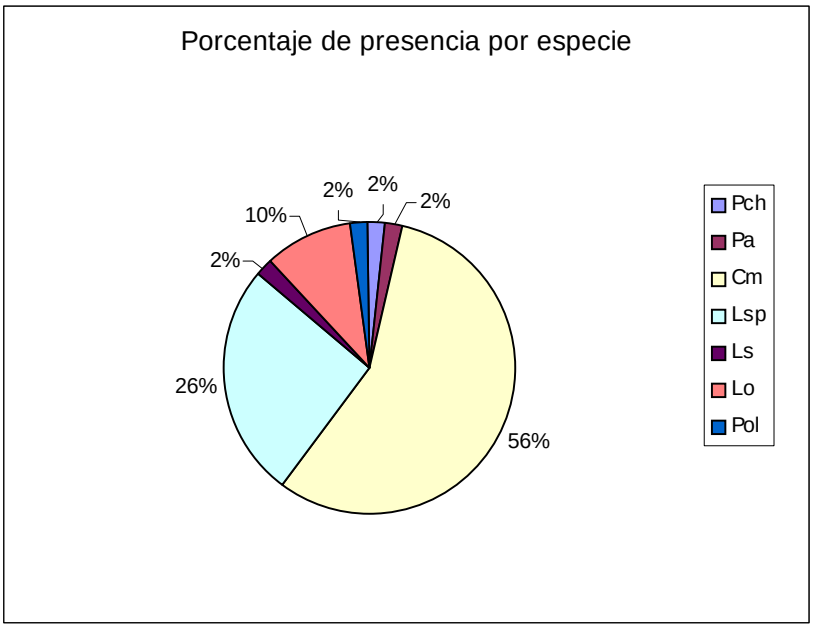


Gráfico N°21: Porcentajes de presencia por especie en pequeñas lagunas y vegas.

Compendio de sitios.

A continuación se entregan los resultados resumidos de los conteos realizados en cada sitio, así como de los gráficos correspondientes a las relaciones numéricas y porcentuales de ejemplares por sitio y especies por sitio.

SITIO	Ejemplares	Especies
LNF	7680	14
LSR-SM	1647	11
Pant	62	4
SPP	699	11
LJ	25	4
LB	362	7
SP	130	5
SL	24	3
Otros	50	7
Total	10679	19

Tabla N°11: Conteos totales resumidos, se entrega también el número de especies registrado en cada sitio.

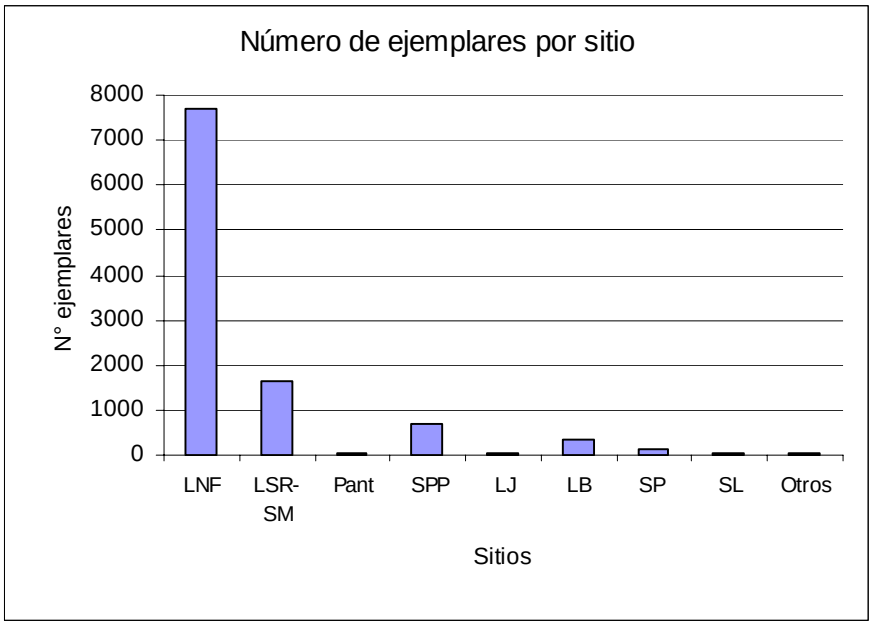


Gráfico N°22: Ejemplares totales por sitio.

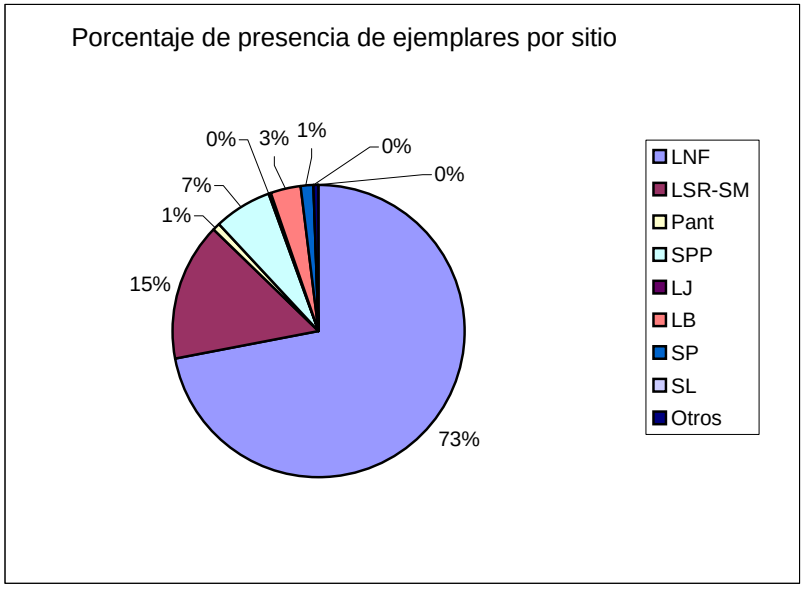


Gráfico N°23: Porcentaje de presencia de ejemplares por sitio.

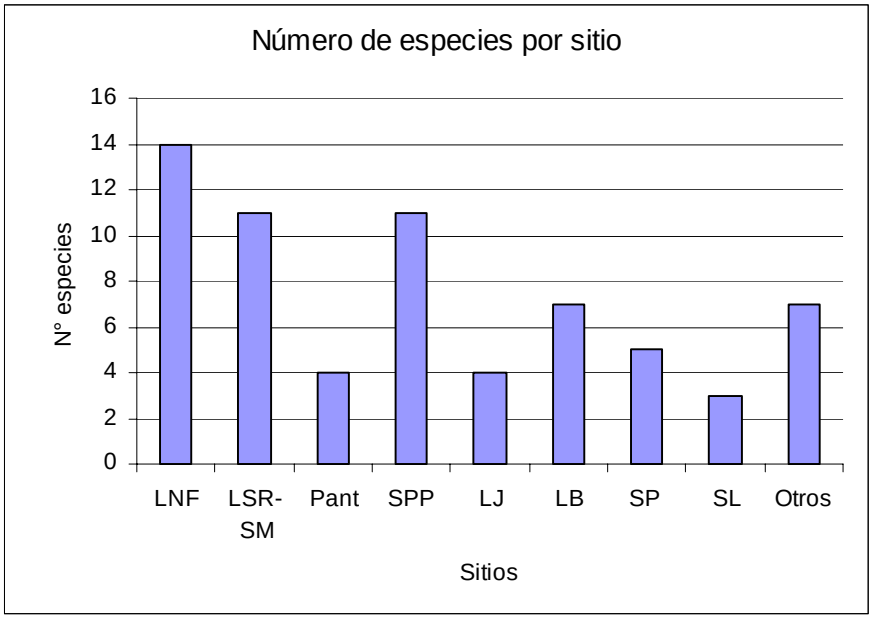


Gráfico N°24: Número de especies por sitio.

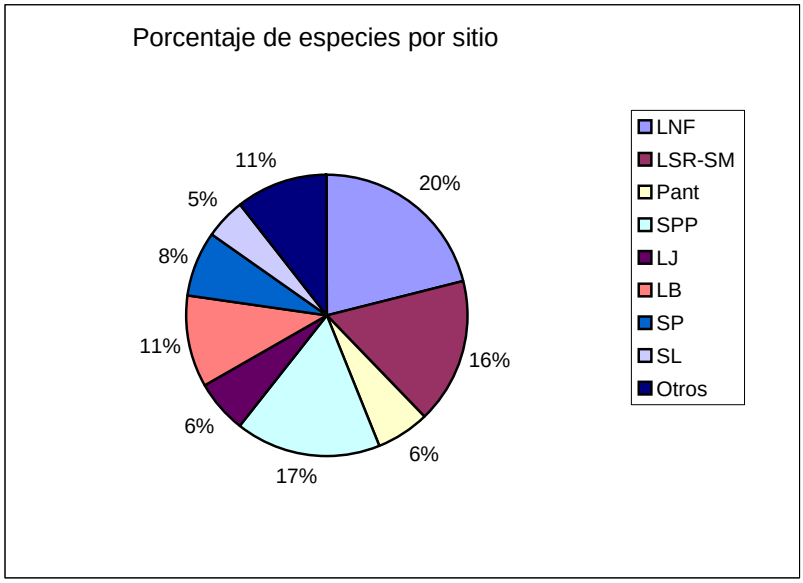


Gráfico N°25: Porcentaje de especies por sitio censado.

Folio020787

Relación numérica total entre especies.

A continuación se entrega el número total de ejemplares registrados para cada especie en los distintos sitios visitados, además de un detalle de la población de las tres especies de flamencos sudamericanos, como también una tabla con las densidades encontradas para cada sitio.

Especie			N° ejemplares
Blanquillo	Podiceps occipitalis	Po	183
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	2320
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	1783
Parina chica	Phoenicoparrus jamesi	Pj	402
Pollos flamenco	Phoenicoparrus sp	Poll	280
Piuquén	Chloephaga melanoptera	Cm	654
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	1639
Pato Jergón chico	Anas flavirostris	Af	1979
Pato Jergón grande	Anas georgica	Ag	407
Tagua cornuda	Fulica cornuta	Fc	341
Caití	Recurvirostra andina	Ra	146
Playero de Baird	Calidris bairdii	Cb	427
Playero de patas largas	Calidris himantopus	Ch	6
Pollito de mar tricolor	Steganopus tricolor	St	8
Gaviota andina	Larus serranus	Ls	93
Chorlo de la puna	Charadrius alticola	Ca	1
Perdicita cordillerana	Attagis gayi	Aga	2
Chorlo de campo	Oreopholus ruficollis	Or	2
Colegial del norte	Lessonia oreas	Lo	5
Yeco	Phalacrocorax olivaceous	Pol	1
Total ejemplares			**10679**

Tabla N°12: Número de ejemplares totales para cada especie registrada.

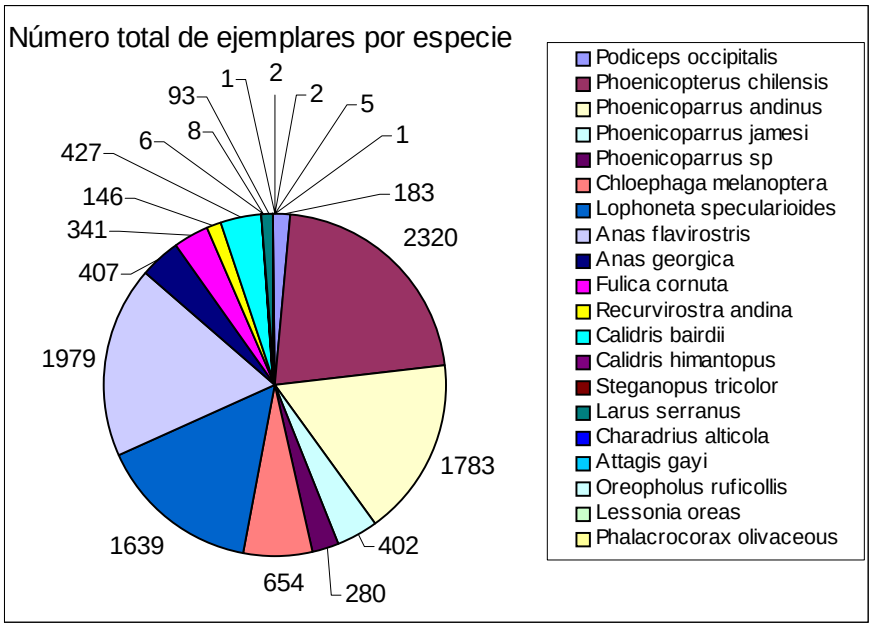


Gráfico N°26: Relación numérica entre especies.

Del total de ejemplares registrados la población total de flamencos representa el 44,8%. Por separado la población del Flamenco chileno representa el 21,7%; Parina grande 16,7% y Parina chica 3,8%.

	P. chilensis	P. andinus	P. jamesi	Pollos	
LNF	2140	942	45	0	
LSR-SM	122	587	59	0	
Pant	12	23	0	0	
SPP	8	154	222	280	
LJ	7	3	2	0	
LB	16	6	19	0	
SP	0	61	55	0	
SL	14	6	0	0	
Otros	1	1	0	0	
	2320	1783	402	280	**4785**

Tabla N°13: Población de flamencos registrada en los sitios visitados.

SITIO	Sup. Lagunas	Ind./km^2	*P. chilensis*	*P. andinus*	*P. jamesi*
LNF	24.8 km^2	309.7	86.3	37.9	1.8
LSR-SM	6.15 km^2	267.8	19.8	95.4	9.6
SPP	2 km^2	349.5	4	77	111
LJ	1.5 km^2	16.7	4.7	2	1.3
LB	10 km^2	36.2	1.6	0.6	1.9
SP	0.6 km^2	216.7	0	101.7	91.7
SL	0.55 km^2	43.6	25.5	10.9	0

Tabla N°14: Densidades poblacionales en cada uno de los sitios. La tercera columna está referida al número total de ejemplares registrados en ese sitio. Los valores para flamencos están expresados en ind/km^2.

4. Discusión y conclusiones.

En comparación con el año pasado, la cantidad total de aves registradas se observó una disminución de ejemplares avistados. Para el año 2005 el número de ejemplares fue de 14992, mientras que para este año solo se contabilizaron 10679, es decir 4313 ejemplares menos, que equivale al 28,77% menos que el año pasado. En cuanto al número de especies, este año se contabilizaron 19 especies entre las que destaca *Phalacrocorax olivaceus* (Yeco)(Araya & Bernal, 1986). Esta especie no había sido registrada en la cordillera de la Región de Atacama, pero sí en las 1° y 2° regiones (Aguirre & Torres, 2005).

Sobre los sitios censales se aumentó de 6 a 8 sitios e incluyendo pequeños sitios que reunidos conforman el sitio número 9. Pese a que el esfuerzo de muestreo fue mayor, aun quedan varios sectores que deberían ser incluidos dentro del recorrido, sobre todo los salares del norte de la región y lagunas ubicadas en la comuna de Alto del Carmen.

Flamencos.

La población total experimentó una baja de 10649 el año 2005 a 4785 este año (55.06% menos). En cuanto a cada especie en particular, la mayor baja estuvo en *Phoenicoparrus andinus*, de 6391 en el 2005, solo se contaron 1783 este año (72.10% menos), mientras que

Phoenicopterus chilensis bajó de 3030 a 2320 (23.43% menos), *Phoenicoparrus jamesi* fue el único que aumentó su población de 682 a 1228 (155.53% de aumento). En la mayoría de los sitios las poblaciones totales de flamencos aumentaron, la excepción estuvo en Laguna del Negro Francisco donde de 9939 ejemplares en el 2005 bajó a 3127 este año (68.54% menos). *P. andinus* bajó de 5811 a 942 (83.79% menos); *P. chilensis* bajó de 2921 a 2140 (26.74% menos); *P. jamesi* bajó de 1207 a 45 (96.28%).

Las poblaciones de las tres especies de flamencos sufren variaciones año tras año, mostrando una dinámica poblacional variable, algunas bastante drásticas como en el caso de *P. jamesi* (Ver anexo 3). Este mismo patrón se observa para distintos sitios en el Norte de Chile (Parada, 1988). Se podría pensar que esta variabilidad puede ser debida a que los flamencos no acuden a los mismos sitios de un año a otro, y que la elección de un cierto sitio es al azar. Parada (1988) sugiere que esta variabilidad en las poblaciones de flamencos depende preferentemente del éxito en la instalación de colonias y de la intensidad diferencial de la componente climática durante los inviernos.

Otros motivos que podrían alterar la población serían las condiciones ecológicas que se presentan en las áreas, como por ejemplo las características fisiográficas y la productividad primaria (Obando, 1988). Además las precipitaciones estivales, conocidas como “Invierno Boliviano”, pueden transformar una laguna que alberga miles de flamencos en una laguna desierta; pero este fenómeno no ocurre todos los veranos ni en todos los lugares y es muy variable de un año a otro (Ormazábal, 1988).

La presencia de un creche o agrupación de pollos en Salar de Piedra Parada, supone que este sitio presentó condiciones ecológicas propicias para el establecimiento de nidos, este hecho solo había sido registrado en el año 1988, por este motivo este sitio adquiere una importancia relevante por ser uno de los pocos lugares donde anidan flamencos en la Región de Atacama, además este salar forma parte del área protegida Ojos del Salado. Parada (1988) informa sobre presencia de colonias reproductivas en Salar de Maricunga y Laguna del Negro Francisco. Sin embargo en el presente censo no se registraron creches en estos sitios. En Laguna del Negro Francisco se registraron eventos de cópulas en *P. andinus* en el mes de noviembre de 2005, lo que coincide con lo que se ha registrado para esta especie (Palma, 1993).

La laguna del Negro Francisco fue la de mayor densidad de aves y la que tuvo la mayor cantidad de especies (n=14). Sin embargo la mayor parte de las aves se concentran en la laguna oriente, mientras que la laguna poniente se encuentra casi desierta. Esta tendencia se viene dando desde hace tiempo, Oyarzo (1988) informa esta misma condición, asumiendo que este sector de la laguna proporciona una mejor oferta alimenticia. Si analizamos algunos datos químicos de ambas lagunas veremos que existen diferencias entre ellas que podrían afectar las cadenas tróficas zooplanctónicas.

Parámetro	Laguna Salobre u Oriente	Laguna Salada o Poniente
O_2	6.5 - 6.6 mg/l	0.8 mg/l
ph	8.6 - 8.95	7.5 - 8.57
Cl	3440 - 714 mg/l	171000 - 15200 mg/l
As	3.8 - 9.0 mg/l	28 - 90 mg/l

Tabla N°15: Parámetros químicos en lagunas salobre y salada de Laguna del Negro Francisco (Fuente: DGA, 1999).

Como muestra la tabla N°15 los parámetros de la laguna salada son más desfavorables para el inicio de cadenas tróficas. Observaciones de campo de la fauna zooplanctónica compuesta principalmente por copépodos y anfípodos, muestran una alta mortalidad en este sector de la laguna. Por ello la laguna poniente no se presenta como un hábitat favorable para las especies presentes en este humedal. A excepción de ciertos lugares en la orilla NO, donde es posible ver flamencos.

5. Bibliografía.

Aguirre, J & Torres, H. 2005. Aves de los Humedales Altoandinos del Norte de Chile. CONAF. Antofagasta. 180 p.

Araya, B; Millie, C & Bernal, M. 1986. Guía de Campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago. 389 p.

Obando, C. 1988. Fluctuaciones trimestrales de la población de Parihuana (Phoenicopterus chilensis) en el área de Paracas (Perú) desde 1977 a 1985. pp 42 – 51. En: I Taller Internacional de Especialistas en Flamencos Sudamericanos, 1990. CONAF – Sociedad Zoológica de Nueva York. Chile. 217 p.

Ormazábal, C. 1988. Determinación de lugares de importancia para la conservación de los flamencos en Chile. pp 168 – 184. En: I Taller Internacional de Especialistas en Flamencos Sudamericanos, 1990. CONAF – Sociedad Zoológica de Nueva York. Chile. 217 p.

Oyarzo, H. 1988. Comunidad avial asociada a la Laguna del Negro Francisco. pp 122 – 131. En: I Taller Internacional de Especialistas en Flamencos Sudamericanos, 1990. CONAF – Sociedad Zoológica de Nueva York. Chile. 217 p.

Oyarzo, H & Carabantes, J. 2005. Censo simultáneo de Aves Acuáticas Andinas Verano 2005 en la Región de Atacama. Informe CONAF. Copiapó. 22 p.

Palma, R. 1993. Biología y Comportamiento de los flamencos del Salar de Surire. CONAF – QUIBORAX. Antofagasta. 72 p.

Parada, M. 1988. Flamencos en el Norte de Chile: Distribución, Abundancia y Fluctuaciones Estacionales del Número. pp 52 – 66. En: I Taller Internacional de Especialistas en Flamencos Sudamericanos, 1990. CONAF – Sociedad Zoológica de Nueva York. Chile. 217 p.

Parada, M. 1988. Flamencos en el Norte de Chile y su Reproducción. pp 132 – 139.En: I Taller Internacional de Especialistas en Flamencos Sudamericanos, 1990. CONAF – Sociedad Zoológica de Nueva York. Chile. 217 p.

ANEXO N°1

Planilla PACUSHA

CENSO SIMULTÁNEO DE AVES ACUÁTICAS EN EL NORTE DE CHILE

Plan de Acción para Conservación y Uso Sustentable de los Humedales Altoandinos

Observaciones	**FECHA** 6, 7, 8, 9, y 10 de Febrero 2006
En el listado no están incluidos 280 pollos de flamenco no identificados, y un yeco con los cuales se suman 10679 aves.	**CONDICIÓN ATMOSFÉRICA** Despejado todos los sitios. Sensación térmica entre los 9° y 12°C

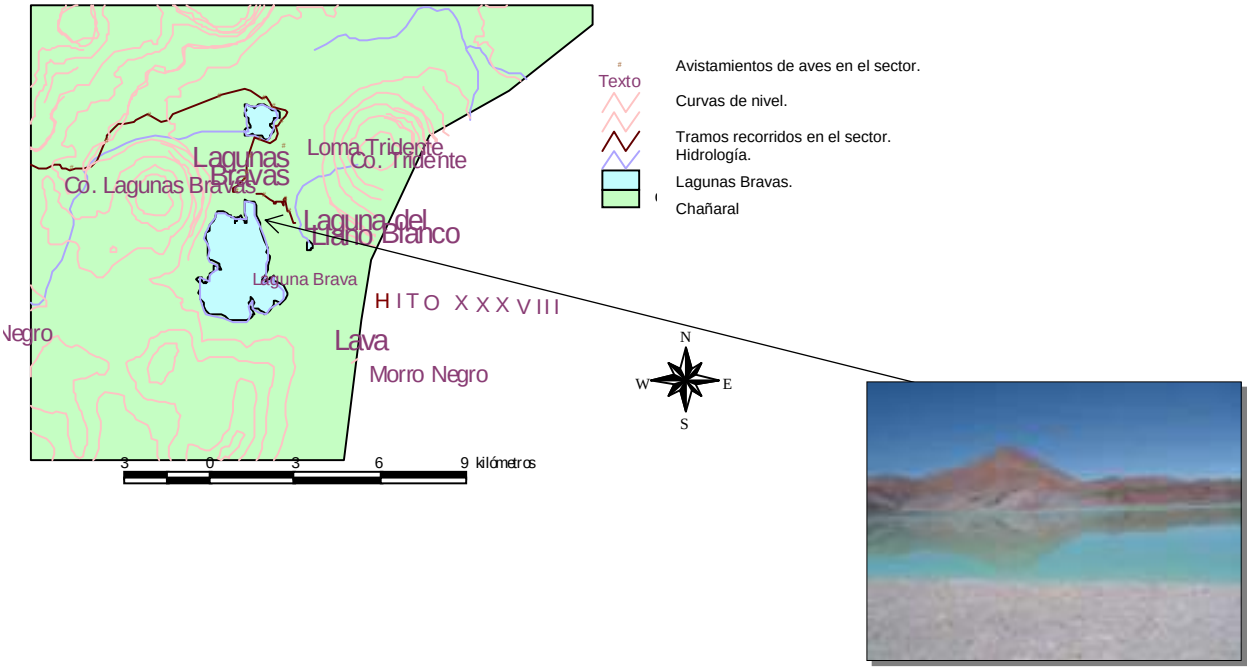
CONDICIONES GENERALES DEL CENSO Y DEL SITIO
Censo desarrollado en forma normal. Sitios en condiciones normales, excepto Salar de Pedernales (acción antrópica).

NOMBRE COMÚN	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**SECTORES O ZONAS CENSALES**									**TOTAL**
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
		L.N.F.	**Pant.**	**L.S.R.**	**S.P.P.**	**L.J.**	**L.B.**	**S.P.**	**S.L.**	**Otros**	
Pimpollo	*Rollandia rolland*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Blanquillo	*Podiceps occipitalis*	35	0	148	0	0	0	0	0	0	183
Cuervo de pantano de la puna	*Plagadis ridgwayi*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flamenco chileno	*Phoenicopterus chilensis*	2140	12	122	8	7	16	0	14	1	2320
Parina grande	*Phoenicoparrus andinus*	942	23	587	154	3	6	61	6	1	1783
Parina chica	*Phoenicoparrus jamesi*	45	0	59	222	2	19	55	0	0	402
Huairavo	*Nycticorax nycticorax*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Garza boyera	*Bubulcus ibis*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Garza azul	*Egretta caerulea*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guallata	*Chloephaga melanoptera*	533	17	21	2	0	53	0	0	28	654
Pato juarjual	*Lophonetta specularioides*	1239	10	276	1	13	82	1	4	13	1639
Pato jergón chico	*Anas flavirostris*	1854	0	125	0	0	0	0	0	0	1979
Pato jergón grande	*Anas georgica*	407	0	0	0	0	0	0	0	0	407
Pato puna	*Anas puna*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pato gargantillo	*Anas bahamensis*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tagüita purpúrea	*Porphyrio martinicus*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tagüita del norte	*Gallinula chloropus*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tagua andina	*Fulica ardesiaca*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tagua chica	*Fulica leucoptera*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tagua gigante	*Fulica gigantea*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tagua cornuda	*Fulica cornuta*	64	0	97	0	0	180	0	0	0	341
Queltehue de la puna	*Vanellus resplendens*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chorlo dorado	*Pluvialis dominica*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chorlo de la puna	*Charadrius alticola*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Chorlo de campo	*Oreopholus ruficollis*	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Chorlito cordillerano	*Phegornis mitchellii*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caití	*Recurvirostra andina*	82	0	39	14	0	0	11	0	0	146
Pitotoy grande	*Tringa melanoptera*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pitotoy chico	*Tringa flavipes*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Playero grande	*Catoptrophorus semipalmatus*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Playero de Baird	*Calidris bairdii*	288	0	129	10	0	0	0	0	0	427
Playero pectoral	*Calidris melanotos*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Playero de patas largas	*Calidris himantopus*	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Becacina de la puna	*Gallinago andina*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pollito de mar tricolor	*Steganopus tricolor*	5	0	0	3	0	0	0	0	0	8
Perdicita cordillerana	*Attagis gayi*	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Perdicita cojón	*Thinocorus orbignyianus*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perdicita	*Thinocorus rumicivorus*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gaviota andina	*Larus serranus*	40	0	44	2	0	6	0	0	1	93
Colegial del norte	Lessonia oreas	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
	Total ejemplares	7680	62	1647	419	25	362	130	24	49	10398
	Total especies	14	4	11	11	4	7	5	3	6	

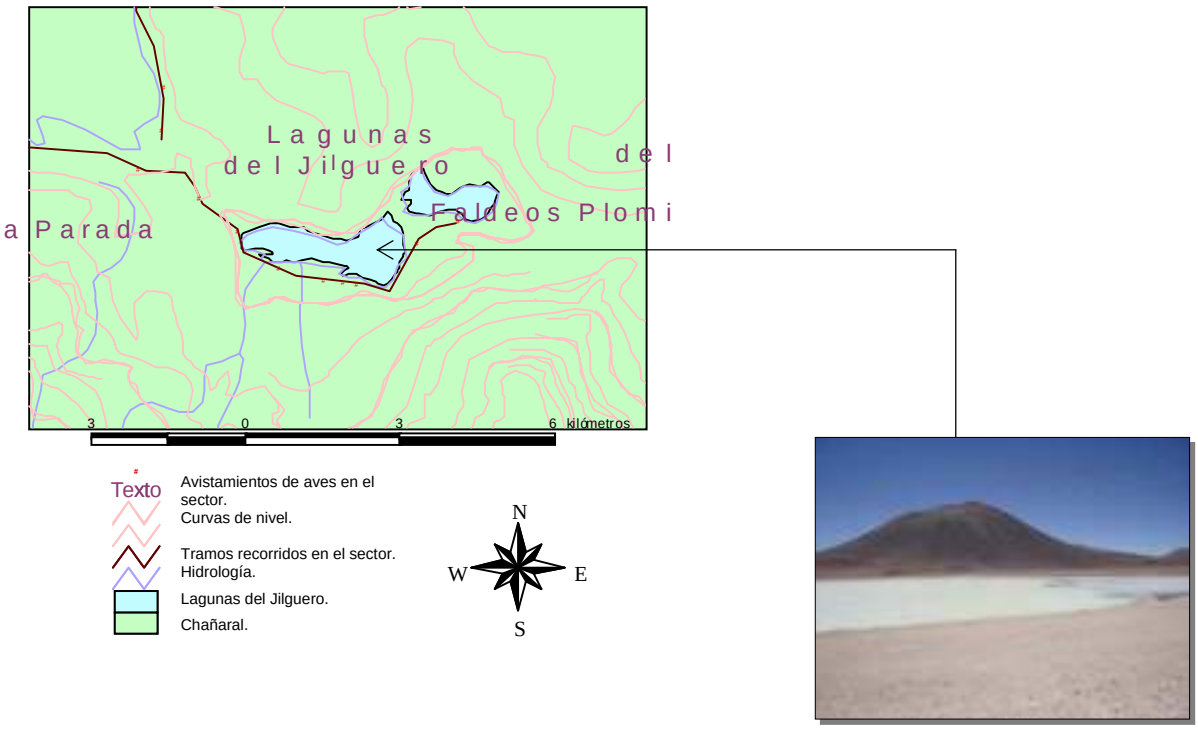
ANEXO N°2

Track y Recorrido Censo

Sector Lagunas Bravas

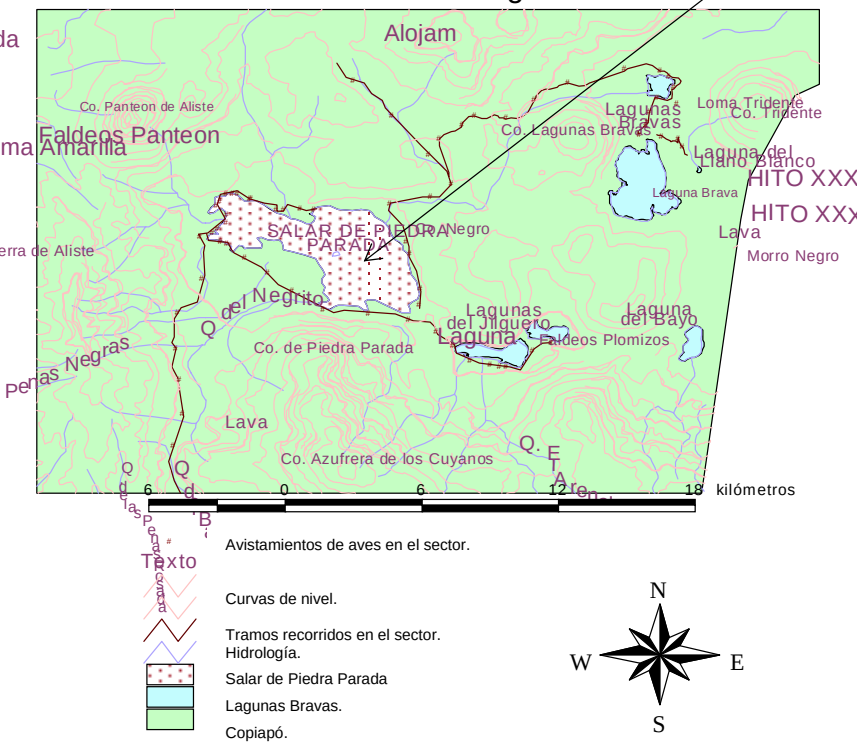


Sector Laguna El Jilguero





Sector Piedra Parada - Lagunas Bravas



Avistamientos de aves en el sector.

Curvas de nivel.

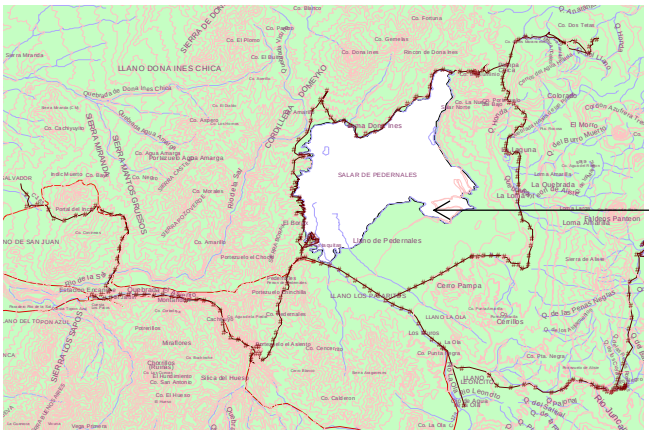
Tramos recorridos en el sector.
Hidrología.

Salar de Piedra Parada

Lagunas Bravas.

Copiapó.

Sector Salar de Pedernales



6 0 6 12 18 24 30 36 42 48 54 60 kilómetros

Avistamientos de aves.

Curvas de nivel
Curvas de nivel.

Tramo recorrido en el sector.

Red vial.
Red vial.
Red vial.

Hidrología.
Salar de Pedernales.
Chañaral.

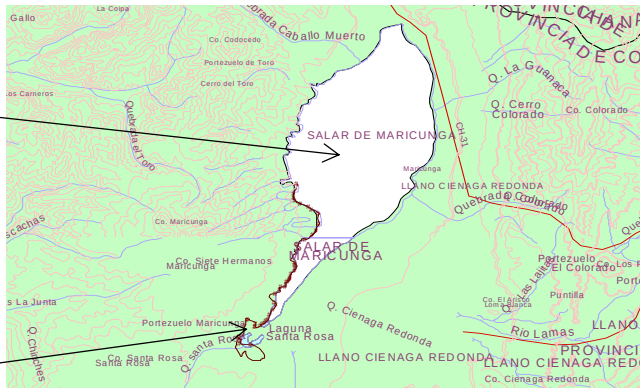
N
W E
S







Sector Laguna Santa Rosa



Avistamientos de aves.

Curvas de nivel.
Curvas de nivel.

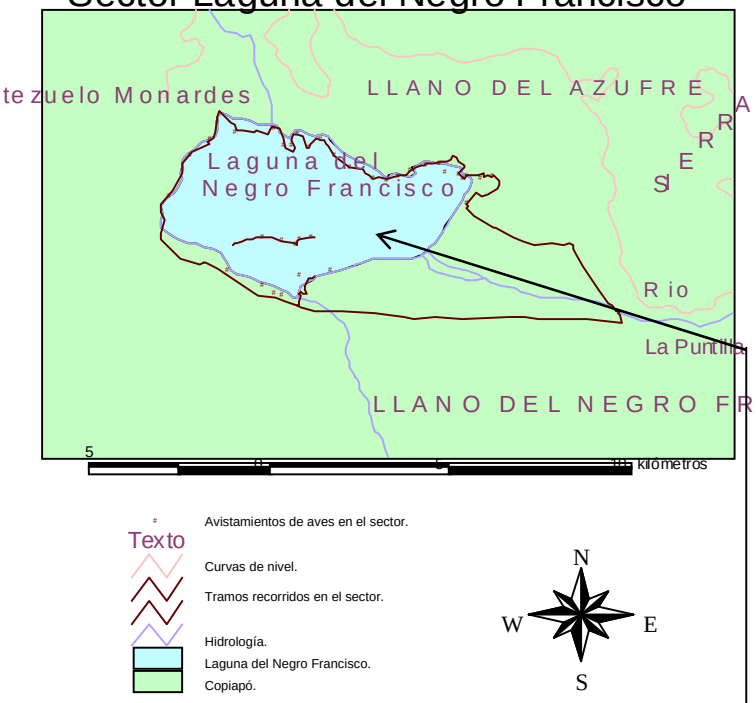
Tramos recorridos en el sector.

Red vial.
Hidrología.
Salar de Maricunga.
Laguna Santa Rosa.

Copiapó.

N
W E
S

Sector Laguna del Negro Francisco





ANEXO N°3

Gráficos poblacionales históricos de flamencos

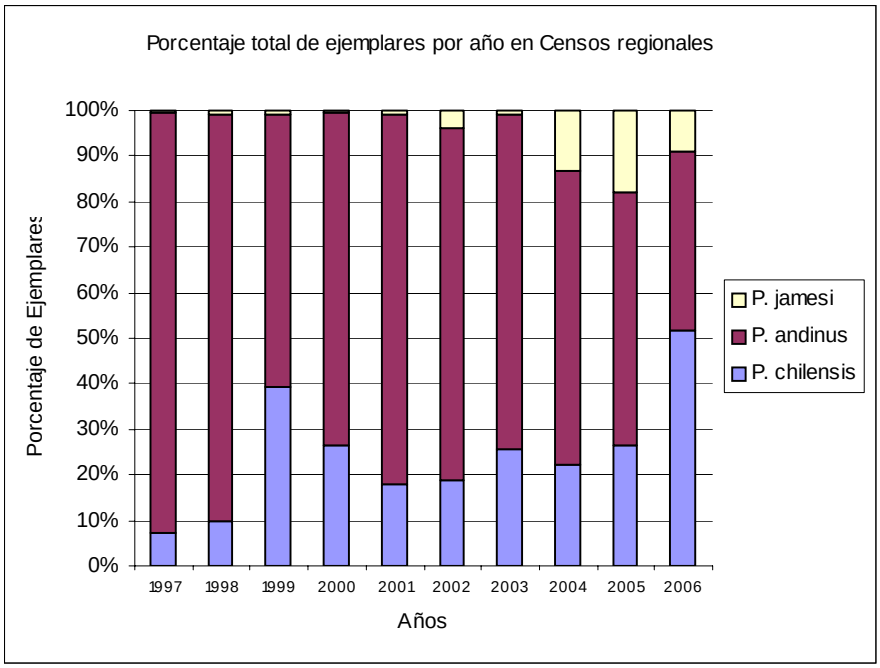


Gráfico Nª 27: Presencia histórica de flamencos en la región de Atacama.

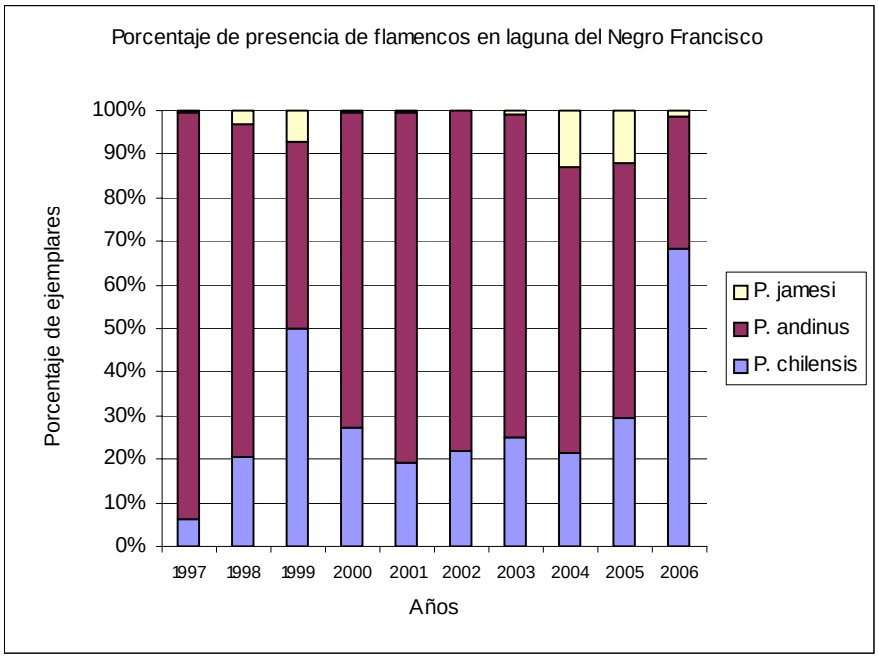


Gráfico Nª 28: Presencia histórica de flamencos en Laguna del Negro Francisco

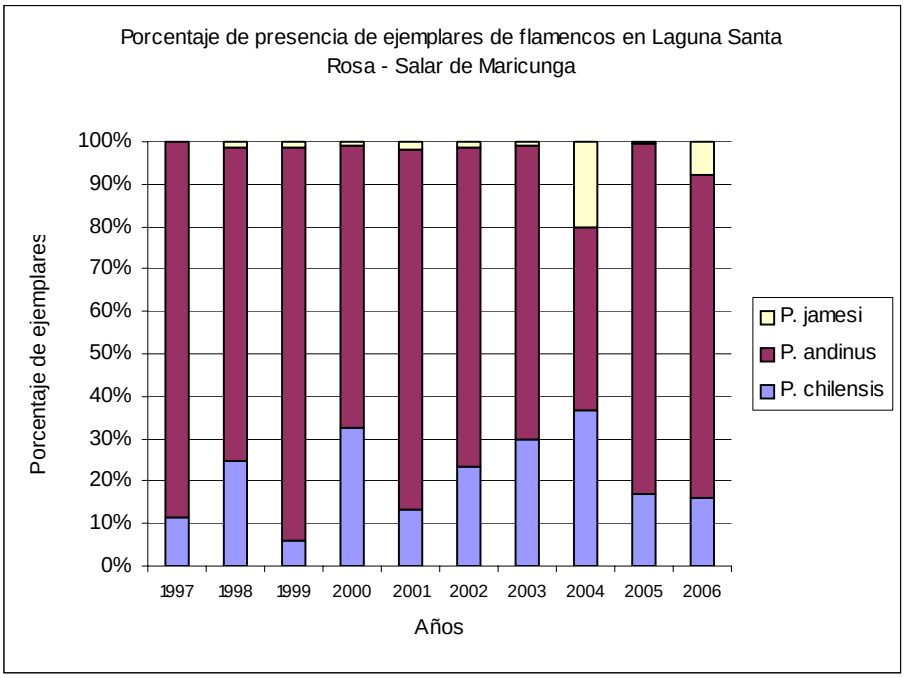


Gráfico Nª 29: Presencia histórica de flamencos en Complejo Laguna Santa Rosa – Salar de Maricunga.

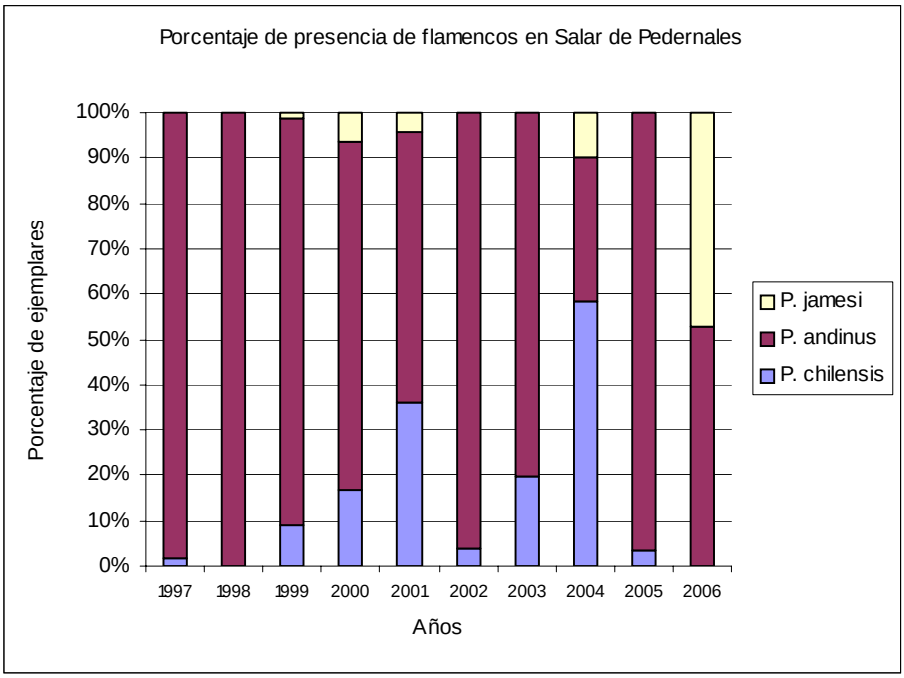


Gráfico Nª 30: Presencia histórica de flamencos en Salar de Pedernales.

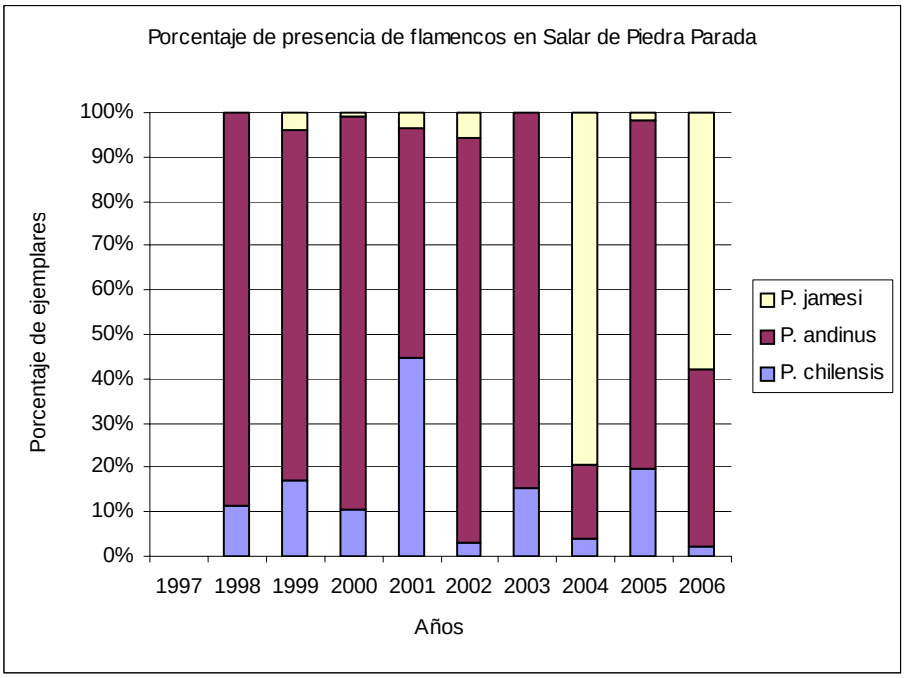


Gráfico Nª 31: Presencia histórica de flamencos en Salar de Piedra Parada.

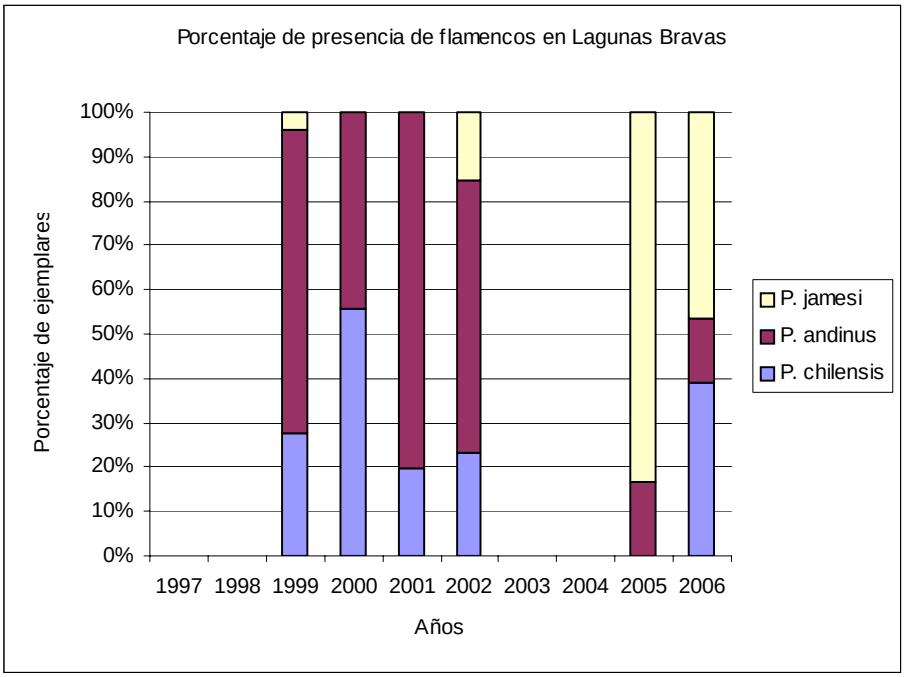


Gráfico Nª 32: Presencia histórica de flamencos en Complejo de Lagunas Bravas.

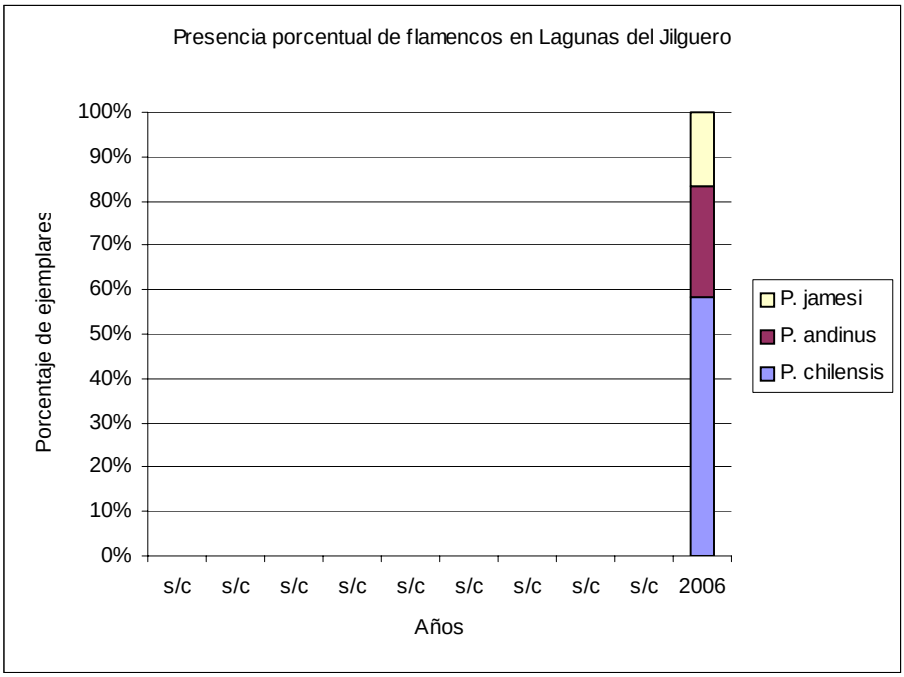


Gráfico Nª 33: Nuevos registros de flamencos en Lagunas del Jilguero. s/c= sin censar

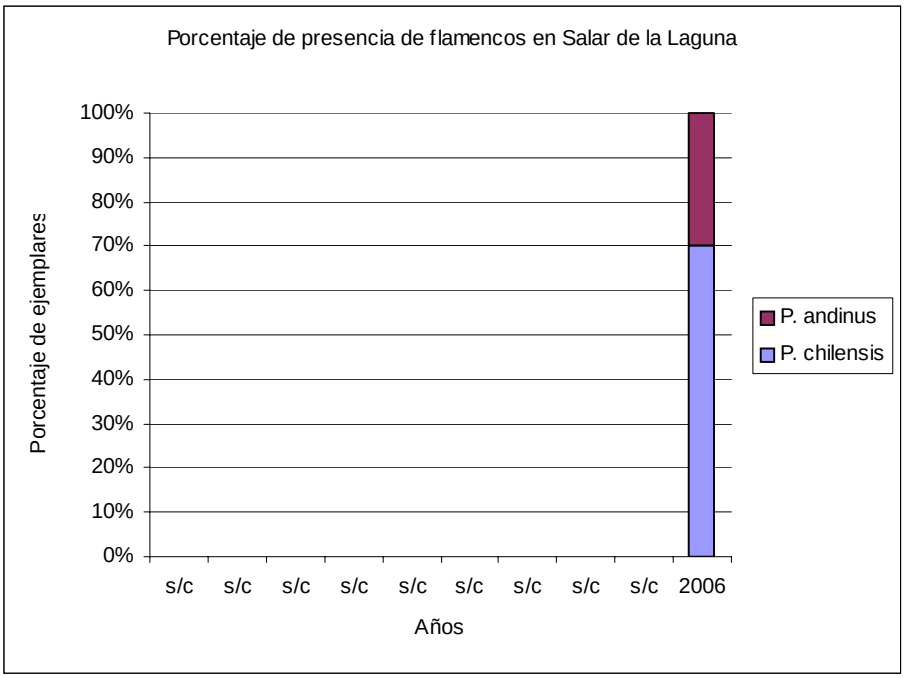


Gráfico Nª 34: Nuevos registros de flamencos en Salar de la Laguna. s/c= sin censar

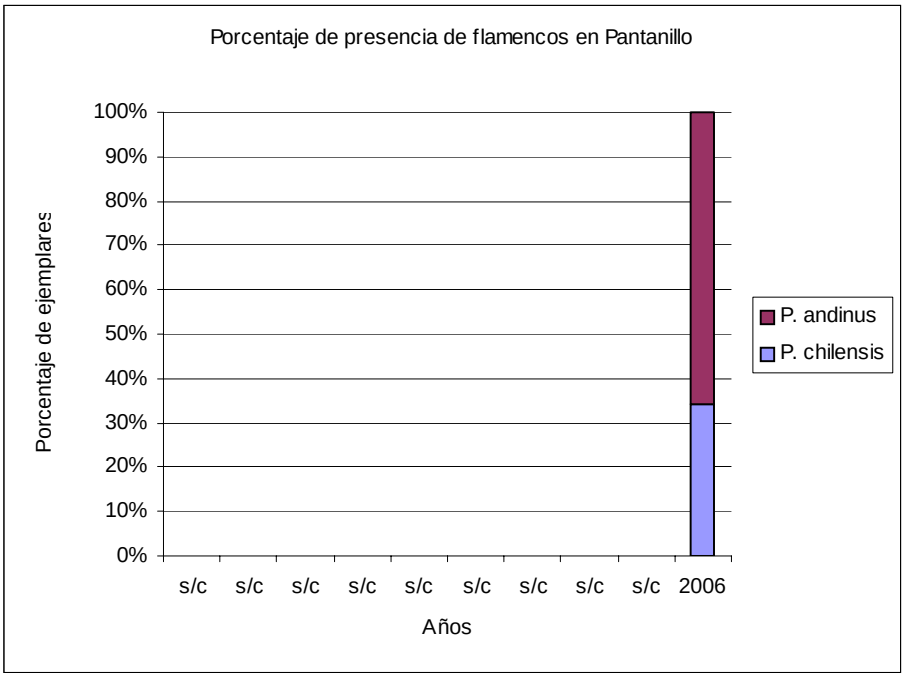


Gráfico Nª 35: Nuevos registros de flamencos en sector de Pantanillo. s/c= sin censar

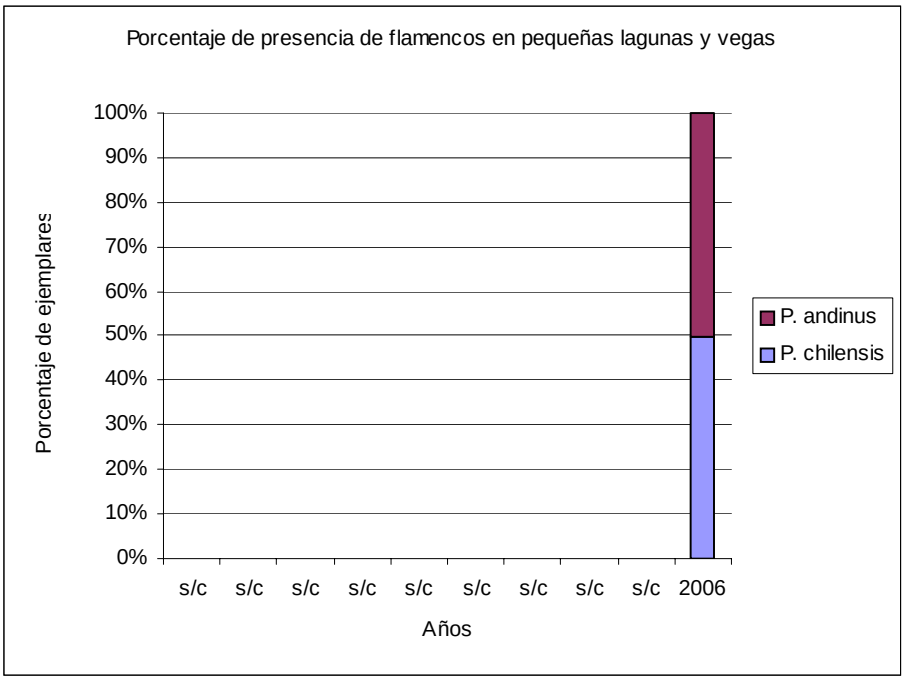


Gráfico Nª 36: Nuevos registros de flamencos en pequeñas lagunas y vegas. s/c= sin censar

ANEXO N°4

Fotografías Censo



Foto N°1: Sector norte Laguna del Negro Francisco.



Foto N°2: Ambiente característico de Laguna del Negro Francisco.



Foto N°3: Barrera que separa las lagunas salobre y salada en Laguna del Negro Francisco.



Foto N°4: Espejo de agua laguna salobre. Laguna del Negro Francisco.



Foto N°5: Flamencos en sector oriente Laguna del Negro Francisco.



Foto N°6: Playero de Baird en orillas de Laguna del Negro Francisco.



Foto N°7: Gaviota andina en Laguna del Negro Francisco.



Foto N°8: Integrante del equipo censando en Laguna del Negro Francisco.



Foto N°9: Laguna en sector de Pantanillo.



Foto N°10: Laguna Santa Rosa.



Foto N°11: Lagunas sector norte en Laguna Santa Rosa.



Foto N°12: Laguna en Salar de Maricunga.



Foto N°13: Ambiente presente en Salar de Maricunga.



Foto N°14: Familia de Piuquenes en Tranque La Ola.



Foto N°15: En primer plano Tagua cornuda, al fondo un Yeco. Tranque La Ola.



Foto N°16: Yeco en vuelo sobre Tranque La Ola. Primer registro en el sector altoandino de la Región de Atacama



Foto N°17: Salar de Piedra parada



Foto N°18: Laguna en Salar de Piedra Parada.



Foto N°19: Flamencos andinos en salar de Piedra Parada.



Foto N°20: Agrupación de pollos de flamenco en salar de Piedra Parada (n=280).



Foto N°21: Lagunas del Jilguero. Laguna Poniente.



Foto N°22: Lagunas del Jilguero. Laguna Oriente.



Foto N°23: Laguna norte de Lagunas bravas.



Foto N°24: Laguna Central de Lagunas Bravas.



Foto N°25: Laguna Sur de Lagunas Bravas.



Foto N°26: Poza adyacente a Laguna Sur de Lagunas Bravas.



Foto N°27: Patos Juarjual en laguna central de Lagunas Bravas.



Foto N°28: Realización de conteos en Lagunas Bravas.



Foto N°29: Salar de Pedernales.



Foto N°31: Salar de la Laguna.

Folio020819

Documento de Trabajo



Censo Estival Avifauna Altoandina 2007

Convenio Conaf Atacama – CIA. Minera Maricunga

Folio020820

INDICE DE CONTENIDOS

Resumen 3

Introducción 4

Mapa Nº1.Localización de humedales en el altiplano de la región de Atacama 5

Materiales y Métodos 6

Sitios Censados ..... 6 – 14

Mapa Nº2. Recorrido efectuado en el censo de aves altoandinas 2007 15

Tabla Nº1. Días del censo con el itinerario realizado 16

Participantes 16

Resultados ..... 17 – 46

Discusión y conclusiones ..... 46 -48

Bibliografía 49

Anexo Nº1. Planilla PACUSHA 50-51

Anexo Nº2. Track y Recorrido Censo ..... 52 – 60

Anexo Nº3. Gráfico poblacionales históricos de flamencos..... 61 – 67

Anexo Nº4. Fotografías Censo..... 68 – 81

Anexo Nº5. Informe Características Geológicas de los Humedales Altoandinos 82-85

Resumen

Se entregan los resultados del XI Censo Simultáneo de Avifauna Altoandina en la región de Atacama.

El total de ejemplares contabilizados este año es de 13946, un 30,59% mas que el año pasado, distribuidos en 17 especies. Entre las especies de flamencos sudamericanos destaca la Parina grande o flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*), cuya presencia en los humedales de la región es notablemente superior que en el censo pasado, llegando a totalizar 6170 ejemplares (246,04% de aumento), mientras que el Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) varió de 2320 a 1770 (23.70% menos), y la Parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) aumentó de 682 a 747 (9.53% de aumento).

Este año se registraron dos sitios de nidificación, ambos correspondientes a la especie *Phoenicoparrus jamesi,* uno en Laguna del Negro Francisco y otro en Salar de Piedra Parada, ambos abandonados por causas supuestamente similares. Algunos sitios presentan importancia ecológica, como por ejemplo Lagunas Bravas que concentra una metapoblación importante de Tagua cornuda (*Fulica cornuta*), alcanzando un total de 205 ejemplares.

Los sitios presentaron variabilidad en la presencia de especies y de ejemplares por especie de un año a otro, variabilidad que se podría explicar por el criterio de las aves, especialmente los flamencos, para seleccionar sus lugares de permanencia, de acuerdo a las características físicas y biológicas de cada sitio.

Entre otras especies destacadas está el Pato juarjual (*Lophoneta specularioides*) con 2420 ejemplares.

Folio020822

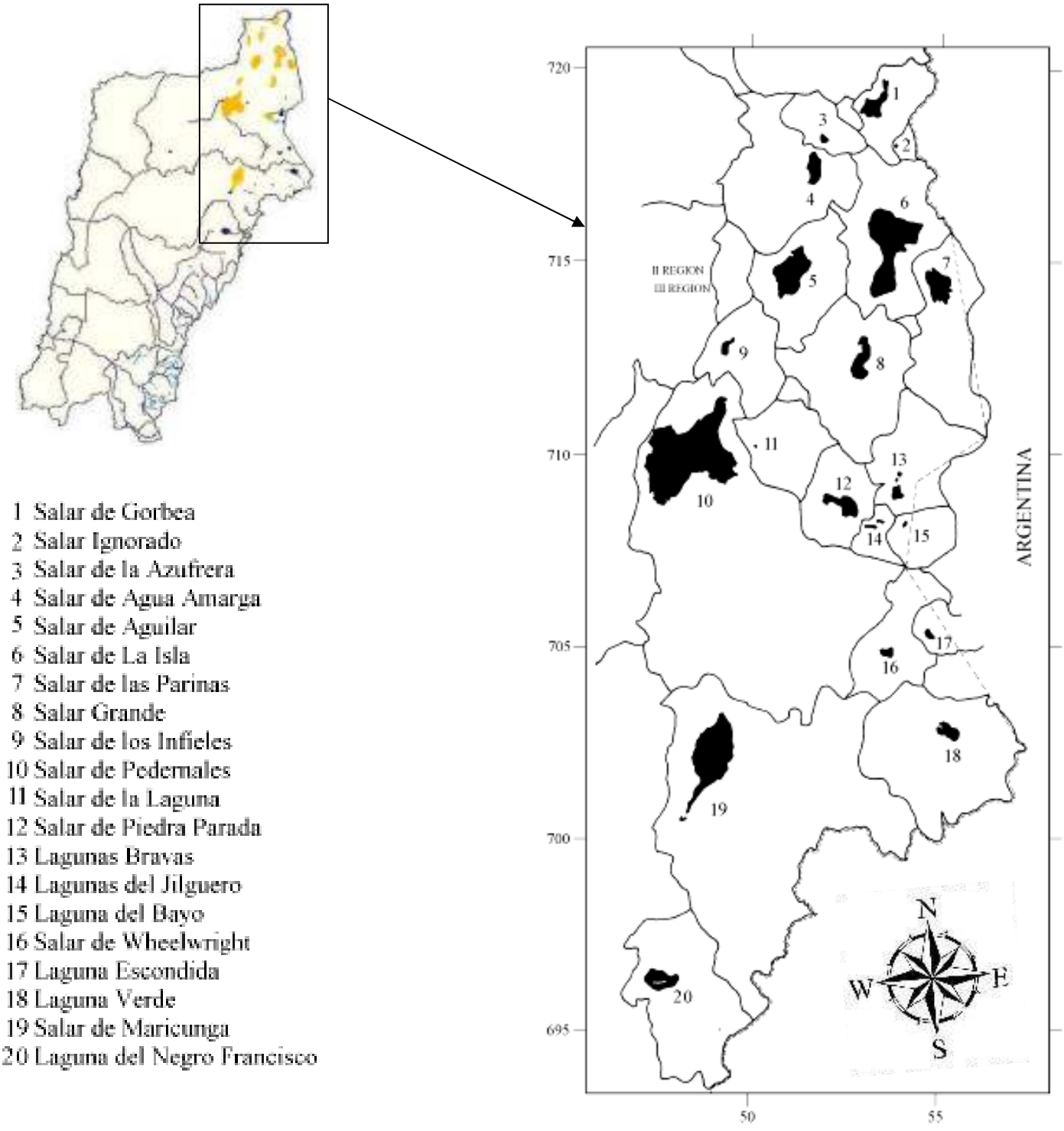
1. INTRODUCCIÓN

Cada año las aves altoandinas acuden a los salares y lagunas de la Región de Atacama para cumplir con sus ciclos biológicos. En estos sitios es donde encuentran tranquilidad y desarrollan sus actividades naturales. Este es el gran motivo por el cual los humedales altoandinos tienen gran importancia en el desarrollo de este grupo de especies (basta recordar el hecho de que Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa son desde 1996 reconocidos como Sitios RAMSAR), y al mismo tiempo reúnen en espacios relativamente reducidos una gran cantidad de ellas, lo que finalmente permite realizar el Censo Estival de Aves Altoandinas (CEAA), en forma simultánea con las regiones de Tarapacá y Antofagasta, y los países vecinos Perú, Bolivia y Argentina.

La Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Compañía Minera Maricunga (CMM), enmarcados dentro del Convenio de Cooperación existente entre ambos, han continuado con las actividades programadas, siendo el CEAA el primero en realizarse este año.

Gracias a este apoyo se pudo concretar en forma exitosa esta actividad, en donde se lograron visitar otros sectores y se generaron valiosos registros sobre la vida natural de algunas especies.

En esta oportunidad se contó con la importante presencia en terreno de funcionarios de SERNAGEOMIN y de la Empresa Minera PUCOBRE, quienes aportaron con sus especialidades para enriquecer el conocimiento de los humedales altoandinos y su entorno, como también propiciaron un ambiente humano cálido y de compañerismo.



Mapa N°1: Localización de humedales en el altiplano de la región de Atacama.

Folio020824

2. MATERIALES Y METODOS

El recorrido censal comprendió 8 sitios, los cuales están detallados más adelante, además de otros sitios de menor importancia, en los cuales fue posible observar presencia de aves que interesaban censar. El recorrido total tuvo una extensión de 1816 km (mapa N°2). Los días del censo fueron el 29, 30, 31 de enero y el 1, 2 de febrero del 2007 (tabla N°1).

Los censos fueron realizados identificando puntos adecuados de observación en cada sitio, los cuales fueron registrados con GPS. Los conteos fueron realizados por los participantes del censo con la ayuda de binoculares 10X50, mira telescópica y contadores manuales, los resultados parciales fueron anotados en planillas de terreno, para luego ser vertidos en planillas PACUSHA diseñada para estos fines por CONAF región de Antofagasta. La distribución de las especies en cada sitio fue obtenida mediante observación directa, la densidad de las especies fue obtenida mediante la relación entre la cantidad de ejemplares de todas las especies por la superficie de la (s) laguna (s) presente (s) en cada sitio (ind/km^2).

La información sobre las características de los sitios censales fueron obtenidas de la DGA y observaciones propias.

2.1 Sitios censados

- **Laguna del Negro Francisco.**

Es la mas austral de todas estas cuencas cerradas. En la región de Atacama se presenta como el sitio de mayor concentración de las tres especies de flamencos sudamericanos, y el área mas austral de distribución de la parina grande o flamenco andino, *Phoenicoparrus andinus*. El principal aporte de la laguna es el río Astaburuaga, el cual conforma una desembocadura con aflojamientos subterráneos, donde se concentra la mayor cantidad de especies de aves limnícolas.

Se trata de una laguna separada en dos cuerpos por una antigua barrera de aluviones, de naturaleza fluctuante y los valores de su superficie medidos entre 1909 y 1987, fluctúan

entre 14 y 31 km^2. Las lagunas están comunicadas por un canal de desagüe, y de acuerdo con su salinidad pueden separarse en una laguna salada y una laguna salobre.

En el mapa topográfico IGM 1/100000, aparece una sola laguna de 28 km^2 de superficie con una isla alargada en dirección este-oeste. Actualmente se observan dos lagunas separadas por un cordón de material aluvial y un desagüe de comunicación pegado a la orilla sur. El nivel de las aguas ha bajado y la isla se ha transformado en un cordón casi continuo entre las orillas norte y sur. Se ha observado que la laguna salobre no ha cambiado en relación a lo figurado en el mapa IGM, pero la laguna salada ha disminuido notablemente de tamaño. La superficie de la laguna salobre está controlada exclusivamente por la altura del punto de rebalse y no por parámetros climáticos, siendo una laguna abierta.

En cambio la laguna salada, totalmente cerrada, depende de la evaporación, de la pluviosidad y del volumen de aportes. El principal aporte de la laguna es el río Astaburuaga que drena el sur-este de la cuenca. Sin embargo el río se infiltra en sedimentos superficiales antes de llegar a la laguna. En períodos de crecida el río Astaburuaga rebalsa hacia la cuenca del salar de Maricunga.

Sus principales características morfométricas y climatológicas son las siguientes:

Altura	4110 m.
Superficie de la cuenca	933 km^2
Superficie de las lagunas	24,8 km^2 (Mayo 1995)
Precipitaciones	200 mm/año
Evaporación potencial	1000 mm/año
Temperatura media	-1° C

Metodología. Debido a la gran cantidad de aves que se encuentran en este sitio se necesitó de 3 grupos de observadores distribuidos alrededor de la laguna, movilizándose dos grupos en vehículos 4X4, y uno caminando en un cierto sentido (barrera de aluvión) con el fin de abarcar todos los puntos de la laguna y obtener una mejor visión de las aves.

Pantanillo.

La quebrada de Pantanillo está conformada por el aporte de los ríos Villalobos, Lajitas y Astaburuaga y por la presencia de afloramientos hídricos provenientes de napas subterráneas y derretimientos nivales, un humedal intermitente de a lo menos 110 km., de extensión, encerrado abruptamente entre cordones montañosos. La fisonomía corresponde a la de un bofedal, alternada con vegetación de vegas, y numerosos afloramientos dispuestos a la forma de pequeñas lagunas. La altura se ubica entre 3.900 metros y los 4.700 metros, lo cual determina un clima seco y extremadamente frío durante las noches en verano, y con grandes nevazones a la entrada del otoño, por lo cual la vegetación y flora entran en receso y la fauna emigra a lugares más bajos.

Metodología. El conteo de aves se realizó mediante el recorrido del sector en vehículo. Tres observadores registraron el número de individuos por especie observada.

Laguna Santa Rosa - Salar de Maricunga.

La cuenca del salar de Maricunga es la segunda cuenca cerrada más grande de la región de Atacama, después de la de Pedernales. Su límite, de la cuenca, pasa por el nevado Tres Cruces, el Portezuelo Tres Cruces y la cordillera Claudio Gay.

Dada la cercanía y dependencias, e influencias mutuas de estos dos cuerpos húmedos, salar de Maricunga y laguna Santa Rosa, es más convenientes tratarlos como un complejo ecológico, que a ambos por separado.

Como ocurre con las grandes cuencas, esta se caracteriza por importantes variaciones morfológicas, climatológicas y geológicas. El salar es una costra de hialita y yeso, con pequeñas lagunas generalmente adyacentes a la orilla. Contiene un yacimiento de boratos, para el cual se han iniciado trámites de explotación.

Al extremo sur del salar, se encuentra la laguna Santa Rosa, la cual está conectada al salar por una canal de buen caudal (200-300 l/s)que alimentan a este complejo sistema lagunar. No se puede deducir del mapa topográfico si esta subcuenca es cerrada o abierta. Posee una superficie tan grande como el salar de la Isla (858 km^2.) y un poco inferior a la de la laguna del Negro Francisco (933 km^2). Si la cuenca fuera hidrológicamente cerrada, con tal superficie habría una laguna o un salar en su depresión central. No se conoce el caso de una

cuenca cerrada en la cordillera andina del norte chileno tal extensión que no contenga un salar. Por esto se cree que la subcuenca oriental está hidrológicamente abierta hacia el salar de Maricunga.

Las principales características morfométricas y climatológicas de este complejo son:

Altura del salar	3760 m
Superficie de la cuenca	3045 Km^2
Superficie del salar	145 km^2
Superficie de las lagunas	6 km^2, 0,15 km^2 para la laguna Santa Rosa
Precipitaciones	120 mm. por año
Evaporación potencial	1200 mm/año
Temperatura media	4°

Metodología. Tres observadores realizaron los conteos desde el mirador del sector y desde el borde de la laguna Santa Rosa, mientras que en el Salar de Maricunga el recorrido fue realizado en vehículo por el lado poniente, registrando los individuos avistados.

Salar de Piedra Parada.

El salar de Piedra Parada se encuentra en un lugar de difícil acceso, situado hacia el oriente de los límites de la región y del país. Posee importancia ecológica puesto que ha sido el único sitio en la región de Atacama, donde se ha registrado nidificación del Flamenco de James (*Phoenicoparrus jamesi*), durante el año 1988 y más recientemente en el año 2006, lo cual supone que las condiciones ambientales para la nidificación fueron en esa época, probablemente, mucho mas favorables que en la actualidad.

Es un salar sin aportes en sectores altos de la cuenca de drenaje. Todos los aportes están pegados a la orilla del salar donde alimentan un complejo sistema de lagunas someras y extensión muy variable. Es un salar de tipo “playa” con riberas bajas y extensas y como tal, favorable para la presencia de chorlos y playeros, pero es probable que los sedimentos superficiales ricos en yeso, constituyan una limitante para los inicios de las cadenas tróficas.

Sus principales características morfométricas y climatológicas son:

Altura	4150 m
Superficie de la cuenca	388 km^2
Superficie del salar	28 km^2
Superficie de las lagunas	0,2- 2 km^2
Precipitaciones	140 mm/año
Evaporación potencial	1000 mm/año
Temperatura media	- 4° C

Metodología. Dos grupos de observadores recorrieron en vehículo las orillas de este salar visitando las pequeñas lagunas situadas en los sectores norte, oeste y sur registrando los ejemplares presentes.

Lagunas Bravas.

Se encuentran muy adyacentes a la frontera argentina, aproximadamente a un km. de distancia, en un sector de difícil acceso y de ambiente fuertemente estepario de altura. Su biodiversidad avial es poco notable, pero se presenta como el sitio de máxima concentración de la Tagua cornuda, *Fulica cornuta*, en la Región de Atacama.

Una pequeña parte de la cuenca se encuentra en territorio argentino. Las lagunas, son tres y se encuentran alineadas de norte a sur, una grande al norte y dos pequeñas al sur. No existen vertientes cuenca arriba. Solo se observan dos vertientes difusas, una en la laguna mayor al sur, y la otra en la pequeña laguna central.

Sus principales características morfométricas y climatológicas son:

Altura	4250 m
Superficie de la cuenca	545 km^2
Superficie de las lagunas	8,4 km^2 (sur); 0,7 km^2 (centro); 0,9 km^2 (norte)
Precipitaciones	140 mm/año
Evaporación potencial	1000 mmm/año
Temperatura media	- 3°C

Metodología. Dos observadores en altura para las tres lagunas identificaron y contaron las especies presentes, recorriéndolas de norte a sur por el lado oriente.

- **Salar de Pedernales.**

La cuenca cerrada de este salar, es la más extensa de la Región de Atacama. El salar mismo, que se encuentra pegado al límite occidental de la cuenca, es también el más grande de toda la región. Este salar se encuentra intervenido antrópicamente, en su porción sur, pero aún conserva algunos elementos de su fauna antigua y es el único sitio donde se encuentran pequeñas agrupaciones de flamencos andinos (*Phoenicopterus andinus*) durante el invierno.

Como ocurre con las grandes cuencas, esta se caracteriza por importantes variaciones morfológicas, geológicas y climatológicas. El salar es una costra de hialita y yeso con pocas y pequeñas lagunas, generalmente pegadas a los bordes de las orillas. Las lagunas del noreste son profundos ojos en la costra de sal, y las demás son solo superficiales. En el extremo noroeste, unos 200 ms. lo separan de la cuenca del río Salado, el que escurre hacia el Pacífico que es su nivel de base. En los años 30 se perforó un túnel por el cual se vierte salmuera desde el salar al río, por lo cual en estricto rigor no puede decirse que este salar sea una cuenca cerrada, desde hace 72 años. El caudal de esa salida medida en 1996 fue de 511 l/s.

Sus características climatológicas y morfométricas son las siguientes:

Altura	3370 m
Superficie de la cuenca	3620 km^2
Superficie del salar	335 km^2
Superficie de las lagunas	0,6 km^2
Precipitaciones	100 mm/año
Evaporación potencial	1200 mm/año
Temperatura media	4ª C

Metodología. El recorrido se realizó en vehículo por las escasas lagunas presentes en este gran salar, un observador realizó el registro de las especies, como también su identificación.

Salar de La Laguna.

El salar de la Laguna es un pequeño salar ubicado al este del salar de Pedernales. La superficie de la cuenca es muy grande en relación al salar mismo. Es un salar tipo “playa” con sedimentos salinos recubiertos por una laguna salada de extensión variable con la época del año. Se ha encontrado una vertiente muy cuenca arriba (700 m por encima del salar) y dos vertientes difusas a la orilla de la laguna. La vertiente corriente forma un riachuelo que se infiltra mas abajo alimentando napas subterráneas.

Sus principales características morfométricas y climatológicas son:

Altura	3494 m
Superficie de la cuenca	400 km^2
Superficie del salar	0,55 km^2
Superficie de las lagunas	0,3 - 0,55 km^2
Precipitaciones	120 mm/año
Evaporación potencial	1100 mm/año
Temperatura media	3℃

Metodología. Un observador realizó el conteo en este pequeño salar desde un punto fijo en el sector norte del salar.

Salar de La Azufrera.

El Salar de La Azufrera se encuentra en el extremo norte de la Cordillera de Los Andes en la Región de Atacama. Es una costra de yeso con dos lagunitas adjuntas a su orilla occidental. En el volcán que cierra la cuenca al este, existe un importante yacimiento de azufre anteriormente explotado. El salar recibe muy poco agua superficial en su orilla oeste, la cual forma pequeñas lagunas de 100 a 200 m de diámetro.

Las principales características morfométricas y climatológicas de la cuenca son:

Altura	3580 m
Superficie de la cuenca	214 km^2
Superficie del salar	3,3 km^2
Superficie de las lagunas	0,02 km^2
Precipitaciones	120 mm/año
Evaporación potencial	1100 mm/año
Temperatura media	3℃

Metodología. Un observador registró las especies presentes en las lagunas de este pequeño salar.

Salar de Agua Amarga

El Salar de Agua Amarga se encuentra al extremo norte de la Cordillera Andina de la Región de Atacama al sur del salar de la Azufrera. Es una costra de yeso y de hialita con “ojos” al norte y pequeñas lagunas superficiales mal definidas en las orillas este y sur. El salar recibe aguas de aporte muy salinas provenientes de antiguas salmueras residuales. La salinización de los aportes y sus caudales entrantes muy reducidos no permiten desarrollar lagunas bien delimitadas.

Las principales características morfométricas y climatológicas del salar son:

Altura	3558 m
Superficie de la cuenca	863 km^2
Superficie del salar	23 km^2
Superficie de las lagunas	0,04 km^2
Precipitaciones	120 mm/año
Evaporación potencial	1100 mm/año
Temperatura media	2℃

Metodología. Dos observadores provistos de binoculares registraron el salar en busca de ejemplares.

- **Pequeñas lagunas y vegas.**

Se trata de pequeños ojos de agua naturales o artificiales, como por ejemplo el Tranque La Ola, que conforman un hábitat para especies de aves acuáticas de importancia para el presente censo, también se consideraron las vegas formadas principalmente por el río La Ola, donde fue posible registrar grupos de aves.

Metodología. Un observador provisto de binoculares realizó la identificación y conteo de cada una de las especies presentes.

Folio020833



Mapa N°2: Recorrido efectuado en el censo de aves altoandinas 2007.

Fecha	Lugar	Descripción
29-01-2007	Censo Laguna del Negro Francisco	Ejecutado por participantes
29-01-2007	Laguna del Negro Francisco	Alojamiento en refugio.
30-01-2007	Censo Pantanillo Laguna Santa R–sa - Salar de Maricunga	Ejecutado por participantes
30-01-2007	Termas de Juncal	Campamento
31-01-2007	Censo Salar Piedra Parada y Lagunas Bravas	Ejecutado por participantes
31-01-2007	Termas de Juncal	Campamento
01-02-2007	Censo Tranque La Ola, Salar de Pedernales, Salar de La Laguna	Ejecutado por participantes
01-02-2007	Estación Litita (II región)	Campamento
02-02-2007	Censo Salar de La Azufrera, Salar de Agua Amarga	Ejecutado por participantes
02-02-2007	Término de censo	Regreso a Copiapó

Tabla N°1: Días del censo con el itinerario realiza do.

Participantes:

Participante	Cargo
Jorge Carabantes	Encargado Operaciones U.G.P.S
Eric Díaz	Administrador P.N. Nevado Tres Cruces
Cristian Rivera	Biólogo - Guardaparque P.N.N.T.C.
Juan Soto	Ingeniero Forestal
Marco Armijo	Guardaparque P.N. Nevado Tres Cruces
Juan Rivadeneira	Biólogo (PUCOBRE)
Margaret Mercado	Geóloga (SERNAGEOMIN)
Héctor Cepeda	Geólogo

3. Resultados

El resultado de los registros realizados en los distintos sitios censados se entregan en la planilla PACUSHA (Ver anexo N°1). El total de aves contabilizados llegó a 13946 ejemplares, agrupados en 17 especies, la mayoría de ellos concentrados en lagunas de los distintos sitios censales. El recorrido y track marcado con GPS se entregan en el anexo N°2. A continuación se detalla el conteo para cada sitio.

Laguna del Negro Francisco: Esta laguna fue el lugar de mayor concentración de aves de todos los sitios visitados, 15 de las 17 especies registradas se encontraron en este sitio. Este humedal tuvo especial relevancia al descubrirse una pequeña colonia reproductiva de Parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*), conformada por alrededor de 260 nidos dispuestos en la orilla sudoeste de la laguna salada, los que lamentablemente fueron abandonados unas semanas después (ver anexo 5). En la tabla N°2 se muestran los conteos para cada especie, se aprecia que predominan las especies de los órdenes Phoenicopteriformes y Anseriformes, siendo la Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) la especie con mayor densidad poblacional, seguido por el Pato Juarjual (*Lophoneta specularioides*). La mayor cantidad de ejemplares se situaron en la laguna salobre u oriental.

Folio020836

Especie			N°ejemplares
Blanquillo	Podiceps occipitalis	Po	68
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	1618
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	5580
Parina chica	Phoenicoparrus jamesi	Pj	582
Piuquén	Chloephaga melanoptera	Cm	496
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	1908
Pato Jergón chico	Anas flavirostris	Af	13
Tagua cornuda	Fulica cornuta	Fc	355
Chorlo de la puna	Charadrius alticola	Ca	212
Caití	Recurvirostra andina	Ra	76
Playero de Baird	Calidris bairdii	Cb	783
Pollito de mar tricolor	Steganopus tricolor	St	43
Perdicita cordillerana	Attagis gayi	Ag	5
Gaviota andina	Larus serranus	Ls	64
Colegial del norte	Lessonia oreas	Lo	2
Total ejemplares			**11805**
Total especies			**15**

Tabla N°2: Especies registradas en Laguna Negro Fra ncisco.

En el gráfico N°1 se aprecia la tendencia expuesta arriba. Mientras que el gráfico N°2 muestra la relación porcentual entre las especies registradas en este sitio. Destaca la reducida cantidad de Taguas cornudas (*Fulica cornuta*) encontradas.

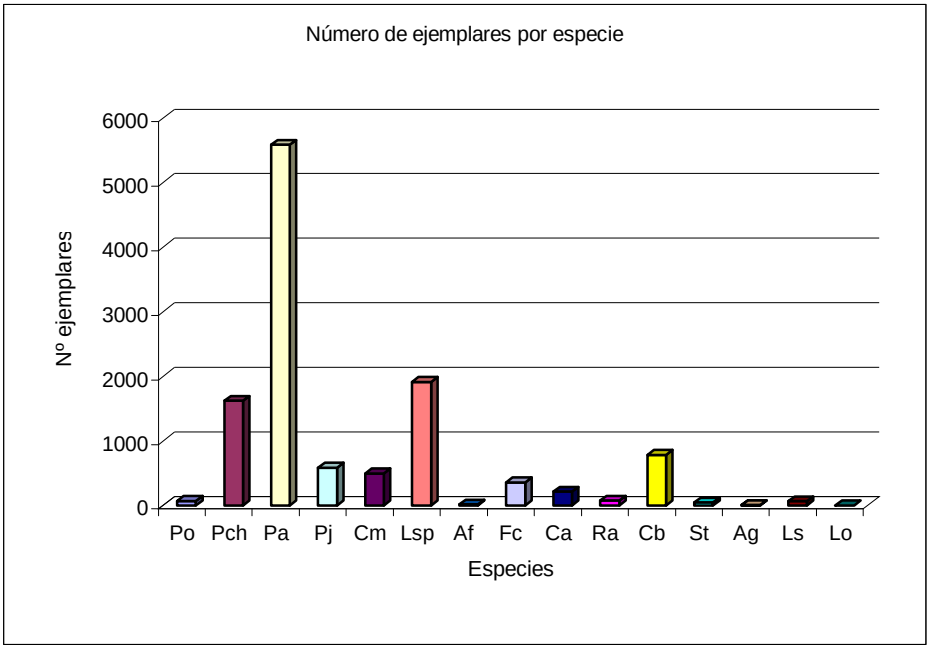


Gráfico N°1: Relación numérica de la especies en La guna del Negro Francisco.

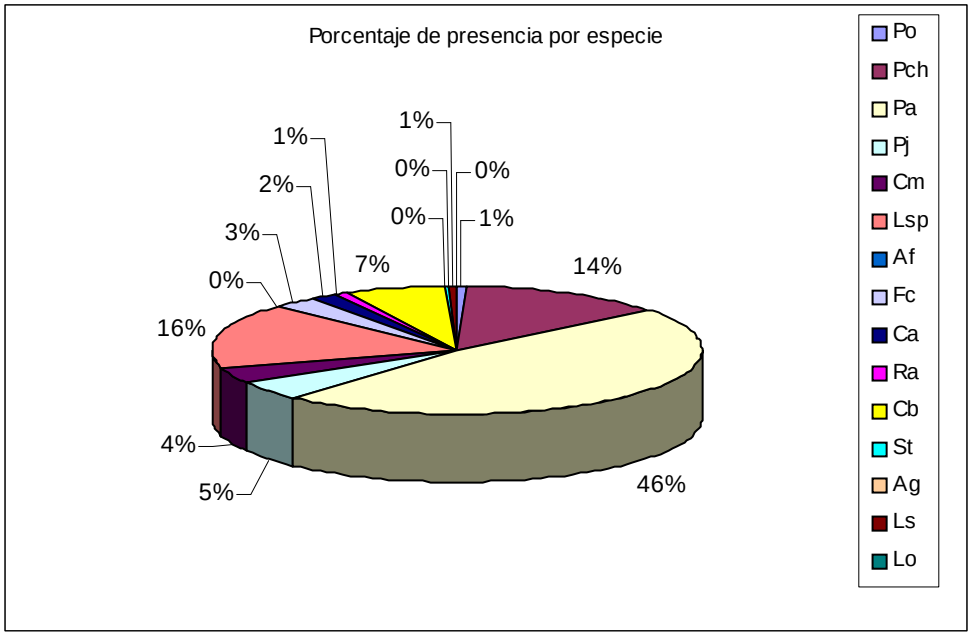


Gráfico N°2: Porcentaje de presencia por especie en Laguna Negro Francisco.

La figura N°1 muestra la distribución de las especies en esta laguna. El clima se presentó despejado con una sensación térmica de 9°C .

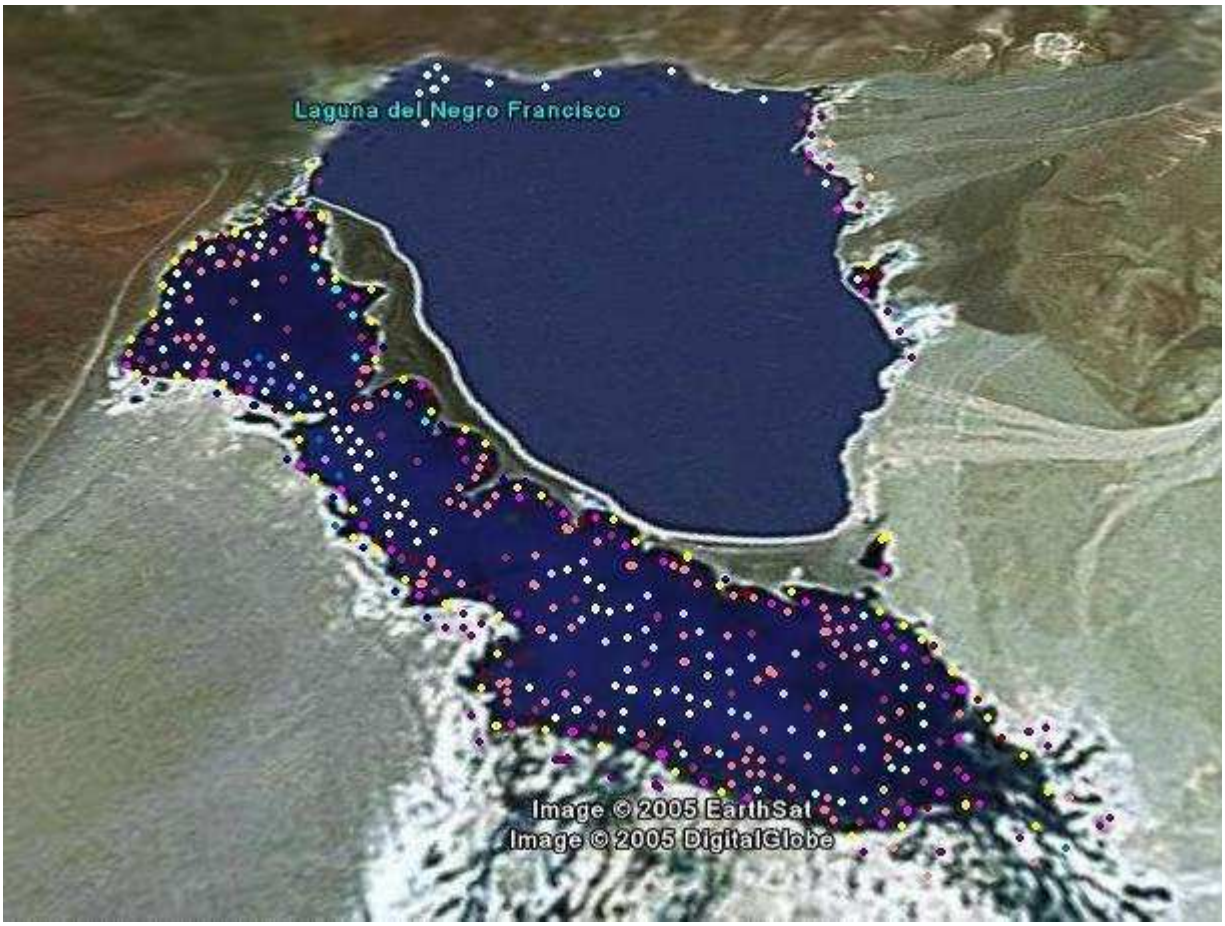


Figura N°1: Distribución de especies en Laguna Negro Francisco.

Podiceps occipitalis
Phoenicopterus chilensis
Phoenicoparrus andinus
Phoenicoparrus jamesi
Chloephaga melanoptera
Lophonetta specularioides
Anas flavirostris
Fulica cornuta
Charadrius alticola
Recurvirostra andina
Calidris bairdii
Steganopus tricolor
Attagis gayi
Larus serranus
Lessonia oreas

Pantanillo: Este sector está conformado por vegas y pequeñas lagunas que son abastecidos por ríos y vertientes que propician hábitats para aves. Los ejemplares son encontrados solos, en parejas o pequeños grupos. La tabla N°3 muestra los resultados para este sector. El gráfico N°3 entrega la relación numérica, en la cual sobresale la Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*). Y finalmente el gráfico N°4 muestra la relación porcentual.

Especie			N° ejemplares
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	6
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	21
Piuquén	Chloephaga melanoptera	Cm	12
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	31
Perdicita cojón	Thinocorus orbignyianus	To	1
Colegial del norte	Lessonia oreas	Lo	4
Tortolita de la puna	Metriopelia aymara	Ma	8
Total ejemplares			**83**
Total especies			**7**

Tabla N°3: Especies registradas en sector Pantanillo.

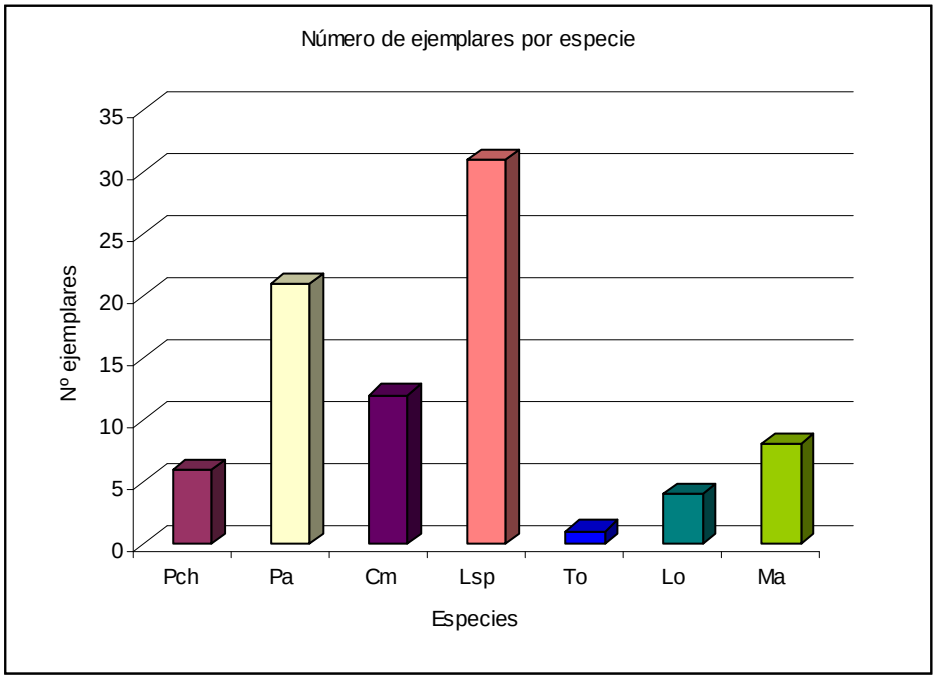


Gráfico N°3: Relación numérica entre las especies p resentes en sector Pantanillo.

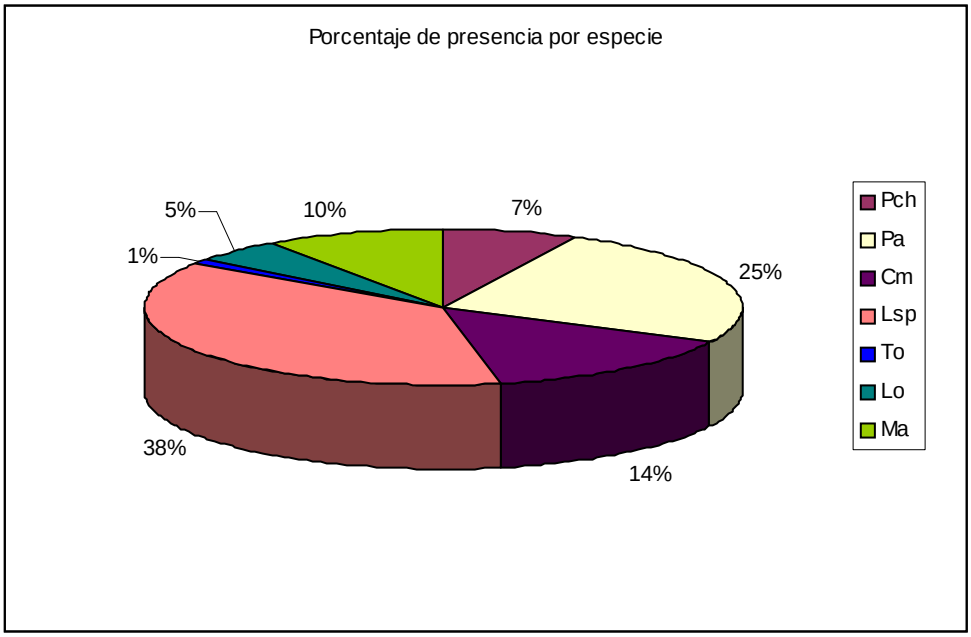


Gráfico N°4: Porcentaje de presencia por especie en Pantanillo.

Folio020841

Laguna Santa Rosa – Salar de Maricunga: La mayoría de las especies se concentró en la Laguna Santa Rosa, mientras que los ejemplares se distribuyeron uniformemente a lo largo de la laguna y el salar, ocupando gran parte de los sitios apropiados para que las aves se desarrollen. Este complejo lacustre posee la segunda mayor concentración de avifauna de los sitios visitados. Aquí la especie con mayor densidad poblacional es el Pato juarjual (*Lophoneta specularioides*), seguido por la Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*). La tabla N°4 presenta las especies registradas con sus respectivas abundancias absolutas para este sitio.

Especie			N° ejemplares
Blanquillo	Podiceps occipitalis	Po	126
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	80
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	152
Parina chica	Phoenicoparrus jamesi	Pj	129
Piuquén	Chloephaga melanoptera	Cm	6
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	254
Tagua cornuda	Fulica cornuta	Fc	98
Chorlo de la puna	Charadrius alticola	Ca	41
Caití	Recurvirostra andina	Ra	53
Playero de Baird	Calidris bairdii	Cb	17
Perdicita cordillerana	Attagis gayi	Ag	16
Gaviota andina	Larus serranus	Ls	14
Tortolita de la puna	Metriopelia aymara	Ma	5
Total ejemplares			**882**
Total especies			**13**

Tabla N°4: Especies registradas en Laguna Santa Rosa – Salar de Maricunga

El gráfico N°5 muestra la relación entre las especies registradas en este sector. El gráfico N°6 muestra la relación porcentual.

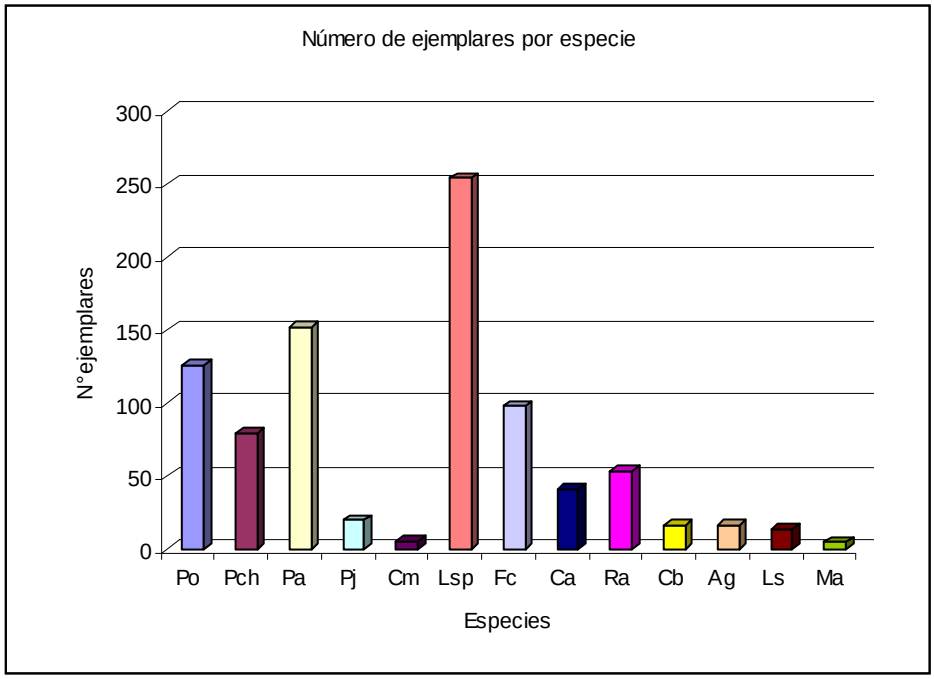


Gráfico N°5: Relación numérica entre las especies r egistradas en Laguna Santa Rosa – Salar de Maricunga.

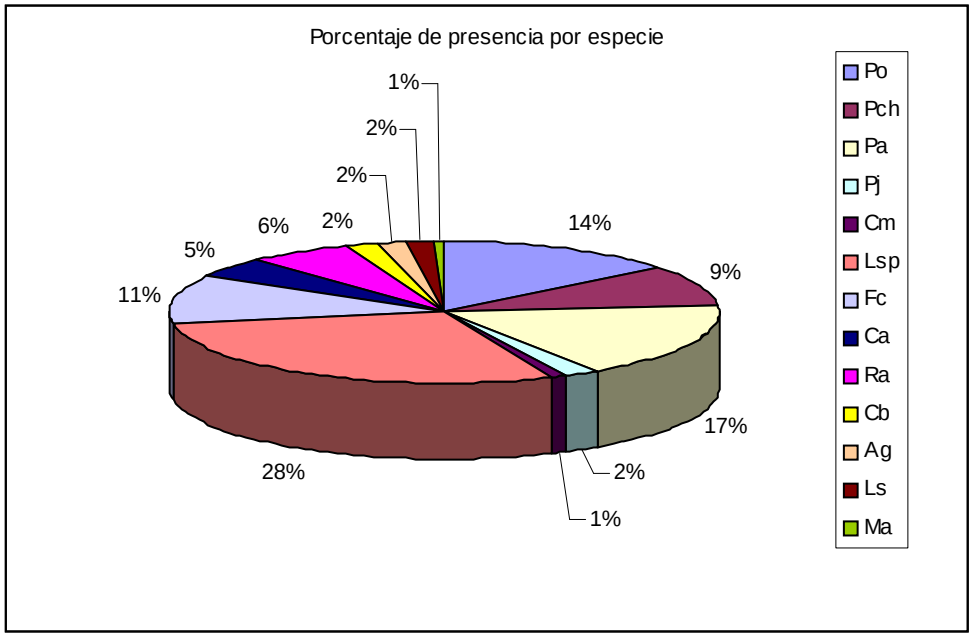


Gráfico N°6: Porcentaje de presencia por especie en Laguna Santa Rosa – Salar de Maricunga.

La figura N°2 muestra la distribución encontrada de las especies en este sitio. Las condiciones metereológicas fueron normales, clima despejado y una sensación térmica de 11°C.



Figura N°2: Distribución de especies en Laguna Sant a Rosa y Salar de Maricunga.

Podiceps occipitalis
Phoenicopterus chilensis
Phoenicoparrus andinus
Phoenicoparrus jamesi
Chloephaga melanoptera
Lophonetta specularioides
Fulica cornuta
Charadrius alticola
Recurvirostra andina
Calidris bairdii
Attagis gayi
Larus serranus
Metriopelia aymara

Folio020844

Salar de Piedra Parada: Este salar nuevamente se constituye como sitio de interés al registrarse en él polluelos de flamenco (n=15), pertenecientes a la especie *Phoenicoparrus jamesi*, además fue posible observar a algunos ejemplares nidificando, como también se observó una nidada abandonada. En este salar dominan los flamencos siendo la Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) y la Parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) las especies con mayor abundancia absoluta. La tabla N°5 muestra las especies registradas, el valor para Parina chica incluye los 15 polluelos avistados.

Especie			N° ejemplares
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	12
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	158
Parina chica	Phoenicoparrus jamesi	Pj	129
Piuquén	Chloephaga melanoptera	Cm	1
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	4
Caití	Recurvirostra andina	Ra	30
Playero de Baird	Calidris bairdii	Cb	19
Gaviota andina	Larus serranus	Ls	2
Total ejemplares			**355**
Total especies			**8**

Tabla N°5: Especies presentes en Salar Piedra Parada.

Los gráficos N°7 y N°8 muestran las relaciones numérica y porcentual de las especies registradas en este sitio. Destaca entre las otras especies el Caití (*Recurvirostra andina*). Entre las especies que predominan en este sitio conforman mas del 80% de los ejemplares.

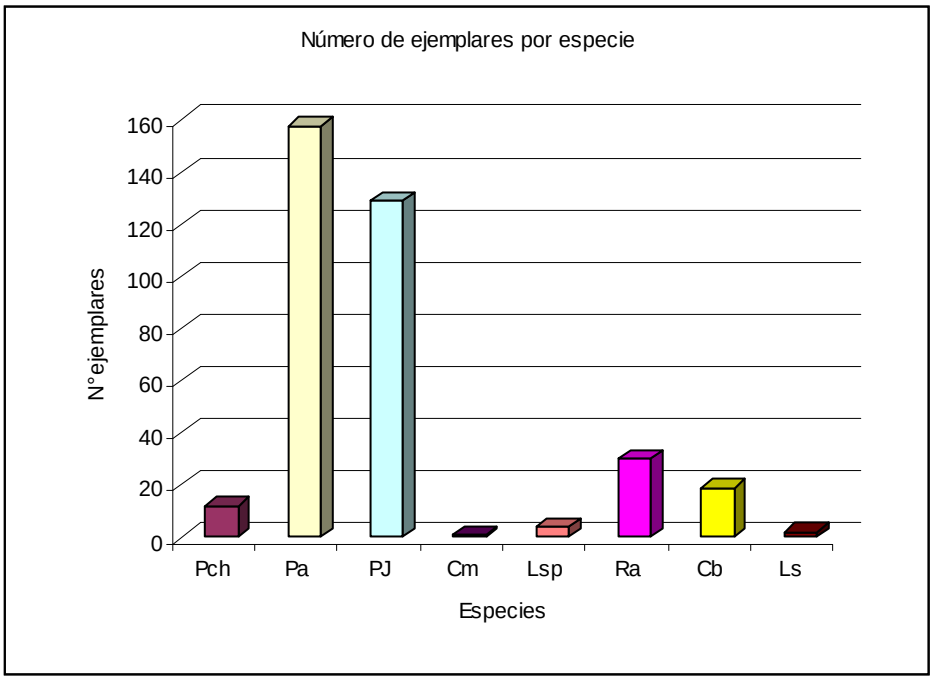


Gráfico N°7: Relación numérica entre especies del s ector de Piedra Parada

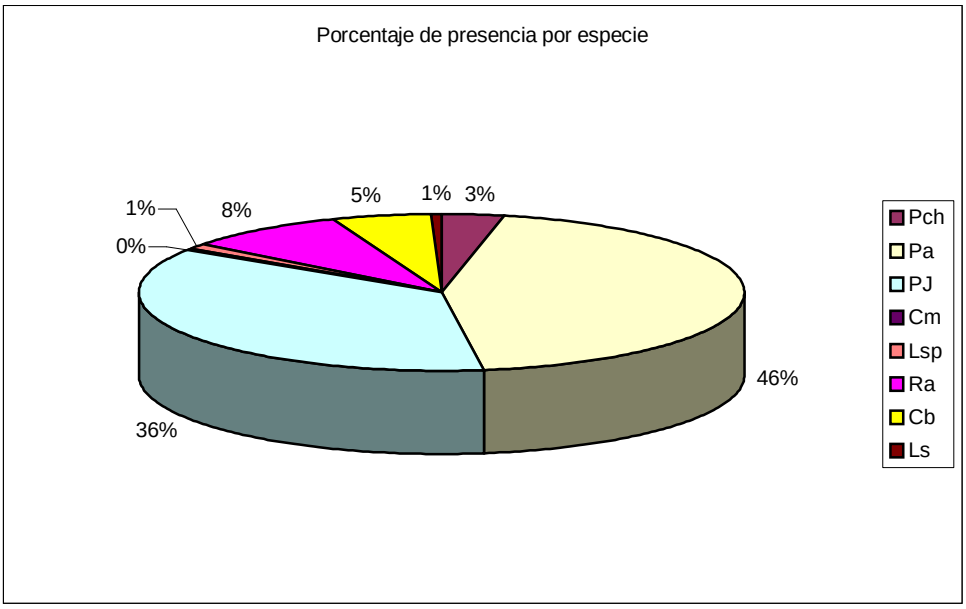


Gráfico N°8: Porcentaje de presencia por especie Sa lar de Piedra Parada.

En la figura N°3 se aprecia la distribución que pr esentan las especies en las lagunas. Clima despejado, sensación térmica de 10°C.

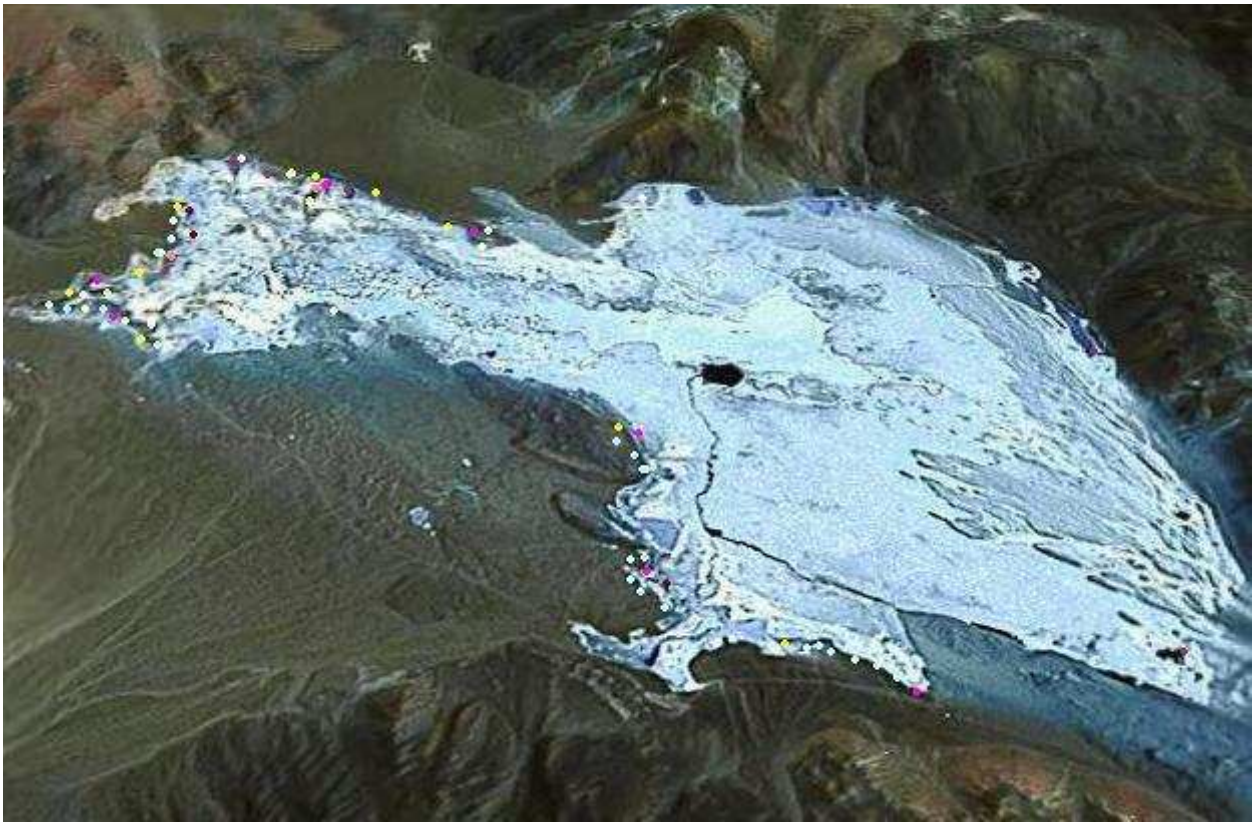


Figura N°3: Distribución de especies en Salar de Pi edra Parada

Folio020847

Lagunas Bravas: Este complejo de humedales adquiere importancia por el hecho de albergar en una de sus lagunas, concretamente la laguna norte, una población significativa de tagua cornuda (*Fulica cornuta*), y es la especie de mayor densidad dentro del complejo. La laguna central es la que presenta la mayor diversidad avial a pesar de su reducido tamaño. La laguna sur, la más grande, presentó la menor cantidad de ejemplares avistados. La tabla N°6 muestra la situación registrada en este sector.

Especie			N° ejemplares
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	21
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	8
Piuquén	Chloephaga melanoptera	Cm	9
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	193
Tagua cornuda	Fulica cornuta	Fc	205
Caití	Recurvirostra andina	Ls	2
Total ejemplares			**438**
Total especies			**6**

Tabla N°6: Especies registradas en Lagunas Bravas.

El gráfico N°9 entrega la relación numérica entre las especies, mientras que el gráfico

Folio020848

N°10 muestra la relación porcentual. *Fulica cornuta* representa poco menos del 50% de los ejemplares registrados

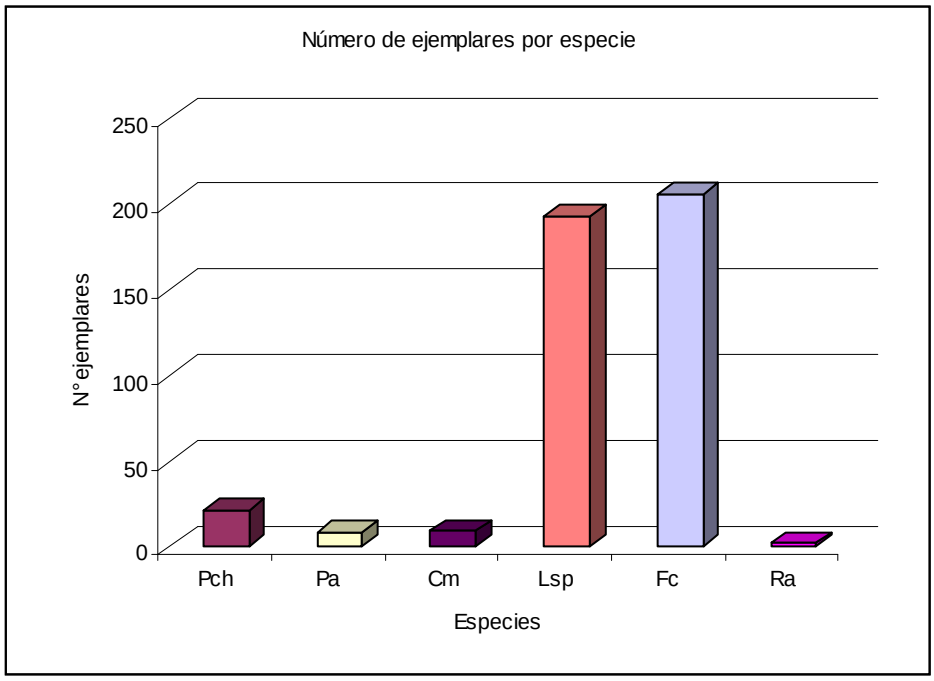


Gráfico N°9: Relación numérica entre especies en La gunas Bravas.

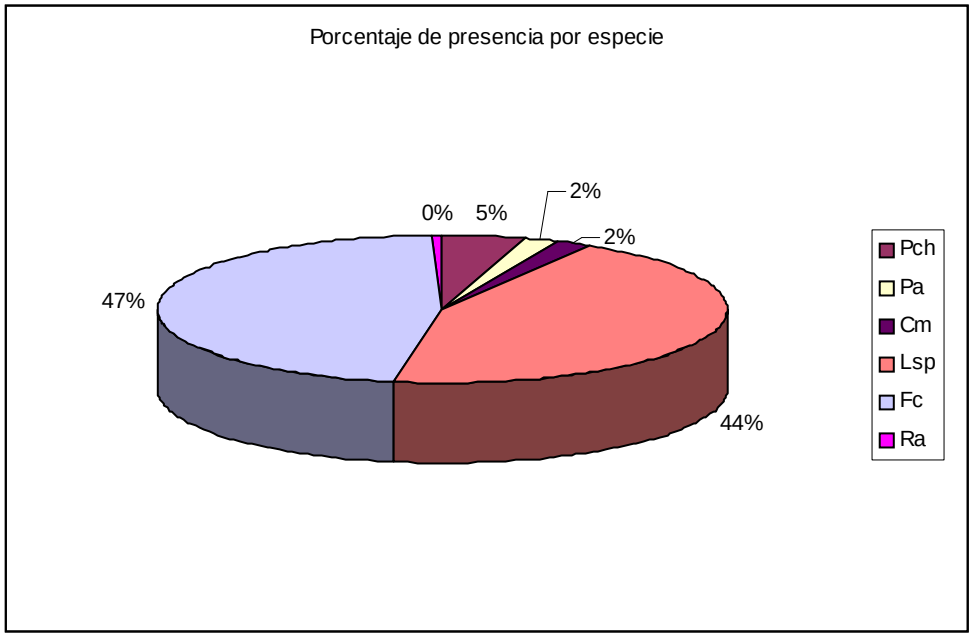


Gráfico N°10: Porcentaje de presencia por especie e n Lagunas Bravas.

La distribución espacial de las especies se muestran en la figura N°5 y N°6. El clima se presentó despejado, sensación térmica de 10°C.

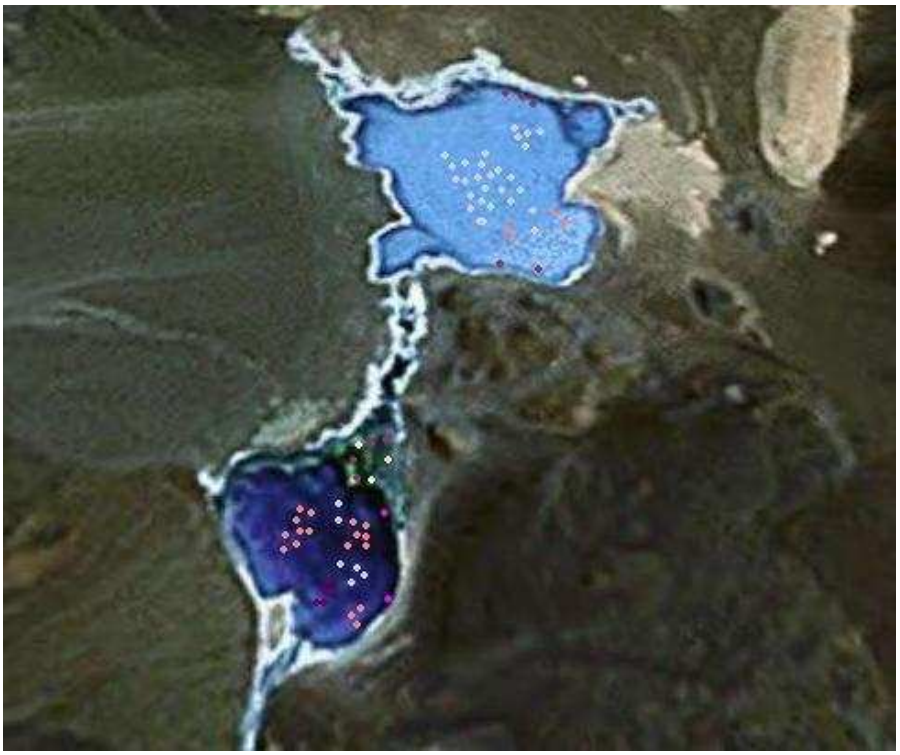
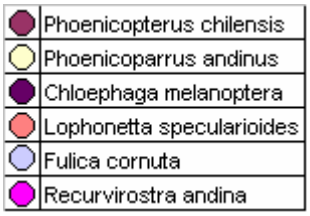


Figura N°5: Distribución de especies en lagunas nor te y centro del complejo Lagunas Bravas.



Figura N°6: Distribución de especies en laguna sur del complejo Lagunas Bravas.



Salar de Pedernales: Este gran salar estuvo caracterizado por la presencia mayoritaria de la Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) en todas las zonas húmedas del salar, y por la ausencia total de especies del orden Anseriformes. En él se observó una baja diversidad, dominando el orden Phoenicopteriformes. La tabla N°7 entrega el listado de especies.

Especie			N° ejemplares
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	3
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	238
Parina chica	Phoenicoparrus jamesi	Pj	16
Caití	Recurvirostra andina	Ra	12
Perdicita cordillerana	Attagis gayi	Ag	1
Total ejemplares			**270**
Total especies			**5**

Tabla N°7: Especies registradas en Salar de Pedernales.

El gráfico N°11 muestra la proporción numérica, y el gráfico N°12 la proporción porcentual entre las especies en este sitio.

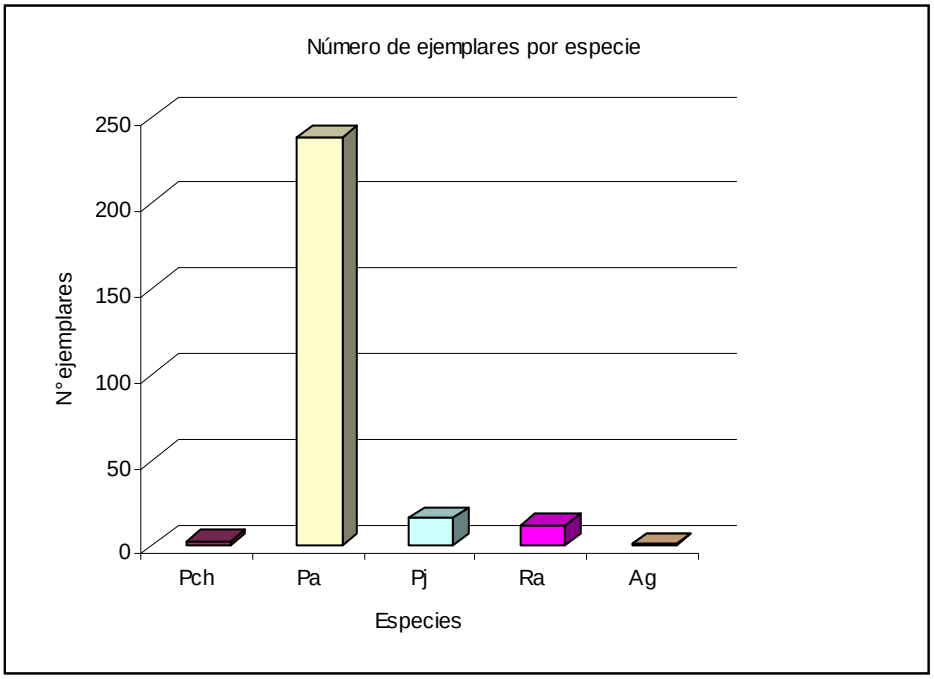


Gráfico N°11: Relación numérica entre las especies de Salar de Pedernales.

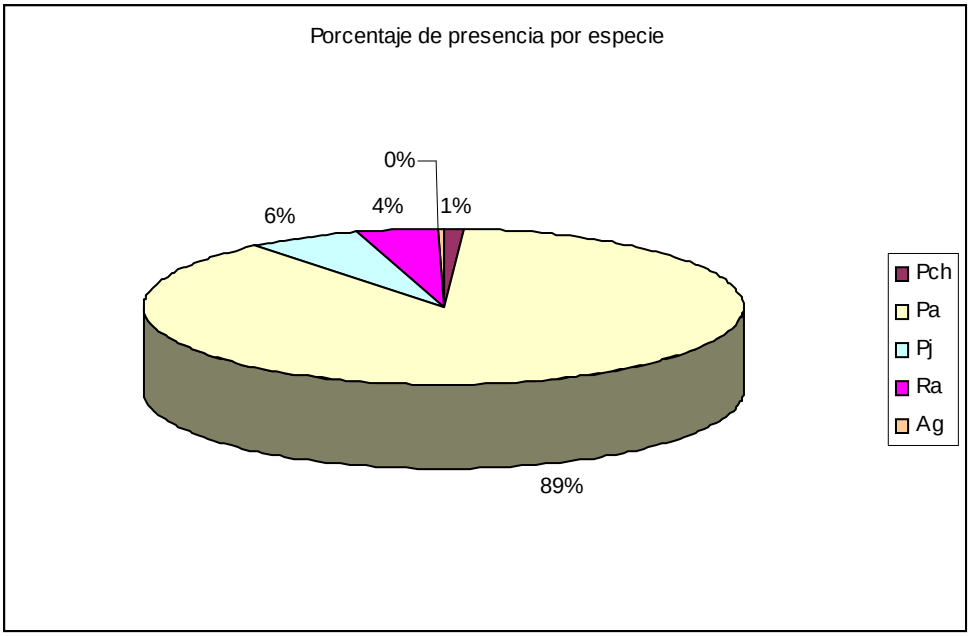


Gráfico N°12: Porcentaje de presencia por especie e n Salar de Pedernales.

La figura N°7 muestra la distribución de las especies en las lagunas. Clima despejado, sensación térmica de 12°C.

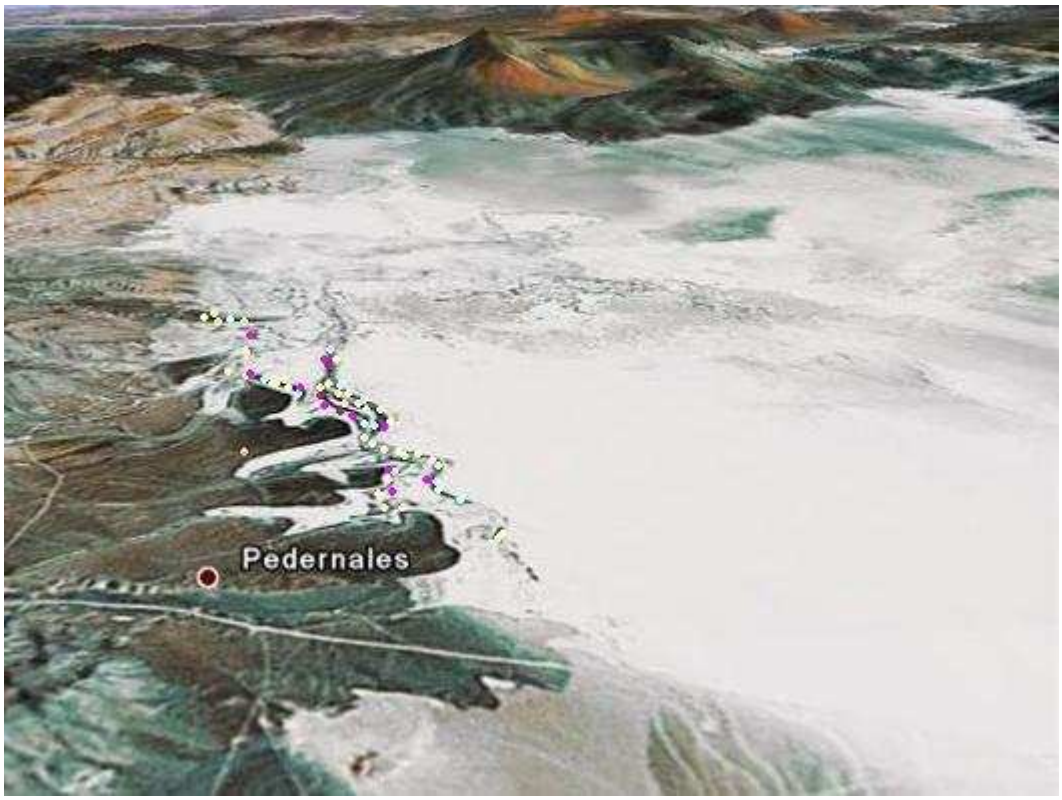


Figura N°7: Distribución de especies en Salar de Pedernales.

	Phoenicopterus chilensis
	Phoenicoparrus andinus
	Phoenicoparrus jamesi
	Recurvirostra andina
	Attagis gayi

Salar de la Laguna: Corresponde a uno de los sitios de menor tamaño visitado, su diversidad es baja, como también su dotación de avifauna. La tabla N°8 muestra los ejemplares registrados, donde por primera vez el Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), es el de mayor abundancia absoluta.

Especie			N° ejemplares
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	29
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	5
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	12
Caití	Recurvirostra andina	Ra	4
Playero de Baird	Calidris bairdii	Cb	11
Total ejemplares			**61**
Total especies			**5**

Tabla N°8: Especies registradas en el Salar de la L aguna.

Los gráficos N°13 y N°14 muestran las relaciones e ntre las especies en este salar.

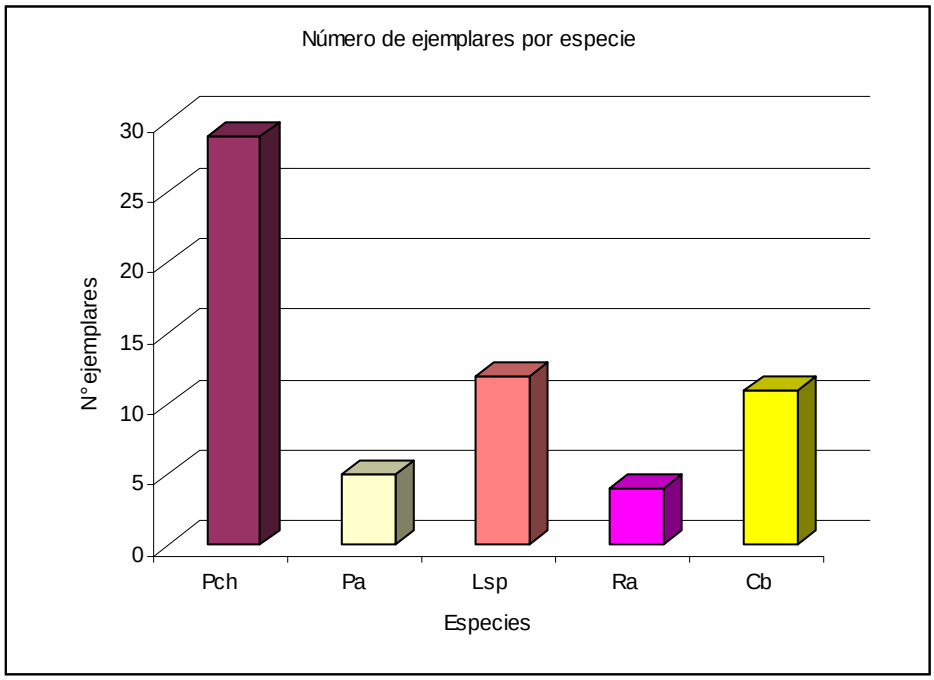


Gráfico N°13: Relación numérica entre las especies registradas en el Salar de la Laguna.

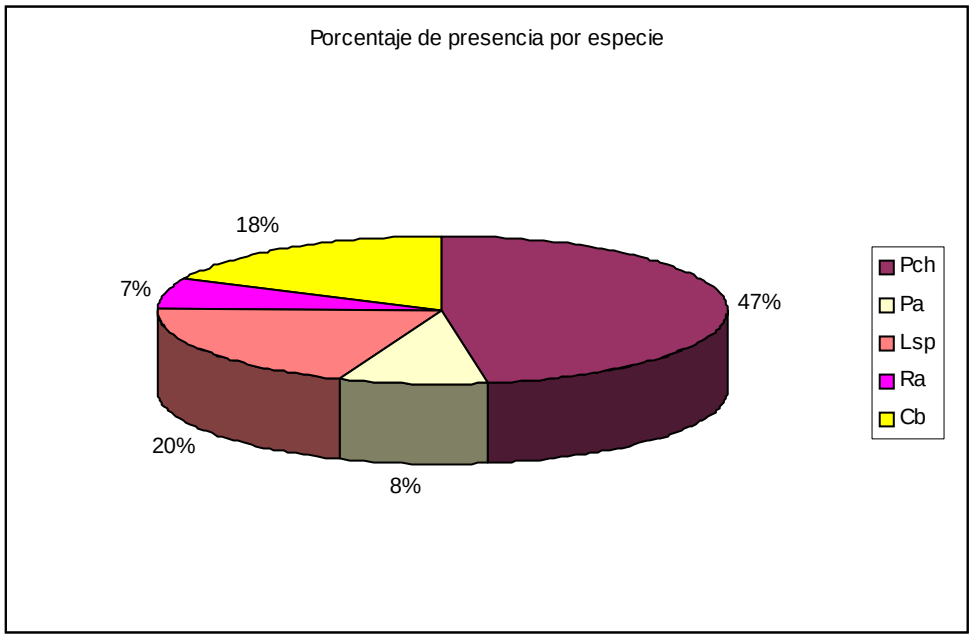


Gráfico N°14: Porcentaje de presencia por especie e n Salar de la Laguna.

En la figura N° 8 se aprecia la distribución de esp ecies en este pequeño salar.

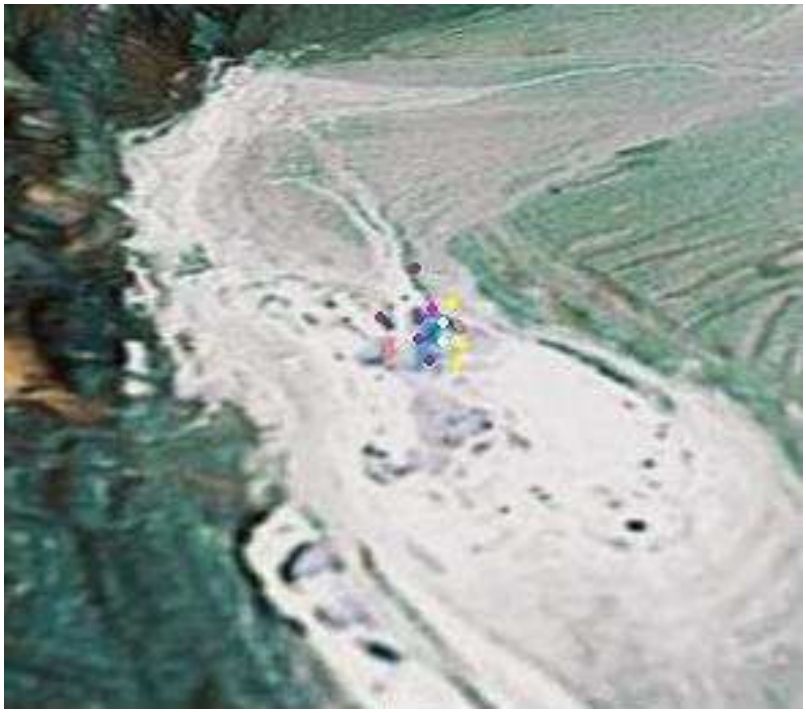
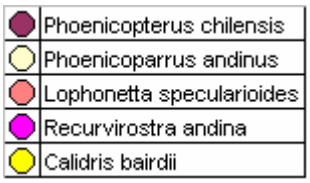


Figura N°8: Distribución de especies en Salar de La Laguna.



Salar de La Azufrera: En este pequeño salar sólo fue posible observar dos especies, siendo el de menor diversidad y abundancia de especies de los sitios censados. La tabla N° 9 muestra las especies registradas.

Especie			N° ejemplares
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	5
Pato juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	2
Total ejemplares			7
Total especies			2

Tabla N° 9: Especies registradas en el Salar de La Azufrera.

Los gráficos N°15 y N°16 muestran las relaciones correspondientes a este salar.

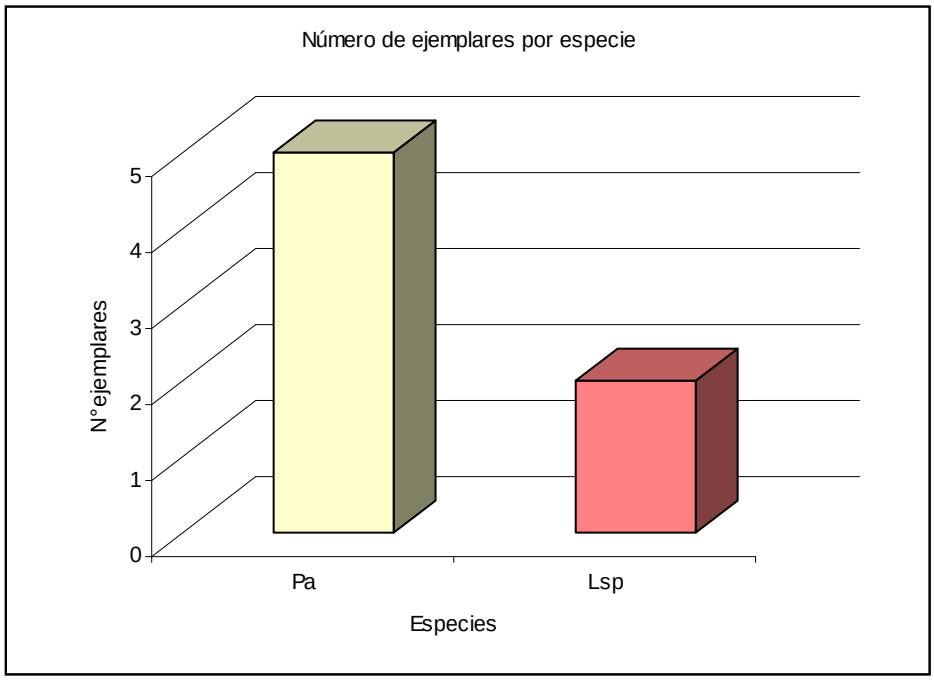


Gráfico N°15: Relación numérica de especies en Salar de La Azufrera.

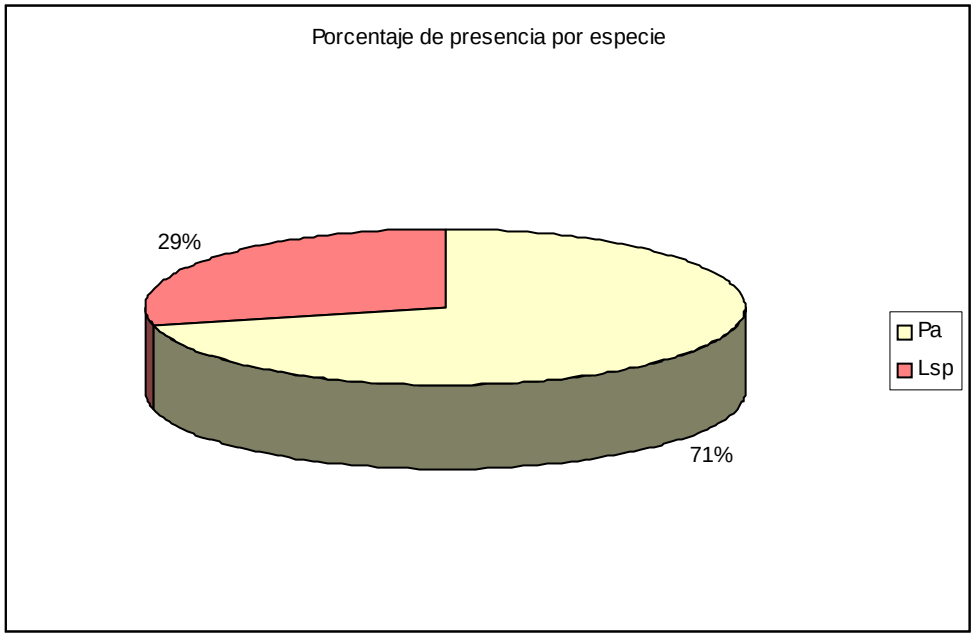


Gráfico N°16: Porcentaje de presencia de especies e n Salar de La Azufrera.

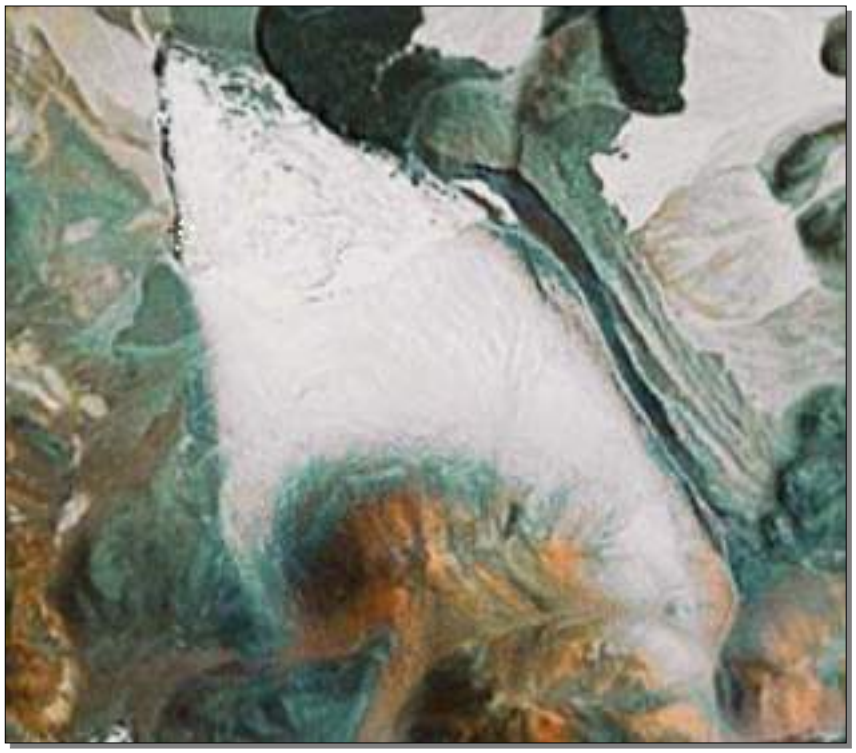
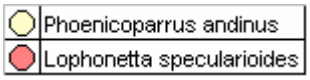


Figura N°9: Distribución de especies en Salar de La Azufrera.



Salar de Agua Amarga: Este salar no presentó avifauna

Otros lugares: Corresponden a pequeñas lagunas y vegas, que se ubican en el recorrido y en ríos colindantes. Destaca entre las lagunas la formada en el Tranque La Ola, donde se observó la mayoría de los ejemplares. La tabla N°10 muestra la totalidad de los ejemplares registrados en estos sitios, donde *Chloephaga melanoptera* (Piuquén) y *Lophoneta specularioides* (Pato juarjual), fueron las especies de mayor presencia.

Especie			N° ejemplares
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	1
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	3
Piuquén	Chloephaga melanoptera	Cm	17
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	16
Tagua cornuda	Fulica cornuta	Fc	1
Caití	Recurvirostra andina	Ra	1
Gaviota andina	Larus serranus	Ls	4
Colegial del norte	Lessonia oreas	Lo	2
Total ejemplares			**45**
Total especies			**8**

Tabla N°10: Especies registradas en pequeñas laguna s y vegas.

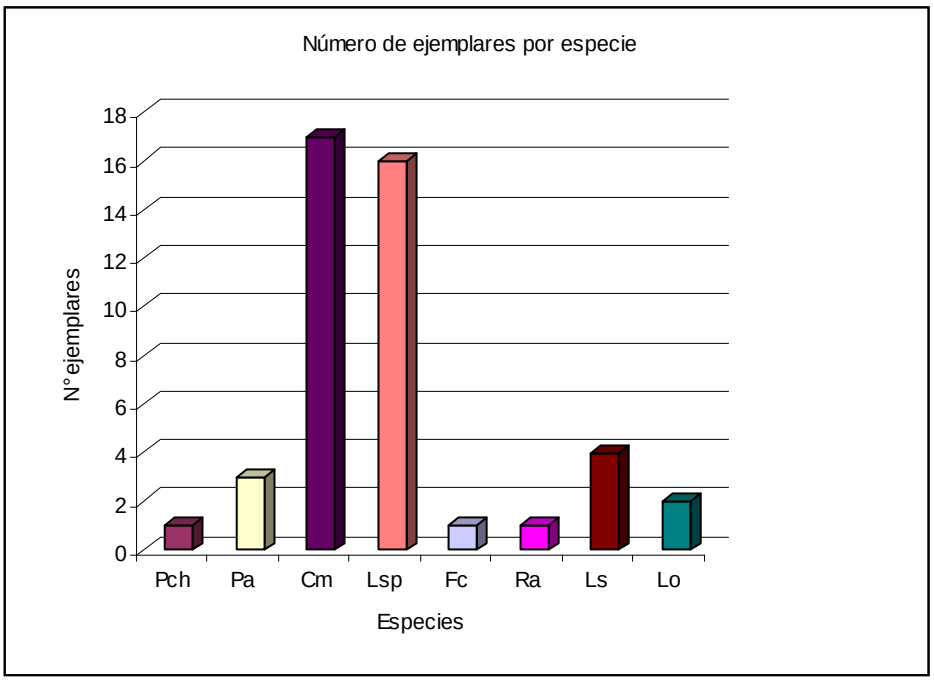


Gráfico N°17: Número de ejemplares registrados en d istintas lagunas y vegas.

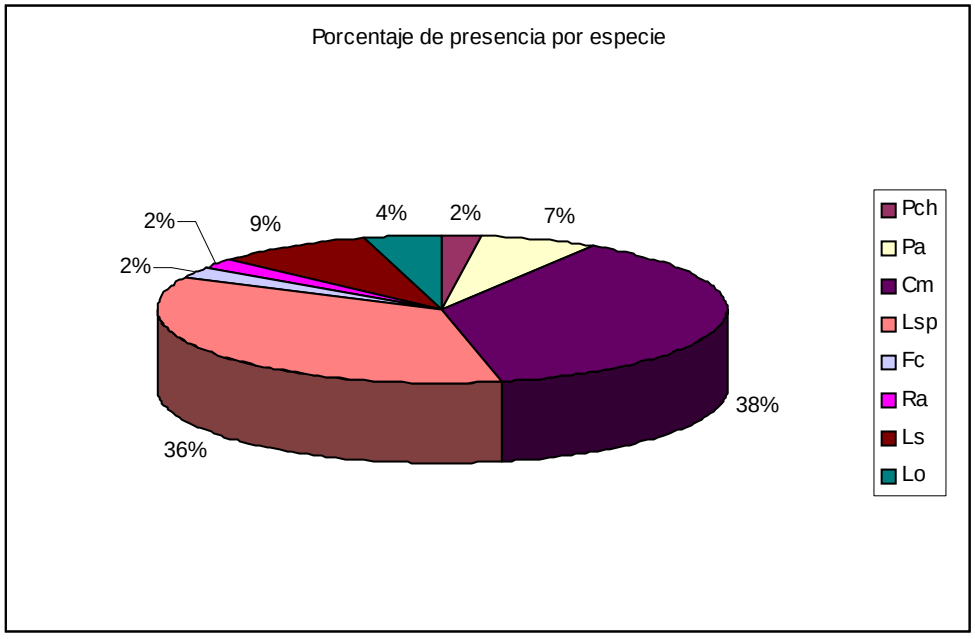


Gráfico N°18: Porcentajes de presencia por especie en pequeñas lagunas y vegas.

Compendio de sitios.

A continuación se entregan los resultados resumidos de los conteos realizados en cada sitio, así como de los gráficos correspondientes a las relaciones numéricas y porcentuales de ejemplares por sitio y especies por sitio.

SITIO	Ejemplares	Especies
LNF	11805	15
Pant	83	7
LSR-SM	882	13
SPP	355	8
LB	438	6
SP	270	5
SL	61	5
SA	7	2
Otros	45	8
Total	13946	17

Tabla N°11: Conteos totales resumidos, se entrega t ambién el número de especies registrado en cada sitio.

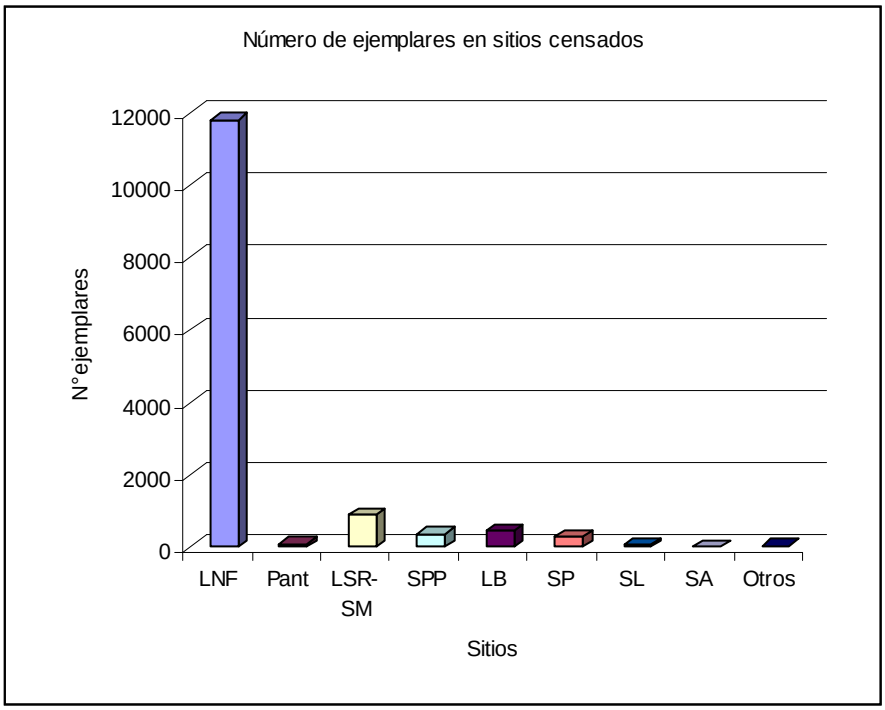


Gráfico N°19: Ejemplares totales por sitio.

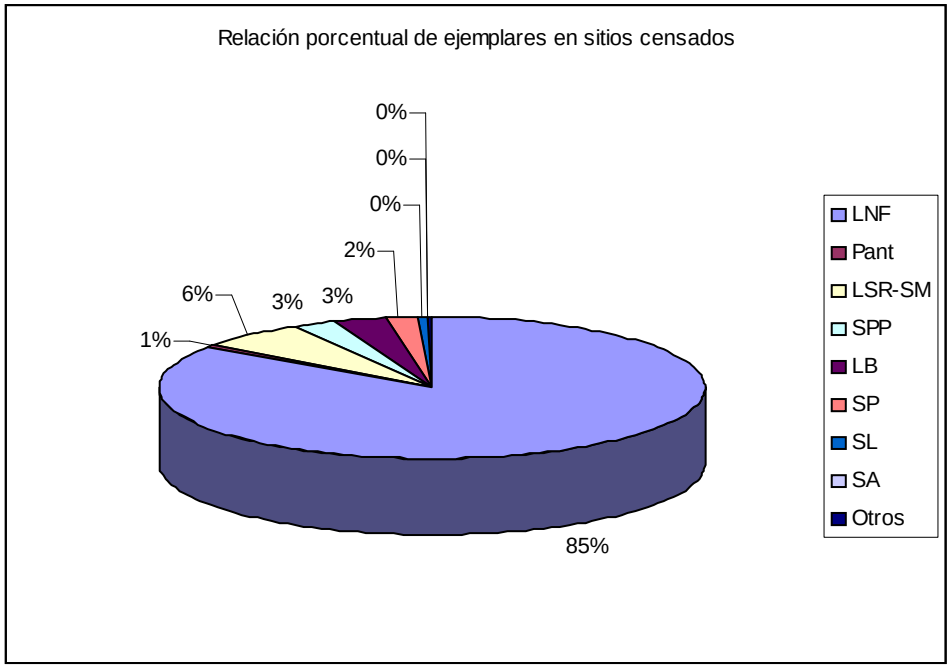


Gráfico N°20: Porcentaje de presencia de ejemplares por sitio.

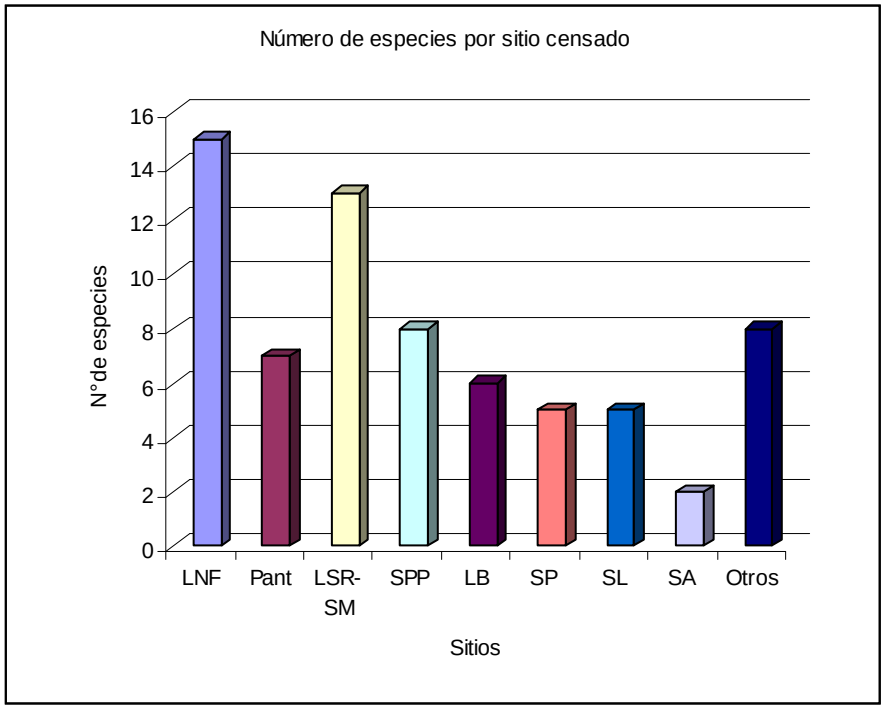


Gráfico N°21: Número de especies por sitio.

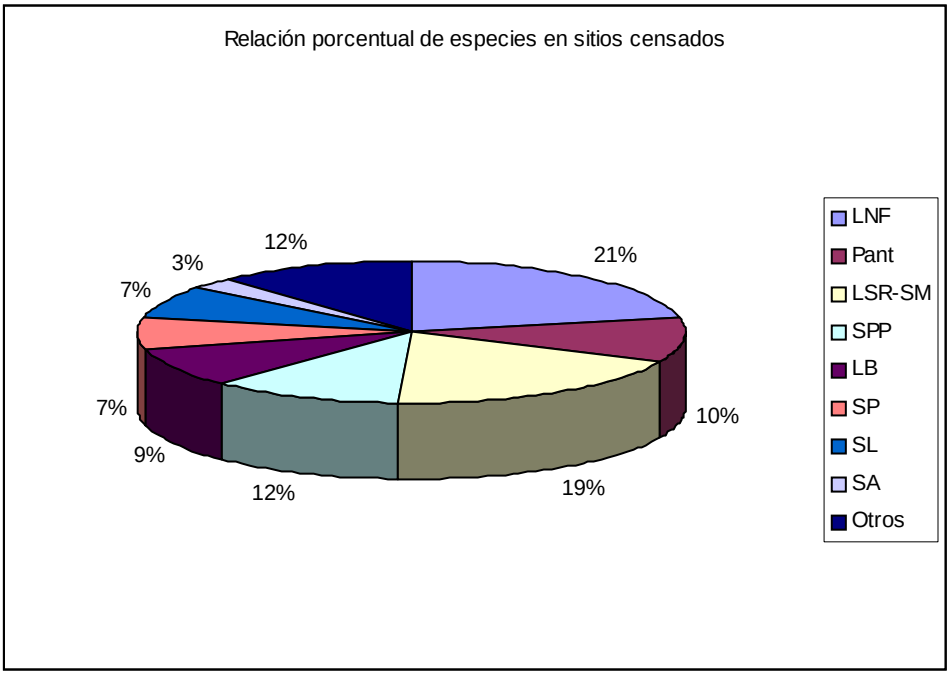


Gráfico N°22: Porcentaje de especies por sitio cens ado.

Folio020862

Relación numérica total entre especies.

A continuación se entrega el número total de ejemplares registrados para cada especie en los distintos sitios visitados, además de un detalle de la población de las tres especies de flamencos sudamericanos, como también una tabla con las densidades encontradas para cada sitio.

Especie			N°ejemplares
Blanquillo	Podiceps occipitalis	Po	194
Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis	Pch	1770
Parina grande	Phoenicoparrus andinus	Pa	6170
Parina chica	Phoenicoparrus jamesi	Pj	747
Piuquén	Chloephaga melanoptera	Cm	541
Pato Juarjual	Lophoneta specularioides	Lsp	2420
Pato Jergón chico	Anas flavirostris	Af	13
Tagua cornuda	Fulica cornuta	Fc	659
Chorlo de la puna	Charadrius alticola	Ca	253
Caití	Recurvirostra andina	Ra	178
Playero de Baird	Calidris bairdii	Cb	830
Pollito de mar tricolor	Steganopus tricolor	St	43
Perdicita cordillerana	Attagis gayi	Aga	22
Perdicita cojón	Thinocorus orbignyianus	To	1
Gaviota andina	Larus serranus	Ls	84
Colegial del norte	Lessonia oreas	Lo	8
Tortolita de la puna	Metriopelia aymara	Ma	13
Total ejemplares			**13946**

Tabla N°12: Número de ejemplares totales para cada especie registrada.

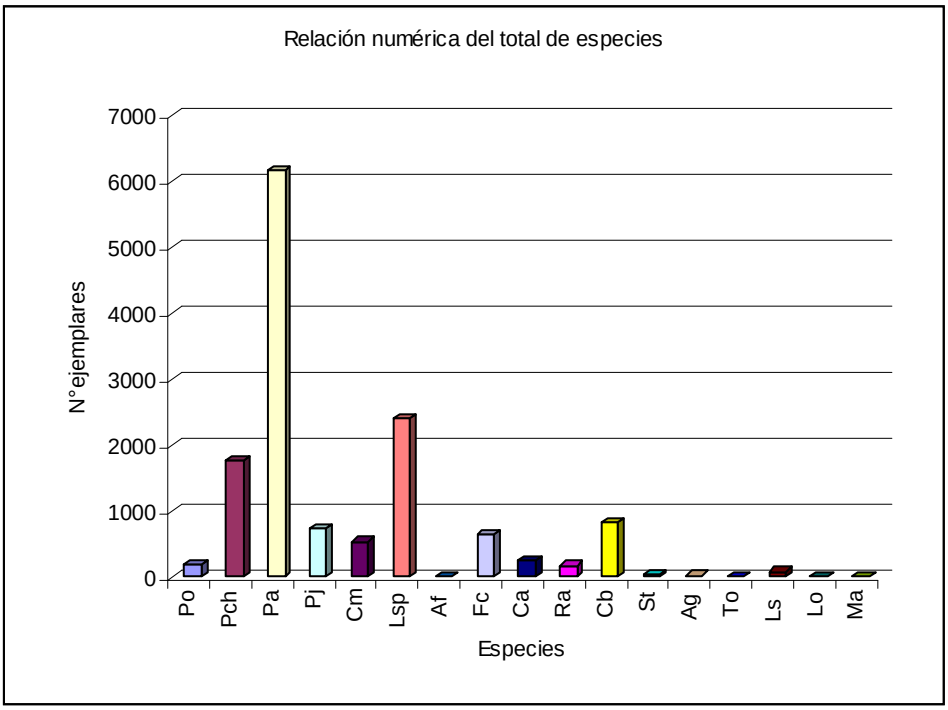


Gráfico N°23: Relación numérica entre especies.

Del total de ejemplares registrados la población total de flamencos representa el 62,3%. Por separado la población del Flamenco chileno representa el 12,7%; Parina grande 44,2% y Parina chica 5,4%.

Sitio	P. chilensis	P. andinus	P. jamesi	Total
LNF	1618	5580	582	7780
LSR-SM	80	152	20	252
Pant	6	21	0	27
SPP	12	158	129	299
LB	21	8	0	29
SP	3	238	16	257
SL	29	5	0	34
SA	0	5	0	5
Otros	1	3	0	4
Total	1770	6170	747	**8687**

Tabla N°13: Población de flamencos registrada en lo s sitios visitados.

Folio020864

SITIO	Sup. Lagunas	Ind./km^2	*P. chilensis*	*P. andinus*	*P. jamesi*
LNF	24.8 km^2	313.7	65.2	225	23.4
LSR-SM	6.15 km^2	41	13	24.7	3.3
SPP	2 km^2	149.5	6	79	64.5
LB	10 km^2	2.9	2.1	0.8	0
SP	0.6 km^2	428	5	396	26.7
SL	0.55 km^2	61.8	52.7	9.1	0
SA	0.02 km^2	250	0	250	0

Tabla N°14: Densidades poblacionales en cada uno de los sitios. La tercera columna está referida al número total de ejemplares registrados en ese sitio. Los valores para flamencos están expresados en ind/km^2.

Sitio	*Phoenicopterus chilensis*		*Phoenicoparrus andinus*		*Phoenicoparrus jamesi*	
	n	%	n	%	n	%
LNF	1618	94.4	5580	91	582	78
LSR-SM	80	4.7	152	2.5	20	2.6
SPP	12	0.7	158	2.6	129	17.3
SP	3	0.2	238	3.9	16	2.1
Total	1713	100	6128	100	747	100

Tabla N°15: Abundancias absolutas y relativas de la s especies de flamencos en los principales sitios de agregación. n= abundancia absoluta, %= abundancia relativa.

4. Discusión y conclusiones.

En comparación con el año pasado, se observó un aumento en la cantidad total de aves registradas. Para el año 2006 el número de ejemplares fue de 10679 (CONAF, 2006). Cifra que se elevó a 13946 para el presente año, es decir 3267 ejemplares mas, que equivale al 30,59% mas que el año pasado, pero fue menor a lo registrado el año 2005 con 14992 ejemplares (Oyarzo & Carabantes, 2005). En cuanto al número de especies, este año se contabilizaron 17 especies, dos menos que el censo pasado. Una especie que es propia de la zona cordillerana no está incluida en la planilla PACUSHA, se trata de la Tortolita de la puna (*Metriopelia aymara*), Para evitar esto en censos posteriores se podría modificar la planilla a las realidades de cada región.

Folio020865

Sobre los sitios censales se mantuvo el número de 8 sitios e incluyendo pequeños sitios que reunidos conforman el sitio número 9. A pesar que se logró visitar nuevos sitios, hubo otros que, aun siendo visitados el año pasado, no estuvieron presentes en este censo, como es el caso de Lagunas del Jilguero. Además, aun quedan varios sectores que deberían ser incluidos dentro del recorrido, sobre todo los salares al norte del Salar de Pedernales y lagunas ubicadas en la comuna de Alto del Carmen.

Flamencos.

La población total experimentó un alza de 4785 el año 2006 a 8687 este año (81.54% de aumento). En cuanto a cada especie en particular, *Phoenicopterus chilensis* registró la menor presencia con 1770 ejemplares contra 2320 el año 2006 (23,70% menos), *Phoenicoparrus andinus* aumentó considerablemente con respecto al año 2006 de 1783 a 6170 ejemplares para este año (246,04% de aumento), conformándose en la especie de flamenco de mayor presencia. Por su parte *Phoenicoparrus jamesi*, en forma mas discreta, también aumentó su población de 682 a 747 ejemplares (9,53% de aumento). En los sitios que concentran las mayores concentraciones de ejemplares, en algunos se registraron alzas y en otros disminuciones, el más destacable es la Laguna del Negro Francisco con una metapoblación total de 7780 ejemplares, 148,80% mas que los 3127 registrados el año pasado. En este sitio *P. andinus* subió de 942 a 5580 (492,35% de aumento); *P. chilensis* bajó de 2140 a 1618 (24,39% menos); *P. jamesi* subió de 45 a 582 (1193.33% de aumento).

Estos valores demuestran lo variables que pueden ser las especies de flamencos para determinar el sitio al cual acudirán para desarrollar sus actividades. La condiciones ecológicas y biológicas de las aguas de un humedal parecen ser determinantes a la hora de escoger un lugar de descanso o apareamiento, como ocurrió este año en Laguna del Negro Francisco (ver anexo 5). Parada (1988) sugiere que esta variabilidad en las poblaciones de flamencos depende preferentemente del éxito en la instalación de colonias y de la intensidad diferencial de la componente climática durante los inviernos.

Otros motivos que podrían alterar la población serían las condiciones ecológicas que se presentan en las áreas, como por ejemplo las características fisiográficas y la productividad primaria (Obando, 1988). Además las precipitaciones estivales, conocidas como “Invierno Boliviano”, pueden transformar una laguna que alberga miles de flamencos en una laguna desierta; pero este fenómeno no ocurre todos los veranos ni en todos los lugares y es muy variable de un año a otro (Ormazábal, 1988).

Folio020866

A semejanza del año 2006 en Salar de Piedra Parada se registró nidificación, pero no se encontró la presencia de un creche numeroso, solo algunos pollos dispersados en sitios específicos del salar, este sitio presentó condiciones ecológicas propicias para el establecimiento de nidos, y continua siendo un lugar de importancia relevante por ser uno de los pocos lugares donde anidan flamencos en la Región de Atacama, y debe recibir una adecuada protección de sus recursos. Parada (1988) informa sobre presencia de colonias reproductivas en Salar de Maricunga y Laguna del Negro Francisco. Este año se registró nidificación de *Phoenicoparrus jamesi,* nunca anteriormente documentado para este sitio en el mes de Enero, lo que coincide con lo que se ha registrado para esta especie en otras latitudes (Palma, 1993).

La Laguna del Negro Francisco fue la de mayor densidad de aves y la que tuvo la mayor cantidad de especies (n=15). Este año se registró en su porción salada un notorio descenso de las aguas con respecto al año pasado, aunque no es un lugar de gran concentración, constituye un indicador del estado de la totalidad de la laguna, por lo tanto se requiere de un programa de monitoreo que permita registrar los cambios que sufren las aguas de la laguna lo cual es muy relevante en el tema biodiversidad.

Folio020867

5. Bibliografía.

Aguirre, J & Torres, H. 2005. Aves de los Humedales Altoandinos del Norte de Chile. CONAF. Antofagasta. 180 p.

Araya, B; Millie, C & Bernal, M. 1986. Guía de Campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago. 389 p.

CONAF. 2006. Censo Avifauna Altoandina 2006. Documento de Trabajo. Convenio CONAF Atacama – Cía. Minera Maricunga. 70 p.

Oyarzo, H & Carabantes, J. 2005. Censo simultáneo de Aves Acuáticas Andinas Verano 2005 en la Región de Atacama. Informe CONAF. Copiapó. 22 p.

Palma, R. 1993. Biología y Comportamiento de los flamencos del Salar de Surire. CONAF – QUIBORAX. Antofagasta. 72 p.

Parada, M. 1988. Flamencos en el Norte de Chile: Distribución, Abundancia y Fluctuaciones Estacionales del Número. pp 52 – 66. En: I Taller Internacional de Especialistas en Flamencos Sudamericanos, 1990. CONAF – Sociedad Zoológica de Nueva York. Chile. 217 p.

Parada, M. 1988. Flamencos en el Norte de Chile y su Reproducción. pp 132 – 139.En: I Taller Internacional de Especialistas en Flamencos Sudamericanos, 1990. CONAF – Sociedad Zoológica de Nueva York. Chile. 217 p.

Folio020868

ANEXO N°1

Planilla PACUSHA

Folio020869

CENSO SIMULTÁNEO DE AVES ACUÁTICAS EN EL NORTE DE CHILE

Plan de Acción para Conservación y Uso Sustentable de los Humedales Altoandinos

Observaciones :
Nidificación de Parina chica en Laguna del Negro Francisco y nidificación con pollos en Salar de Piedra Parada.

FECHA: 29, 30, 31 de Enero; 1, 2 de Febrero de 2007
CONDICIÓN ATMOSFÉRICA: Despejado Sensación térmica entre - 5°y 10°C

CONDICIONES GENERALES DEL CENSO Y DEL SITIO

Normal para todos los sitios y época del año

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	Sitios de censos									TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Pimpollo	*Rollandia rolland*										
Blanquillo	*Podiceps occipitalis*	68		126							194
Cuervo de pantano de la puna	*Plagadis ridgwayi*										
Flamenco chileno	*Phoenicopterus chilensis*	1618	6	80	12	21	29	3		1	1770
Parina grande	*Phoenicoparrus andinus*	5580	21	152	158	8	5	238	5	3	6170
Parina chica	*Phoenicoparrus jamesi*	582		20	129***			16			747
Huairavo	*Nycticorax nycticorax*										
Garza boyera	*Bubulcus ibis*										
Garza azul	*Egretta caerulea*										
Guallata	*Chloephaga melanoptera*	496	12	6	1	9				17	541
Pato juarjual	*Lophonetta specularioides*	1908	31	254	4	193	12		2	16	2420
Pato jergón chico	*Anas flavirostris*	13									13
Pato jergón grande	*Anas georgica*										
Pato puna	*Anas puna*										
Pato gargantillo	*Anas bahamensis*										
Pato cuchara	*Anas platalea*										
Tagüita purpúrea	*Porphyrio martinicus*										
Tagüita del norte	*Gallinula chloropus*										
Tagua andina	*Fulica ardesiaca*										
Tagua chica	*Fulica leucoptera*										
Tagua gigante	*Fulica gigantea*										
Tagua cornuda	*Fulica cornuta*	355		98		205				1	659
Queltehue de la puna	*Vanellus resplendens*										
Chorlo dorado	*Pluvialis dominica*										
Chorlo de la puna	*Charadrius alticola*	212		41							253
Chorlo de campo	*Oreopholus ruficollis*										
Chorlito cordillerano	*Phegornis mitchellii*										
Caití	*Recurvirostra andina*	76		53	30	2	4	12		1	178
Pitotoy grande	*Tringa melanoptera*										
Pitotoy chico	*Tringa flavipes*										
Playero grande	*Catoptrophorus semipalmatus*										
Playero de Baird	*Calidris bairdii*	783		17	19		11				830
Playero pectoral	*Calidris melanotos*										
Playero de patas largas	*Calidris himantopus*										
Becacina de la puna	*Gallinago andina*										
Pollito de mar tricolor	*Steganopus tricolor*	43									43
Perdicita cordillerana	*Attagis gayi*	5		16				1			22
Perdicita cojón	*Thinocorus orbignyianus*		1								1
Perdicita	*Thinocorus rumicivorus*										
Gaviota andina	*Larus serranus*	64		14	2					4	84
Colegial del Norte	*Lessonia oreas*	2	4							2	8
Total ejemplares		11805	83*	882**	355	438	61	270	7	45	13946
Total especies		15	7*	13**	8	6	5	5	2	8	17

Sitios de censos		
Sitio 1	Laguna del Negro Francisco	Sitio 5 Lagunas Bravas
Sitio 2	Pantanillo - Quebrada Ciénaga Redonda	Sitio 6 Salar de La Laguna
Sitio 3	Salar de Maricunga Laguna Santa Rosa	Sitio 7 Salar de Pedernales
Sitio 4	Salar de Piedra Parada	Sitio 8 Salar de La Azufrera
		Sitio 9 Vegas y lagos

Responsable de la información
Cristian Rivera S.
Biólogo - Guardaparque
Programa Recursos Naturales
P. N .Nevado de Tres Cruces

(*) (**): Incluyen a Tortolita de la puna (*Metriopelia aymara*). No incluida en la lista.

(***): Incluye a 15 pollos.

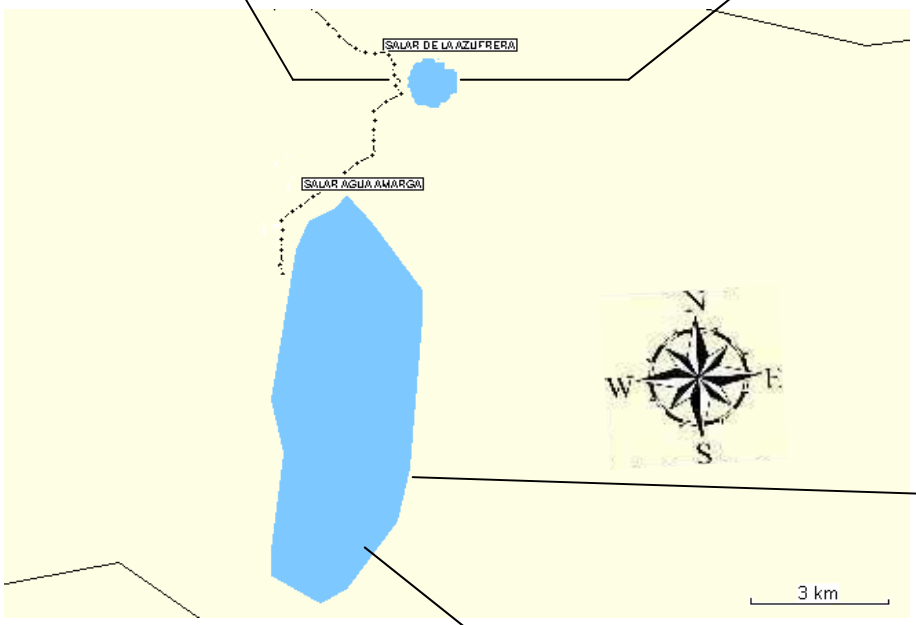
Folio020870

ANEXO N°2

Track y Recorrido Censo






SALAR DE LA AZUFRERA
SALAR AGUA AMARGA
N
W
E
S
3 km

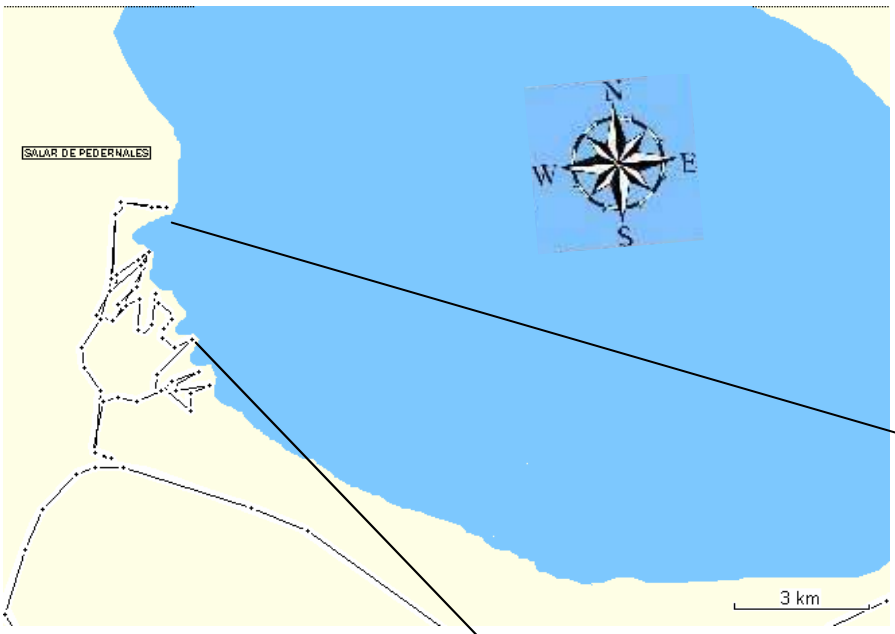









SALAR DE LA LAGUNA
N
W
E
S
3 km


SALAR DE PEDERNALES
N
W
E
S
3 km





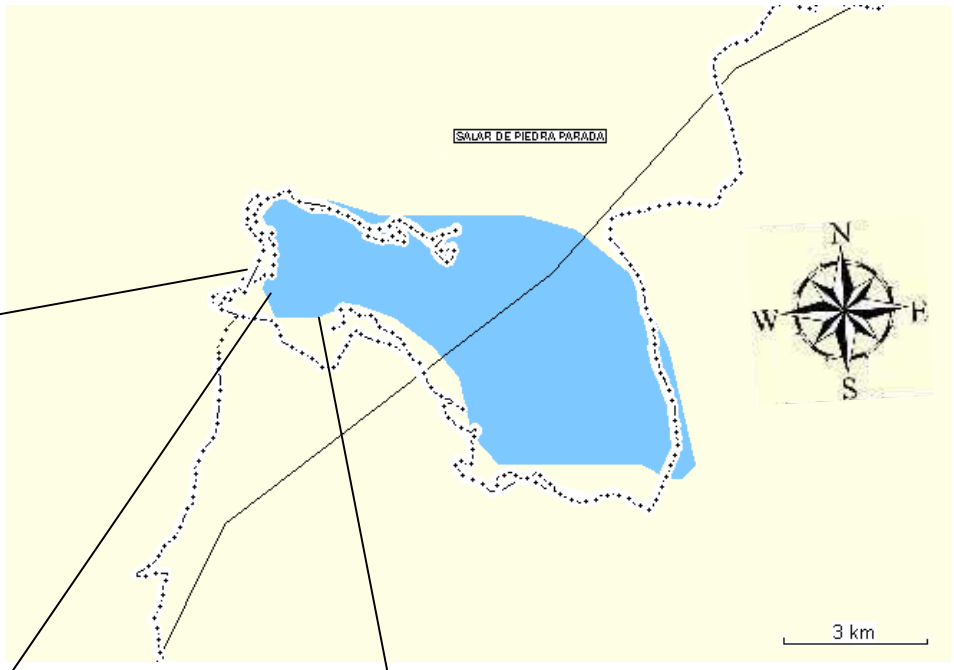





LAGUNAS BRAVAS
N
W
E
S
3 km



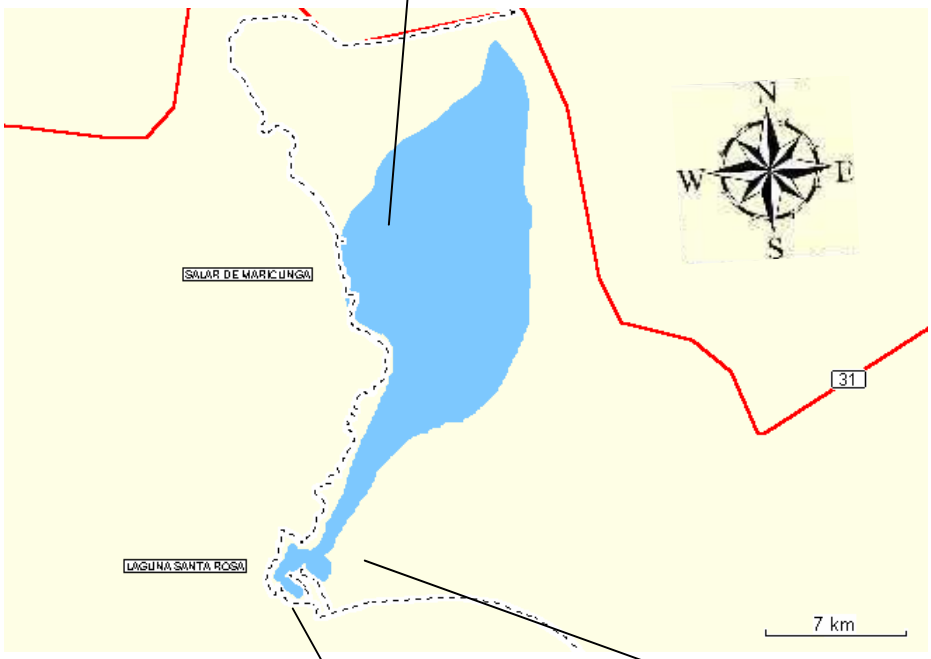



SALAR DE PIEDRA PARADA
N
W
E
S
3 km








N
W
E
S
SALAR DE MARICUNGA
31
LAGUNA SANTA ROSA
7 km

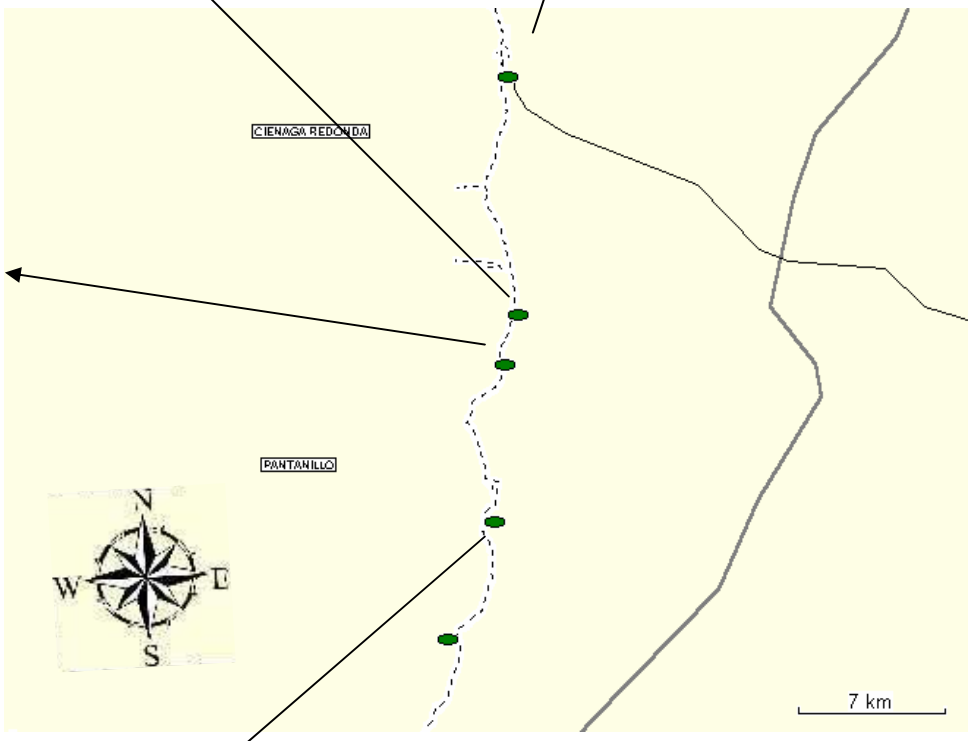




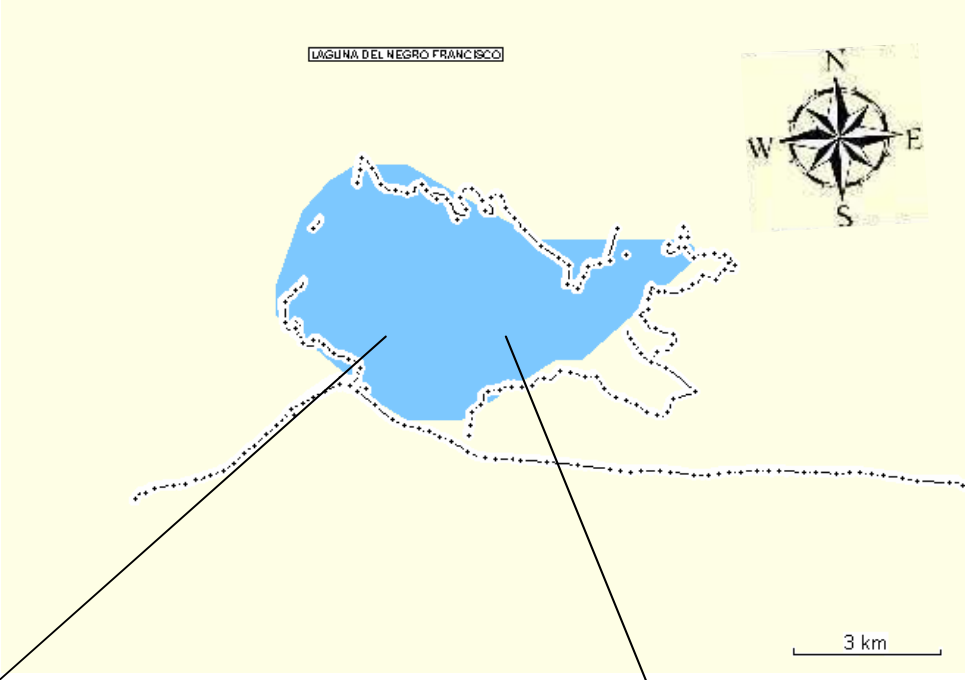







CIENAGA REDONDA
PANTANILLO
N
W
E
S
7 km




LAGUNA DEL NEGRO FRANCISCO
N
W
E
S
3 km





Folio020879

ANEXO N°3

Gráficos poblacionales históricos de flamencos

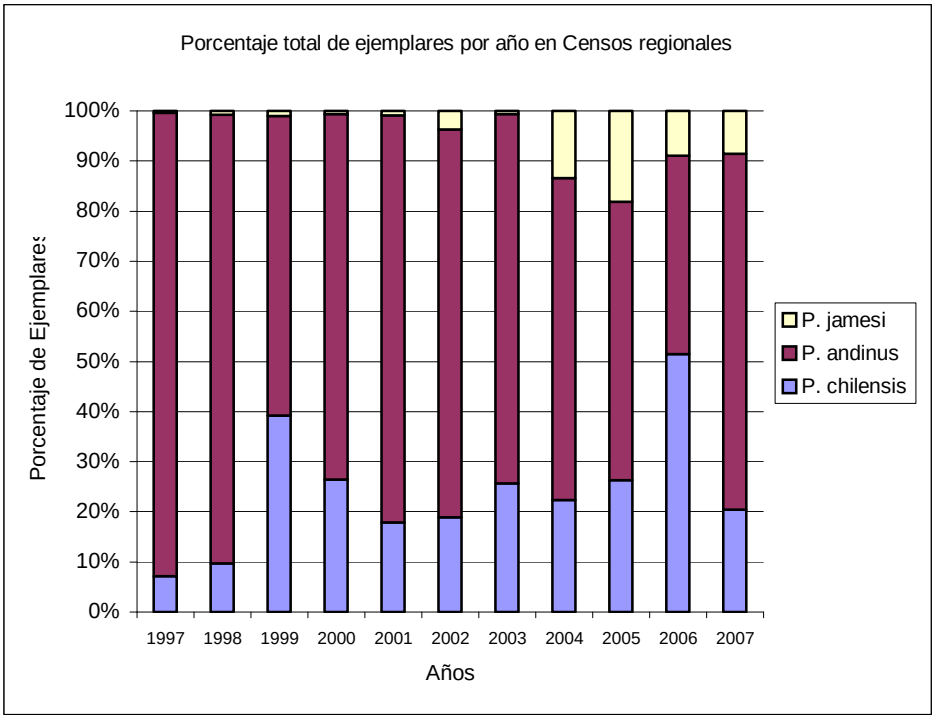


Gráfico Nª 24: Presencia histórica de flamencos en la región de Atacama.

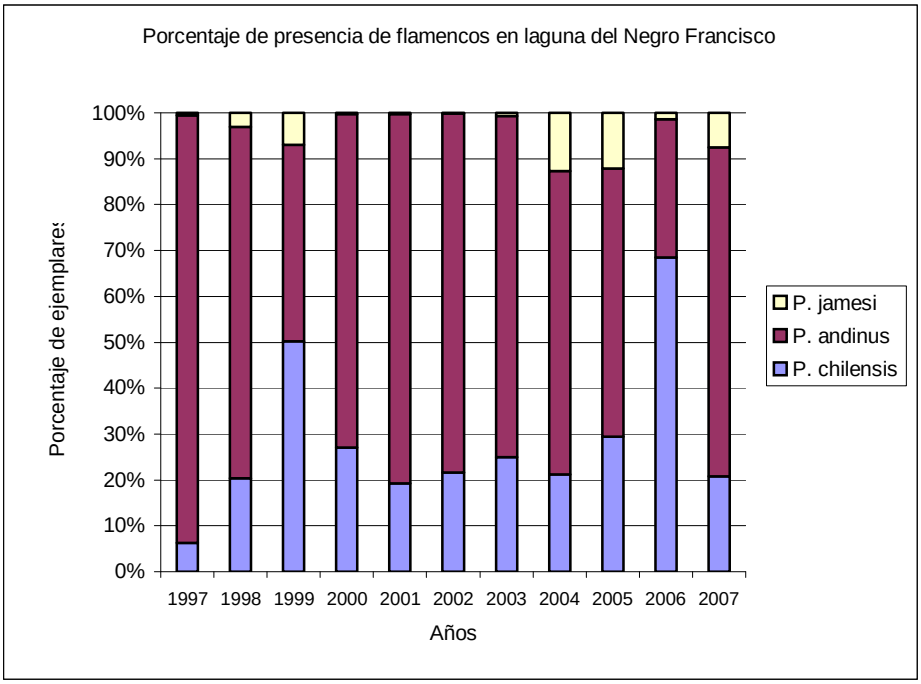


Gráfico Nª 25: Presencia histórica de flamencos en Laguna del Negro Francisco

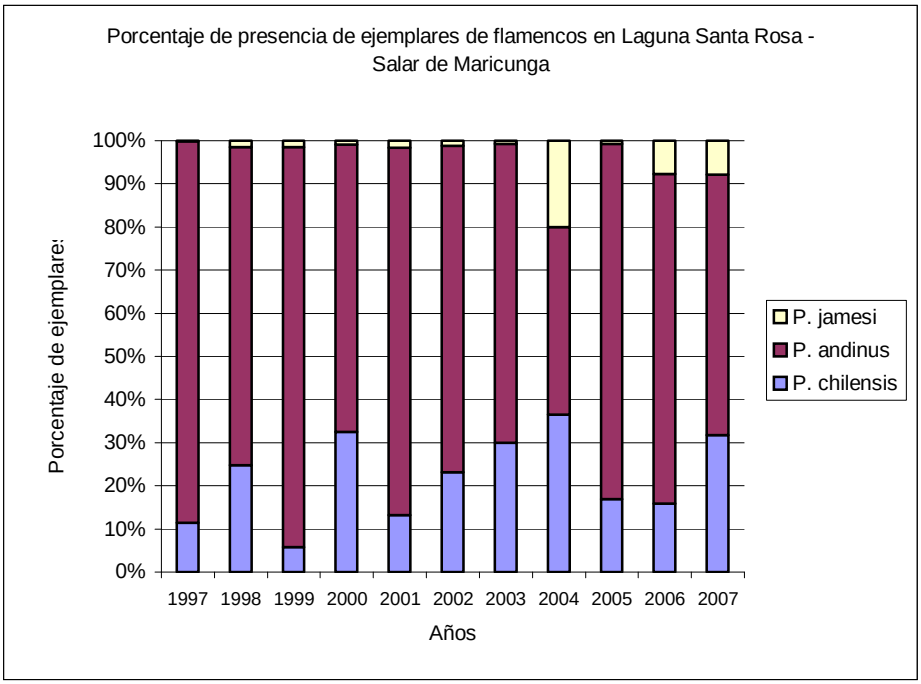


Gráfico Nª 26: Presencia histórica de flamencos en Complejo Laguna Santa Rosa – Salar de Maricunga.

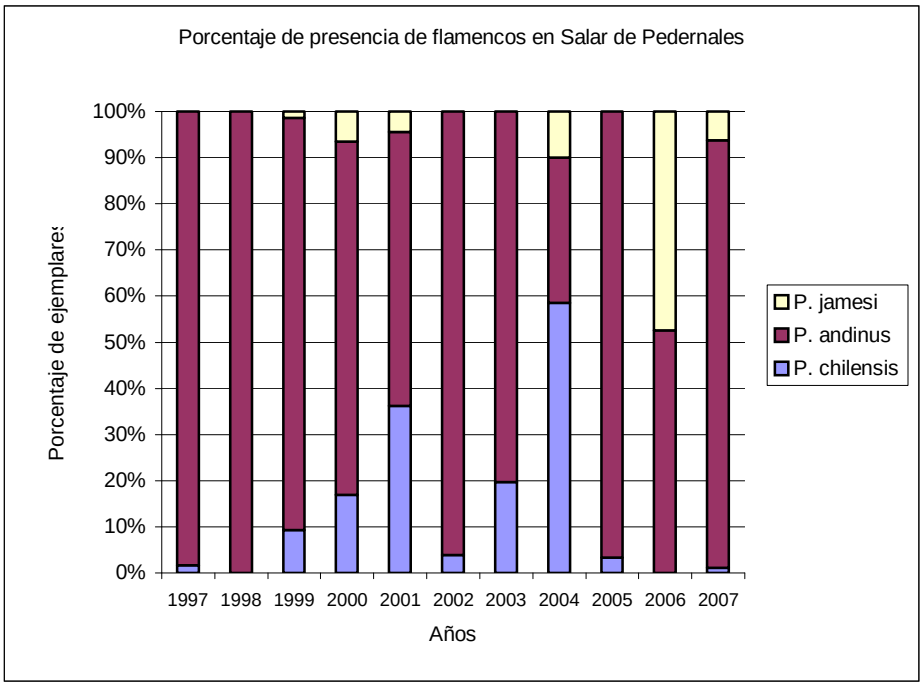


Gráfico Nª 27: Presencia histórica de flamencos en Salar de Pedernales.

Folio020882

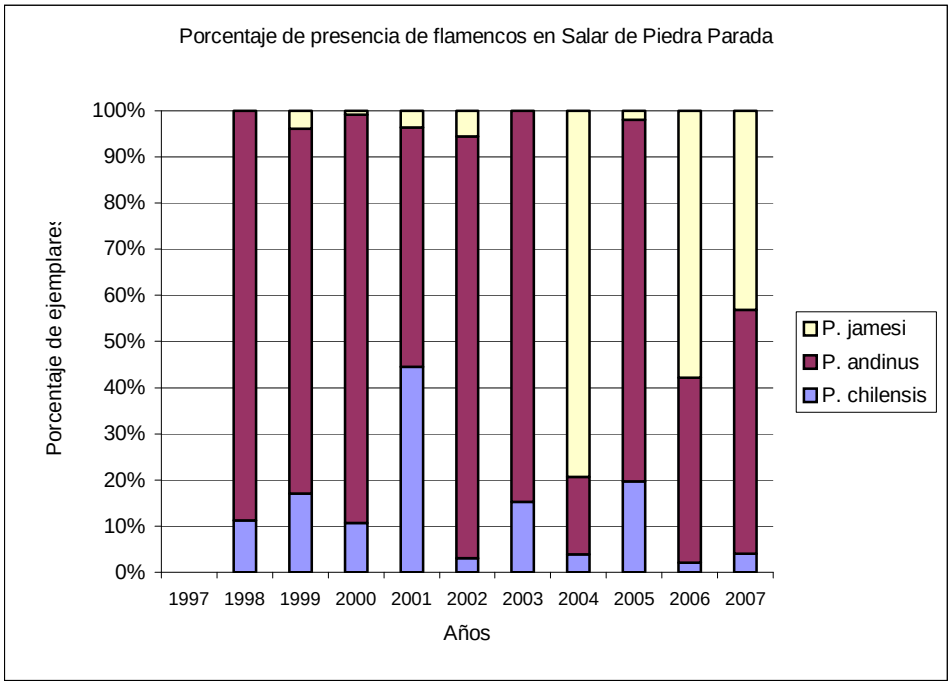


Gráfico Nª 28: Presencia histórica de flamencos en Salar de Piedra Parada.

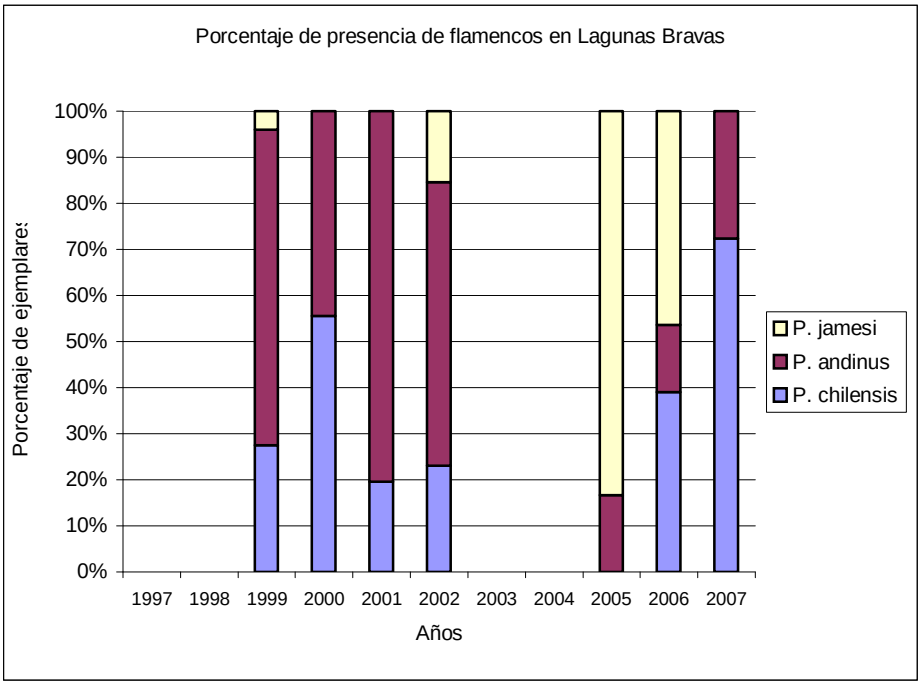


Gráfico Nª 29: Presencia histórica de flamencos en Complejo de Lagunas Bravas.

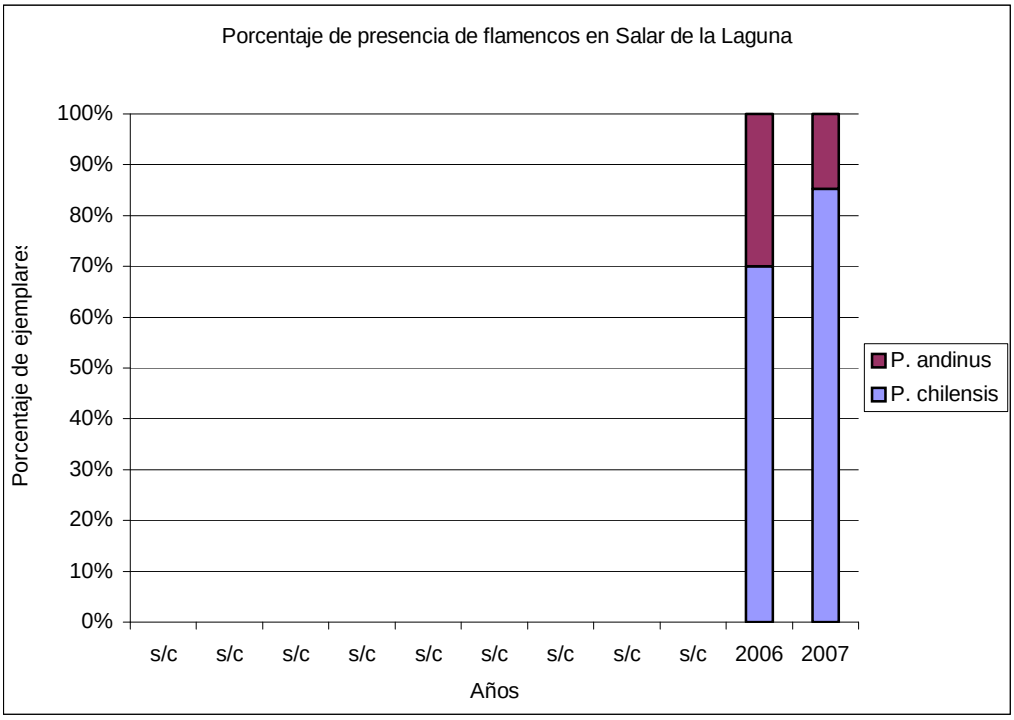


Gráfico Nª 30: Registros de flamencos en Salar de la Laguna. s/c= sin censar

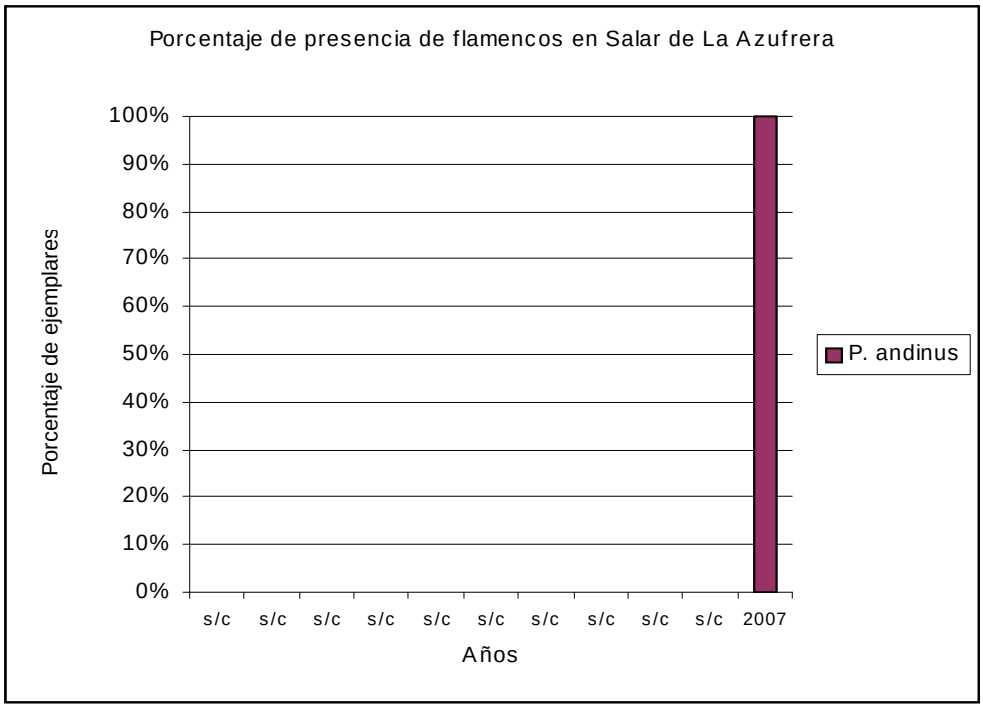


Gráfico Nª 31: Registros de flamencos en Salar de la Azufrera. s/c= sin censar

Folio020884

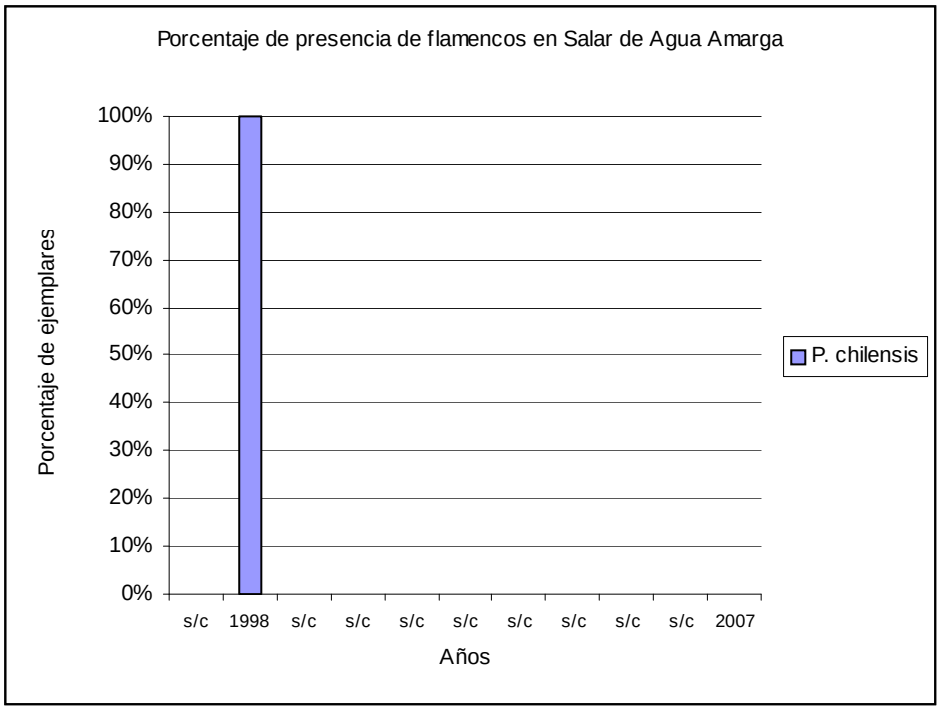


Gráfico Nª 32: Registros de flamencos en Salar de Agua Amarga. s/c= sin censar

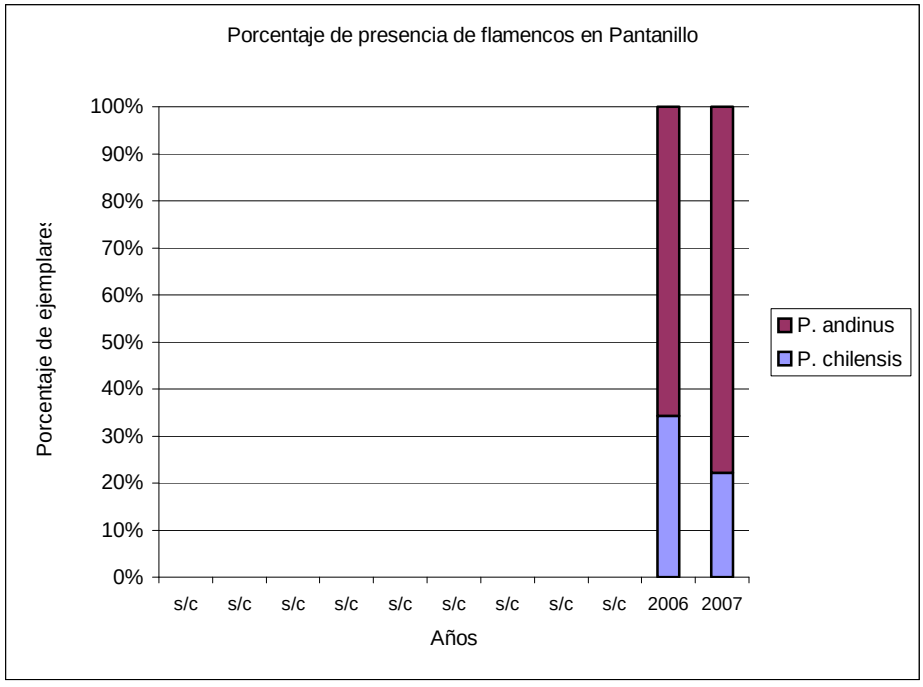


Gráfico Nª 33: Registros de flamencos en sector de Pantanillo. s/c= sin censar

Folio020885

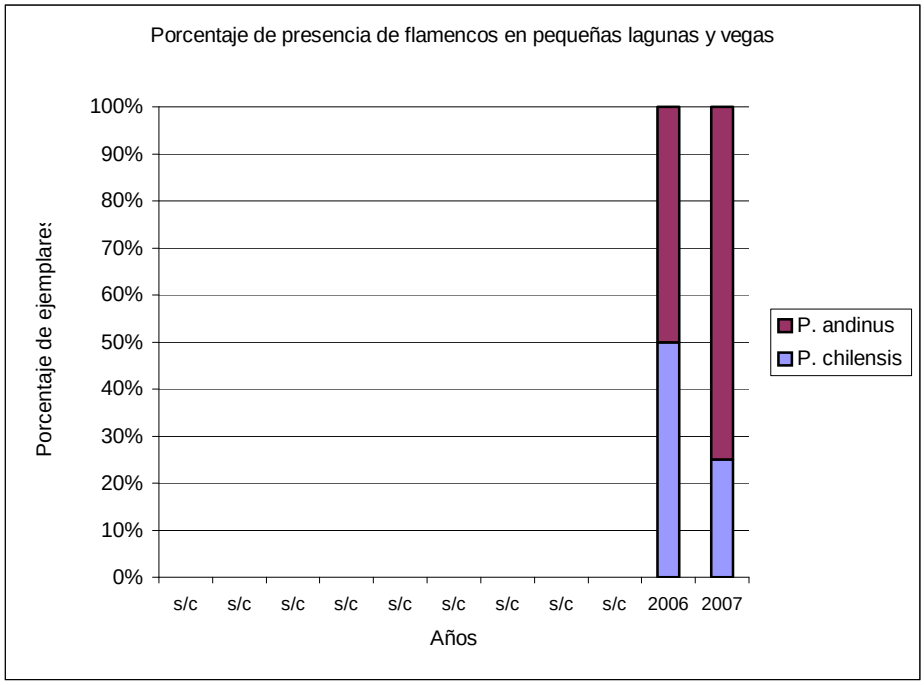


Gráfico Nª 34: Registros de flamencos en pequeñas lagunas y vegas. s/c= sin censar

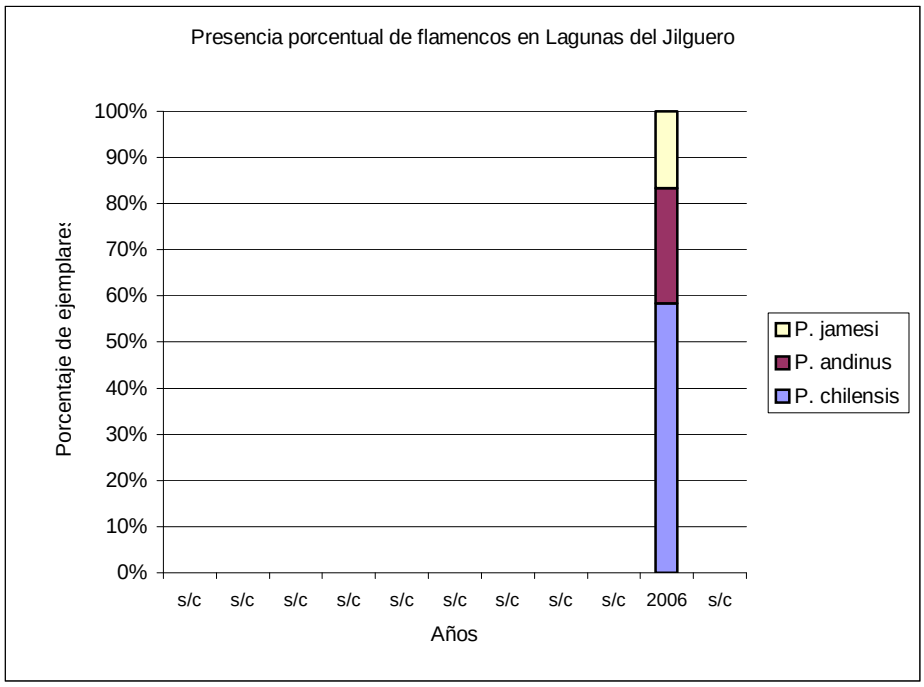


Gráfico Nª 35: Registros de flamencos en Lagunas del Jilguero. s/c= sin censar

Folio020886

ANEXO Nº4

Fotografías Censo



Figura Nº10: Flamencos Andinos en Laguna del Negro Francisco



Figura Nº11: Playero de Baird en las orillas de Laguna del Negro Francisco



Figura Nº12: Laguna del Negro Francisco. Barrera de aluvión.



Figura Nº13: Margareth Mercado y Héctor Cepeda censando en Laguna del Negro Francisco.



Figura Nº14: Huevo de flamenco encontrado flotando en las aguas de la Laguna del Negro Francisco.



Figura Nº15: Gaviotas andinas volando sobre Laguna del Negro Francisco.



Figura Nº16: Flamencos reunidos en un sector de Laguna del Negro Francisco.



Figura Nº17: Espejo de agua Laguna del Negro Francisco.



Figura Nº18: Laguna presente en sector Pantanillo.



Figura Nº19: Vicuñas en tránsito por vegas de Pantanillo.



Figura Nº20: Sector de nidificación de blanquillo. Laguna Santa Rosa.



Figura Nº21: Pato juarjual en Laguna Santa Rosa.



Figura Nº22: Vista del Salar de Maricunga.



Figura Nº23: Pequeñas lagunas en Salar de Maricunga.



Figura Nº24: Costra salina del Salar de Maricunga.



Figura Nº25: Chorro del Juncal



Figura Nº26: Termas de Juncal.



Figura Nº27: Campamento en Termas de Juncal.



Figura Nº28: Quebrada del Río Juncal



Figura Nº29: Salar de Piedra Parada.



Figura Nº30: Margareth Mercado explica la geología del sector



Figura Nº31: Nidada de Flamencos de James abandonado. Salar de Piedra Parada



Figura Nº32: Laguna Sur de Lagunas Bravas



Figura Nº33: Laguna Norte de Lagunas Bravas



Figura Nº34: Tranque La Ola



Figura Nº35: Pato juarjual en Tranque La Ola



Figura Nº36: Salar de La Laguna



Figura Nº37: Héctor Cepeda explica la geología del sector



Figura Nº38: Salar de Pedernales



Figura Nº39: Lagunas en Salar de Pedernales



Figura Nº40: Integrante de Holvoet TV realizando registro de la actividad



Figura Nº41: Vega de Los Patos.



Figura Nº42: Campamento en ex – Estación Lilita (II Región)



Figura Nº43: amanecer en ex – estación Litita



Figura Nº44: Salar de La Azufrera



Figura Nº45: Salar de Agua Amarga



Figura Nº46: Pozas de agua en Salar de Agua Amarga



Figura Nº47: Laguna salada en Salar de Agua Amarga.



Figura Nº48: Participantes en el Censo Estival de Avifauna Altoandina 2007.

ANEXO Nº5

Informe “Características Geológicas de los Humedales Altoandinos”

SITUACIÓN GEOLÓGICA DE LOS HUMEDALES ALTOANDINOS DE ATACAMA

Por Margaret Mercado, geóloga, Sernageomin, Copiapó.
Contribución al informe de Censo de avifauna de humedales altoandinos efectuado del 29 de enero al 2 de febrero de 2007.

La geología y su dinámica afectan los rasgos de la superficie terrestre, y en combinación con la meteorología, definen el clima en los diferentes puntos de la Tierra. El clima, a su vez, determina la biodiversidad.

En Atacama, los humedales, vegas, salares y lagos, ubicados sobre los 4.000 msnm en la zona denominada Puna, están limitados al oeste por la Cordillera de Domeyko y otras sierras longitudinales, y al este por la frontera con Argentina. Los cuerpos mayores, salares y lagos, se localizan en forma longitudinal en la Cordillera de Los Andes, al este de las sierras de El Borax, Caballo Muerto y Monardes, y volcanes que están en la misma línea, como Cerros Bravos y Maricunga; son de origen tectónico y corresponden a cuencas cerradas, aunque pueden tener alguna comunicación subterránea con las cuencas ubicadas al oeste. Los salares y lagos menores, ubicados más al oriente, se relacionan con la actividad volcánica. Las glaciaciones recientes también tuvieron alguna participación en la formación de esos cuerpos de agua.

El origen de los lagos y salares es el resultado de la orogenia andina, es decir, del proceso de formación de la Cordillera de Los Andes. Las placas Sudamericana y del Pacífico convergen, chocan (esquema adjunto). La placa del Pacífico, más pesada y más delgada, se desliza bajo la placa Sudamericana, y ésta “se arruga”, se fragmenta, se falla en bloques de orientación más o menos paralela al borde continental. Como las rocas no son compresibles, el acortamiento debido al choque de las dos placas se resuelve con el elevamiento de los bloques. Así, la formación de la cordillera se debe a la exhumación de cuerpos rocosos desde profundidades mayores de 10 km. Los cordones subparalelos, sierras Doña Inés Chica y del Castillo, Aragoneses, Caballo Muerto, El Hielo y Varillar, Monardes, las dos Sierras Coloradas, efectivamente están constituidas por rocas antiguas que se encontraban, previo a la orogenia andina, a profundidades superiores a 10 km; sobre ellas se disponían secuencias más jóvenes de rocas sedimentarias y volcánicas, ya casi completamente erosionadas en esos cordones, y que ahora se aprecian en las porciones longitudinales ocupadas entre las sierras.

Antes del nacimiento de Los Andes, el clima en el extremo occidental del continente Sudamericano era lluvioso; eso lo atestiguan las rocas formadas entonces. Las masas de aire húmedo proveniente de la evaporación del océano Atlántico producía lluvias que alcanzaban el Pacífico. A medida que iba creciendo la cordillera, y mientras las lluvias aún caían sobre las nacientes serranías, éstas se erosionaron y sus productos se depositaron en forma de extensas y potentes cubiertas, como son los depósitos bajo los llanos que nacen en la Precordillera y caen hacia el oeste con pendientes muy suaves. Pero cuando a las nubes se les hizo paulatinamente más difícil atravesar las

Folio020902

emergentes sierras para alcanzar a descargar su humedad en la vertiente occidental, poco a poco el clima se tornó cada vez más árido en el borde Pacífico. Sin embargo, en algún momento, mientras aún se producían suficientes precipitaciones y mientras los bloques se exhumaban con rapidez tal que los cursos de agua no alcanzaban a excavar su paso al Pacífico, se debió formar un gran lago que abarcó, por lo menos, en Atacama, la posición actual de los salares de Pedernales, Maricunga y Laguna del Negro Francisco. Testigo de lo anterior son los depósitos lacustres que se encuentran en esta zona; muestran una distribución continua que alberga toda la zona referida.

La convergencia de placas también produce volcanismo. Cuando la placa Pacífica alcanzó profundidades a las cuales se produce magma, es decir, material rocoso fundido, éste comenzó a subir por debilidades a lo largo de las fallas que controlan los bloques longitudinales, en su cruce con otras fallas transversales de orientación aproximada NW-SE. Si ya la cordillera había alcanzado alturas que dificultaban la llegada de humedad desde el este, los volcanes que la coronaron impidieron casi del todo las precipitaciones, las que pasaron a ser sólo caída de nieve. El balance hídrico se volvió negativo, debido a que las altas tasas de evaporación superaron las tasas de precipitación. Este impacto transformó paulatinamente los lagos en salares.

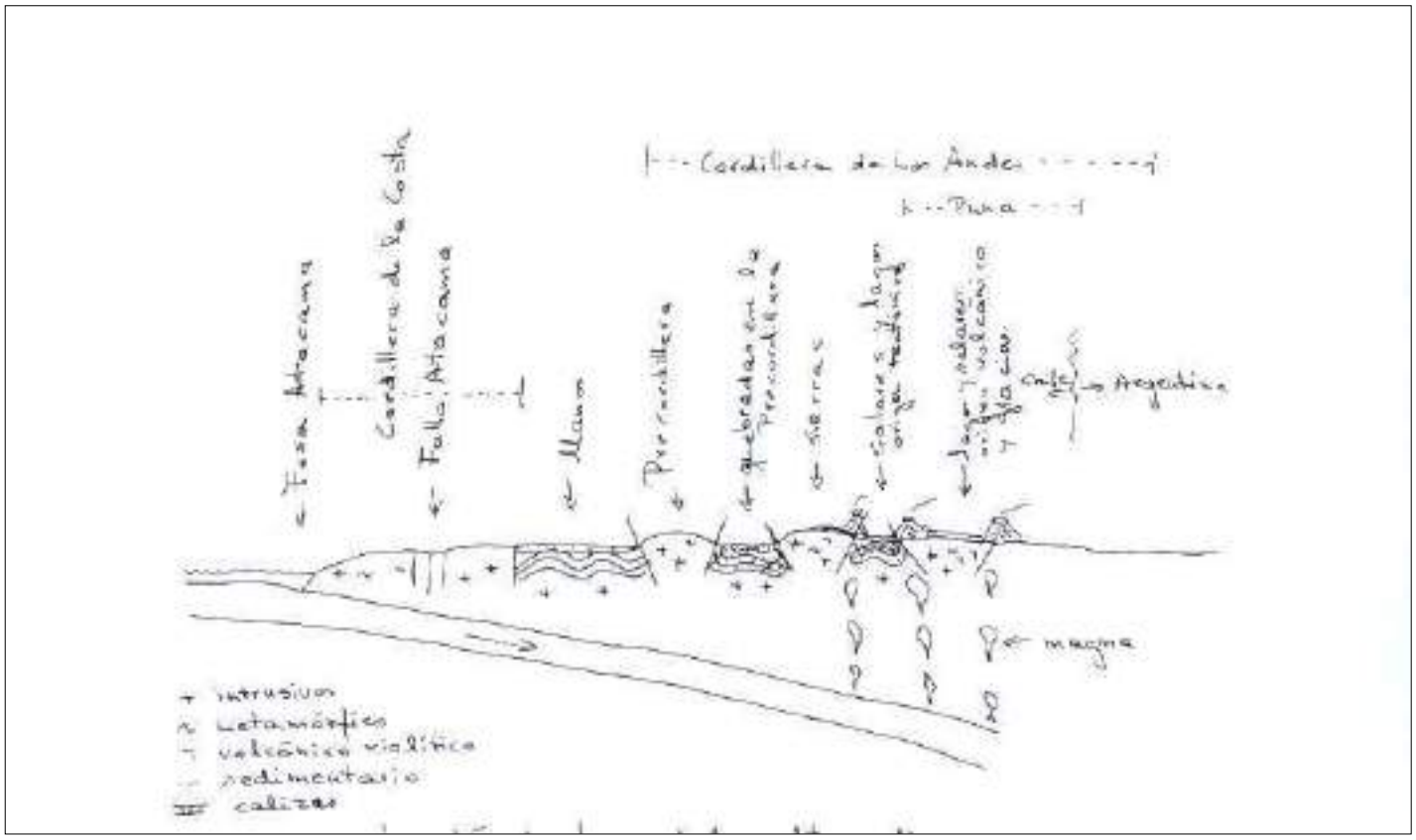
Se aprecia también que la actividad volcánica es posterior a la exhumación inicial de las serranías y a la formación del gran lago, ya que los productos volcánicos cubren los depósitos lacustres, y algunos volcanes incluso se instalaron directamente sobre los espacios ocupados por el cuerpo de agua, como el volcán Copiapó.

El volcanismo también contribuyó, más al oriente, a la creación de lagos de menor tamaño formados por flujos volcánicos que bloquearon el desagüe de las corrientes superficiales o los flujos subterráneos. Las morrenas de retroceso también han participado en la formación de lagos en esta zona. El balance hídrico negativo, con el tiempo, convierte estos lagos en salares.

Pronóstico. Hay un cambio climático natural paulatino que se da por ciclos, incluso históricos. La actividad humana puede intervenir en estos cambios. Las precipitaciones de lluvia y de nieve pueden sufrir modificaciones. En el caso de los lagos y salares de las cordilleras de Atacama, además de las causas naturales o inducidas, el retiro de las aguas de cada una de las cuencas, para su aprovechamiento en la industria, acelerará el proceso de conversión en salar y posterior relleno de sedimentos de cada uno de los cuerpos de agua. Frente a la naturaleza, para que los cuerpos de agua no sufran modificaciones, se debe extraer no más de la cantidad que llega a los lagos en cada temporada, considerando también la cantidad evaporada. Un uso superior a la recarga natural agotará el recurso no sólo para la biodiversidad, sino para la humanidad. La biodiversidad, los residentes vegetales y animales, se adaptan a cambios naturales lentos; los cambios drásticos los vuelven vulnerables y los sitúan en peligro de extinción. La biodiversidad saludable garantiza la calidad de vida para la humanidad.

Folio020903

Nota. Los cuerpos de agua de la cordillera son denominados lagunas, pero en realidad, científicamente, son lagos. Desde el punto de vista geológico y biológico, lago es un cuerpo de agua continental, dulce, salobre o salado. Su vida es corta, pues termina por llenarse de sedimentos y se convierte en el lecho de un río. En cambio, una laguna es un cuerpo de agua que tiene conexión con el mar y es de aguas salobres por su mezcla con el mar, y en sus aguas vive una fauna que tiene relación con el océano. Las lagunas pueden llegar a tener una larga vida.



Esquema geológico Región de Atacama. (Margareth Mercado)